

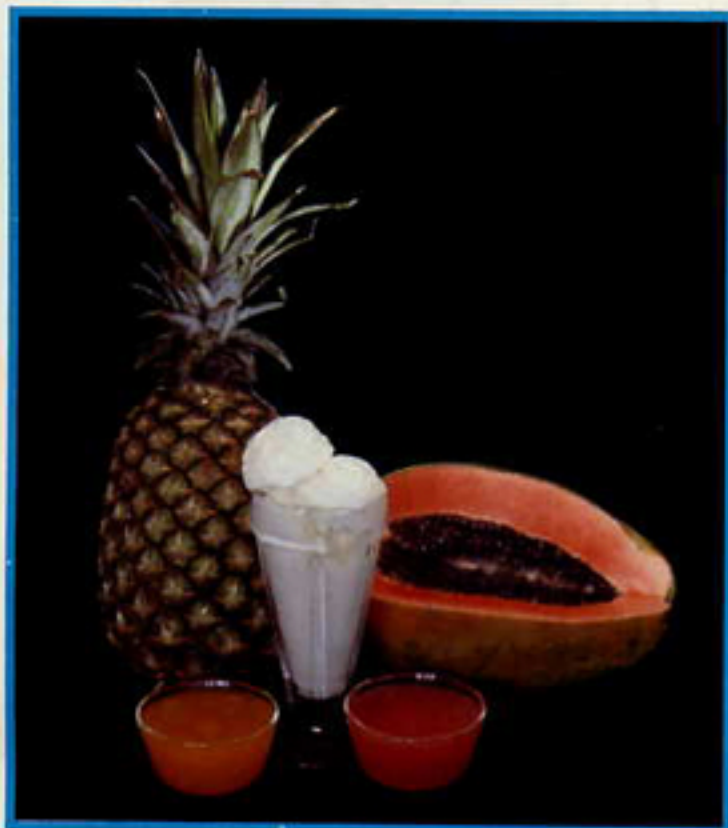
# REVITECA

Revista en  
Tecnología  
y Ciencia  
Alimentaria

Publicación Anual del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos \* Volumen 4 - 1995 \*

---

## Alternativas de aprovechamiento de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica de frutas (II): elaboración de coberturas



## Evaluación de tres tipos de soportes para la inmovilización de lactasa ( $\beta$ -Galactosidasa)

Se investigó el empleo de tres tipos de polímeros naturales como soportes de la enzima  $\beta$ -galactosidasa de la levadura *Kluyveromyces fragilis*, para la preparación de leche deslactosada a baja temperatura (5 °C). La enzima se inmovilizó en perlas de alginato y de carragenina, y en discos de agar (12%). Se analizó el efecto de la concentración de enzima inmovilizada en agar sobre la hidrólisis de la lactosa (4,8 - 7,2 - 9,6 - 12%), y se realizó un estudio para determinar la estabilidad de la enzima.

## Obtención de jugo clarificado de banano en el nivel de planta piloto

Para su implementación en el nivel de planta piloto fue necesario optimizar las etapas de escaldado, molienda y las condiciones de acción de la enzima. Se definió el proceso de extracción mecánica y se realizó un estudio de estabilidad del producto en condiciones ambientales (20-22 °C). Se analizó el jugo desde el punto de vista químico, microbiológico y sensorial, durante un período de diez meses.

## Utilización del banano en la elaboración de mezclas de jugos, néctar de frutas y concentrado

La mezcla de jugo clarificado de banano con jugos de otras frutas tropicales, la elaboración de un néctar y la concentración del jugo para la obtención de una miel, fueron las tres alternativas que se analizaron en este estudio para la utilización del banano de rechazo y como medio de utilizar el jugo clarificado.

## Un método par evaluar cuantitativamente las condiciones sanitarias de supermercados

El objetivo de esta investigación, fue establecer un método válido para la evaluación sanitaria cuantitativa de los supermercados a nivel nacional. Para tal efecto, de una población de 210 supermercados, se seleccionó una muestra aleatoria al azar de 148 i 16 ubicados en zonas urbanas y 32 en zonas rurales.

Revista Anual publicada por el  
Centro Nacional de Ciencia y  
Tecnología de Alimentos

**Director del CITA**

Luis Fernando Arias Molina

**Editor**

Ricardo Quirós Castro

**Consejo Editorial**

Ing. Luis Fernando Arias Molina

Ing. Fernando Aguilar Villarreal

Ana Ruth Bonilla Leiva, Ph. D.

Lic. Vera García Cortés

**Diagramación**

Jeanina García Ureña

**Diseño de Portada**

Ricardo Quirós Castro

La responsabilidad de los trabajos firmados es de  
sus autores y no del CITA, excepto cuando se  
indique expresamente lo contrario.

La mención de cualquier empresa o  
procedimiento patentado, no supone su  
aprobación por parte del CITA.

Los artículos incluidos en REVITECA pueden  
reproducirse libremente siempre y cuando se  
haga mención expresa de su procedencia y se  
envíe copia al Consejo Editorial.

Correspondencia por canje y suscripciones (\$10)  
Universidad de Costa Rica - Centro Nacional  
de Ciencia y Tecnología de Alimentos  
REVITECA

San José - Costa Rica

Telex UNICORI 2544

Tels. 207-3067 / 207-3031 / 207-3057 / 207-4212 / 207-4701

La presente edición de REVITECA es patrocinada  
por la Fundación para la Investigación  
Agroindustrial Alimentaria (FIAA).

Evaluación de tres tipos de soportes para la  
inmovilización de lactasa ( $\beta$ -galactosidasa)

1

*Marilé García Vargas*

*Ana Ruth Bonilla Leiva*

Obtención de jugo clarificado de banano en el  
nivel de planta piloto

10

*Floribeth Viquez Rodríguez*

Alternativas de aprovechamiento de los almíbares  
residuales de la deshidratación osmótica de  
frutas (II): elaboración de coberturas

16

*Ana María Rodríguez Sibaja*

*Ana Cecilia Segreda Rodríguez*

Utilización del banano en la elaboración de  
mezclas de jugos, néctar de frutas y concentrado

23

*Floribeth Viquez Rodríguez*

Un método para evaluar cualitativamente las  
condiciones sanitarias de supermercados

30

*Eugenie Rivera Valle*

# EVALUACION DE TRES TIPOS DE SOPORTES PARA LA INMOVILIZACION DE LACTASA ( $\beta$ -GALACTOSIDASA)

Marilé GARCÍA-VARGAS, Ana Ruth BONILLA-LEIVA\*

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THREE TYPES OF MATRIX FOR THE IMMOBILIZATION OF LACTASE ( $\beta$ -GALACTOSIDASE)

Three types of natural polymers were evaluated as matrices for the immobilization of the enzyme  $\beta$ -galactosidase (from *Kluyveromyces fragilis*), to produce (at low temperature, 5 °C) milk with low lactose concentration. The enzyme was immobilized as beads in alginate and carrageenan, and as discs in agar. The effect of the concentration of the enzyme (4,8; 7,2; 9,6 & 12%) in the agar on lactose hydrolysis was studied. The stability of the immobilized enzyme during continuous use was analyzed.

The enzyme, immobilized in the three supports, produced partial as well as total hydrolysis of lactose. However, the enzyme immobilized in agar produced a significantly ( $p < 0,05$ ) higher hydrolysis than did the enzyme immobilized in the other supports. There was not a significant difference ( $p > 0,05$ ) between hydrolysis using enzyme immobilized in alginate or in carrageenan. Enzyme immobilized in agar at a concentration of 12% produced 100% hydrolysis in 24 h. The system was used repeatedly 7 times without any significant change ( $p > 0,05$ ) in the hydrolysis percentage and without increase in microbial counts.

## RESUMEN

Se investigó el empleo de tres tipos de polímeros naturales como soportes de la enzima  $\beta$ -galactosidasa de la levadura *Kluyveromyces fragilis*, para la preparación de leche deslactosada a baja temperatura (5 °C). La enzima se inmovilizó en perlas de alginato y de carragenina, y en discos de agar (12%). Se analizó el efecto de la concentración de enzima inmovilizada en agar sobre la hidrólisis de la lactosa (4,8 - 7,2 - 9,6 - 12%), y se realizó un estudio para determinar la estabilidad de la enzima durante su uso continuo.

Se encontró que es posible obtener leche parcial o totalmente deslactosada, utilizando lactasa inmovilizada en los tres tipos de soportes y que los porcentajes de hidrólisis de lactosa, al utilizar agar como soporte, son significativamente mayores ( $p < 0,05$ ) que los obtenidos con alginato o carragenina, mientras que entre estos dos últimos no existe diferencia significativa.

Se determinó que se puede obtener un 100% de hidrólisis en 24 h utilizando un 12% de lactasa inmovilizada en agar. Este sistema se pudo reutilizar siete veces sin cambio significativo ( $p > 0,05$ ) en el porcentaje de hidrólisis y sin aumento en la carga microbiana.

## INTRODUCCION

La leche es un alimento muy nutritivo y completo, ya que constituye una fuente importante de proteínas, carbohidratos y grasas, así como de otros componentes menores (vitaminas y minerales). La lactosa, el carbohidrato que se encuentra en mayor proporción en la leche (3,5-6,0%), debe descomponerse en sus monosacáridos respectivos, glucosa y galactosa, para ser digerido. Este proceso se lleva a cabo mediante la lactasa intestinal ( $\beta$ -galactosidasa) (Houts, 1988; Cifuentes *et al.*, 1985). Sin embargo, la producción de esta enzima

\* Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

disminuye en las personas a partir del destete hasta alcanzar magnitudes muy bajas en el estado adulto, por lo que es posible observar que la capacidad para digerir lactosa desciende paralelamente. A esta situación se le conoce como «deficiencia primaria de lactasa intestinal de tipo adulto» (Houts, 1988; Cifuentes *et al.*, 1985).

Un porcentaje variable de individuos portadores de esta característica (30-95%) manifiestan síntomas y molestias gastrointestinales, tales como cólico abdominal, flatulencia, meteorismo y diarrea, después de la ingestión de leche y productos lácteos (Houts, 1988; Rosado *et al.*, 1987). Esta es una condición muy frecuente en la mayoría de la población mundial, excluyendo los países del noroeste de Europa y poblaciones aisladas en el Mediterráneo y el Cercano Este, Africa y el subcontinente de la India (Houts, 1988).

Estudios realizados en varias poblaciones de Africa, Asia, América Latina y Estados Unidos, indican que una proporción elevada de adultos, que puede llegar al 70-90%, presenta este problema. En México, diversos investigadores han encontrado baja actividad de lactasa en el 80% de la población indígena (Cifuentes *et al.*, 1985).

En países del Tercer Mundo como Perú, Tailandia y Uganda, aproximadamente el 25% de la población presenta una actividad enzimática deficiente a los dos años de edad, y a los cinco años, casi el 50% de los niños estudiados son incapaces de absorber adecuadamente la lactosa (Paige *et al.*, 1979).

En Costa Rica no se encontraron publicaciones que den una idea de la magnitud del problema, sin embargo, existen indicios de la presencia de este fenómeno en la población.

Por lo tanto, aunque la leche y sus derivados contribuyen con diversos nutrimentos en la dieta de niños y adultos, la presencia de un bajo nivel de lactasa impide el óptimo aprovechamiento de los mismos. Esta es la razón principal por la que se han evaluado diversos métodos con el fin de extraer o modificar la lactosa en la leche sin perder su valor nutritivo, siendo la hidrólisis enzimática por medio de B-galactosidasa, el procedimiento más utilizado en la

actualidad. Tradicionalmente, la fuente microbiana más usada es *Kluyveromyces fragilis*, cuya enzima presenta actividad aún a baja temperatura (5 °C) (Pastore *et al.*, 1974; Kosikowski y Wierzbicki, 1973).

En la mayoría de las aplicaciones industriales, las enzimas son utilizadas en su estado soluble, lo cual tiene como resultado su pérdida una vez que ha sido empleada. Debido al alto costo que esto implica, se han desarrollado técnicas que permiten inmovilizar las enzimas en soportes inertes, lográndose retener un porcentaje considerable de la actividad catalítica original (Hultin, 1983). El uso de lactasa inmovilizada para hidrolizar lactosa en leche y productos lácteos, ha sido objeto de numerosos estudios (Brena *et al.*, 1994; Pinsirodom *et al.*, 1993; Shul'chishin *et al.*, 1993; Mann y Thompkinson, 1988).

Una técnica de inmovilización muy utilizada por su relativa sencillez es la inclusión, en la cual la enzima es atrapada físicamente dentro de una matriz porosa. Esta técnica es económica y se utiliza para inmovilizar células productoras de enzimas (Gobbetti y Rossi, 1994; Zayed y Zahran, 1991; Sola *et al.*, 1991), y enzimas (Tae Gwan Park y Hoffman, 1993; Axelsson y Zacchi, 1991). Los materiales usados con más frecuencia para esta aplicación son los hidrocoloides, como los geles naturales (alginato, carragenina, agar, agarosa) o los polímeros sintéticos (poliacrilamida).

La inmovilización de la lactasa en discos de agar no ha sido reportada con anterioridad, pero una técnica similar utilizando cubos de carragenina fue empleada por Tosa *et al.* (1979), para inmovilizar células vivas de diversos microorganismos y enzimas purificadas, con resultados satisfactorios. Este procedimiento de inmovilización tiene la ventaja de que no requiere de un agente químico para obtener el gel, el cual podría afectar la estructura de la enzima (Tosa *et al.*, 1979).

A través de este estudio se evaluó la hidrólisis de la lactosa en la leche por medio de lactasa (B-galactosidasa) inmovilizada en tres tipos de soportes: alginato, carragenina y agar.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizó leche reconstituida al 15% de sólidos lácteos, preparada a partir de agua destilada estéril y leche en polvo descremada tipo "low heat", de un solo lote de fabricación. La leche se preparó con agua a 50 °C utilizando una mezcladora Silverson y un tiempo de mezclado de 5 min/L. Se mantuvo a 50 °C durante 15 min, se pasteurizó a 85 °C por 30 min y se almacenó en refrigeración a 5 °C hasta su uso.

### Caracterización química de la leche

Se realizó el análisis por duplicado de cuatro muestras de leche por medio de los siguientes métodos: - Lactosa, sólidos totales, materia grasa y proteína: métodos No. 16.082, 16.084, 16.086 y 16.087 del AOAC (1980) y utilizando un espectrofotómetro de infrarrojo (Milko Scan 133). - Acidez: mediante una titulación directa, según el método No. 16.023 del AOAC (1980); los resultados se expresaron como porcentaje de ácido láctico. - pH: con un medidor de pH digital (Orion Research, modelo 601A).

