

REVITECA

Revista en
Tecnología
y Ciencia
Alimentaria

Publicación Semestral del Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos * Vol. 1 N° 2 * JULIO/DICIEMBRE 1992

ISSN 1022-0321

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA DESHIDRATACION OSMOTICA DE MANGO

Caracterización y almacenamiento de almíbares residuales de la deshidratación osmótica de piña y papaya

Se realizó una comparación de algunas características físicas y químicas de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica... (ver pág. 1)

Caracterización de la pulpa de banano inmovilizada como fuente de invertasa

En los países productores de banano se desechan anualmente grandes cantidades de esta fruta. Esta investigación se llevó a cabo con el fin de utilizar este desecho como fuente de un sistema enzimático y convertirlo... (ver pág 15)



Evaluación de la tecnología "sous - vide", cocción bajo vacío, aplicada al desarrollo de una conserva de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*)

Se evaluó la aplicación de la tecnología "Sous-Vide" (cocción bajo vacío)... (ver pág.9)

Determinación del nivel de satisfacción del consumidor de gelatina en Costa Rica

El objetivo de este trabajo fue determinar el nivel de satisfacción del consumidor de gelatina en polvo en Costa Rica. El enfoque aplicado contempló la utilización de variables "físicas" y variables "psicológicas"... (ver pág 20)

REVITECA

Revista en Tecnología
y Ciencia Alimentaria

Vol. 1, N° 2 - Julio/Diciembre 1992

Revista Semestral publicada por el Centro de
Investigaciones en Tecnología de Alimentos

Director del CITA
Ing. Luis Fernando Arias M.

Editor
Ricardo Quirós Castro.

Consejo Editorial
Ing. Luis Fernando Arias Molina.
Ing. Fernando Aguilar Villarreal.
Ana Ruth Bonilla Leiva, Ph. D.
Victor Lobo Di Palma, M. Sc.
Juan Manuel Esquivel Kruse, M. Sc.
Lic. Vera García Cortés.

Diseño de Portada
Ricardo Quirós Castro.

Diagramación
Jeanina García Ureña.

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 para canje y suscripciones
Universidad de Costa Rica - Centro de
Investigaciones en Tecnología de Alimentos
REVITECA

San José - Costa Rica
Telex UNICORI 2544
Tels. 25-98-85, 24-8027
53-53-23 ext. 4212-4701
Fax (506) 53-3762

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

Caracterización y almacenamiento de los almíbares
residuales de la deshidratación osmótica de piña
(*Ananas comosus*) y papaya (*Carica papaya*).

Ana María Rodríguez-Sibaja
Ana Cecilia Segreda-Rodríguez 1

Evaluación de la tecnología "sous-vide", cocción bajo
vacío, aplicada al desarrollo de una conserva de
palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*).

Ana Carmela Velázquez-Carrillo
Ruth De La Asunción-Romero 8

Caracterización de la pulpa de banano
(*Musa cavendishi*) inmovilizada como fuente de
invertasa.

Ana Ruth Bonilla-Leiva
Mónica Lois-Martínez 14

Determinación del nivel de satisfacción del
consumidor de gelatina en Costa Rica.

Fernando Aguilar-Villarreal
Carmen Ivankovich-Guillén
Jorge Figueroa-Barquero 19

Efecto de la temperatura en la deshidratación
osmótica de mango.

Ana Lorena Mora-Iglesias
Marta Bustamante-Mora 24

Elaboración de harina de pescado para el
aprovechamiento de la fauna acompañante del
camarón en Costa Rica.

María Alexandra Sancho-Hernández
Carlos Herrera-Ramírez 30

Elaboración y evaluación de un alimento infantil a
partir de pejibaye (*B. gasipaes*).

Adriana Blanco-Metzler
Georgina Gómez-Salas
Marielos Montero-Campos 36

Caracterización y almacenamiento de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica de piña (*Ananas comosus* var Cayena Lisa) y papaya (*Carica papaya* var Solo Sunrise)

Ana María RODRIGUEZ-SIBAJA*, Ana Cecilia SEGREDA-RODRIGUEZ*

ABSTRACT

Characterization and storage of residual syrups from the osmotic dehydration of pineapple (*Ananas comosus* var Cayena Lisa) and papaya (*Carica papaya* var Solo Sunrise).

A comparison of some physical and chemical characteristics of the residual syrups from the osmotic dehydration of pineapple and papaya fruits without any treatment pasteurized (85 °C, 10 min), and with the addition of 0.1% preservative (sodium benzoate for the pineapple syrup and potassium sorbate for the papaya one) was done. Pasteurization of the syrups mainly affects the soluble solids percentage, the total and reducing sugars, while the addition of preservatives has a significant effect on the increment of pH values.

Also, the physicochemical and microbiological behaviour of all the syrups (treated and untreated) was evaluated when stored at temperatures of 5°C and 22°C during two months. The residual syrup from the osmotic dehydration of pineapple can be stored for two months in refrigeration, without change of its characteristics, provided it is prepared and manipulated with good manufacturing practices. It is also possible to store it at room temperature for the same period using pasteurization or adding the preservative. The papaya residual syrup can be kept in refrigeration for two months without any treatment. This product pasteurized and stored at room temperature (22°C) has a 45 days shelf life.

RESUMEN

Se realizó una comparación de algunas características físicas y químicas de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica de papaya y piña sin ningún tratamiento y sometidos a dos procesos diferentes: pasteurización a 85°C por 10 minutos y la adición de 0.1% de preservante (benzoato de sodio para el de piña y sorbato de potasio para el de papaya). La pasteurización del almíbar afecta principalmente el porcentaje de sólidos solubles, de azúcares totales y reductores, mientras que la adición de preservante tiene un efecto significativo al incrementar los valores de pH.

Además, se efectuó un estudio del comportamiento físico-químico y microbiológico de todos los almíbares (con y sin tratamientos) siendo almacenados a las temperaturas de 5°C y 22°C durante dos meses. El almíbar residual de la deshidratación osmótica de piña, elaborado y manipulado con buenas prácticas de higiene, se puede almacenar durante dos meses a temperatura de refrigeración sin que se presenten modificaciones en sus características. A temperatura ambiente es posible almacenarlo por ese mismo período si se aplica una pasteurización o con la adición del preservante. El almíbar de papaya puede mantenerse en refrigeración sin ningún tratamiento durante dos meses. El producto pasteurizado y almacenado a temperatura ambiente (22°C) tiene una vida útil de 45 días.

INTRODUCCION

Recientemente se ha dado mucha importancia a la investigación sobre deshidratación de frutas tropicales utilizando el método mixto: ósmosis y secado con aire caliente tal y como lo han destacado algunos autores como Bolin (1983), Guennegues (1986), Bustamante y Kopper (1991), entre otros.

