



**"Picudo negro":  
Plaga del plátano, banano y abacá**

**Proyecto de cebada en el sur  
del Ecuador**

**Control de gusanos de la mazorca  
de maíz**



**LA JICAMA** (*Polymnia Sonchifolia*)

Elena Villacrés<sup>2</sup>

# La Jícama

## y su potencial en el campo alimenticio<sup>1</sup>

Este trabajo se orientó al estudio de los azúcares y su aprovechamiento, después de superar el oscurecimiento enzimático del jugo recién extraído.

### EMPARDEAMIENTO

A través de mediciones espectrofotométricas de la actividad monofenolásica y difenolásica a un pH 4.3, se determinó que el empardeamiento (oscurecimiento) del jugo de jícama es de tipo enzimático, siendo la tirosinasa o polifeniloxidasasa (PPO) la principal enzima involucrada.

El método se basó en la reacción de acoplamiento entre el MBTH (3-methyl-2-benzothiazolone hidrazona) y la quinona, producto de la oxidación de p-hydroxifenil ácido propiónico (PHPPA) en presencia de PPO. Se obtuvo una  $V_{\text{máx}} = 0.07 \mu\text{M/s}$  (velocidad máxima de 0.07 micromoles) para la actividad monofenolásica y  $3.96 \mu\text{M/s}$  (micromoles) para la actividad difenolásica.

Inactivación enzimática: La PPO es una enzima que contiene cobre y en presencia de oxígeno, cataliza reacciones de hidroxilación y oxidación, que pueden ser inhibidas mediante inactivación de la enzima. Se probó la aplicación de vapor directo por 5 min, a la raíz entera, con lo que disminuyó considerablemente la  $V_{\text{máx}} = 0.5$  de la actividad difenolásica. No se hicieron ensayos para determinar si hay regeneración enzimática en períodos de almacenamiento.

Si bien el tratamiento térmico resultó efectivo para lograr la inactivación enzimática, se prevee una pérdida de la vitamina C, puesto que ésta es la más inestable de todas las vitaminas conocidas. Por lo que deberán probarse otras alternativas como la extracción fría a fin de no perder este otro nutriente importante para el hombre.

### AZUCARES Y SU APROVECHAMIENTO

Estudios preliminares realizados en el Dpto. de Nutrición y Calidad de INIAP permitieron precisar que los componentes más significativos de la jícama, después del agua, son los azúcares.

Una alternativa importante para el aprovechamiento integral de estos componentes es la elaboración de un jarabe alto en fructosa para ser utilizado como sustituto de la sacarosa.

Para determinar el incremento de azúcares reductores después del tratamiento enzimático, en la muestra inicial, se analizó azúcares reductores por DNS (ácido 3,5- dinitro salicílico) y azúcares totales (por antrona), obteniéndose valores de 11.77% y 20% respectivamente.

A partir de una solución de jícama en polvo al 1% (P/V) y con ayuda del estándar *Actilight 950P* por cromatografía de capa fina (TCL), se detectó los siguientes azúcares: Sacarosa (GF), glucosa (G), fructosa (F) y los fructooligosacáridos (GF<sub>2</sub>, GF<sub>3</sub>, GF<sub>4</sub>, y GF<sub>5</sub>). Estos últimos están unidos

<sup>1</sup>Estudio realizado durante una pasantía en el Instituto de Biotecnología, IBT de la Universidad Autónoma de México UNAM.

a través de enlaces glucosídicos  $\beta$ -(2 $\rightarrow$ 1), tal como se encuentra la fructosa unida en la inulina, lo que sugirió la utilización de la enzima inulinasa para su hidrólisis.

La enzima en medio líquido fue proporcionada por el Dpto. de Biotecnología de la UAMM y las mediciones de la actividad enzimática condujeron a la utilización de la solución enzimática sin dilución y a 50°C.

La hidrólisis completa de un estándar de inulina al 2% (P/V) fue alcanzada en 120 min, esta condición en la jícama al 1% (P/V) fue lograda después de 40 min. de reacción. La cromatografía en capa fina (TCL) de estos hidrolizados enzimáticos, mostró que desde los primeros minutos de reacción, la fructosa y la glucosa fueron los únicos productos liberados. Mediante HPLC y el kit D-glucosa/D-fructosa, se cuantificó un 66% de fructosa y 15% de glucosa para jícama al 1%. No se encontró diferencias cuando la hidrólisis fue llevada con la jícama preparada en agua o en buffer acetato de sodio pH 5.0.