### Determinación del porcentaje de hidrólisis de la lactosa

Se siguió el procedimiento descrito por Jeon y Bassette (1982), basado en el método crioscópico que consiste en determinar el punto de congelación de la leche. Esta medición se realizó con un crioscopio Fiske (Fiske Associates, modelo MS). Los resultados se expresaron en milésimas de grado Horvet y se correlacionaron con el porcentaje de hidrólisis mediante una curva patrón. Esta curva se preparó según el procedimiento descrito en la ficha técnica de "Maxilact" (Gist Brocades nV), modificando la concentración de lactasa soluble (0,7% v/v) usada en la preparación de la leche 100% hidrolizada, así como el tiempo y la temperatura de incubación (6 h a 40 °C). Se realizó la corrección por la presencia de material disuelto en la preparación enzimática. Las muestras de leche se diluyeron con agua destilada estéril en una proporción 2:3 (leche:agua) para determinar el punto de congelación.

### Inmovilización de la lactasa

Todos los procedimientos que se describen a continuación, se efectuaron en una cámara de flujo laminar y se utilizó equipo estéril.

#### Alginato de calcio

Se siguió el procedimiento descrito por Rao *et al.* (1988), sustituyendo las células por enzima purificada, variando la concentración de la solución de alginato de sodio y el tiempo de reposo en la solución de  $\text{CaCl}_2$ . Se utilizó una solución de alginato de sodio BDH (British Drug Houses Ltd., England) con una concentración final en las perlas del 3%, la cual se preparó con agua destilada estéril y se calentó en ebullición por 3 min. Se utilizó lactasa comercial de *Kluyveromyces fragilis* (Lactozym 3000 LAU1/mL, tipo HP, Novo Industri A/S, Dinamarca) y se adicionó un 12% a la solución de alginato fría. Esta mezcla se agitó por 1 min y se dejó caer gota a gota en una solución estéril de  $\text{CaCl}_2$  al 1%, utilizando una bomba peristáltica con una manguera de 2,5 mm de diámetro. Las perlas se mantuvieron en reposo por 30 min en la solución de  $\text{CaCl}_2$ , luego se lavaron 3 veces con agua destilada estéril y se dejaron en leche a 5 °C por 36 h con agitación (150 rpm). Se prepararon blancos (perlas sin enzima) siguiendo el mismo procedimiento.

#### Carragenato de potasio

Se siguió el procedimiento descrito por Tosa *et al.* (1979) con las modificaciones que se presentan a continuación. Se preparó una solución estéril de carragenina (Tic Pretested Colloid 710H-3112) en agua al 1,5%, y se mantuvo a 43 °C. Se adicionó un 12% de lactasa (Lactozym), previamente calentada a 43 °C, y se agitó por 3-4 min. La preparación de las perlas y el tratamiento posterior se realizaron de la forma descrita anteriormente, usando una solución estéril de KCl al 3%.

#### Agar

Se siguió el procedimiento detallado a continuación: se preparó una solución estéril de agar cuya concentración final en los discos fue de 2,5%, a la cual se adicionó lactasa

(Lactozym) para obtener una concentración final de 12 %. Tanto la solución de agar como la enzima se mantuvieron en un baño a 40 °C. La mezcla anterior se vertió en tubos plásticos estériles (Tygon R-3603) de 30 cm de longitud y 12,5 mm de diámetro interno, que se cerraron con tapones en sus extremos. Los tubos se mantuvieron durante 15 min a 5-7 °C y luego se procedió a cortar los discos de 4,5-5,0 mm. Los discos se dejaron durante 36 h en leche a 5 °C y luego se utilizaron en la hidrólisis.

#### Procesos de hidrólisis de la lactosa

Se incubaron 7,0 g de la enzima inmovilizada y 7,0 mL de leche reconstituida a una temperatura de 5 °C y con agitación (150 rpm). La hidrólisis se detuvo separando por filtración la enzima inmovilizada de la leche y se procedió a determinar el porcentaje de hidrólisis de lactosa. En las pruebas en que se usó como soporte alginato y carragenina se analizaron muestras en los siguientes tiempos: 1, 2, 4, 6 y 24 h. En el caso de los discos de agar se retiraron muestras al finalizar la primera y segunda h, cada 2 h durante 10 h y finalmente a las 24 h. Estas pruebas se realizaron por triplicado. Una vez establecido el soporte (agar) que dio los mejores resultados en cuanto al porcentaje de hidrólisis de lactosa, se elaboraron discos con una concentración de lactasa de 4,8 - 7,2 y 9,6 %. Se llevó a cabo el proceso de hidrólisis y se analizaron muestras en los tiempos indicados para los discos de agar.

#### Estabilidad de la lactasa inmovilizada en agar

Se definieron las siguientes condiciones para el proceso de hidrólisis: 4,8% de lactasa, relación enzima inmovilizada: leche de 1:1, temperatura de 5 °C y tiempo de incubación de 4 h. Este proceso se repitió 14 veces con los mismos discos durante 20 días. A las muestras de leche se les determinó el porcentaje de hidrólisis y se les realizó un análisis microbiológico (recuento total), utilizando el método descrito por Speck (1984) para los microorganismos aerobios mesófilos. La prueba se hizo por duplicado.

#### Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza a los resultados obtenidos en los procesos de hidrólisis, para determinar si había diferencias significativas atribuibles al tipo de soporte o a la concentración de lactasa. Se usó un nivel de significancia de 5%. En los casos en que se encontraron diferencias, se aplicó un análisis de comparación de medias por el método de Tukey.

### RESULTADOS Y DISCUSION

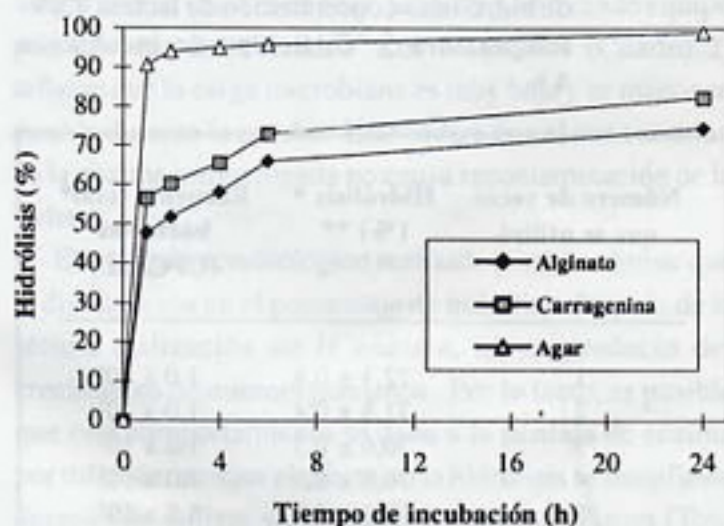
La leche descremada reconstituida al 15% de sólidos totales (ST), constituye un sustrato adecuado para el empleo de la lactasa comercial «Lactozym», debido a que su pH (6,59) se encuentra en el ámbito óptimo (6,5-7,0) y la concentración de lactosa (8,65%) está dentro del intervalo recomendado (0-35%), muy cerca del óptimo (5%), como se observa en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características químicas de la leche descremada reconstituida

| Característica           | Resultado * $\pm$ D E |
|--------------------------|-----------------------|
| Grasa (%)                | 0,02 $\pm$ 0,01       |
| Proteína (%)             | 5,90 $\pm$ 0,03       |
| Lactosa (%)              | 8,65 $\pm$ 0,04       |
| Sólidos totales (%)      | 15,10 $\pm$ 0,06      |
| Acidez (% ácido láctico) | 0,197 $\pm$ 0,002     |
| pH                       | 6,59 $\pm$ 0,02       |

\* Cada resultado es el promedio global del análisis por duplicado de cuatro muestras.

En la Figura 1 se observa que el soporte que da los mejores resultados, en lo que a conversión de lactosa se refiere, es el agar. Al finalizar las 24 h de incubación, únicamente con el uso de agar como matriz es posible obtener un 100% de reducción en el contenido de lactosa. Asimismo, desde el inicio del proceso, el porcentaje de hidrólisis alcanzado usando agar (92%) es significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) que los obtenidos con alginato (48%) o carragenina (56%). Esta diferencia en el porcentaje de hidrólisis se ve reducida durante el curso de la reacción, de un 44% a un 25% usando alginato y de un 36% a un 17% usando carragenina.



**Figura 1.** Efecto de la inmovilización de lactasa (12%) en tres soportes sobre la hidrólisis de lactosa en la leche a 5 °C

Las diferencias entre los porcentajes de hidrólisis obtenidos con los tres tipos de soportes se pueden atribuir a las características propias de cada soporte, como la porosidad del material y la temperatura de gelificación, así como la forma de inmovilización en perlas o discos (Tosa *et al.*, 1979).

Cuando se utiliza alginato y carragenina, las curvas que describen el proceso de hidrólisis son de formas

semejantes, pero se presenta una diferencia de aproximadamente un 8% en la cantidad del azúcar hidrolizada a partir de la primera hora. Esta diferencia no es estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

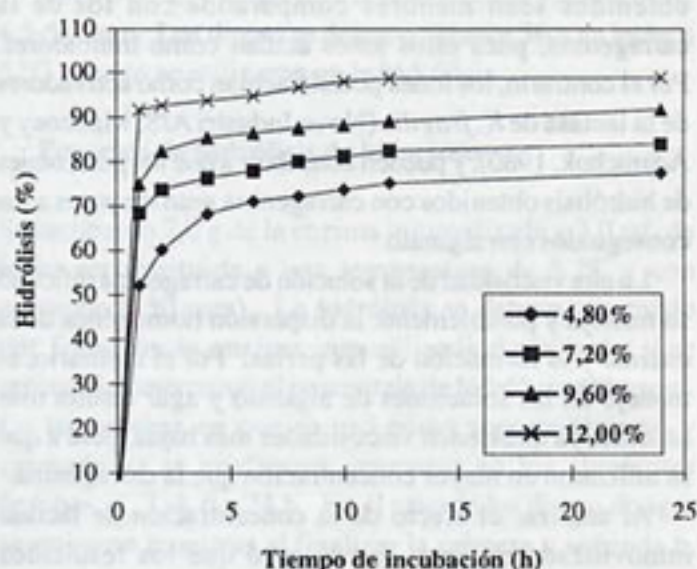
En el caso del alginato, es posible que la inhibición por iones de calcio sea la responsable de que los resultados obtenidos sean menores comparados con los de la carragenina, pues estos iones actúan como inhibidores. Por el contrario, los iones potasio actúan como activadores de la lactasa de *K. fragilis* (Novo Industri A/S; Mahoney y Adamchuk, 1980), y pueden contribuir a que los porcentajes de hidrólisis obtenidos con carragenina sean mayores a los conseguidos con alginato.

La alta viscosidad de la solución de carragenina dificultó su manejo y posiblemente la dispersión homogénea de la enzima y la formación de las perlas. Por el contrario, el manejo de las soluciones de alginato y agar resulta más sencillo, ya que tienen viscosidades más bajas, pese a que se utilizaron en mayor concentración que la carragenina.

Al analizar el efecto de la concentración de lactasa inmovilizada en agar, se encontró que los resultados obtenidos en el porcentaje de hidrólisis difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) con las cuatro concentraciones de enzima empleadas.

Como se muestra en la Figura 2, la reacción depende directamente de la concentración de enzima. Se observa que, con todas las concentraciones enzimáticas usadas y una vez concluida la primera hora de proceso, se produce una disminución en la velocidad de reacción, es decir, una reducción en la concentración del sustrato en función del tiempo transcurrido. Esta disminución se puede atribuir a la inhibición causada por los productos de hidrólisis. En el caso específico de la lactasa de *K. fragilis*, Chen *et al.* (1985) coinciden en que la galactosa y la glucosa actúan como inhibidor competitivo y no competitivo, respectivamente, alterando el curso normal de la reacción. Conforme aumenta el porcentaje de lactosa hidrolizada, se incrementa la cantidad de glucosa y galactosa en el medio, lo cual contribuye a aumentar el grado de inhibición; por esta razón, la velocidad de reacción se reduce a medida

que aumenta el tiempo de incubación. Lo anterior concuerda con lo indicado por Woychik y Wondolowski (1973), quienes señalan que la inhibición aumenta durante el curso de la hidrólisis de la lactosa y reduce sustancialmente la eficiencia de la enzima.



**Figura 2.** Efecto de la concentración de lactasa inmovilizada en agar sobre la hidrólisis de lactosa en la leche a 5 °C. p/p: de lactasa por g de soporte

Los cuatro procesos de hidrólisis variando la concentración de enzima inmovilizada, se caracterizan por ser rápidos, porque en todos ellos se obtiene más del 50% de conversión de la lactosa en 1 h, pero tienen el inconveniente de que requieren una cantidad considerable de enzima (37-87 mL/L leche).

Es posible definir la concentración de lactasa por utilizar en función del porcentaje de hidrólisis que se desea alcanzar. De esta manera es posible obtener con 1 h de proceso, aproximadamente un 50% de conversión usando una proporción de enzima de 4,8%, 70% utilizando 7,2%; 75%

empleando 9,6% o un 90% de hidrólisis utilizando 12% de lactasa.

Los resultados de la prueba de estabilidad se presentan en el Cuadro 2, donde se observa que el porcentaje de conversión de la lactosa se mantiene constante las primeras siete veces que se reutiliza la enzima inmovilizada y posteriormente empieza a disminuir. El porcentaje de hidrólisis se reduce en un 64% después de usar 14 veces los mismos discos.

**Cuadro 2.** Resultados de la prueba de reutilización de lactasa inmovilizada en agar. Condiciones de hidrólisis: concentración de lactasa 4,8%, temperatura 5 °C, tiempo de incubación 4 h.

| Número de veces que se utilizó | Hidrólisis * (%) ** | Recuento total* bacterias (UFC/mL) |
|--------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| 1                              | 72,3 ± 0,4          | 1,0 x 10 <sup>1</sup>              |
| 2                              | 71,8 ± 0,4          | 1,0 x 10 <sup>1</sup>              |
| 3                              | 70,6 ± 0,3          | 1,0 x 10 <sup>2</sup>              |
| 4                              | 70,8 ± 0,3          | 7,0 x 10 <sup>1</sup>              |
| 5                              | 70,8 ± 0,3          | 8,5 x 10 <sup>1</sup>              |
| 6                              | 71,4 ± 0,8          | 6,0 x 10 <sup>1</sup>              |
| 7                              | 71,2 ± 0,3          | 1,5 x 10 <sup>1</sup>              |
| 8                              | 63,1 ± 1,4          | 4,8 x 10 <sup>1</sup>              |
| 9                              | 60,8 ± 0,4          | 1,8 x 10 <sup>1</sup>              |
| 10                             | 52,2 ± 0,5          | 4,2 x 10 <sup>1</sup>              |
| 11                             | 48,8 ± 0,0          | 1,2 x 10 <sup>1</sup>              |
| 12                             | 44,0 ± 1,8          | 1,0 x 10 <sup>1</sup>              |
| 13                             | 37,6 ± 1,8          | 1,8 x 10 <sup>1</sup>              |
| 14                             | 25,6 ± 0,5          | 1,5 x 10 <sup>1</sup>              |

\* Cada resultado es el promedio global de las mediciones obtenidas en las dos pruebas realizadas.