El proceso, en el nivel de planta piloto, para la deshidratación osmótica de papaya y piña, requiere de 4 kilos de almíbar por cada kilo de trozos preparados para deshidratar; en otras palabras, para obtener un kilo de producto seco se requieren aproximadamente entre 15 y 25 litros de almíbar (que contiene de 60 a 70% de azúcares), el cual solo en algunos casos puede ser reutilizado (Kopper, 1990). El costo de este almíbar es muy alto y equivale principalmente al costo de la cantidad de azúcar granulada necesaria para su elaboración.

* Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos.

Sobre la reutilización del almíbar en el proceso de deshidratación existen pocos estudios. Se reporta que en algunos casos es posible reutilizarlo hasta un máximo de cuatro o cinco veces siempre y cuando se efectúe una reconcentración del sirope antes de volverlo a usar, no obstante, este procedimiento deteriora la calidad del sirope y del producto deshidratado, por lo cual en muchas ocasiones no es recomendable (Bolin, *et al.*, 1983).

Los almíbares residuales presentan características muy diferentes en relación al almíbar original, esto debido a que en el proceso osmótico ocurren muchos fenómenos que los alteran. Algunos de los cambios que se observan son la dilución del almíbar (para el caso de piña y papaya deshidratadas en el Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos -CITA-, el almíbar inicial es de 70°Brix y el residual es de aproximadamente 60 a 64°Brix), acidificación, inversión de la sacarosa, cambio de color, adquisición de aromas y sabores y en la mayoría de los casos quedan suspendidas en él gran cantidad de partículas de fruta (Kopper,1990), así como sales minerales, vitaminas, ácidos orgánicos y otros componentes de las mismas (Guenengues, 1986). Cada fruta imparte a su almíbar características propias, y es por esta razón que los almíbares de cada una de ellas son diferentes. Por ejemplo, el almíbar residual de piña es más ácido, el de banano presenta aromas fuertes típicos de la fruta, el de papaya y de mango adquieren una coloración rojiza, etc. (Kopper, 1990).

Todas las características citadas anteriormente hacen de este almíbar un subproducto que puede ser aprovechado en la industria alimentaria. Algunos de los posibles usos de estos almíbares son en procesos como fermentación, además pueden servir como líquido de gobierno en conservas o enlatados en la elaboración de helados y productos lácteos, en confitería para elaborar caramelos, gomas, cajetas, etc. (Kopper, 1990; Ponting, 1966). En conjunto con los recortes de la fruta (trozos que por su tamaño o forma no se utilizan) del proceso de deshidratación, los almíbares pueden ser empleados en la elaboración de mermeladas, rellenos, siropes, coberturas, jaleas y otros subproductos (Kopper,1990).

El objetivo principal de este estudio es realizar la caracterización química, física y microbiológica, así como el estudio de la estabilidad durante el almacenamiento del almíbar residual de la deshidratación osmótica de papaya y piña.

MATERIALES Y METODOS

Los almíbares provinieron de la deshidratación osmótica de papaya y piña obtenidos según el proceso descrito en la Figura 1. La única diferencia entre los procesos de ambas frutas fue la temperatura de la solución osmótica (80°C para la piña y 70°C para la papaya) y el tiempo que permanecieron las frutas sumergidas en ella ya que éste finalizó cuando la fruta llegó a tener un contenido de sólidos solubles equivalente a 30°Brix.

Análisis químicos

Sólidos solubles: No.22.024 AOAC (1970), Acidez: No.10.034 AOAC (1970) y pH: No.10.035 AOAC (1970). Azúcares totales y reductores: se realizó espectrofotométricamente, empleando la enzima glucosaoxidasa (Laboratorios Tico Lab S.A.).

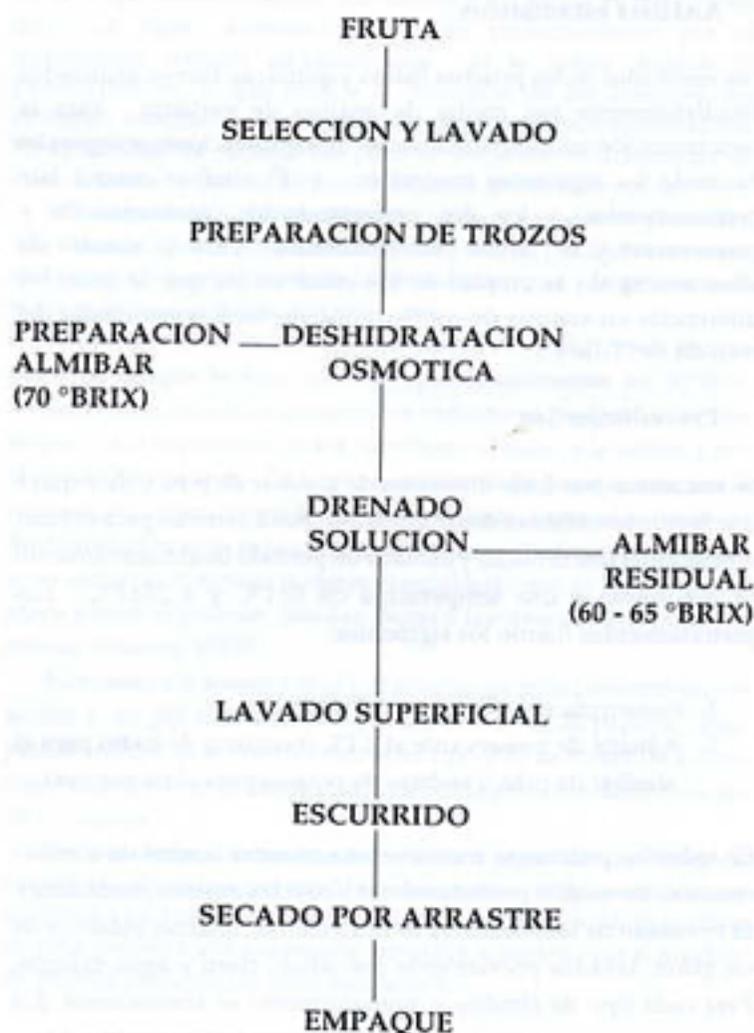


Figura 1. Diagrama de flujo de la deshidratación osmótica de papaya y piña.

Análisis físicos

Densidad: se utilizó un medidor de grados Baumé y se efectuó la conversión a densidad por medio de la fórmula que se indica en este mismo equipo. Color: la medida se hizo de acuerdo con la escala de Munsell (Nickerson, 1958).

Análisis microbiológicos

Recuento total de hongos y levaduras: se utilizó el método No. 16.41 descrito en el Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (American Public Health Association, 1976).

Análisis estadísticos

Los resultados de las pruebas físicas y químicas fueron analizados estadísticamente por medio de análisis de varianza. Para la caracterización inicial se utilizó un set de comparaciones ortogonales haciendo los siguientes contrastes: a- El almíbar control (sin pretratamientos) y los dos pretratamientos (pasteurización y preservante) y b- entre pretratamientos. Para el estudio de almacenamiento se empleó en los casos en los que se encontró diferencias un análisis de comparación de medias por medio del método de "Tukey".