Aparte se realizaron pruebas con la enzima invertasa (rapidase) sobre sacarosa al 2%, inulina al 2% y jícama al 1% (P/V) a una temperatura de 40°C. Se cuantificó la actividad de la enzima, obteniéndose un valor de 288  $\mu$ moles de sacarosa/mg de enzima x min y se determinó que la concentración óptima de ésta para la hidrólisis de los mencionados sustratos fue de 2.5 mg/ml. En la



fiesta  
en el hecho de  
que después de 36h de

reacción se obtiene tan solo un 37% de azúcares reductores (cuantificables por DNS), mientras que en la jícama se alcanzó un 55% de fructosa y 23% de glucosa después de 40 minutos de reacción.

Estas pruebas permiten concluir que el tratamiento enzimático con inulinasa (2,1- $\beta$ -D) y la invertasa (E.C. 3.2.1.26) tienen un mecanismo exodesdoblante capaz de liberar la fructosa desde la inulina, lo que será aprovechado para obtener un jarabe claro alto en fructosa. La fructosa es considerada como un "azúcar natural" y por tanto más saludable para el consumo humano, es el azúcar más dulce que existe en la naturaleza (1.8 veces el de la sacarosa) y su dulzura máxima se obtiene a temperaturas bajas y a un pH neutro o ligeramente ácido.

### FUNCIONALIDAD Y POTENCIALES APLICACIONES

Otra alternativa interesante que presenta la jícama, es la precipitación, aislamiento y aprovechamiento de los fructooligosacáridos (FOS), importantes por sus propiedades funcionales y edulcorantes, que están atrayendo la atención de los consumidores preocupados por su salud y la consiguiente ingestión de alimentos bajos en calorías.

La edulcoración relativa de *1-kestosa* (GF2), *nystosa* (GF3) y *1<sup>F</sup>-fructofuranosyl nystosa* (GF4) con respecto a soluciones de sacarosa al 10% son 31.22 y 16% respectivamente. Esta propiedad es muy útil en varias clases de alimentos en los que el empleo de la sacarosa es restringido por su alta edulcoración.

Los FOS son alimentos no calóricos, ya que son escasamente hidrolizados por las enzimas digestivas, pudiendo ser ingeridos sin temor por los diabéticos. Además, disminuyen el colesterol, los fosfolípidos y triglicéridos del suero sanguíneo y



inulina  
c o m o  
sustrato de  
la invertasa se  
llevó a cabo una hidrólisis menos exhaustiva que con la sacarosa y la jícama al 1%. Esto se mani-

estimulan el crecimiento de las **bifidobacterias** impidiendo el crecimiento de microorganismos putrefactivos que pueden ocasionar diarreas. Por todas estas propiedades, en Japón los FOS son considerados como alimentos no como ingredientes alimenticios, son productos comerciales y se permite una ingesta diaria de 0.8 g/kg de peso corporal por día.

Aparte, mediante procesos fermentativos con **Saccharomyces cerevisiae** ATCC 36859, a partir de los FOS se puede obtener alcohol y sorbitol, este último un polyol de utilidad para los diabéticos como sustituto del azúcar. Otras aplicaciones conocidas del sorbitol son en cosméticos, productos farmacéuticos y en la industria química.

Finalmente se detectó que la jícama es una fuente potencial de **Fructosyltransferasa**, enzima responsable de la biosíntesis de los FOS a partir de la sacarosa, para producir oligosacáridos más grandes (GF<sub>n</sub>).

## CONCLUSIONES

Los atributos mencionados indican que la jícama es una raíz andina con un gran potencial en el campo alimenticio. El estudio económico mostrará la factibilidad de su desarrollo, como un cultivo industrial productor de jarabes altos en fructosa, oligofructosanos (con fines medicinales y dietéticos), alcohol, sorbitol y **fructosyltransferasa**.

## Bibliografía

1. Yun, J. 1995. Fructooligosaccharides-Ocurrence, preparation, and application. Departamento de Biotecnología, Taegu University, Kyungbuk, Korea.
2. Espín, J; Morales, M; Varón, R. 1996. Continuous spectrophotometric method for determining monophenolase and diphenolase activities of pear.
3. Park, Y; Almeida, M. 1991. Production of fructooligosaccharides from sucrose by a transfructosylase from *Aspergillus niger*. University of Campinas, College of Food Engineering, Laboratory of Food Biochemistry (UNICAMP).
4. Kyung, I; Jong, W; Kyung, R. and Heung, J. 1989. Mathematical model for enzymatic production of fructo-oligosaccharides from sucrose. R&D Centre, Cheil Sugar & Co., Ltd. Kyonggi-Do, South Korea.

<sup>2</sup>Investigador Dpto. Nutrición y Calidad, EESC, INIAP.