\*\* Se presenta el error estándar para cada resultado.

Cuando la actividad de la lactasa inmovilizada comienza a decaer, es posible modificar el tiempo de incubación para lograr que el porcentaje de hidrólisis de la lactosa permanezca constante, de esta forma se podría aumentar la vida útil de la enzima.

Los soportes orgánicos así como la lactasa inmovilizada, están expuestos a problemas de contaminación microbiana, lo que causa el deterioro del soporte, disminuye la actividad de la enzima y constituye una fuente potencial de contaminación para el sustrato (Hultin, 1983; Pastore *et al.*, 1974). Por estas razones, el proceso de inmovilización de la enzima y su manipulación se llevaron a cabo en una cámara de flujo laminar y utilizando equipo previamente esterilizado. Los resultados (Cuadro 2) señalan que la carga microbiana es muy baja y se mantiene estable durante la prueba. Esto indica que el uso continuo de la enzima inmovilizada no causa recontaminación de la leche.

El estudio microbiológico realizado permite afirmar que la disminución en el porcentaje de hidrólisis después de la séptima utilización de la enzima, no es producto del crecimiento de microorganismos. Por lo tanto, es posible que este comportamiento se deba a la pérdida de enzima por difusión, aunque el efecto en la hidrólisis se manifieste después de utilizar varias veces los mismos discos (Tosa *et al.*, 1979).

Además, la presencia de iones calcio y sodio en la leche puede causar una desestabilización de la enzima, debido a que la disminución en la actividad de la lactasa es controlada por el entorno iónico, como se indicó anteriormente (Mahoney y Adamchuck, 1980). Esta influencia es mayor si se considera que el sustrato empleado tiene un alto contenido de sólidos totales (mayor que la leche comercial), y por lo tanto el porcentaje de estos iones es más elevado.

La adición de activadores en la leche, tales como iones potasio y manganeso, ha probado ser efectiva para aumentar la actividad de la lactasa de *K. fragilis* (Wendorff *et al.*, 1971; Mahoney y Adamchuk, 1980). Por esta razón,

sería conveniente analizar la posibilidad de incrementar la actividad de la enzima inmovilizada en agar, ya sea agregando directamente una solución con los iones al soporte en estado soluble o al sustrato en que se almacena la enzima inmovilizada, previo a su empleo en el proceso de hidrólisis.

## BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13 ed. Washington D. C.
- AXELSSON, A. & ZACCHI, G. 1991. Simulation of batch and continuous reactors with co-immobilized yeast and beta-galactosidase. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 52 (4): 481.
- BRENA, B. M.; RYDEN, L. G. & PORATH, J. 1994. Immobilization of beta-galactosidase on metal-chelate-substituted gels. *Biotechnol. Appl. Biochem.* 19 (2): 217.
- CHEN, S. Y.; HOUNG, J. Y. & LING, A.C. 1985. Product inhibition of the enzymatic hydrolysis of lactose. *Enzyme Microbiol. Technol.* 7 (10): 510.
- CIFUENTES, E.; FLORES, J. J. & LIMÓN, N. E. 1985. Deficiencia de lactasa intestinal en un pueblo Nahuatl: Alternativas para los programas de intervención nutricional. *Rev. Invest. Clin.* 37 (4): 311.
- GIST-BROCADES nv. s. f. Maxilact. Technical data sheet. Holland.
- GOBBETTI, M. & ROSSI, J. 1994. Batchwise fermentation with Ca-alginate immobilized multistarter cells for kefir production. *Int. Dairy J.* 4 (3): 237.
- HOUTS, S. S. 1988. Lactose intolerance. *Food Technol.* 42 (3): 110.

- HULTIN, H. O. 1983. Current and potential uses of immobilized enzymes. *Food Technol.* 37 (10): 66.
- JEON, I. J. & BASSETTE, R. 1982. Potential implication of the freezing point depression by enzymatic hydrolysis of lactose in milk. *J. Food Prot.* 45 (1): 14.
- KOSIKOWSKI, F. V. & WIERZBICKI, L. E. 1973. Lactose hydrolysis of raw and pasteurized milks by *Saccharomyces lactis* lactase. *J. Dairy Sci.* 56 (1): 146.
- MAHONEY, R. R. & ADAMCHUK, C. 1980. Effect of milk constituents on the hydrolysis of lactose by lactase from *Kluyveromyces fragilis*. *J. Food Sci.* 45: 962.
- MANN, S. & THOMPSON, D. K. 1988. Immobilized beta-galactosidase for lactose hydrolysis. *Aust. J. Dairy Technol.* 43(2): 47.
- NOVO INDUSTRI A/S. s. f. Ficha Técnica Lactozym. División de enzimas. Novo Industri A/S, Bagsvaerd, Dinamarca.
- PAIGE, D. M.; BAYLESS, T. M.; MELLITS, E. D.; DAVIS, L.; DELLINGER, W.S. & KREITNER, M. 1979. Effects of age and lactose tolerance on blood glucose rise with whole cow and lactose-hydrolysed milk. *J. Agric. Food Chem.* 27 (4): 677.
- PASTORE, M.; MORISI, F. & VIGLIA, A. 1974. Reduction of lactose in milk by entrapped  $\beta$ -galactosidase. II. Conditions for an industrial continuous process. *J. Dairy Sci.* 57 (3): 269.
- PINSIRODOM, P.; NARKJIRANGKHUR, U. & LUANGTHAWORNKUL, W. 1993. Lactose hydrolysis in milk using immobilized beta-galactosidase. *Food.* 23 (4): 272.
- RAO, B. Y. K.; GODBOLE, S. S. & D'SOUZA. 1988. Preparation of lactose free milk by fermentation using immobilized *Saccharomyces fragilis*. *Biotechnol. Lett.* 10 (6): 427.
- ROSADO, J. L.; ALLEN, L. H. & SOLOMONS, N. W. 1987. Milk consumption, symptom response, and lactose digestion in milk intolerance. *Am. J. Clin. Nutr.* 45: 1457.
- SHUL'CHISHIN, V. A.; MATVEEV, D. V. & VIRNIK, A. D. 1993. Kinetics of lactose hydrolysis involving biocatalyst based on modified fungal beta-galactosidase immobilized in structure of triacetate fiber. *Appl. Biochem. Microbiol.* 29 (1): 84.
- SPECK, M. L. ed. 1984. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington: American Public Health Association.
- SOLA, C.; CASAS, C. & GODIA, F. 1991. An effectiveness factor you can see: experimental visualization of the effectiveness factor concept in a biological system. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 30 (2): 121.
- TAE GWAN PARK & HOFFMAN, A. S. 1993. Thermal cycling effects on the bioreactor performances of immobilized beta-galactosidase in temperature-sensitive hydrogel beads. *Enzyme Microbiol. Technol.* 15 (6): 476.
- TOSA, T.; SATO, T.; MORI, T.; YAMAMOTO, K.; TAKATA, I.; NISHIDA, Y. & CHIBATA, I. 1979. Immobilization of enzymes and microbial cells using carrageenan as matrix. *Biotechnol. Bioeng.* 21: 1697.

## OBTEENCIÓN DE JUGO CLARIFICADO DE BANANO EN EL NIVEL DE PLANTA PILOTO

WENDORFF, W. L.; AMUNDSON, C. H.; OLSON, N. F. & GARVER, J. C. 1971. Use of yeast beta-galactosidase in milk and milk products. *J. Milk Food Technol.* 34 (6): 294.

WOYCHIC, J. H. & WONDOLOWSKI, M. V. 1973. Lactose hydrolysis in milk products by bound fungal beta-galactosidase. *J. Milk Food Technol.* 36 (1): 31.

ZAYED, G. & ZAHRAN, A. S. 1991. Lactic acid production from salt whey using free and agar immobilized cells. *Lett. Appl. Microbiol.* 12 (6): 241.

El presente trabajo describe el proceso de obtención de jugo de banana clarificado en una planta piloto. Se utilizó un sistema de extracción por agitación y un sistema de filtración por membrana para la clarificación del jugo. El jugo obtenido se sometió a un proceso de pasteurización y se almacenó en recipientes estériles. Se evaluó la calidad del jugo obtenido y se comparó con el jugo comercial. Los resultados mostraron que el jugo obtenido en la planta piloto tenía una calidad similar a la del jugo comercial. El proceso de obtención de jugo de banana clarificado en una planta piloto es viable y rentable.

El presente trabajo describe el proceso de obtención de jugo de banana clarificado en una planta piloto. Se utilizó un sistema de extracción por agitación y un sistema de filtración por membrana para la clarificación del jugo. El jugo obtenido se sometió a un proceso de pasteurización y se almacenó en recipientes estériles. Se evaluó la calidad del jugo obtenido y se comparó con el jugo comercial. Los resultados mostraron que el jugo obtenido en la planta piloto tenía una calidad similar a la del jugo comercial. El proceso de obtención de jugo de banana clarificado en una planta piloto es viable y rentable.

# OBTENCION DE JUGO CLARIFICADO DE BANANO EN EL NIVEL DE PLANTA PILOTO

Floribeth VIQUEZ-RODRIGUEZ\*

## ABSTRACT

### PILOT PLANT SCALE PRODUCTION OF CLARIFIED BANANA JUICE

The general process conditions to obtain clarified banana juice on a laboratory scale were defined previously by Viquez *et al.* (1981). For implementation at the pilot plant level it was necessary to optimize blanching conditions; type of enzyme, concentration and time of action, and pulping and juice extraction. Once the process was defined, the juice was stored at ambient conditions (20-22 °C) for a ten month period. Chemical, microbial and sensory analyses were performed. Cost range of the process was also determined.

Boiling water blanching was chosen because of its low cost and high yield. A hammer mill with a 0,125 in sieve gave a gross pulp with high yield. A pectinolytic enzyme, Pectinex Ultra SPL, was used to macerate the pulp, increase yield, and clarify the juice. A hydraulic press (5-10 psi) was used for juice extraction. Preliminary experiments determined that the optimum temperature for the enzyme was 38-40 °C. The natural fruit pH (4,9) was used for reasons of economy and ease of handling. The effects of enzyme concentration and time of action on juice yield were tested. A concentration of 0,025% enzyme at pH 4,9 and 38 °C for 40 min yielded an output of 65% of pulp weight, or 34% of the whole banana fruit. These yields were higher than those reported at laboratory conditions.

The costs (raw materials, electric and caloric energy and labor costs) for the production of 1 L of banana juice at the pilot plant level, without pasteurization and centrifugation was 79,73 colones (US \$ 0,38).

The juice showed microbiological stability during the period tested. Chemical analysis indicated that color was the characteristic that changed the most; the product had a tendency to brown during storage, but nevertheless remained attractive. Sensory analysis determined the product to be of good quality. The juice seems to be a good alternative for using the Costa Rican banana surplus, which is greater than 350 000 MT/year.

## RESUMEN

Las condiciones generales del proceso de obtención de jugo de banana empleadas en este estudio, fueron definidas en el nivel de laboratorio por Viquez *et al.* (1981). Para su implementación en el nivel de planta piloto fue necesario optimizar las etapas de escaldado, molienda y las condiciones de acción de la enzima. Se definió el proceso de extracción mecánica y se realizó un estudio de estabilidad del producto en condiciones ambientales (20-22 °C). Se analizó el jugo desde el punto de vista químico, microbiológico y sensorial, durante un período de diez meses. Además, se evaluaron los costos variables del proceso.

Se seleccionó el escaldado con agua en ebullición por ser más barato y aportar un mayor rendimiento. El uso de un molino de martillos y una malla de 0,125 plg permitió obtener una pulpa gruesa con un menor desperdicio.

Se eligió la enzima Pectinex Ultra SPL con el propósito de incrementar el rendimiento y clarificar el jugo. Una prensa hidráulica a una presión entre 5 y 10 lb/plg<sup>2</sup> permitió la extracción del jugo. Se determinó una temperatura óptima de acción de la enzima de 38-40°C. El pH no tiene una influencia significativa sobre el rendimiento de jugo, por lo que se eligió el pH natural del banana. Una concentración de enzima de 0,025%, al pH natural de la fruta (4,9), a 38°C, durante 40 min, produce un rendimiento de jugo del 65% con respecto al peso de la pulpa y de 34%, con respecto a la materia prima inicial. El rendimiento obtenido es superior al encontrado en el estudio anterior en el nivel de laboratorio.

Los costos variables (materias primas, energía eléctrica y calórica y la mano de obra de un operario especializado) para la obtención de un litro de jugo en el nivel de planta piloto, sin centrifugar ni pasteurizar, es de 79,73 colones (US \$ 0,38 al tipo de cambio del día).

\* Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

El jugo se mantuvo microbiológicamente estable en el período estudiado. Químicamente, la característica que más se afectó en el almacenamiento fue el color. El producto tiende a oscurecerse, sin embargo, en ese período todavía conserva un color atractivo. Sensorialmente, el producto fue evaluado como de buena calidad y se vislumbra como una alternativa para utilizar las más de 350 000 TM anuales de rechazo bananero existente en Costa Rica.

## INTRODUCCION

La producción de banano es clave en muchos de los países de América Latina y el Caribe. Actualmente el cultivo de esta fruta representa la principal fuente generadora de divisas del sector agrícola costarricense, con exportaciones que alcanzan cifras cercanas a los 2 millones de TM anuales (CEMPRO, 1994).

A su vez, es una actividad que genera mucho desperdicio y se ha calculado que alrededor del 16% de la producción (358 000 TM anuales), es fruta que no califica para la exportación, por lo que en 1981, con el propósito de ofrecer una alternativa para el uso de este excedente, se realizaron en el CITA los primeros ensayos para elaborar jugo clarificado de banano (Viquez *et al.*, 1981).