Procedimientos

Se analizaron tres lotes diferentes de almíbar de piña y de papaya que fueron sometidos a dos pretratamientos diferentes para evaluar el comportamiento inicial y durante un período de almacenamiento de dos meses a una temperatura de $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ y a $23\pm 1^{\circ}\text{C}$. Los pretratamientos fueron los siguientes:

- 1- Pasteurización a 85°C por 10 minutos.
- 2- Adición de preservante al 0.1% (benzoato de sodio para el almíbar de piña y sorbato de potasio para el de papaya).

En todas las pruebas se mantuvo una muestra control de almíbar residual, sin ningún pretratamiento y bajo las mismas condiciones. El envasado de los almíbares se realizó en recipientes plásticos de un galón, lavados previamente con jabón, cloro y agua caliente. Para cada tipo de almíbar y pretratamiento se almacenaron dos recipientes a temperatura ambiente y dos en refrigeración.

Todos los análisis químicos y físicos fueron realizados a los almíbares recién obtenidos y cada mes de almacenamiento hasta completar los dos meses. Las pruebas se realizaron por triplicado.

La caracterización microbiológica se inició inmediatamente después de que se obtuvo el almíbar y cada 15 días durante el almacenamiento para evaluar el crecimiento de hongos y levaduras. Este estudio microbiológico se realizó únicamente a dos lotes de almíbar residual de cada una de las frutas con los diversos pretratamientos y manteniendo siempre el control.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización de los almíbares.

Los almíbares residuales de la deshidratación osmótica presentaron partículas propias de la fruta que fue deshidratada en ellos. Estas partículas, inicialmente en suspensión, provocaron un precipitado en el fondo del recipiente que los contenía. Además, cada uno de los almíbares adquirió una coloración característica de la fruta que fue sumergida en ellos. Para el caso del almíbar de piña la coloración fue amarilla (2.5Y 8/10 en escala Munsell) y en el de papaya el color fue anaranjado (10YR 6/10 en escala Munsell).

Las características químicas y físicas de los almíbares de piña se describen en el Cuadro 1.

Se utilizó el benzoato de sodio como preservante en el almíbar residual de piña debido a que es efectivo contra el crecimiento de hongos y levaduras (principales microorganismos que pueden crecer en estas soluciones), y su efectividad es óptima entre pH 2.5 y 4 (Owen, 1949).

La aplicación de una pasteurización o la adición de preservante en el almíbar residual de piña no significa una modificación en cuanto a los sólidos solubles de éstos. Para el almíbar de esta fruta, se encontraron diferencias al 5% de significancia entre los tres tratamientos en cuanto a acidez y pH. La mayor diferencia se da en este último parámetro para el almíbar que contiene preservante, en el que se observa un aumento significativo en el pH y una disminución en la acidez.

Cuadro 1. Caracterización física y química del almíbar de piña con diferentes tratamientos.

	ALMIBAR DE PIÑA		
	CONTROL	PASTEURIZADO	CON PRESERVANTE
SOLIDOS SOLUBLES ($^{\circ}\text{BRIX}$)	62.30	62.80	62.60
ACIDEZ (% AC. CITRICO)	0.086	0.082	0.077
pH	3.78	3.81	4.22
AZ.TOTALES (%P/P)	57.38	58.07	57.50
AZ. REDUCTORES (%P/P)	5.08	5.48	5.12
DENSIDAD (g/ml)	1.30	1.30	1.30
COLOR	2.5Y 8/10	2.5Y 8/10	2.5Y 8/10

En cuanto al contenido de azúcares totales y reductores, no se encontraron diferencias significativas entre la muestra control y la que contiene preservante. Sin embargo hay diferencias entre estos almibares y el pasteurizado, lo que se debe posiblemente al efecto del tratamiento térmico al que se somete, que provoca una concentración de los azúcares totales por evaporación. El almibar pasteurizado presentó un mayor contenido de azúcares reductores, lo cual pudo darse como consecuencia del tratamiento térmico y la acidez de éste que hicieron que la sacarosa se hidrolizara. En cuanto a la densidad y el color no se encontraron diferencias significativas entre los almibares de piña con diferentes tratamientos.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos de la caracterización física y química del almibar de papaya con diferentes tratamientos.

Cuadro 2. Caracterización química y física del almibar de papaya con diferentes tratamientos.

	ALMIBAR DE PAPAYA		
	CONTROL	PASTEURIZADO	CON PRESERVANTE
SOLIDOS SOLUBLES (°BRIX)	61.50	62.30	61.50
ACIDEZ (% AC. CITRICO)	0.013	0.013	0.011
PH	5.65	5.64	5.74
AZ.TOTALES (%P/P)	56.66	57.34	56.55
AZ. REDUCTORES (%P/P)	15.51	15.84	15.51
DENSIDAD (g/mL)	1.30	1.30	1.30
COLOR	10YR 6/10	10YR 6/10	10YR 6/10

Se utilizó para este almibar sorbato de potasio como preservante puesto que su ámbito de acción óptimo se presenta con valores de pH inferiores a 6 (Owen, 1949).

Evaluando la característica de sólidos solubles, se encontraron diferencias significativas (5%) de la muestra pasteurizada con la

muestra control y con la que contiene preservante. Lo anterior se puede deber a que el pasteurizado aumenta sus sólidos solubles por la evaporación de agua que se da durante el calentamiento. No hay diferencias significativas con respecto a la acidez.

Los azúcares totales variaron en la muestra que fue pasteurizada, al igual que en los almibares de piña, debido posiblemente al efecto de la evaporación de agua. En cuanto a los azúcares reductores, hubo un ligero aumento provocado probablemente por el tratamiento térmico adicional que se le aplica durante la pasteurización, lo que facilita la inversión de los azúcares; sin embargo, estadísticamente estas diferencias no fueron significativas. En el almibar de papaya tampoco se presentaron diferencias en cuanto a color y densidad para los tratamientos ensayados.

Al comparar los dos almibares, se observa que estos presentan una cantidad de sólidos solubles similar debido posiblemente a que en la deshidratación osmótica la pérdida de agua y la ganancia de sólidos de las dos frutas son similares.

El tiempo de resistencia de las frutas en el almibar varía porque depende de que la fruta alcance aproximadamente los 30°Brix. Debido a esta situación los azúcares reductores pueden variar con respecto a la exposición de los almibares al calor, a la acidez y por efecto de las enzimas. En lo que se refiere al de papaya, éste sufrió una mayor inversión probablemente debido a que el proceso de deshidratación dura más ya que la papaya contiene invertasas, que si no se logran inactivar durante el escaldado que se le aplica en la etapa previa al proceso, pueden llegar a favorecer la inversión del azúcar (Harvey, 1979).

En cuanto a la acidez y al pH, el almibar de piña presentó mayor acidez y un pH más bajo comparado con el de la papaya. Esto podría indicar que, efectivamente, el tipo y la cantidad de ácidos orgánicos que migran hacia el almibar en la piña, son distintos a los de la papaya.

