

## OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS PARA OBTENCIÓN DE MIEL DE YACÓN EN PLANTA PILOTO Y EVALUACIÓN DE OLIGOFRUCTANOS

Mario Bautista C., Leoncio Reyna M., Oscar Cornejo S., Carmen Méndez F.  
y Shirley Angeles

Facultad de Química e Ingeniería Química. Universidad Nacional Mayor de San Marcos

### RESUMEN

El presente trabajo describe el procedimiento tecnológico seguido para obtener una miel o jarabe de yacón (*Polimnia sonchifolia*) en planta piloto y la determinación cualitativa y cuantitativa de la inulina que alcanza en promedio un 25.4%.

**Palabras claves:** Yacón, miel, inulina, planta piloto.

### ABSTRACT

This work describes how to obtain honey from yacón (*Polimnia sonchifolia*) in Pilot Plant. Also we determined that the content of inulin in the processed honey is 25.4%.

**Keywords:** Yacón, honey, inulin, pilot plant.

### INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la nutrición humana ha orientado la alimentación a base de componentes digestibles como proteínas, carbohidratos y grasas, dejando de lado la fracción no digestible, considerada más bien como desperdicio.

Es a partir de la década del 70, que se inicia el estudio de los componentes no digestibles como el empleo de las fibras en las dietas alimenticias para prevenir el cáncer al colon, la diabetes y el colesterol<sup>(1,3)</sup>.

Por otra parte, la ciencia médica ha demostrado que el consumo de fracciones indigestibles como los oligosacáridos favorecen el desarrollo de bacterias beneficiosas en el colon, como las *Bifidobacterias* y *Bacillus subtilis*. Estas bacterias reducen la carga de otro grupo de bacterias responsa-

bles de la putrefacción (*E.coli*, *Clostridium perfringes*, *Streptococos faecalis*) y, por tanto, reducen la formación de compuestos tóxicos, los cuales podrían alterar las paredes del colon.

El yacón es una raíz que almacena este tipo de fibra bajo la forma de oligofruktanos o inulina, constituyéndose en la mayor reserva de estos polisacáridos<sup>(2,6)</sup>.

La inulina es una fibra no digestible y de sabor dulce y, contrariamente a lo que ocurre con el resto de nutrientes, ésta no es atacada por enzimas del estómago y del intestino delgado, por lo que llega al colon sin haber sido degradada. Una primera aplicación en la salud humana se encuentra en los diabéticos, quienes al consumir este oligosacárido, no incrementan los niveles de azúcar en la sangre<sup>(4)</sup>.

El yacón, originario de los Andes y de cultivo silvestre, constituye en la actualidad un recurso natural potencial para la extracción de sus oligosacáridos, los cuales pueden ser incorporados en la formulación y elaboración de alimentos dietéticos y de baja caloría, cuyo mercado está en actual crecimiento<sup>(5)</sup>.

### MATERIALES Y EQUIPOS EMPLEADOS (LABORATORIO Y PLANTA PILOTO)

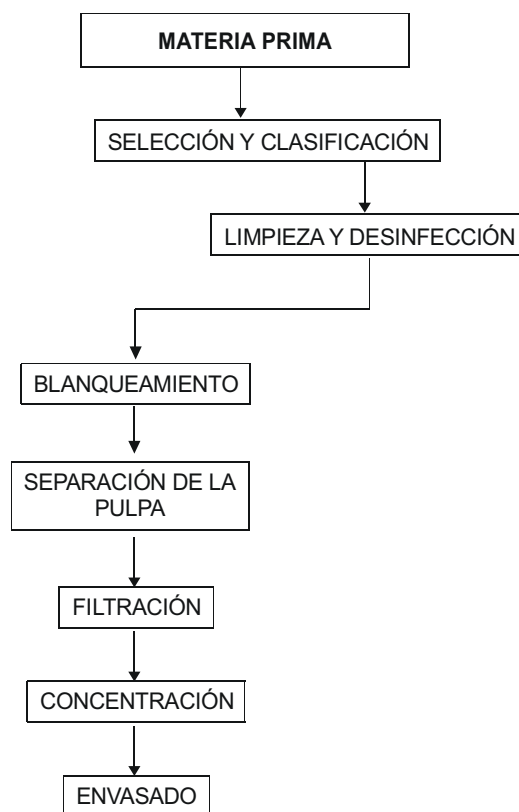
- Yacón (amarillo): 50 kg por carga.
- Cepillos.
- Tamizadores y telas para filtración.
- Recipientes de acero inoxidable.
- Filtro prensa de marcos y platos.
- Marmita de 100 kg con controles de presión y temperatura.
- Caldero de 40 BHP.
- Licuadora industrial.
- Pulpeadora con tamices intercambiables.
- Molino coloidal.
- Medidor de °Brix.
- Envases de vidrio.

### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La materia prima fue clasificada y seleccionada antes de la compra; luego de varias pruebas se diseñó el proceso indicado en el Diagrama de flujo adjunto, cuyas etapas, en resumen, se describen a continuación:

- **Lavado y desinfección:** Se realizó con procedimiento manual empleando agua de pozo e hipoclorito de sodio como agente desinfectante.
- **Blanqueamiento:** La materia prima fue cargada a la marmita de acero inoxidable con dos finalidades: blanquear el yacón para evitar el pardeamiento enzimático y cocinarlo para darle textura apropiada para el manipuleo de la pulpa.
- **Separación de la pulpa:** Se efectúa por operaciones continuas de pelado, desintegración y separación de fibras en una pulpeadora industrial.
- **Filtración:** Se empleó inicialmente un filtro prensa de marcos y platos; sin embargo,

### DIAGRAMA DE FLUJO PARA OBTENCIÓN DEL JARABE



por fallas en su diseño, el filtro presentó una baja eficiencia, habiéndose concluido con una filtración manual, que dio como resultado un filtrado de 10°Brix.

- **Concentración:** Se realizó en la marmita, habiéndose repetido esta prueba hasta encontrar un tiempo y una concentración adecuada, para el posterior empleo del jarabe (60 min, 60°Brix).
- **Envasado:** El envasado del jarabe se efectuó a 85°C en envases de vidrio resistentes al calor de ¼ y 1/8 de litro, previamente esterilizados.

### EVALUACIÓN DE OLIGOFUCTANOS

La evaluación y determinación de la inulina consumió un apreciable tiempo en el desarrollo del proyecto; sin embargo, fue necesario llegar a conclusiones satisfactorias para comprobar la hipótesis de su existencia tanto en la materia prima como en la miel del

yacón. Se emplearon dos métodos, cuya descripción, en resumen, es la siguiente:

### MÉTODO CUANTITATIVO

Se efectúa una hidrólisis de la miel de yacón con HCL al 5% en un sistema de reflujo por dos horas en baño maría, para ser neutralizado y filtrado. Luego, el sobrenadante determina la cantidad de azúcares reductores por el método de Müller<sup>(7)</sup>.

De otra parte, se determinó la cantidad de azúcares reductores contenidos en la miel sin hidrólisis, empleando el mismo método.

La cantidad de inulina se obtuvo por diferencia aplicando un factor 0.9 para obtener el % promedio de inulina presente<sup>(8)</sup>.

La evaluación de la inulina obtenida en tres corridas experimentales en planta piloto para obtención de miel de yacón se muestra en el siguiente cuadro:

Muestra de miel	Azúcares Red. c/hidrólisis	Azúcares Red. s/hidrólisis	Inulina %
A	239.00	31.48	20.75
B	355.30	28.79	32.65
C	299.50	45.72	22.84
Promedio			25.41

### MÉTODO CUALITATIVO

El procedimiento basado en estudios anteriores<sup>(2)</sup> consiste en lo siguiente: Se pesa 1.0 gr de miel de yacón y se realiza una hidrólisis ácida por dos horas a una temperatura entre 60 a 70 °C, luego de enfriado se decolora la solución con arcilla activada, luego de 24 horas se filtra. Al filtrado se le adiciona una solución de naffol 01. La coloración violácea indica reacción positiva o presencia de inulina.

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Uno de los problemas tecnológicos encontrado, tanto a nivel laboratorio como a escala

piloto, fue el pardeamiento enzimático de la materia prima. Se intentaron procedimientos químicos empleando combinaciones de ácido cítrico, ácido ascórbico y bisulfito de sodio con escasos resultados.