El uso de los excedentes del mercado de fruta fresca en la elaboración de jugos es una práctica conocida desde hace mucho tiempo (Tressler y Joslyn, 1971; Hulme, 1971). Esta tendencia va en aumento debido al incremento en la demanda de jugos de frutas y vegetales en los últimos años (Olesen, 1992).

El empleo exclusivo de procesos tradicionales como el prensado, no permite la extracción del jugo en frutas con altos contenidos de pectina, como es el caso del banano. El producto obtenido por este procedimiento es de apariencia viscosa y gelatinosa y los rendimientos son muy bajos. Las enzimas de tipo pectinolítico permiten la salida rápida del jugo y una apariencia y brillantez más notorias. El estudio realizado por Viquez *et al.* (1981), permitió definir las condiciones del proceso en nivel de laboratorio,

utilizando 6 enzimas pectinolíticas comerciales, a las cuales se les determinaron sus condiciones óptimas de acción.

El objetivo del presente trabajo fue escalar el proceso de obtención de jugo clarificado de banano en el nivel de planta piloto. Al intentar el escalamiento se encontró que las enzimas recomendadas no estaban disponibles en el mercado costarricense, por lo que fue necesario seleccionar otra enzima y estudiar para ella las nuevas condiciones de operación. Además se requirió de algunas otras modificaciones del proceso original, con el propósito de disminuir los costos.

## MATERIALES Y METODOS

### Materias primas

Se utilizó banano *Musa cavendish* con un grado de madurez 7 en la escala Chacón *et al.* (1987) con las siguientes características pH 4,9; °Brix 22,6; acidez (expresado como % de ácido málico) 0,5; azúcares totales 19,7%; azúcares reductores 10,3% y almidón 1,0%.

La enzima empleada fue Pectinex Ultra SPL, de la casa Novo Industries.

### Optimización del proceso de escaldado

Para la inactivación de la enzima polifenoloxidasas, principal causante del oscurecimiento de la pulpa de banano, se probaron dos alternativas: agua en ebullición (97 °C, 10 min) y escaldadores de vapor (96 °C, 20 min). Los tiempos y temperaturas fueron fijados con base en ensayos preliminares.

### Obtención de la pulpa

Para la obtención de la pulpa se probaron dos opciones: un molino de martillos (Marca FitzPatrick, Modelo 07) y un despulpador (Marca Indiana, Modelo 185 SC). En ensayos preliminares se determinó que la presencia de semillas no altera la maceración enzimática, mientras que el uso de una malla más fina hace que el rendimiento sea menor, por lo que se utilizó una malla de 0,125 plg.

### Condiciones de acción de la enzima

Las condiciones de maceración enzimática se definieron con base en estudios previos donde se analizaba cada característica en función del rendimiento de jugo obtenido. Se determinó que la temperatura óptima de acción de la enzima era de 38-40 °C y que a temperaturas mayores el rendimiento decrece. Siendo que, según varios autores, el pH de la fruta no tiene un efecto significativo sobre el rendimiento del jugo (Viquez *et al.*, 1981; Munyanganizi y Coppens, 1976), se decidió utilizar el pH natural del banano (4,9). Se consideró además que el empleo de este pH, no produce un incremento en los costos.

Para determinar el efecto de la concentración de la enzima y el tiempo de acción, se utilizó un diseño factorial fraccionario 2<sup>3</sup>. Se trabajó al pH natural de la fruta (4,9) y a una temperatura de 38-40°C. Se utilizaron los siguientes tiempos y concentraciones de enzima: 30, 45 y 60 min y 0,010; 0,0175 y 0,025%, respectivamente. En una segunda corrida se fijó el tiempo de tratamiento en 40 min y se probaron dos concentraciones de enzima: 0,025 y 0,05%. Utilizando todos los datos se hizo un análisis de regresión para estimar el rendimiento del jugo a diferentes niveles de concentración de la enzima.

### Definición de las condiciones de extracción y conservación

En el estudio anterior se determinó que el uso de una prensa hidráulica, posterior a la maceración enzimática, permite la extracción del jugo. La pulpa se coloca sobre una doble tela de manta con una doble gaza para facilitar la extracción. Esta se lleva a cabo a una presión de 5-10 lb/plg<sup>2</sup>.

Para efectos de garantizar la estabilidad del jugo en el almacenamiento, se empleó la tecnología de factores combinados. Se adicionan 0,4-0,5% de ácido cítrico para bajar el pH a aproximadamente 4,2 y 0,04% de benzoato de sodio como preservante. Se pasteurizó a 72 °C por 15 min y se envasó en botellas de vidrio transparentes con tapa hermética.

### Estudio de estabilidad a condiciones de temperatura ambiente

Se almacenó el jugo a temperatura ambiente (20-22 °C) y se le practicaron análisis químicos y microbiológicos para determinar su comportamiento en el almacenamiento. Estos análisis se realizaron cada mes por un período de 10 meses. Se siguieron los métodos del AOAC (1975) y de la ICMSF (1978).

Sensorialmente se evaluó la aceptación del jugo de banano empleando una escala de tipo hedónico de 150 puntos. Las características evaluadas fueron: aspecto, color, sabor y calidad general. Se analizaron los datos mediante el cálculo de promedios y el porcentaje de aceptabilidad.

### Estimación de los coeficientes técnicos y costos variables del proceso

Se aplicó el coeficiente técnico o "escandallo" (esto es, la relación entre la materia prima que interviene en el proceso y el producto final obtenido) para estimar los costos variables del proceso (materias primas, energía eléctrica y calórica y la mano de obra de un operario especializado) para producir un litro de jugo en el nivel de planta piloto, sin clarificar ni pasteurizar.

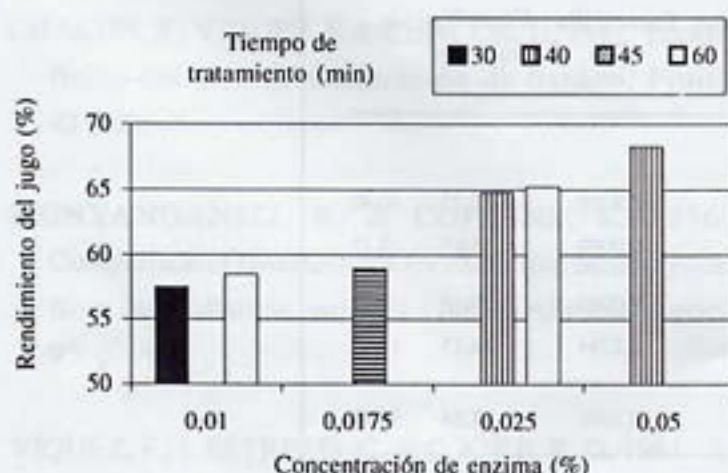
## RESULTADOS Y DISCUSION

La polifenoloxidasa es una enzima muy resistente al calor y es la principal causante del oscurecimiento de la pulpa de banano. El proceso de escaldado debe combinar adecuadamente la relación tiempo-temperatura para garantizar que el tratamiento sea efectivo. De los dos tratamientos ensayados, la ebullición con agua a 97°C por 10 min, resultó ser el más barato. Esto se debe fundamentalmente a que el tiempo de tratamiento es 50% menor. El costo energético del escaldador es de 67,53 colones mientras que el de agua en ebullición es de 17,72 colones. Otra ventaja del escaldado con agua en ebullición es que el rendimiento obtenido es mayor. La razón de esto es que, para facilitar la penetración de calor en los

escaldadores, los bananos se parten por la mitad, lo que provoca la salida de líquidos del interior y por consiguiente un incremento en las pérdidas. En el escaldado con agua en ebullición se pierde un 7,85% del producto, mientras que con los escaldadores las pérdidas son de 26,5%.

En ambos molinos (de martillos y despulpador), se empleó una malla de 0,125 plg para obtener una pulpa gruesa y un mayor rendimiento. Mallas más finas permiten obtener un producto de mejor apariencia pero sacrifican mucho el rendimiento. Con el molino de martillos se obtiene un rendimiento de 82,1%, superior al obtenido con el despulpador que fue de 78,7%. Esto se debe fundamentalmente al diseño de los equipos, ya que aunque se utilice el mismo número de malla, el despulpador, al separar las semillas, arrastra también una cierta cantidad de pulpa.

Como puede observarse en la Figura 1, la variable que tiene una influencia significativa sobre el rendimiento del jugo es la concentración de la enzima y no el tiempo de tratamiento. A mayor concentración de enzima se obtienen rendimientos mayores de jugo. Se eligió una concentración de enzima de 0,025% durante 40 min a 38 °C. Bajo estas condiciones se obtuvo un rendimiento de jugo de 65% con respecto al peso de pulpa, y de 34% con respecto a la materia prima inicial. Este rendimiento es superior al obtenido en un estudio anterior en el nivel de laboratorio de 55-60% (Viquez *et al.*, 1981).



**Figura 1.** Rendimiento de jugo de banano según tratamiento

El análisis de regresión (Box, 1987) permitió elaborar la ecuación que permite estimar el efecto de la concentración de enzima sobre el rendimiento del jugo:

$$\% \text{ Rendimiento de jugo} = 54,579 + 338,55 \times \% [\text{enzima}]$$

donde [enzima] = concentración de enzima

El modelo obtenido explica solo un 35% de la variabilidad y depende únicamente del nivel de concentración de la enzima. Con esta ecuación se puede estimar el porcentaje de rendimiento de jugo que se obtendría al variar la concentración de enzima.

El jugo de banano obtenido es de color amarillo claro, brillante. Tiene un aroma intenso, característico a banano y un sabor dulce. En el Cuadro 2 se pueden apreciar las principales características químicas del mismo.

**Cuadro 2.** Características químicas del jugo de banano\*

| Características            | Valor  |
|----------------------------|--------|
| pH                         | 4,80   |
| ° Brix                     | 24,5   |
| Acidez (% de ácido málico) | 0,40   |
| Azúcares Totales (%)       | 21,8   |
| Azúcares Reductores (%)    | 10,0   |
| Almidón (%)                | 1,0    |
| Color (Hunter Lab)         |        |
| L                          | 18,71  |
| a                          | - 0,17 |
| b                          | 3,32   |

\* recién procesado

La característica química que más se ve afectada en el almacenamiento es el color. El valor de color en el Hunter Lab para L al tiempo cero es de 18,71, disminuyendo a 17,25 a los tres meses y a 15,37 a los siete meses, lo que indica que el producto tiende a oscurecerse con el almacenamiento. Los valores de a y b tienden también a aumentar por un cambio en la coloración. Sin embargo, mantiene un color bastante atractivo en este período.

Desde el punto de vista microbiológico, el jugo se mantuvo estable a temperatura ambiente (20-22 °C), por un período estudiado de diez meses. Los recuentos totales de bacterias y de hongos y levaduras fueron, en todos los casos, < 10 UFC/g.

Sensorialmente, el jugo de banano es considerado por los panelistas como de buena calidad aunque se le atribuye un fuerte sabor a banano, muy dulce, astringente y falto de ácido. Los porcentajes de aceptabilidad más bajos fueron

dados al olor y sabor con 67 y 56%, respectivamente. Las restantes características de color, apariencia y textura son de 77, 79 y 81%, respectivamente.

Los costos variables (materias primas, energía calórica y térmica y la mano de obra de un operario especializado) para producir un litro de jugo en el nivel de planta piloto, sin centrifugar ni pasteurizar, es de 79,73 colones, Cuadro 2 (Calderón y Sequeira, 1996).

Por los resultados obtenidos se puede concluir que el proceso de obtención de un jugo clarificado de banano representa una alternativa para la utilización de la fruta no exportable. Sin embargo, dado que dos de las variables más importantes para la aceptación de un producto, como son el olor y el sabor, recibieron puntajes relativamente bajos, es importante considerar otras opciones para el uso del jugo clarificado. Se sugiere la mezcla con jugos de otras frutas tropicales o su concentración, para ser usado como edulcorante de productos que incorporen banano en su elaboración.

**Cuadro 2.** Estimación de costos variables de producción del jugo de banano

| Rubro                    | Unidades | Precio/unidades<br>(colones) | Escandallo | Costo/Kg<br>(colones) | %             |
|--------------------------|----------|------------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| <b>Gastos Directos</b>   |          |                              |            |                       |               |
| Banano                   | Kg       | 11,0                         | 2,9299     | 32,23                 | 40,42         |
| Enzima Pectinex          | Kg       | 35 631,60                    | 0,0002     | 5,67                  | 7,11          |
| <b>Gastos Indirectos</b> |          |                              |            |                       |               |
| Energía eléctrica        | Kwh      | 20,7                         | 9,0080     | 0,17                  | 0,21          |
| Energía calórica         | L        | 51,5                         | 0,2744     | 14,13                 | 17,72         |
| <b>Mano de Obra</b>      |          |                              |            |                       |               |
| Operario especializado   | H-h      | 235,75                       | 0,1168     | 27,54                 | 34,54         |
| <b>Total</b>             |          |                              |            | <b>79,73</b>          | <b>100,00</b> |

## BIBLIOGRAFIA

- AOAC 1975. Official methods of analysis. 12 ed. Washington.
- BOX, G.E.P. & DRAPER, N.R. 1987. Empirical model-building and response surfaces. New York, John Wiley.
- CEMPRO. 1996. Análisis de las exportaciones totales. Unidad de Estadísticas Económicas. San José.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS. 1978. Microorganismos de los alimentos. Métodos de muestreo para análisis microbiológicos, principios y aplicaciones específicas. Zaragoza, Acribia. v. 2.
- CALDERON, R. & SEQUEIRA, A. 1996. Estudio técnico-económico. Determinación de coeficientes técnicos. Estimación de los costos variables de producción. San José. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica.
- CHACON, S.; VIQUEZ, F. & CHACON, G. 1987. Escala físico-química de maduración de banano. *Fruits* 42 (42): 95.
- MUNYANGANIZI, B. & COPPENS, R. 1976. Comparison of two methods for extracting banana juice from two different varieties. *Indus. Aliment. Agric.* 93. p. 707.
- VIQUEZ, F.; LASTRETO, C. & COOKE, R. D. 1981. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. *J. Food. Technol.* 16: 115.

# ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE LOS ALMIBARES RESIDUALES DE LA DESHIDRATACION OSMOTICA DE FRUTAS (II): ELABORACION DE COBERTURAS

Ana María RODRIGUEZ-SIBAJA, Ana Cecilia SEGREDÁ-RODRIGUEZ\*

## ABSTRACT

### ALTERNATIVES FOR THE USE OF THE RESIDUAL SYRUP FROM THE OSMOTIC DEHYDRATION OF FRUITS (II): TOPPINGS

The use of residual syrups from the osmotic dehydration production of papaya and pineapple as a partial or total substitute for sugar needed in the production of toppings was studied. The products obtained were stored at 5, 22, and 37 °C for one month, and then evaluated by sensory analysis and testing of its physico-chemical (consistency, pH, acidity, soluble solids, reducing sugars), and microbiological characteristics (standard plate count, molds, and total and fecal coliforms).