No existieron diferencias entre ambos tipos de almibares en cuanto a la densidad, pero sí las hubo en el color de las soluciones osmóticas, tal y como se mencionó anteriormente, ya que el almibar de piña presenta una coloración amarilla, mientras que el almibar de papaya presenta un color anaranjado.

Almacenamiento de los almibares

Análisis microbiológicos

El almibar de piña no presentó crecimiento de hongos o levaduras durante dos meses después de su obtención almacenado en refrigeración (5°C). La pasteurización y la adición de preservante permitió mantenerlo por ese mismo período a temperatura ambiente. El almibar sin ningún tipo de tratamiento y almacenado a temperatura ambiente, presentó una vida útil de 1 mes (Figura 2).

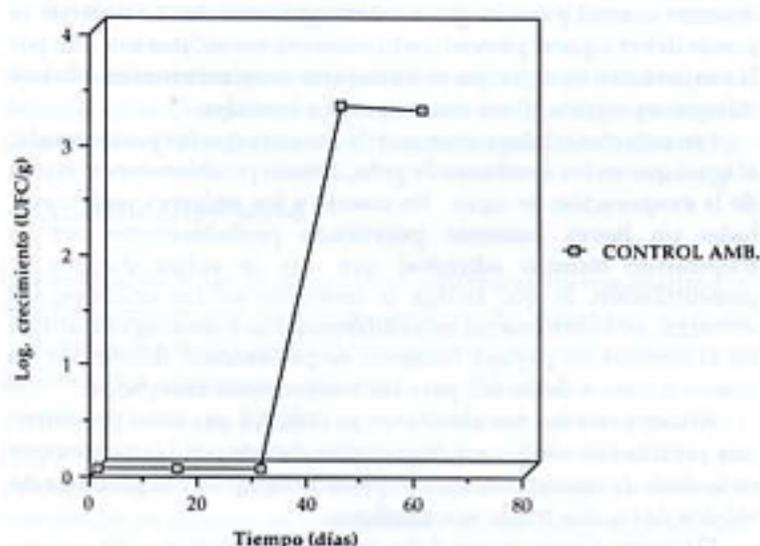


Figura 2. Crecimiento de hongos y levaduras en el almíbar de piña control almacenado a temperatura ambiente

El almíbar de papaya, al igual que el de piña, fue estable en refrigeración durante un período de dos meses, sin necesidad de aplicarle ningún tratamiento adicional.

Por el contrario, a temperatura ambiente y sin tratamientos el almíbar de papaya presentó crecimiento de microorganismos. Si se pasteuriza y se almacena a temperatura ambiente, es posible observar al cabo de un mes y medio el crecimiento microbiano (Figura 3).

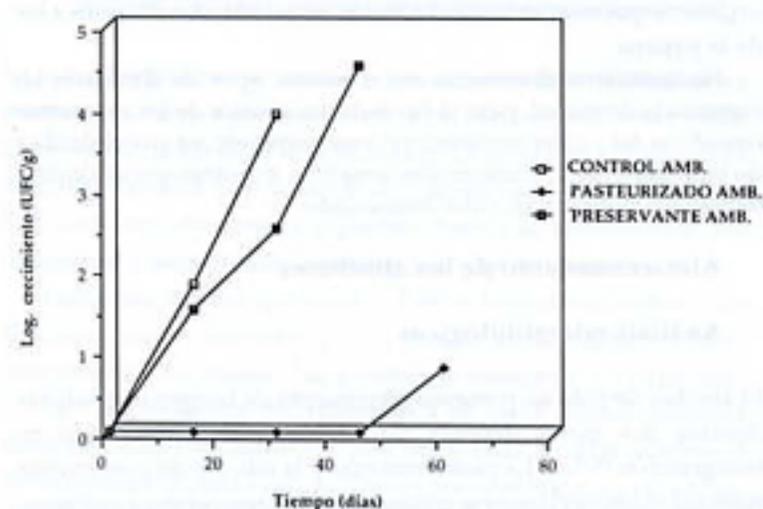


Figura 3. Crecimiento de hongos y levaduras en el almíbar de papaya sometido a diferentes tratamientos y almacenado a temperatura ambiente

Con la adición de 0.1% de sorbato de potasio no fue posible impedir el crecimiento a temperatura ambiente, lo cual indica que este tipo de preservante, en la cantidad adicionada, no fue efectivo para prolongar la vida útil del almíbar de papaya puesto que desde los primeros días de almacenamiento ya cuenta con la presencia de hongos y levaduras (Figura 3). Tal vez sea necesario el uso de otro preservante en conjunto con el sorbato de potasio para que el efecto sinérgico ayude a evitar el crecimiento microbiano.

La diferencia en el pH de los almíbares es uno de los factores que pudieron incidir en el crecimiento de los microorganismos debido a que es mayor en el almíbar de papaya (pH de 5.6 aproximadamente).

Caracterización química y física de los almíbares durante el almacenamiento.

El almíbar de piña (control y con pretratamientos) que fue almacenado en refrigeración no presentó diferencias al 5% de significancia para ninguna de las características físicas y químicas durante los dos meses del estudio. Este mismo comportamiento se evidenció en el almíbar de piña pasteurizado y en aquel al que se le adicionó preservante durante su almacenamiento a temperatura ambiente (22-24 °C).

El almíbar de piña control mantenido a temperatura ambiente presentó diferencias significativas al 5% después del primer mes de almacenado. Los sólidos solubles iniciales y los obtenidos después del período de almacenamiento difieren significativamente. La disminución en estos (de 62.30 a 60.50 °Brix) se puede deber, principalmente, a que este tipo de almíbar presenta crecimiento de microorganismos en ese período y a esa temperatura (Figura 2). Este mismo factor pudo ser el que provocó que disminuyera el pH (de 3.78 a 3.72) y los azúcares totales (de 57.38 a 56.40%) y que se presentara un aumento en la acidez (de 0.086 a 0.092%) y los azúcares reductores (de 5.08 a 7.03%). Este aumento en los azúcares reductores se pudo dar como consecuencia del efecto del metabolismo de los microorganismos capaces de tomar el azúcar (sacarosa) y degradarla a otros compuestos, entre ellos, azúcares más pequeños (Owen, 1949). Esta misma razón explica la disminución en los azúcares totales y el incremento en la acidez. Las únicas características del almíbar de piña control que se mantuvieron sin variar en los dos meses de almacenamiento a temperatura ambiente fueron la densidad y el color. Con respecto al almíbar de papaya, durante su almacenamiento en refrigeración no se presentaron diferencias significativas en las características físicas y químicas del almíbar control y con pretratamientos.

Durante el almacenamiento a temperatura ambiente, todos los almíbares de papaya presentaron desde el primer mes diferencias estadísticas (5% de significancia) en todas las características (excepto en la densidad y color) tal y como se puede observar en las Figuras de la 4 a la 8. Las tendencias de variación durante el almacenamiento

de los almíbares de papaya pasteurizados y con preservante a temperatura ambiente fueron similares a las tendencias encontradas para el almíbar de papaya control. Hay un descenso en los sólidos solubles, azúcares totales y pH y un incremento en la acidez y azúcares reductores.