Finalmente, en planta piloto se logró inactivar las enzimas causantes del cambio de color por una adecuada aplicación de tiempo y temperatura, sin adición de agentes químicos.

Para las operaciones de separación mecánica de la pulpa del yacón se emplearon equipos convencionales como la licuadora industrial y un filtro prensa.

El rendimiento del proceso no fue adecuado por fallas de origen en el diseño del equipo de filtrado. Se logró obtener la miel del yacón optimizando sus parámetros de operación, en una marmita enchaquetada a tacho abierto, calentado con vapor de caldero a 2 kg/cm. El tiempo más adecuado fue de una hora, obteniéndose un jarabe de 60° Brix.

El rendimiento global del proceso, según el diagrama de flujo seguido fue de 1/12 miel obtenida a materia prima empleada.

La evaluación organoléptica indicó una tendencia a la aceptación de la miel para consumo directo, mientras que en relación al color (marrón caramelo) hubo algunas reservas.

En relación a la evaluación de los oligofruktanos, los dos métodos empleados confirmaron la presencia de inulina en el producto industrializado, lo cual no solamente confirma la hipótesis sino que abre enormes posibilidades con respecto a su empleo en la formulación de alimentos de baja caloría y también en los destinados al consumidor diabético.

La evaluación microbiológica de la miel envasada, luego de tres meses de elaboración, cumplió los requerimientos para el consumo humano, según lo indicado en el Informe N° 256 del Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos y Aguas de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM.

Para que los oligofruktanos contenidos en el jarabe o miel de yacón sean consumidos por la población diabética o con régimen dietético de baja caloría, es necesario que sean incorporados en la formulación de alimentos de consumo masivo y de mayor aceptación, tales como mermeladas, gelatinas, yogur, pasteles, etc; sin embargo, para llegar a esta etapa es indispensable profundizar previamente en estudios toxicológicos de la miel de yacón, a fin de garantizar su consumo en mercados globales.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se ha logrado optimizar las condiciones de operación en planta piloto para la obtención de la miel (jarabe) de yacón a una concentración de 60 °Brix.
- El rendimiento en peso obtenido fue del 8.3%
- De la evaluación y determinación de oligofruktanos (inulina), tanto el método cualitativo como el cuantitativo, se ha confirmado la presencia de este importante componente en la miel del yacón envasada, cuyas posibilidades de aplicación en alimentos de baja caloría y/o para consumidores diabéticos es ilimitada.
- La miel envasada después de tres meses, a la cual no se le ha agregado ningún preservante químico, es apta para el consumo humano, según se sustenta en el estudio microbiológico efectuado en el proyecto.
- Puede aumentarse el rendimiento del proceso, mejorando el sistema de filtración, así como la recuperación de los oligofruktanos en los efluentes producidos.
- Se recomienda realizar un estudio para el desarrollo de alimentos para consumidores diabéticos y para el de alimentos de baja caloría, incorporando oligofruktanos contenidos en concentrados industrializados obtenidos a partir del yacón. Asimismo, estudiar la estabilidad físico-química y microbiológica de la miel envasada sin el empleo de preservantes y/o aditivos químicos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Tomomatsu, H. (1994). Health effects of oligosacharides. Food Tech. Oct. P.61-65
- [2] Chasquibol, N. Lengua L. Estudio químico nutricional de las variaciones de la raíz de *Polimnia sonchifolia*. Rev. Per. Quím e Ing. Quím. Vol. 5. Fac. de Química e Ing. Química, UNMSM.
- [3] Izzo, M. (1998). *Nutritional and health benefits of inulin and oligofruktanose conference*. Food Science and Technology.
- [4] Bornet, F. (1994). Undigestible sugar in food products. Am. J. Clin. Nutr.
- [5] Spiegel, J. (1994). Safety and benefits of froctooligosacarides as food ingredients. Food. Tech. January.
- [6] Nina, M. (1996). *El cultivo del yacón. Programa Nacional de Investigación de Recursos Genéticos y Biotecnología*. INIA. Folleto 35-96. Dic., Lima.
- [7] AOAC. (1990). *Official methods of analysis*. Association of Analytical Chemist. Editorial Board USA.
- [8] Chirinos, R. (1999). *Obtención y caracterización de los oligofruktanos a partir de la raíz de yacón*. UNA.