It was possible to substitute 100% of the granulated sugar in the processing of the toppings with the residual syrups from the osmotic dehydration of papaya and pineapple. Products had similar sensory characteristics to those produced with only granulated sugar. There was no change in their chemical and microbiological composition after one month of storage at the temperatures studied.

## RESUMEN

Se estudió el empleo de los almibares residuales de la deshidratación osmótica de papaya y piña como sustituto parcial o total del azúcar necesaria para la elaboración de coberturas o "toppings" de esos mismos sabores. Los productos resultantes se sometieron a un análisis sensorial y se caracterizaron desde el punto de vista físico-químico (consistencia, pH, acidez, sólidos solubles, azúcares reductores) y microbiológico (recuentos total y de hongos y coliformes totales y fecales) durante el almacenamiento a temperaturas de 5, 22 y 37 °C por un período de un mes.

Fue posible sustituir el 100% del azúcar granulado por almibar residual de la deshidratación osmótica de papaya y piña en la elaboración de las coberturas de estos mismos sabores, obteniéndose como resultado productos con características sensoriales similares a los elaborados únicamente con azúcar granulado y sin variaciones en su composición química y microbiológica después de un mes de almacenamiento.

## INTRODUCCION

Durante años, varios autores han reportado las diferencias en la calidad sensorial de las frutas secas que han sido procesadas haciendo uso del almibar residual de la deshidratación osmótica (Farkas y Lazar, *et al.*, 1969; Bolín, *et al.*, 1983; Bustamante y Kopper, 1990). A raíz de esas investigaciones, y con el fin de darle un uso adecuado a estos almibares, que representan de 12 a 27 Kg por cada kilo de fruta deshidratada, se hace necesaria la búsqueda de alternativas para su aprovechamiento,

\* Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

siendo el desarrollo de productos con contenidos importantes de azúcar, una opción altamente prometedora. Los motivos para buscarles un uso posterior adquieren mayor fuerza si se toma en cuenta el hecho de que los almíbares residuales poseen una serie de ventajas, que en el caso específico de la deshidratación osmótica de piña y papaya han sido reportados por Rodríguez y Segreda (1992) y se mencionan a continuación: la adquisición de sabores, colores y aromas de las frutas que fueron deshidratadas en ellos, acidificación, inversión de la sacarosa y las partículas de fruta que quedan suspendidas en él.

En un artículo anterior, Rodríguez y Segreda (1993), reportan el uso de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica de papaya y piña en la elaboración de mermeladas, lo que motivó la investigación de su utilización en coberturas o "toppings". Estos productos, mezcla de fruta en trozos o pulpa, con azúcar, son similares a las mermeladas, pero con una consistencia menos rígida y una concentración de sólidos que varía entre 45 y 50°Brix. Se utilizan principalmente como base para la elaboración de yogurt, para adicionarlas a helados, como rellenos en confituras, pasteles y otros (Rodríguez, 1991).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el empleo de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica como sustitutos parciales o totales del azúcar granulado que se emplea normalmente en la elaboración de las coberturas.

## MATERIALES Y METODOS

### Materia Prima

Las frutas, provenientes de Buenos Aires de Osa, provincia de Puntarenas, Costa Rica, fueron suministradas por la empresa PINDECO (Pineapple Development Corporation). La piña (*Ananas comosus* var. *Cayena lisa*) se utilizó con

un estado de madurez tal que presentó un color de la pulpa entre 7,5Y y 10Y en la escala de colores de Munsell, correspondiente a un grado 0-1 de la escala PINDECO, sazona, verde por fuera y con no más de 20% de ojos amarillentos (Bustamante y Kopper, 1990). La papaya (*Carica papaya* var. Solo sunrise) se utilizó con un estado de madurez tal que su cáscara presentó un color de la pulpa entre 5 y 10 YR en la escala Munsell correspondiente a grado 6 referido a la clasificación de papaya hawaiana de PINDECO (Gámez, 1989).

Se empleó además azúcar granulado blanco no refinado y pectina cítrica de 150 SAG y gelificación media-rápida.

Los almíbares residuales provinieron de la deshidratación osmótica de papaya y piña obtenidos según el proceso descrito por Rodríguez (1991).

### Análisis

• **Químicos:** Sólidos solubles: No.22.024 AOAC (1970), Acidez: No.10.034 AOAC (1970) y pH: No.10.035 AOAC (1970), Azúcares reductores: se empleó una modificación del método de azúcares desarrollado por Lane & Eynon que describe Rauch (1987).

• **Físicos:** Densidad: se utilizó un medidor de grados Baumé. Color: la medida se hizo de acuerdo con la escala de Munsell (Nickerson, 1958). Consistencia: se utilizó el consistómetro de Bostwick (Potter, 1973) dejando la muestra un minuto exacto. Sinérisis: se evaluó visualmente.

• **Microbiológicos:** Recuento total de hongos y levaduras (No. 16.41), Recuento total de bacterias (No. 4.5) y Número más probable (NMP) de coliformes totales y fecales (No. 6.7) descritos en el Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (APHA, 1976).

• **Sensoriales:** Comparación por pares de las muestras evaluando diferencias en sabor, dulzor y preferencia, utilizando 30 jueces. Cada juez evaluó dos veces la misma muestra comparándola con otra en un par diferente. Estos métodos están descritos por Larmond (1977).

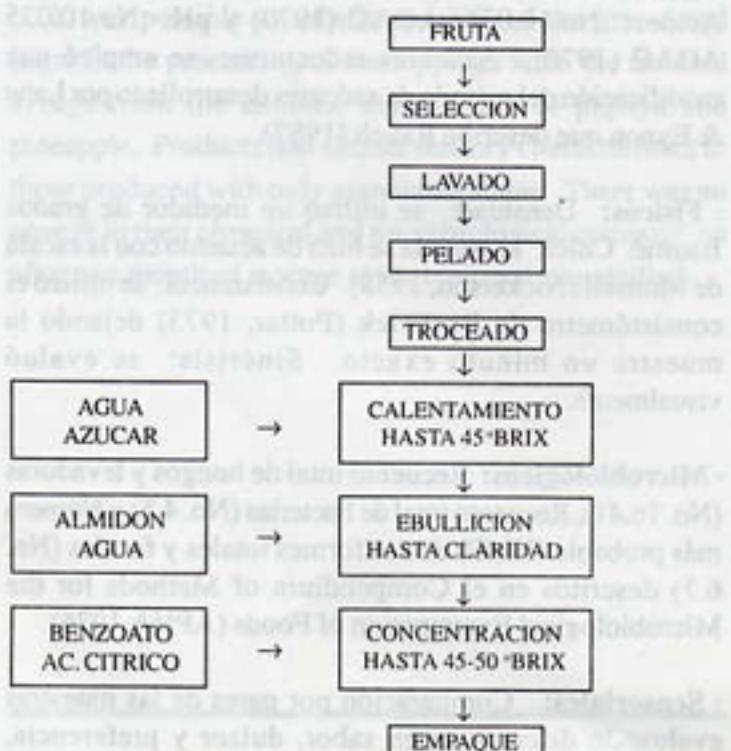
# ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE LOS ALMIBARES RESIDUALES DE LA DESHIDRATACION OSMOTICA DE FRUTAS (II): ELABORACION DE COBERTURAS

• **Estadísticos:** Todos los resultados de las pruebas físicas, químicas y sensoriales fueron analizados estadísticamente por medio de análisis de varianza y en los casos en los que se encontró diferencias, se aplicó un análisis de comparación de medias mediante el método de "Tukey".

## Procedimientos

Las pruebas para la elaboración de los "toppings" se dividieron en dos fases: 1- desarrollo de las formulaciones base para cada uno de los productos y 2- la sustitución del azúcar granulado de dichas formulaciones por almíbar residual de la deshidratación osmótica.

Las formulaciones base para cada uno de los "toppings" se obtuvieron por medio de pruebas preliminares variando la cantidad de almidón, agua, sólidos solubles finales, acidez y tamaño de los trozos y/o utilización de pulpa. La Figura 1 muestra el diagrama general para la elaboración de estos productos.



**Figura 1.** Diagrama de flujo para la elaboración de coberturas

Después de haberse seleccionado la formulación base para cada cobertura (piña y papaya), se hicieron reformulaciones en las que se sustituyó el azúcar granulado parcial o totalmente, por el almíbar residual de la deshidratación osmótica de estas frutas. Los cálculos de la cantidad de almíbar adicionado equivalente al azúcar granulado que fue sustituido, se realizaron tomando en cuenta que los almibares contienen un 60% en peso de azúcares totales. Las diferentes sustituciones del azúcar granulado por el almíbar se muestran en los Cuadros 1 y 2. Con el fin de poder establecer comparaciones en el nivel sensorial, los sólidos solubles para todas las formulaciones se mantuvieron constantes.

**Cuadro 1.** Formulaciones de coberturas de piña con diferentes cantidades de almíbar

| Ingredientes      | Porcentajes |        |        |
|-------------------|-------------|--------|--------|
|                   | 1           | 2      | 3      |
| Trozos de piña    | 40,00       | 40,00  | 40,00  |
| Azúcar            | 30,00       | 15,00  | ----   |
| Almíbar           | ----        | 25,00  | 50,00  |
| Agua              | 27,40       | 17,40  | 7,40   |
| Almidón           | 2,50        | 2,50   | 2,50   |
| Acido cítrico     | 0,05        | 0,05   | 0,05   |
| Benzoato de sodio | 0,05        | 0,05   | 0,05   |
| Total             | 100,00      | 100,00 | 100,00 |

- 1 100% azúcar granulado (formulación base)
- 2 50% del azúcar proveniente del almíbar
- 3 100% azúcar proveniente del almíbar

**Cuadro 2.** Formulaciones de coberturas de papaya con diferentes cantidades de almíbar

| Ingredientes      | Porcentajes |        |        |
|-------------------|-------------|--------|--------|
|                   | 1           | 2      | 3      |
| Trozos            | 35,30       | 35,30  | 35,30  |
| Azúcar            | 34,30       | 17,15  | ----   |
| Almíbar           | ----        | 26,80  | 57,20  |
| Agua              | 27,40       | 16,00  | 4,55   |
| Almidón           | 2,70        | 2,70   | 2,70   |
| Acido cítrico     | 0,25        | 0,20   | 0,20   |
| Benzoato de sodio | 0,05        | 0,05   | 0,05   |
| Total             | 100,00      | 100,00 | 100,00 |

- 1 100% azúcar granulado (formulación base)
- 2 50% del azúcar proveniente del almíbar
- 3 100% azúcar proveniente del almíbar

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Caracterización química y física.

En los Cuadros 3 y 4 se pueden observar las características físicas y químicas de las diferentes coberturas de piña y de papaya. En ambos casos se presentan diferencias al 5% de significancia, con respecto a la muestra control (100% azúcar granulado), únicamente para los azúcares reductores, presentándose un incremento conforme se adiciona mayor cantidad de almíbar. Esto se debe a que el almíbar residual contiene parte de su azúcar en forma invertida (8% el de piña y 16% el de papaya).

**Cuadro 3.** Características generales de las coberturas de piña con diferentes proporciones de azúcar granulado y almíbar

|                          | 100% az.<br>granulada | 50% az.<br>almíbar | 100% az.<br>almíbar |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| Sólidos solubles (*Brix) | 46,90                 | 47,20              | 47,10               |
| Acidez (ácido cítrico)   | 0,32                  | 0,32               | 0,34                |
| pH                       | 3,45                  | 3,45               | 3,45                |
| Az. totales (% p/p)      | 37,90                 | 38,00              | 38,20               |
| Az. reductores (% p/p)   | 5,21                  | 5,40               | 5,70                |
| Consistencia             | 4,20                  | 4,30               | 4,40                |
| Color                    | 7,5 Y 9/6             | 7,5 Y 9/6          | 7,5 Y 9/6           |

**Cuadro 4.** Características generales de las coberturas de papaya con diferentes proporciones de azúcar granulado y almíbar

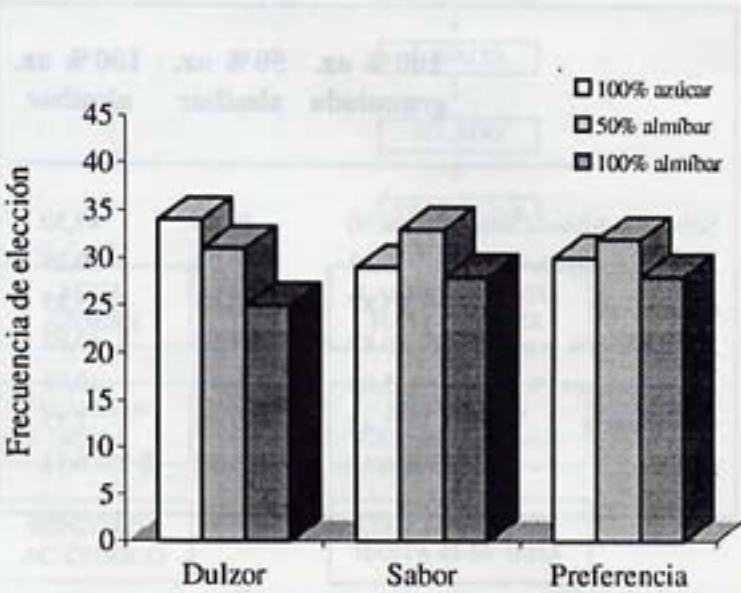
|                          | 100% az.<br>granulada | 50% az.<br>almíbar | 100% az.<br>almíbar |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| Sólidos solubles (*Brix) | 49,50                 | 49,40              | 49,30               |
| Acidez (ácido cítrico)   | 0,23                  | 0,24               | 0,25                |
| pH                       | 3,87                  | 3,87               | 3,85                |
| Az. totales (% p/p)      | 40,87                 | 41,00              | 40,92               |
| Az. reductores (% p/p)   | 5,08                  | 9,10               | 10,96               |
| Consistencia             | 7,42                  | 7,30               | 7,33                |
| Color                    | 5 YR 6/12             | 5 YR 6/12          | 5 YR 6/12           |

### Análisis sensorial

De la prueba de comparación por pares realizada para determinar si existían diferencias significativas entre las

formulaciones de “topping” de piña con azúcar granulada y con almíbar, se obtuvo que no hubo diferencias estadísticas al 5% de significancia en ninguna de las características evaluadas. Lo anterior indica que sensorialmente es igual elaborar una cobertura de piña utilizando únicamente azúcar granulada o solo almíbar residual de la deshidratación osmótica.