Al igual que con el almíbar de piña, lo anterior se puede relacionar con el crecimiento de hongos y levaduras, los cuales metabolizan los azúcares y producen así las variaciones, y también puede ser relacionado con la concentración e inversión de azúcares por la aplicación de calor y la consiguiente evaporación durante la pasteurización.

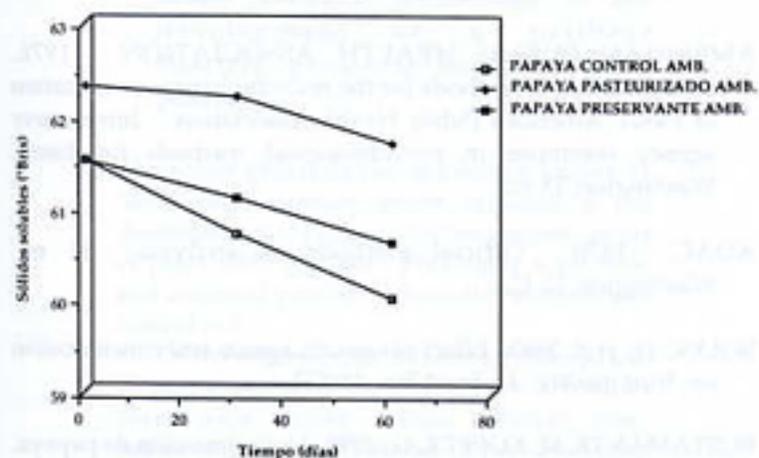


Figura 4. Variación de los sólidos solubles en el almíbar de papaya durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

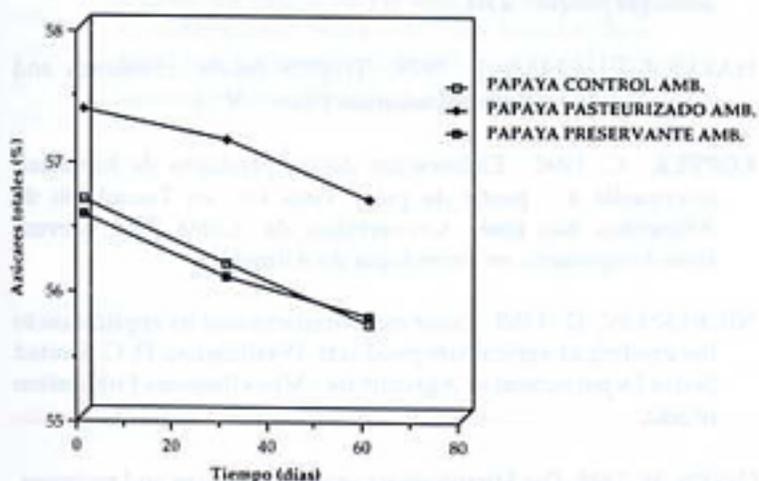


Figura 5. Variación en la cantidad de azúcares totales durante el almacenamiento del almíbar de papaya a temperatura ambiente.

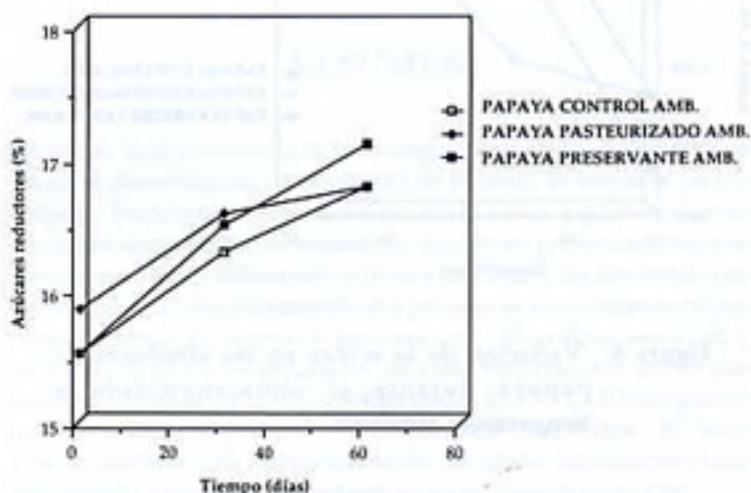


Figura 6. Variación de los azúcares reductores del almíbar de papaya durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

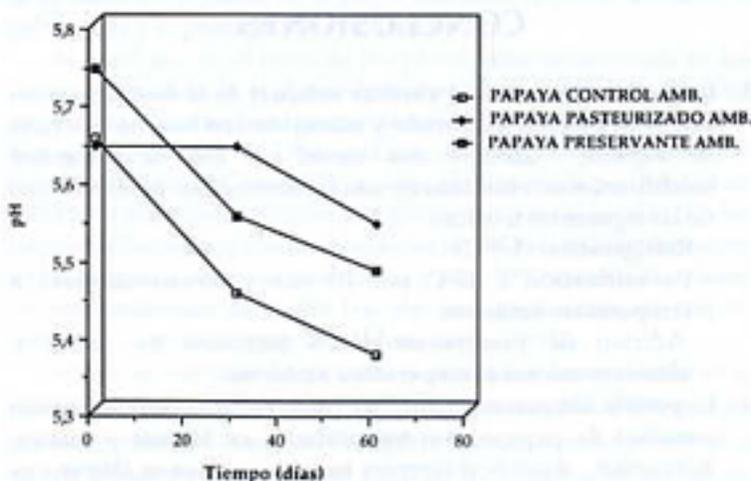


Figura 7. Variación en el pH de los almíbares de papaya durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

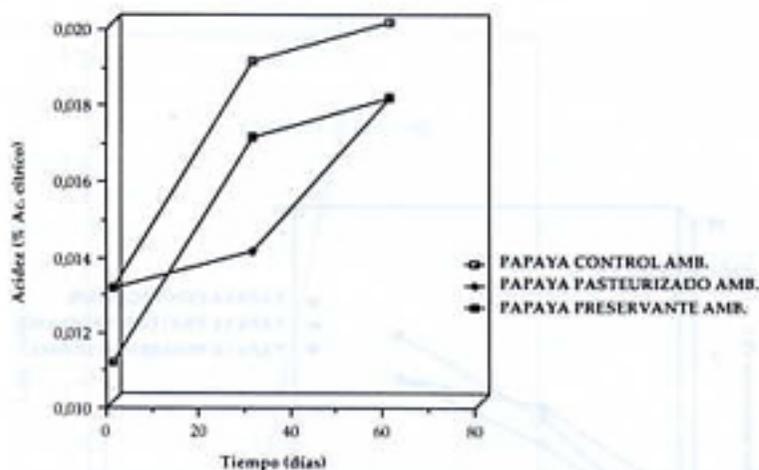


Figura 8. Variación de la acidez en los almíbares de papaya durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

Comparando las variaciones de las características físicas y químicas de los almíbares de piña y de papaya, se tiene que en refrigeración no se presentan cambios durante el tiempo de almacenamiento estudiado, mientras que a temperatura ambiente, las tendencias de variación son similares en aquellos almíbares que no han sido sometidos a ningún tratamiento (controles), puesto que la pasteurización y la adición de preservante provocó resultados diferentes en ambos almíbares.