En la Figura 2 se presenta gráficamente la sumatoria de las frecuencias de elección de cada muestra de cobertura de piña según las comparaciones que se realizaron. Al ser las frecuencias de elección para cada formulación muy similares, se demostró que para ninguna de las características se prefirió una formulación. En el Cuadro 5 se muestran los resultados de la frecuencia de elección para cada par evaluado.



**Figura 2.** Resultados del análisis sensorial de las coberturas de piña

**Cuadro 5.** Resultados estadísticos del análisis sensorial de las coberturas de piña

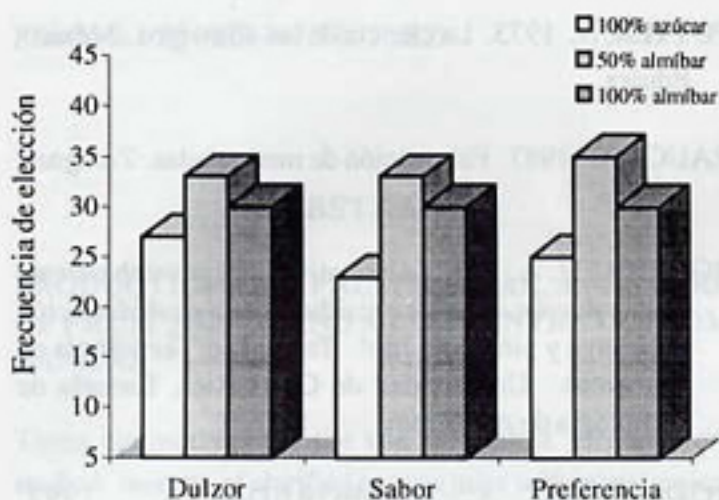
| Características | Par | Frecuencia de elección | Evidencia de diferencias          |
|-----------------|-----|------------------------|-----------------------------------|
| Dulzor          | AB  | A=15, B=15             | No hay diferencias significativas |
|                 | AC  | A=19, C=11             |                                   |
|                 | BC  | B=16, C=14             |                                   |
| Sabor           | AB  | A=13, B=17             | No hay diferencias significativas |
|                 | AC  | A=16, C=14             |                                   |
|                 | BC  | B=16, C=13             |                                   |
| Preferencia     | AB  | A=14, B=16             | No hay diferencias significativas |
|                 | AC  | A=16, C=14             |                                   |
|                 | BC  | B=16, C=14             |                                   |

Nota: Para un n=30, el mínimo de criterios para establecer diferencias a un 5% de significancia es 20.

- A= 100% azúcar granulada
- B= 50% del azúcar proviene del almíbar
- C= 100% azúcar proviene del almíbar

En el caso de las coberturas de papaya, además de realizar la evaluación sensorial de comparación por pares de cada una de las muestras, se realizó una evaluación sensorial consumiéndolas sobre helados de sabor a crema. Lo anterior con el fin de obtener mayor información sobre este tipo de producto que no se encuentra en el mercado nacional.

La Figura 3 muestra los resultados del análisis para las muestras evaluadas individualmente (sin helados), y el Cuadro 6 muestra las frecuencias obtenidas para cada muestra según el par comparado.



**Figura 3.** Resultados del análisis sensorial realizado a las coberturas de papaya

Se encontraron diferencias al 5% de significancia en la característica de sabor al emplear 100% azúcar granulado y 100% almíbar, cuando se consumió la cobertura de papaya sin ningún tipo de acompañamiento. Sin embargo, estas diferencias se anularon cuando se evaluaron sobre los helados. Por lo tanto, es posible concluir que, al igual que para las de piña, en las coberturas de papaya es posible sustituir en un 100% el azúcar granulado por el almíbar residual de la deshidratación de esta fruta.

## Almacenamiento

El análisis estadístico de los resultados obtenidos para las características físicas y químicas de las coberturas de piña y papaya durante el almacenamiento, muestra que no hay diferencias significativas, con un 95% de confianza, para ninguna de las formulaciones.

Los análisis microbiológicos realizados, tanto al inicio como después de un mes de almacenamiento, presentaron los mismos resultados. Estos valores son los mínimos que

se pueden reportar: menos de 10 UFC/g para los recuentos totales de bacterias y de hongos y levaduras, y un número más probable menor de 3/g para coliformes totales y fecales. Estos resultados fueron los esperados puesto que los productos se elaboraron bajo condiciones adecuadas y además contienen preservante.

**Cuadro 6.** Resultados estadísticos del análisis sensorial de las coberturas de papaya

| Características | Par | Frecuencia de elección | Evidencia de diferencias                                        |
|-----------------|-----|------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Dulzor          | AB  | A=11, B=19             | No hay diferencias significativas                               |
|                 | AC  | A=16, C=14             |                                                                 |
|                 | BC  | B=14, C=16             |                                                                 |
| Sabor           | AB  | A=13, B=17             | El par AC se encuentra en el límite de diferencia significativa |
|                 | AC  | A=10, C=20             |                                                                 |
|                 | BC  | B=16, C=14             |                                                                 |
| Preferencia     | AB  | A=12, B=16             | No hay diferencias significativas                               |
|                 | AC  | A=13, C=14             |                                                                 |
|                 | BC  | B=17, C=13             |                                                                 |

Nota: Para un n=30, el mínimo de criterios para establecer diferencias a un 5% de significancia es 20.

A= 100% azúcar granulado

B= 50% del azúcar proviene del almíbar

C= 100% azúcar proviene del almíbar

## BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1970. Official methods of analysis. 11 ed. Washington.
- APHA, 1976. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington. American Public Health Association. Intersociety Agency Committee in Microbiological Methods for Foods. Washington.
- BOLIN, H; HUXSOLL, C.; JACKSON, R. & MG, K. 1983. Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality. J. Food Sci. 48: 202.
- BUSTAMANTE, M & KOPPER, G. 1990. Deshidratación de papaya. In: Secado de frutas tropicales: piña, papaya, mango y banano. San José, CITA-UCR.
- FARKAS, D. & LAZAR, M. 1969. Osmotic dehydration of apple pieces: effect of temperature and syrup concentration rates. Food Technol. 23: 688.
- GAMEZ, F. 1989. Obtención de un producto deshidratado a partir de papaya (*Carica papaya* var. Solo sunrise). San José. Tesis. Lic. Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos
- LARMOND, E. 1973. Laboratory methods for sensory evaluation of food. Research branch. Ottawa. Departament of Agriculture. Publication 1637.
- NICKERSON, D. 1958. Color measurement and its application to the grading of agriculture products. Publication 580. s.n.t.
- POTTER, N. 1973. La ciencia de los alimentos. México, Edutex.
- RAUCH, G. 1987. Fabricación de mermeladas. Zaragoza, Acribia.
- RODRIGUEZ, A. 1991. Alternativas de aprovechamiento de la solución osmótica residual de la deshidratación de papaya y piña. San José. Tesis. Lic. Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Escuela de Tecnología de Alimentos.
- RODRIGUEZ, A. & SEGRED, A. 1992. Caracterización y almacenamiento de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica de papaya (*Carica papaya* var. Solo sunrise) y piña (*Ananas comosus* var. Cayena lisa). Reviteca 1(2): 1.
- RODRIGUEZ, A. & SEGRED, A. 1993. Alternativas de aprovechamiento de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica de piña y papaya (I). Elaboración de mermeladas. Reviteca 2(1-2): 23.

# UTILIZACION DEL BANANO EN LA ELABORACION DE MEZCLAS DE JUGOS, NECTAR DE FRUTAS Y CONCENTRADO

Floribeth VIQUEZ-RODRIGUEZ\*

## ABSTRACT

### PRODUCTION OF A FRUIT NECTAR, A MIXTURE OF FRUIT JUICES AND A CONCENTRATE FROM BANANA

Three alternatives for the use of banana surplus were studied: mixture of clarified banana juice with other tropical fruit juices, production of a nectar and concentration of the juice to obtain a syrup.

No significant differences among six combinations of fruit juices were determined by sensory evaluation. As the objective of this study was to use the greatest amount of banana, the mixture of 50% banana juice with 25% orange and 25% pineapple juice, was selected.

Three different combinations of banana pulp with orange and pineapple juices were tested as a fruit nectar. The combination with equal amounts of banana, pineapple and orange was chosen as the best.

A 9,1% concentrate yield from the initial fruit weight, and 27% yield from juice were obtained. The concentrate contains 52% sucrose and 48% reducing sugars; of these 13,1% are glucose and 12,5% fructose. The syrup has a strong banana odor and flavor, so its use might be limited to products incorporating banana in its preparation.

The products were chemically tested and evaluated by sensory analysis. Range of costs for the nectar and concentrate are also reported.

## RESUMEN

La mezcla de jugo clarificado de banano con jugos de otras frutas tropicales, la elaboración de un néctar y la concentración del jugo para la obtención de una miel, fueron las tres alternativas que se analizaron en este estudio para la utilización del banano de rechazo y como medio de utilizar el jugo clarificado desarrollado en un estudio anterior.

En el análisis sensorial de las mezclas de jugos frutales, no se encontró diferencia significativa entre las seis combinaciones de jugo de banano y jugos de piña y naranja ensayadas. Ya que el objetivo primordial del estudio es la utilización del banano de rechazo, se recomienda la mezcla que contiene la mayor proporción (50% de jugo de banano y 25% de jugos de piña y de naranja, respectivamente).

En la elaboración del néctar se probaron tres diferentes combinaciones de las frutas. La combinación que obtuvo los mayores porcentajes de aceptación fue la que contiene iguales proporciones de pulpa de banano y de jugos de piña y de naranja.

En relación con el concentrado, se obtuvo un rendimiento de 9,1% en relación al peso inicial de fruta y de 27% con respecto al peso del jugo. La relación de azúcares presentes en el mismo fue de 52% de sacarosa y 48% de azúcares reductores (13,1% glucosa y 12,5% fructosa), lo que lo hace atractivo para competir con concentrados ricos en sacarosa. Sin embargo, su utilización va a estar limitada a concentraciones bajas y a productos que incorporen banano en su elaboración, ya que es muy dulce, ácido y presenta un olor y sabor fuerte a banano.

Los productos fueron analizados química y sensorialmente. Se reportan también datos de costos variables para los procesos de obtención del néctar y del concentrado.

\* Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

## INTRODUCCION

La existencia de importantes volúmenes de fruta que no califica para la exportación es común en todos los países productores de banano. De allí que muchos de ellos hayan tomado como preocupación la búsqueda de productos procesados que reúnan las exigencias del consumidor, acostumbrado a consumir la fruta fresca en todo el mundo en toda época del año. Esta última circunstancia hace todavía más difícil la competencia con el producto fresco, por lo que existe consenso de que cualquier producto procesado de banano debe semejarse lo más posible a la fruta fresca.

En este orden, se han desarrollado muchas alternativas de productos a partir de banano; algunos de ellos exitosamente colocados en el mercado, otros a los que se les debe orientar en el sentido de llenar las expectativas de sus potenciales consumidores.

El mercado de jugos de frutas a nivel mundial también ha ido en aumento (Olesen, 1992). En Costa Rica el consumo de bebidas está ampliamente difundido (Aguilar y Figueroa, 1994). Lo anterior hace pensar que una posibilidad para el banano de rechazo costarricense podría ser su empleo en la elaboración de algún tipo de bebida.

Al respecto, Viquez (1996) encontró que el jugo clarificado de banano es un producto que, en general, goza de buena aceptación; sin embargo, presenta características sensoriales que no son del agrado del consumidor costarricense, pues es muy dulce y algo astringente.

La mezcla de jugo de banano con jugos de otras frutas tropicales, que contrarresten las características negativas atribuidas al banano, constituye una alternativa de diversificación del jugo de banano clarificado, ya que éste combina bastante bien con la mayoría de las frutas.

En la selección de las frutas a emplearse en la mezcla, se buscaron aquellas que no sólo mejoraran las características sensoriales sino también las propiedades nutricionales, principalmente el contenido de vitamina C.

Se escogieron la naranja y la piña, ya que de ambas existe una importante oferta a nivel nacional. Aproximadamente el 15% de la producción de piña (variedad Cayena lisa) en Costa Rica es rechazo, lo que representa más de 20 000 TM por año. Por otra parte, el cultivo de naranja ha cobrado especial importancia en los últimos años. De las 23 700 Ha reportadas para 1994-1995, un 40% se encuentra actualmente en producción, lo que equivale a 134 000 TM de naranjas por año (Hernández, 1996). Los nuevos cultivos de la región Chorotega de nuestro país pronostican un incremento importante en la producción, y con ello, el disponible de fruta que podría emplearse en la elaboración de bebidas como la sugerida.

Dentro de las bebidas líquidas, los néctares de frutas son productos bastante conocidos, de manera que la elaboración de un néctar a partir de banano, es otra de las opciones que se analizan en este estudio.

En la búsqueda de alternativas de diversificación del jugo de banano, se analizó la posibilidad de concentrarlo para obtener una miel. La industria de alimentos utiliza diferentes tipos de edulcorantes, los cuales son empleados en bebidas, confitería, panificación y repostería, fermentación, en la industria láctea, etc. El edulcorante más usado es el azúcar, seguido de los jarabes de maíz de glucosa, la dextrosa y las isoglucosas. La miel obtenida podría usarse como sustituto parcial o total del azúcar, en productos de repostería o panificación.

## MATERIALES Y METODOS

### Materias Primas

Banano: *Musa cavendish*, grado de madurez 6 y 7 en la escala Chacón *et al.*, 1987.

Piña Madura: *Ananas comosus*.

Naranja Madura: *Citrus sinensis*.

Acido cítrico: Grado alimenticio comercial anhidro.

Azúcar: Azúcar de caña, sin refinar.

Benzoato de sodio

Sorbato de potasio

## Proceso de obtención de mezclas de jugos de frutas

En pruebas preliminares, y con la infraestructura disponible en la planta piloto del CITA, se determinaron los procesos para extraer jugos de naranja y de piña y para la elaboración de las mezclas (Figura 1).



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de obtención de mezclas de jugos de frutas

Se efectuaron diferentes combinaciones de cada uno de los ingredientes y se degustaron sensorialmente. Las combinaciones ensayadas fueron:

| Formulación | % de Jugos |         |      |
|-------------|------------|---------|------|
|             | Banano     | Naranja | Piña |
| M-1         | 50         | 50      | 0    |
| M-2         | 50         | 0       | 50   |
| M-3         | 50         | 25      | 25   |
| M-4         | 40         | 30      | 30   |
| M-5         | 30         | 35      | 35   |
| M-6         | 20         | 40      | 40   |

Las mezclas fueron probadas por 24 panelistas de manera comparativa, mediante un ordenamiento de mayor a menor agrado. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza.

El producto fue analizado desde el punto de vista químico en cuanto a pH, °Brix, % de acidez, % de sacarosa, % de glucosa, % de fructosa, utilizando los métodos del AOAC (1975) y color, utilizando un colorímetro Hunter Lab.

## Proceso de obtención de néctar de frutas

En ensayos preliminares se probaron las condiciones del proceso de obtención de pulpa de banano y jugos de piña y naranja empleados en la elaboración del néctar (Figura 2). Los mismos permitieron determinar las proporciones aproximadas de cada ingrediente. Se elaboraron diferentes combinaciones y se evaluaron sensorialmente. Las mezclas ensayadas fueron:

| Ingredientes    | % en cada formulación |      |      |
|-----------------|-----------------------|------|------|
|                 | N-1                   | N-2  | N-3  |
| Pulpa de banano | 10,9                  | 19,8 | 14,3 |
| Jugo de piña    | 20,9                  | 19,8 | 22,2 |
| Jugo de naranja | 22,7                  | 19,8 | 23,8 |
| Acido cítrico   | 0,2                   | 0,2  | 0,2  |
| Azúcar          | 8,5                   | 7,7  | 7,8  |
| Agua            | 36,8                  | 32,7 | 31,8 |

En la evaluación sensorial se empleó una escala hedónica de 150 puntos para las características de apariencia, color, sabor, textura y calidad general. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza de dos vías y la prueba de comparación de medias de T de Student.

El producto seleccionado fue analizado desde el punto de vista químico en cuanto a pH, °Brix, % de acidez, % de sacarosa, % de glucosa, % de fructosa, utilizando los métodos del AOAC (1975) y color, utilizando un colorímetro Hunter Lab.

Se analizaron los costos variables del proceso para producir un Kg de néctar de frutas en el nivel de planta piloto.

### Proceso de obtención de miel de banano

Para la obtención de la miel de banano se partió del jugo clarificado desarrollado por Viquez (1996). Se concentró el jugo en un evaporador a vacío, utilizando 26 plg de Hg hasta obtener productos a diferentes concentraciones: 45, 65, 73 y 82 °Brix (Figura 3). Se escogió la concentración de 63-65 °Brix como la más adecuada para los objetivos propuestos.

El concentrado de banano fue analizado desde el punto de vista químico en cuanto a pH, °Brix, % de acidez, % de sacarosa, % de glucosa, % de fructosa, utilizando los métodos del AOAC (1975) y color, utilizando un colorímetro Hunter Lab.

Se analizaron los costos variables del proceso para producir un Kg de miel de banano en el nivel de planta piloto.



Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de obtención de néctar de frutas



**Figura 3.** Diagrama de flujo del proceso de obtención de miel de banana

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Mezclas de jugos

En el análisis sensorial de las mezclas de jugo de banana con jugo de piña y/o naranja, no se encontró diferencia significativa en ninguna de las seis combinaciones ensayadas. Dado que el objetivo primordial del estudio es utilizar el excedente de banana, se recomienda la mezcla que proporciona el mayor porcentaje: 50% jugo de banana y 25% de jugos de piña y de naranja respectivamente. La mezcla de jugos seleccionada, sin pasteurizar, tiene la composición química que se muestra en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características químicas de la mezcla de jugos seleccionada

| Características            | Valor |
|----------------------------|-------|
| pH                         | 3,84  |
| ° Brix                     | 16,0  |
| Acidez (% de ácido málico) | 0,50  |
| Sacarosa (%)               | 7,6   |
| Glucosa (%)                | 2,5   |
| Fructosa (%)               | 2,5   |
| Color (Hunter Lab)         |       |
| L                          | 37,0  |
| a                          | -1,2  |
| b                          | 20,4  |

### Néctar de frutas

El análisis sensorial del néctar de frutas indicó que hubo diferencia significativa entre los néctares ( $p=0,01$ ) para las características color y apariencia. El néctar N-2 (que contiene igual proporción de pulpa de banana y jugos de piña y de naranja) es la que goza de una mayor aceptación por parte de los panelistas. Se seleccionó la mezcla que contiene 19,8% pulpa de banana, 19,8% de jugo de piña, 19,8% de jugo de naranja; 7,7% de azúcar comercial; 33,7% de agua y 0,2% de ácido cítrico.

Las características químicas del néctar de frutas seleccionado se tabulan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Características químicas del néctar de frutas seleccionado

| Características              | Valor |
|------------------------------|-------|
| % Acidez                     |       |
| expresada como mL NaOH/100 g | 93,9  |
| expresada como ácido cítrico | 0,60  |
| ° Brix                       | 15,0  |
| pH                           | 3,7   |
| % Humedad                    | 82,4  |
| Color (Hunter Lab)           |       |
| L                            | 46,6  |
| a                            | -3,4  |
| b                            | 20,6  |
| % Sacarosa                   | 13,0  |
| % Glucosa                    | 1,2   |
| % Fructosa                   | 1,3   |

En el Cuadro 3 se detallan los costos variables del proceso de obtención del néctar en el nivel piloto.

**Cuadro 3.** Estimación de costos variables de producción del néctar a partir de pulpa de banano, jugo de piña y jugo de naranja

| Rubro                    | Unidades | Precio/unidades<br>(colones) | Escandallo | Costo/Kg<br>(colones) | %             |
|--------------------------|----------|------------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| <b>Gastos Directos</b>   |          |                              |            |                       |               |
| Jugo banano              | Kg       | 72,05                        | 0,1200     | 8,65                  | 14,29         |
| jugo de piña             | Kg       | 113,69                       | 0,2300     | 26,15                 | 43,21         |
| Jugo de naranja          | Kg       | 43,65                        | 0,2500     | 10,91                 | 18,03         |
| Azúcar                   | Kg       | 100,32                       | 0,0975     | 9,78                  | 16,16         |
| Acido cítrico            | Kg       | 561,20                       | 0,0020     | 1,12                  | 1,85          |
| Benzoato de sodio        | Kg       | 409,11                       | 0,0003     | 0,12                  | 0,20          |
| <b>Gastos Indirectos</b> |          |                              |            |                       |               |
| Energía eléctrica        | Kwh      | 20,70                        | 0,0004     | 0,01                  | 0,01          |
| <b>Mano de Obra</b>      |          |                              |            |                       |               |
| Operario especializado   | H-h      | 235,75                       | 0,0160     | 3,77                  | 6,23          |
| <b>Total</b>             |          |                              |            | <b>60,51</b>          | <b>100,00</b> |

Fuente: Calderón y Sequeira (1996)

### Concentrado de banano

De las diferentes concentraciones de jugo ensayadas, se eligió el concentrado que contiene 62 °Brix. El rendimiento obtenido a esta concentración es de 9,1% con respecto al peso inicial de la fruta y de 27% con respecto al peso de jugo.

En el Cuadro 4 se tabulan las características químicas del concentrado de banano, donde se observa que del total de azúcares presentes en la miel de banano así obtenida, existe aproximadamente la misma proporción de sacarosa que de azúcares reductores (52% sacarosa y 48% glucosa y fructosa) lo que lo hace un producto atractivo para competir con concentrados ricos en sacarosa.

El concentrado de banano es muy dulce, con un olor y sabor muy fuerte a banano, que podría limitar su uso exclusivamente a productos que lleven esta fruta en su formulación.

Los costos variables para la obtención de un Kg de concentrado en el nivel de planta piloto se muestran en el Cuadro 5.

**Cuadro 4.** Características químicas del jarabe concentrado de banano

| Características      | Valor |
|----------------------|-------|
| % Humedad            | 37,90 |
| pH                   | 62,00 |
| ° Brix               | 4,20  |
| Acidez               | 1,42  |
| Azúcares Totales (%) | 53,20 |
| Sacarosa (%)         | 27,60 |
| Glucosa (%)          | 13,10 |
| Fructosa (%)         | 12,50 |
| Color (Hunter Lab)   |       |
| L                    | 21,80 |
| a                    | 2,30  |
| b                    | 9,40  |

**Cuadro 5.** Estimación de costos variables de producción del jarabe concentrado de banano a partir del jugo clarificado

| Rubro                     | Unidades | Precio/unidades<br>(colones) | Escandallo | Costo/Kg<br>(colones) | %             |
|---------------------------|----------|------------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| <b>Gastos Directos</b>    |          |                              |            |                       |               |
| Jugo banano               | Kg       | 79,73                        | 4,036      | 321,79                | 62,18         |
| <b>Gastos Indirectos</b>  |          |                              |            |                       |               |
| Energía eléctrica         | Kw/h     | 20,7                         | 0,65       | 13,46                 | 2,6           |
| Energía calórica (diesel) | L        | 51,5                         | 1,4673     | 75,57                 | 14,6          |
| <b>Mano de Obra</b>       |          |                              |            |                       |               |
| Operario especializado    | H-h      | 235,75                       | 0,4525     | 106,68                | 20,61         |
| <b>Total</b>              |          |                              |            | <b>517,49</b>         | <b>100,00</b> |

Fuente: Calderón y Sequeira (1996)

## BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1975. Official Methods of Analysis. 12 ed. Washington.
- AGUILAR, F. & FIGUEROA, J. 1994. El consumo de productos para bebidas frías en el Valle Central de Costa Rica. San José. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos. Sistema de Información sobre Mercadeo Alimentario.
- CALDERON, R. & SEQUEIRA, A. 1996. Proyecto de banano. Estudio técnico económico. San José. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos.
- CHACON, S.; VIQUEZ, F. & CHACON, G. 1987. Escala físico-química de maduración de banano. *Fruits* 42 (42): 95.
- HERNANDEZ, S. 1996. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Comunicación Personal.
- OLESEN, R. K. 1992. Fruit juice-the major markets. *In*: Drinks management International. 16-17, 30.
- VIQUEZ, F. 1996. Obtención de jugo clarificado de banano en el nivel de planta piloto. Reviteca. (En prensa).

# UN METODO PARA EVALUAR CUANTITATIVAMENTE LAS CONDICIONES SANITARIAS DE SUPERMERCADOS

Eugenie RIVERA-VALLE\*

## ABSTRACT

### METHODOLOGY TO EVALUATE SANITARY CONDITIONS OF SUPERMARKETS IN COSTA RICA.

Data were obtained by survey in 148 supermarkets located in all provinces (except Limón). Items were designed to detect sanitary deficiencies in 10 areas of the supermarkets. A group of trained personnel assigned scores from 0 to 100 points; based on these, 5 score groups were defined according to the magnitude of their deviation from the average. Also 4 tolerance levels were fixed based on score and variation coefficient.

Using this methodology the average score was 61,8, which was considered inside acceptable limits. The 90% confidence interval for the population average was between 59,63 and 64,09. The minimum score obtained was 32,29 and the maximum was 93,30.

It was possible to establish an efficient method to detect, in a simple and statistically valid form, the critical points in supermarket hygiene. These will help in taking corrective actions and preventive measures to improve sanitary conditions in the supermarkets.

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación, fue establecer un método válido para una evaluación cuantitativa de los aspectos sanitarios de los supermercados a nivel nacional.

Para tal efecto, de una población de 210 supermercados, se seleccionó una muestra aleatoria al azar de 148 116 ubicados en zonas urbanas y 32 en zonas rurales en seis de la siete provincias del país.

Se diseñó una encuesta para detectar las deficiencias sanitarias en 10 puntos de los supermercados y un grupo de especialistas en higiene asignó una puntuación, entre 0-100 puntos, para cada una de las partes investigadas en el cuestionario. Basándose en estos datos se establecieron 5 categorías de acuerdo con la magnitud de la desviación del promedio. Además se establecieron 4 niveles de tolerancia basados en la puntuación y en el coeficiente de variación.

De acuerdo con los parámetros anteriores, el promedio real de población alcanzó un valor de 61,8 que se consideró dentro de los límites aceptables. El promedio poblacional estuvo entre 59,63 y 64,09, intervalo comprendido en su totalidad dentro del nivel de tolerancia II (calificación de 55% - <70%). El puntaje mínimo obtenido en la muestra fue de 32,29 y el máximo fue de 93,30.

El método establecido resultó ser de fácil aplicación y de utilidad para identificar los puntos críticos de control, lo que permite aplicar las acciones correctivas y preventivas para mejorar las condiciones higiénicas de los establecimientos.

## INTRODUCCION

Autores como Inda (1991) y Leñero (1993), consideran que uno de los factores esenciales en el funcionamiento de un establecimiento dedicado a la producción o venta de alimentos, es la calidad y seguridad de los productos o de

\* Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos

sus servicios. Para medir esta calidad y seguridad se han desarrollado herramientas tales como "El Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control" (HACCP), que permite el monitoreo y verificación en los diferentes pasos de la cadena de producción, distribución y comercialización.

Los tratados internacionales de comercialización de productos han obligado a los empresarios a familiarizarse con la filosofía de Calidad Total (TQM) y con el cumplimiento de normas internacionales como son las del Codex Alimentarius e ISO-9000 para la producción y comercialización de alimentos.

Esto ha llevado al desarrollo de normas técnico-sanitarias, de sistemas y manuales de calidad que lleven al cumplimiento de los requisitos establecidos en las especificaciones técnicas del producto o servicio (UNIT, 1979; Ministerio de Salud, 1989).

Todo este conjunto de acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisfaga los requisitos dados sobre la calidad, conduce a la importancia de un aseguramiento de la calidad (INTECO, 1992; Inda, 1991; Leñero, 1993) y para lograr su eficacia requiere generalmente de la evaluación permanente de los factores que afectan en la adecuación del diseño, verificación y auditoría de producción, instalaciones, operaciones de inspección, embalaje, almacenamiento y entrega, así como de los servicios post-venta (INTECO, 1992).

En las recomendaciones dadas por las diferentes Comisiones Internacionales del Codex Alimentarius encargadas de establecer las normas sanitarias que velan por la buena elaboración de los productos alimentarios y de los establecimientos de expendio, incluyen el uso de los diferentes sistemas prácticos y eficaces como el HACCP, Norma ISO 9000, y otros sistemas de evaluación sanitaria como los utilizados por la Asociación Española para el Control de Calidad y el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, que garanticen el establecimiento de la higiene, de la calidad total e inocuidad de los alimentos a lo largo de la cadena alimentaria (Codex Alimentarius 1991,1993;UNIT, 1979).