CONCLUSIONES

- Es posible almacenar el almíbar residual de la deshidratación osmótica de piña, elaborado y manejado con buenas prácticas de higiene, durante dos meses sin que se presenten modificaciones o cambios en sus características, mediante uno de las siguientes técnicas:
 - Refrigeración (5-6°C)
 - Pasteurización a 85°C por 10 min y almacenamiento a temperatura ambiente.
 - Adición de preservante (0.1% benzoato de sodio) y almacenamiento a temperatura ambiente
- Es posible almacenar el almíbar residual de la deshidratación osmótica de papaya, con los cuidados en higiene y manejo adecuados, durante diferentes tiempos sin que se alteren sus características, utilizando alguna de las siguientes técnicas:
 - Refrigeración (5-6°C). Duración dos meses.
 - Pasteurización a 85°C por 10 min, almacenamiento temperatura ambiente. Duración 1 mes y medio.

- El crecimiento microbiológico que se da en los almíbares residuales de la deshidratación osmótica genera cambios en sus características físicas y químicas.
- La pasteurización de los almíbares residuales de la deshidratación osmótica de frutas afecta algunas características tales como el aumento en la cantidad de sólidos solubles y azúcares reductores. Y al añadir preservante se observó un aumento en los valores de pH.

BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1976. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association. Intersociety agency committee in microbiological methods for foods. Washington, D. C.
- AOAC. 1970. Official methods of analysis. 11 ed. Washington, D. C.
- BOLIN, H; *et al.* 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.
- GUENEGUES, P. 1986. La deshidratación osmótica. Revue Bibliographique. s.n.t.
- HARVEY, T.; CHAN, J. 1979. Tropical foods: chemistry and nutrition. New York, Academic Press. V. 1.
- KOPPER, G. 1990. Elaboración de un producto de humedad intermedia a partir de piña. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. San José. Universidad de Costa Rica, Carrera Interdisciplinaria en Tecnología de Alimentos.
- NICKERSON, D. 1958. Color measurement and its application to the grading of agriculture products. Washington, D. C. United States Department of Agriculture. Miscellaneous Publication n° 580.
- OWEN, W. 1949. The Microbiology of sugars, syrups and molasses. Burges, Minnesota.
- PONTING, J. *et al.* 1966. Osmotic dehydration of fruits. Food Technol. 20(10): 125.

Evaluación de la tecnología "sous-vide", cocción bajo vacío, aplicada al desarrollo de una conserva de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*)

Ana Carmela VELAZQUEZ-CARRILLO*, Ruth DE LA ASUNCION-ROMERO*

ABSTRACT

Evaluation of "sous-vide" (cooked under vacuum) technology in the development of a pejibaye (*Bactris gasipaes*) heart of palm preserve

This study evaluates the technology known as "sous vide" (cooked under vacuum) in the development of pejibaye *Bactris gasipaes* heart of palm (HP) product. Previously a physical and chemical profile of three HP sections was carried out.

Different presentations were considered and 15 cm industrial HP pieces and 1 cm internodes slices were chosen. Four different time-temperature combinations were evaluated during the process development. Sensory and microbiological analysis of the products obtained from these treatments indicated that the most appropriate thermal conditions were 96°C/20 min for the industrial HP and 96°C/15 min for the internodes. "Sous vide" was found to be a good way to preserve the fresh quality of HP in a product with acceptable sensory characteristics.

RESUMEN

Se evaluó la aplicación de la tecnología "sous-vide" (cocción bajo vacío) al desarrollo de un producto de palmito de pejibaye *Bactris gasipaes*. Inicialmente se elaboró un perfil físico y químico de tres secciones del palmito. Se evaluaron diferentes presentaciones y se escogió el palmito industrial en trozos de 15 cm y los internudos en rodajas de 1 cm. En el desarrollo del proceso se consideraron cuatro combinaciones de tiempo y temperatura. El análisis sensorial y microbiológico de los productos de estos tratamientos indicó que las condiciones de proceso más adecuadas son 96°C/20 min para el palmito industrial y 96°C/15 min para los internudos. El "sous vide" constituye una buena forma de conservar las características del palmito fresco en un producto sensorialmente aceptable.

INTRODUCCION

El pejibaye es una palma originaria de las regiones del trópico húmedo americano, en las que continúa presentando una amplia distribución geográfica que abarca desde Honduras hasta Bolivia (Mora-Urpí *et al.*, 1982). En general, se denomina palmito al ápice tierno del tallo y a las hojas embrionarias de las palmas. Entre éstas se encuentran la palma de coyol, el cocotero, la palma africana, la palma real y el pejibaye (Araya, 1986).

Al igual que en el resto de los países latinoamericanos, en los cuales ha existido la explotación del palmito, Costa Rica practicó por muchas décadas la extracción incontrolada de palmas silvestres. Fue sólo alrededor de 1960, cuando investigadores del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas plantearon la posibilidad de establecer cultivos racionales y organizados para la producción de palmito utilizando pejibaye. Alrededor de 1974 se inicia la plantación de los primeros cultivos comerciales, y para 1990 se había alcanzado un área cultivada de 2 900 Ha con una producción de casi 10 millones de palmitos por año (Mora-Urpí, 1991b).

Si bien las ventajas de un cultivo racional se han reflejado en la oferta costarricense de una conserva de calidad, existe el temor de que ello no sea suficiente para asegurar la absorción del incremento en los plantíos nacionales, en especial de aquellos en manos de pequeños y medianos agricultores. De ahí la necesidad de mantener una rigurosa vigilancia sobre la calidad de la conserva tradicional y, en especial, intentar la introducción de un nuevo concepto de conserva en los mercados internacionales.

* Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos.

Dentro de las opciones tecnológicas conocidas, se consideró oportuno intentar la adaptación del proceso de cocción a vacío, conocido como "sous vide". Este proceso fue promovido por un francés, Georges Pralus, al principio de los años 80 (McHenry, 1990), y consiste en colocar un alimento crudo o precocido en bolsas plásticas y sellarlo al vacío; estas bolsas se someten a un tratamiento térmico con calor húmedo (vapor o agua caliente) y luego se enfrían rápidamente para ser almacenadas a una temperatura inferior a 3,0 °C. Esta tecnología conserva las características sensoriales de los alimentos y además permite ofrecer un producto libre de preservantes. A continuación se presentan los resultados preliminares de la aplicación del "sous vide" al desarrollo de una conserva de palmito de pejíbaye.