Sin embargo, estos sistemas no establecen los criterios para efectuar una evaluación cuantitativa de los sistemas de control de la calidad de unidades de comercialización de autoservicio ni de la forma de obtener un perfil y un índice de calidad de los mismos. A pesar de que estos sistemas, responden a prácticas de extendido uso internacional, no han sido aplicados a supermercados.

Por otra parte, existe una tendencia mundial por parte de los consumidores, hacia requisitos más exigentes respecto a la calidad y la seguridad alimentaria. Al mismo tiempo se está generando una creciente toma de conciencia en el comercio, de que para obtener buenos rendimientos económicos es necesario mejorar la calidad de una manera sistemática.

Así, la mayoría de establecimientos de producción y de comercialización crean productos o servicios destinados a satisfacer las necesidades o requisitos de los usuarios (Inda, 1991; Leñero, 1993). Sin embargo, las necesidades por sí solas no pueden garantizar que se cumplirán de manera efectiva los requisitos del consumidor, ya que pueden producirse deficiencias en las especificaciones de los productos o en los sistemas organizativos establecidos para prestar los servicios.

En Costa Rica, el Departamento de Control de Alimentos del Ministerio de Salud (DCA) elaboró un Manual de Inspección Sanitaria de Establecimientos de Alimentos, basado en los diferentes capítulos que componen La Ley General de Salud (Ministerio de Salud, 1989). Este manual le ha permitido al DCA implantar los mecanismos de coordinación que permiten tener un mejor control y manejo de estos lugares, pero por ser tan general, no ha respondido de forma efectiva a las necesidades de implementación de programas que garanticen una buena auditoría de calidad.

Esta investigación se derivó de un proceso de diagnóstico sanitario de establecimientos de producción, manipulación y venta de productos alimenticios, que realizó el CITA como parte del "Programa de Acción Social de Protección de Alimentos" (PASPA) durante los años 1986-1992. El objetivo de este trabajo fue establecer un método que permitiera evaluar las condiciones sanitarias de supermercados a nivel nacional, que en una forma cuantitativa y estadísticamente confiable, identificara los puntos críticos de control e hiciera posible el establecimiento de programas que conlleven al aseguramiento de la calidad de los supermercados.

# UN METODO PARA EVALUAR CUANTITATIVAMENTE LAS CONDICIONES SANITARIAS DE SUPERMERCADOS

## MATERIALES Y METODOS

### Muestra

De una población de 210 unidades comerciales de autoservicio (supermercados), se seleccionó una muestra aleatoria de 148 supermercados, ubicados en seis de las siete provincias del país, de los cuales 116 pertenecían a la zona urbana y 32 a la rural.

### Encuesta

Para el diseño de la encuesta y el análisis de la información, se requirió de una exhaustiva revisión de literatura y de normas técnico sanitarias, para conformar un formulario que de acuerdo con las variables higiénicas estándares, lograra detectar las deficiencias sanitarias de los supermercados.

Dentro de cada una de estas partes, el puntaje se asignó según la importancia que representa cada aspecto dentro de la variable. Una vez asignada la puntuación, se determinó que el máximo puntaje posible de un supermercado es de 3000 puntos, distribuidos como se señala a continuación:

| Características                              | Valor |
|----------------------------------------------|-------|
| Instalaciones                                | 300   |
| Bodegas                                      | 300   |
| Distribución de productos                    | 300   |
| Servicios sanitarios                         | 400   |
| Equipo                                       | 200   |
| Cuartos de refrigeración                     | 300   |
| Cámaras de congelación de embutidos y quesos | 200   |
| Basureros                                    | 300   |
| Instalaciones de carnicería y pescadería     | 300   |
| Manipulación de alimentos                    | 400   |
| Total                                        | 3000  |

Para realizar los cálculos posteriores, fue necesario hacer una disminución de la escala, para obtener una calificación de 0 a 100 puntos, indicando con un cero, la ausencia

total de las condiciones aceptables en el establecimiento, la calificación aumenta conforme mejoran las condiciones sanitarias del supermercado, hasta llegar a una calificación de 100 que indica las condiciones inmejorables. Para ello se aplicó la siguiente fórmula:

$$C = \frac{100 \times P}{3000}$$

P = Puntaje obtenido

C = Calificación

3000 = Constante total de ponderación de la encuesta

### Construcción de Categorías de Evaluación

Basándose en la calificación descrita anteriormente, se calculó un "puntaje Z estandarizado" (PZ), de tal forma que la calificación (C) obtenida para cada supermercado fuera comparable. Para el cálculo de dicho puntaje, se obtuvo la medida (Me) y la desviación estándar (De) de las calificaciones y se aplicó la siguiente fórmula:

$$PZ = \frac{C - Me}{De}$$

**Cuadro 1.** Categorías de higiene establecidas para los supermercados

| Categoría | Desviación Estándar       |
|-----------|---------------------------|
| A         | Más de 1,5 la media       |
| B         | De 1-1,5 bajo la media    |
| C         | Menos de 1 de la media    |
| D         | De 1-1,5 sobre la media   |
| E         | Más de 1,5 sobre la media |

### Construcción del indicador de tolerancia

De acuerdo con la calificación de las condiciones de los supermercados, se establecieron niveles de tolerancia para

la calificación. Estos niveles fueron determinados de acuerdo con el coeficiente de variación de la calificación, se calculó que en cada grupo éste fuera de aproximadamente 0,07 (Cuadro 2).

**Cuadro 3.** Coeficientes de variación de la calificación según niveles de tolerancia

| Nivel | Media  | D E*  | C V** | CAL*** |
|-------|--------|-------|-------|--------|
| I     | 80,115 | 5,925 | 0,07  | >70    |
| II    | 61,975 | 4,564 | 0,07  | 55-<70 |
| III   | 46,746 | 3,790 | 0,08  | 40-<55 |
| IV    | 36,234 | 2,536 | 0,07  | <40    |

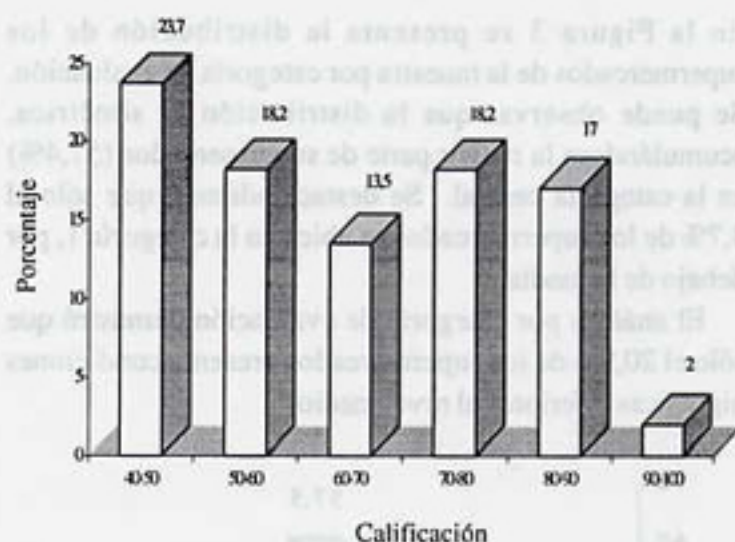
\*D E = Desviación Estándar

\*\*C V = Coeficiente de Variación

\*\*\*CAL = Calificación

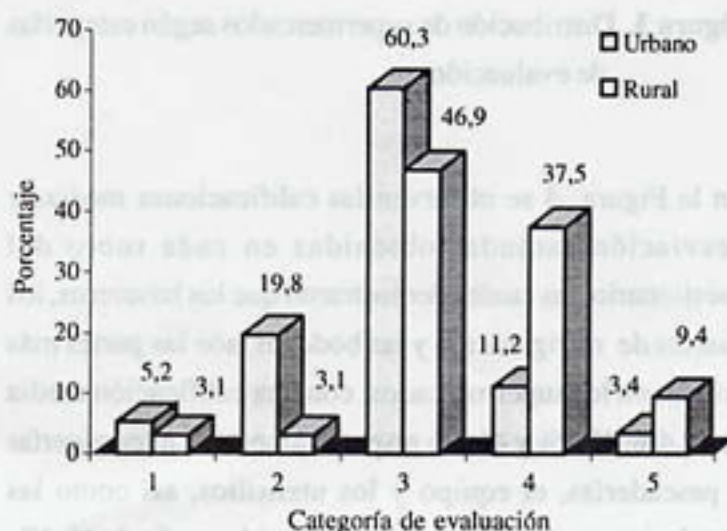
## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se puede notar que menos del 40% de los supermercados alcanzan un puntaje de 70 o más, un 13,5% se encuentra entre 60 y 70 puntos, mientras que una 49,4% presenta menos de 60 puntos. La calificación media obtenida para los supermercados en la muestra es de 61,86 puntos, con una desviación estándar de 16,463. Esto permite calcular límites confiables entre los cuales se encuentra el promedio real de la población de los supermercados, ya que la muestra se seleccionó utilizando un diseño simple al azar. Con un 90% de confianza se puede decir que la calificación media para los supermercados en la población, es un valor que se encuentra entre 59,63 y 64,09, intervalo comprendido en su totalidad en el nivel de tolerancia II (calificación de 55% - < 70%). El puntaje mínimo obtenido en la muestra fue de 32,29 y el máximo de 93,30.



**Figura 1.** Distribución de supermercados según la calificación obtenida

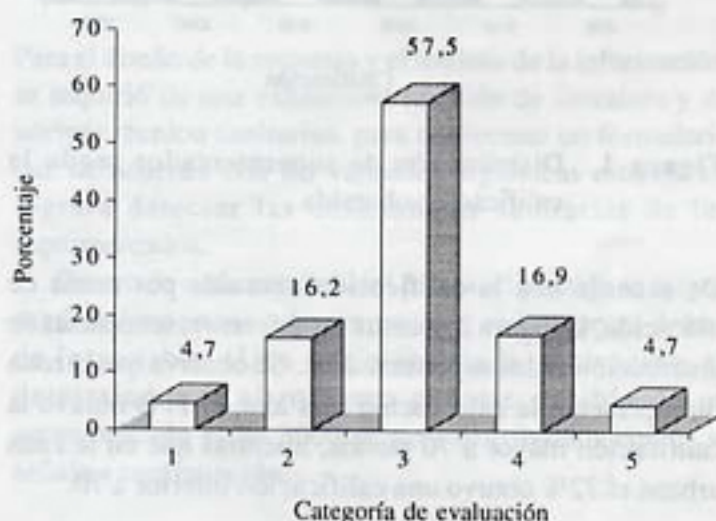
De acuerdo con la calificación obtenida por zonas de ubicación, la Figura 2 muestra las diferentes tendencias de distribución de los supermercados. Se observa que la zona rural presentó la calificación más alta, el 71% obtuvo la calificación mayor a 70 puntos, mientras que en la zona urbana el 72% obtuvo una calificación inferior a 70.



**Figura 2.** Distribución de supermercados según categorías de evaluación y por zona de ubicación

En la Figura 3 se presenta la distribución de los supermercados de la muestra por categoría de evaluación. Se puede observar que la distribución es simétrica, acumulándose la mayor parte de supermercados (57,4%) en la categoría central. Se destaca además, que sólo el 4,7% de los supermercados se ubica en la categoría 1, por debajo de la media.

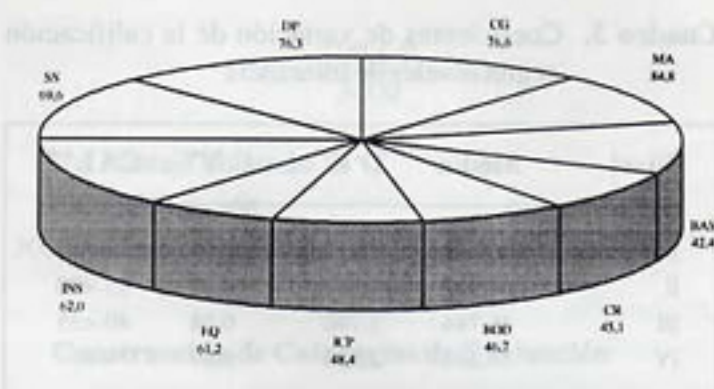
El análisis por categoría de evaluación demostró que sólo el 20,9% de los supermercados presenta condiciones higiénicas inferiores al nivel medio.



**Figura 3.** Distribución de supermercados según categorías de evaluación

En la Figura 4 se observan las calificaciones medias y desviación estándar obtenidas en cada rubro del cuestionario, las cuales demostraron que los basureros, los cuartos de refrigeración y las bodegas, son las partes más críticas en los supermercados, con una calificación media de 42,4%, 45,1% y 46,7% respectivamente. Las carnicerías y pescaderías, el equipo y los utensilios, así como las instalaciones, obtuvieron una calificación media de 48,4%, 61,2% y 62%. De acuerdo con el nivel de tolerancia, estos rubros se ubican en el nivel III.

Los servicios sanitarios, la distribución de productos, las cámaras de congelación de embutidos y quesos y la manipulación de alimentos, obtuvieron un 69,6%, 76,3%, 76,6% y un 84,83%, ubicándose dentro del nivel de tolerancia I.



**Figura 4.** Calificación media obtenida en cada parte de la evaluación

## BIBLIOGRAFIA

- COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. DIVISION DE SANEAMIENTO AMBIENTAL. DEPARTAMENTO DE CONTROL DE ALIMENTOS. 1989. Manual de Inspección de Alimentos. San José.
- FAO/OMS. Comisión del Codex Alimentarius. 1993. Informe de la sexta reunión del Comité Coordinador del Codex para América Latina y el Caribe. Brasilia.
- FAO/OMS. Comisión del Codex Alimentarius. 1991. Informe de la sexta reunión del Comité Coordinador del Codex sobre productos cárnicos. Roma.
- INDA, C.A. 1991. Control total de la Calidad. VII Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos. "Alimentos para la Paz". San José.

---

INTECO, 1992. Normas para la gestión y aseguramiento de la calidad. Serie Inteco - ISO 9000. San José. Tecnología de Costa Rica.

LEÑERO, G. J. 1993. La Filosofía de la Calidad. 1er Simposium Internacional de la Ingeniería Industrial. Tegucigalpa. Universidad Tecnológica Centroamericana.

MINISTERIO DE SALUD. División de Saneamiento Ambiental. Departamento de Control de Alimentos. 1989. Manual de Inspección de Alimentos. San José.

UNIT. 1979. Manual para evaluación del sistema de control de calidad en las empresas. Montevideo, Instituto Uruguayo de Normas Técnicas.