METODOLOGIA

1. Palmito

Se trabajó con dos muestras de 10 palmitos de pejíbaye *Bactris gasipaes* cultivar Utilis Tucurrique, procedente de las plantaciones que la Corporación Bananera Nacional (CORBANA) posee en el cantón de Pococí, provincia de Limón. Las muestras fueron evaluadas inmediatamente después de la corta, en el Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA), en San José, donde se realizaron la totalidad de las pruebas y controles. En cada muestra se evaluó la composición química de la porción comestible (Figura 1), mediante análisis por triplicado de: humedad por calentamiento con vacío, materia grasa por extracción con éter, fibra cruda, cenizas y proteína según los métodos del AOAC. (1980), azúcares reductores y totales según el método de Nelson-Somogyi (Southgate, 1976); y el ácido ascórbico por el método de Loeffler-Ponting (Cox, 1962).

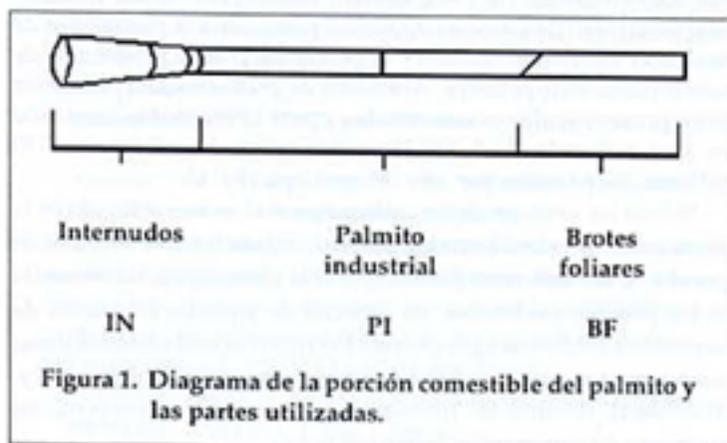


Figura 1. Diagrama de la porción comestible del palmito y las partes utilizadas.

2. Presentación

Forma: El palmito industrial (PI) se cortó en trozos cilíndricos de 15 cm de longitud; los internudos suaves (IS), del primero al tercero, se trocearon en dos formas: cuartos longitudinales y rodajas transversales de 1 cm de grosor; los brotes foliares (BF) en tres formas: trozos cilíndricos de 15 cm y de 5 cm de longitud y picado de 1 cm.

Empaque: En todos los casos se compararon cuatro tipos de material de empaque: polietileno de alta densidad, polipropileno, PA-PE-EVA (Poliamida; polietileno; acetato-etilén-vinil) y PE-Mylar-Sarán.

3. Proceso

Diagrama de proceso: Se hicieron pruebas preliminares para definir el diagrama, considerando los requerimientos de elaboración del sistema "sous-vide" y adaptándolo a las posibilidades de la planta piloto del CITA.

Proceso térmico: Se utilizó la información de la norma francesa, que establece un tratamiento térmico equivalente mínimo de 1 000 min a 70 °C (Beaufort y Rosset, 1989) para obtener un producto con una vida de 42 días de almacenamiento a una temperatura inferior a 3,3 °C y evitar así la posible generación de la toxina botulínica (Sumner, 1990). Para asegurar que los tratamientos experimentales cumplieran con el mínimo establecido por la norma, se aplicó el método general para la determinación de procesos térmicos, según lo describe Charm (1971). Se empleó un termorregistrador Electronic Controls Design modelo 5100, con termopares de cobre-constatán colocados en el centro del palmito de la bolsa sellada al vacío, se hizo un agujero en la bolsa y se selló con una resina para evitar la pérdida de vacío durante el proceso. El tiempo de tratamiento a la temperatura de ebullición del agua en San José (96 °C), se calculó mediante la ecuación general:

$$t_{ref} = t * \text{antilog} ((T - T_{ref}) / z) \quad (1)$$

- t_{ref} : tratamiento térmico equivalente
- T_{ref} : temperatura de referencia correspondiente a t_{ref}
- t : tiempo de tratamiento
- T : temperatura en el centro del empaque
- z : incremento de temperatura necesario para una disminución del 90% en el tiempo de reducción decimal (Frazier, 1978).

Análisis sensorial: Las diferentes presentaciones de las tres secciones fueron comparadas mediante una evaluación informal en un grupo de 10 panelistas. Una vez definida la mejor presentación se consideraron los diferentes tratamientos térmicos y se evaluó la

dureza con una escala de categoría de tipo no estructurado, considerando el agrado con una escala hedónica de 150 puntos. Para el PI se evaluó la dureza usando un texturómetro Instrom, modelo 1000, en una prueba de penetración con aguja de 5 mm de diámetro y trozos de 2,5 cm de diámetro; además se evaluó la textura y su agrado en el panel. Para los IS se evaluó la fibrosidad, textura y agrado de la misma en el panel, pues la muestra no era apta para ser evaluada con el Instrom. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza.

Análisis microbiológicos: Se analizaron las muestras obtenidas mediante diferentes tratamientos considerando: recuento total de aerobios-mesófilos, coliformes totales y fecales. En algunos casos se efectuó recuento total de psicrófilos y recuento total de esporas termófilas, considerando que las condiciones de proceso y almacenamiento podrían permitir el crecimiento de este tipo de microorganismos (Mossel y Thomas, 1988). En todos los análisis se utilizaron las técnicas estándar del ICMSF (1978).

RESULTADOS

1. Palmito

Cuadro 1. Composición química promedio de la porción total comestible, con su respectiva incertidumbre.

CARACTERISTICA	CONTENIDO
Humedad (%)	89,33 ± 0,01
Materia grasa, (%)	0,121 ± 0,002
Fibra cruda, (%)	0,81 ± 0,01
Cenizas, (%)	1,021 ± 0,004
Proteína, (%)	2,8 ± 0,1
Az. totales, (%)	1,6 ± 0,1
Az. reductores, (%)	0,8 ± 0,1
Ac. ascórbico, (mg/100g)	10,5 ± 0,1

En el Cuadro 1 se presenta la composición química promedio (análisis proximal) de la materia prima utilizada. Se evaluó de manera conjunta PI, BF e IS, es decir, la porción total comestible. Las características indicadas, especialmente el bajo contenido de grasas y azúcares y el nivel de fibra, parecen atractivos para impulsar campañas de promoción del producto.

Cuadro 2. Rendimiento en peso de las secciones utilizadas con su respectiva incertidumbre.

SECCION	RENDIMIENTO (g / PALMITO)
Brotes Foliare	43,04 ± 0,02
Palmito Industrial	166,74 ± 0,02
Internudos Suaves	258,48 ± 0,02
Peso promedio palmito entero	1 919 ± 100
Porción total comestible promedio	468,3 ± 0,2

El Cuadro 2 muestra los valores de rendimiento en peso de las tres secciones consideradas en este estudio. El rendimiento de los IS es 55 % mayor que el valor del PI, por lo que es importante el desarrollo de productos que permitan nuevas formas de industrialización para este material, que actualmente se usa en conservas de categoría inferior o bien se desecha.

2. Presentación

Forma: De acuerdo con los resultados que se muestran en el Cuadro 3 se definió PI en trozos de 15 cm de largo. Este tamaño se eligió principalmente por las dimensiones de las bolsas disponibles y para respetar las dimensiones utilizadas en los productos tipo "sous vide" comercializados en la actualidad. Sin embargo, considerando que la longitud promedio del PI es de 25 cm (De la Asunción, 1992), sería más conveniente utilizar trozos más cortos para aprovechar en una forma integral la sección de alta calidad.

Cuadro 3. Evaluación de las diferentes presentaciones para cada sección.

SECCION	PRESENTACION	OBSERVACIONES
Palmito industrial	trozos cilíndricos largo 15 cm	Presentación convencional aceptable
Internudos suaves	cuartos longitudinales	Fácil acomodo en el empaque No agradó el aspecto Fibrosidad muy perceptible.
	rodajas transversales grosor 1 cm	Fácil acomodo en el empaque Aspecto agradable Fibrosidad menos perceptible.
Brotes foliares	trozos cilíndricos largo 15 cm	Partes desintegradas y partes fibrosas.
	trozos cilíndricos largo 5 cm	Partes desintegradas y partes fibrosas
	picado 1cm	Puré de aspecto desagradable.

Los IS tuvieron una mejor aceptación al ser presentados en rodajas cuyas secciones transversales presentan color más claro y aspecto más uniforme que la superficie de los cuartos longitudinales; además, el corte transversal reduce la longitud de las fibras, y las hace menos perceptibles.

No se encontró una presentación adecuada para BF, pues en todos los casos el producto mostró desintegración y aspecto heterogéneo. Considerando el bajo rendimiento de esta sección (Cuadro 2), se decidió eliminarla del resto del estudio.

Empaque: Se definió el material de empaque de acuerdo con la resistencia térmica de las bolsas llenas con palmito, sellado al vacío, en agua en ebullición (96 °C en San José, Costa Rica) y autoclave (121 °C). El PA-PE-EVA soportó ambas condiciones de tratamiento manteniendo el vacío; el PE-Mylar-Sarán y el PE de alta densidad soportaron únicamente el tratamiento a 96 °C y el resto de los materiales no resistieron ninguno de los tratamientos. Por el bajo costo y la gran disponibilidad del PE de alta densidad, se decidió utilizarlo en las pruebas de esta investigación (bolsas de 20 x15 cm), considerando el uso del PA-PE-EVA para un futuro estudio de almacenamiento, tomando en cuenta que presenta una mayor impermeabilidad a gases (Linacre, 1990).

3. Proceso

Diagrama de proceso: Después de pruebas preliminares se definió el diagrama que se muestra en la Figura 2.

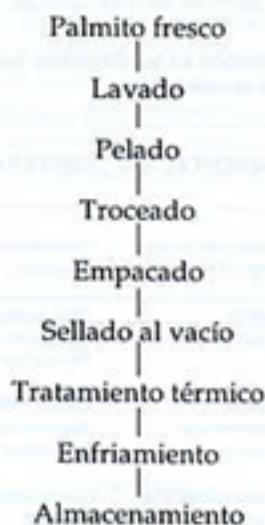


Figura 2. Diagrama de flujo establecido para el procesamiento preliminar del palmito de pejobaye utilizando "sous-vide".

Proceso térmico: El tiempo de tratamiento se calculó sustituyendo en la Ecuación 1 el tratamiento térmico equivalente, temperatura de referencia, temperatura de tratamiento y el valor de z para Cl. botulinum:

$$t = 1000 \cdot \text{antilog} (70 - 96) / 10 = 2,51 \text{ min a } 96 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Por lo tanto, los tratamientos experimentales se establecieron de tal manera que el centro del empaque se mantuviera al menos 2,51 min a 96 °C.

Para el PI se definieron tiempos de tratamiento de 25 min a 90 °C, 35 min a 90 °C, 20 min a 96 °C y 30 min a 96 °C para bolsas con cerca de 300 g de producto (debido a la variabilidad en los diámetros de los trozos). Para los IS se utilizaron tiempos de proceso inferiores (ver Cuadro 5). Se hicieron curvas de penetración de calor de cada tratamiento y se encontró que los tiempos equivalentes sobrepasaban el valor de referencia (2,51 min a 96 °C). Se utilizaron tiempos superiores a los valores de referencia para mejorar las características sensoriales del producto final, principalmente la textura.

Análisis sensorial: Los Cuadros 4 y 5 muestran los resultados del análisis de textura que se realizó para el PI y los IS, de acuerdo con los tratamientos térmicos definidos.

Cuadro 4. Evaluación de la textura del palmito industrial sometido a diferentes tratamientos.

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO			
	90 °C 25 min	90 °C 35 min	96 °C 20 min	96 °C 30 min
Dureza-Instrom* (kg/cm ²)	1,710 ^{ab}	1,775 ^a	1,461 ^{bc}	1,281 ^c
Dureza-Panel	124 ^a	108,7 ^{ab}	94,1 ^b	67,6 ^c
Agrado textura	48,5 ^a	68,6 ^{ab}	91,0 ^b	88,1 ^b

(abc) Los valores en una fila con diferente superíndice son significativamente diferentes (P < 0,01).

(*) Los valores de Dureza-Instrom son promedios de tres repeticiones.

Los valores de dureza del PI (Cuadro 4) obtenidos por promedio del Instrom, indican que los tratamientos realizados a una misma

temperatura no difieren entre sí. En cuanto a la dureza, el panel no halló diferencia entre los tratamientos a 90 °C. La muestra tratada a 96 °C/30 min fue significativamente más suave que todas las demás.

El agrado de la textura es similar en los tratamientos a 96 °C y el de 90 °C/35 min. El de mayor aceptación es el tratamiento a 96 °C/20 min. En la escala utilizada (150 puntos) se considera que un puntaje de 90 es aceptable, y menor de 75 no es aceptable. Por lo tanto sólo los procesos a 96 °C rindieron productos con textura aceptable.

Cuadro 5. Evaluación de la textura de los internudos suaves sometidos a diferentes tratamientos.

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO			
	90 °C 20 min	90 °C 30 min	96 °C 15 min	96 °C 25 min
Fibrosidad	111 ^a	97 ^a	64 ^b	70 ^b
Dureza-Panel	122,5 ^a	94,2 ^b	73,5 ^c	71,8 ^c
Agrado textura	57,7 ^a	83,6 ^b	102,9 ^b	100 ^b

(abc) Los valores en una fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($P < 0,01$).

En cuanto a la fibrosidad de los IS (Cuadro 5) percibida por el panel, no hay diferencia entre los tratamientos a 90 °C. Las muestras tratadas a 90 °C son significativamente más fibrosas que las tratadas a 96 °C. La muestra menos fibrosa es la de 96 °C/15 min.

La dureza en las muestras tratadas a 90 °C es significativamente mayor que en las tratadas a 96 °C. Las muestras a 96 °C no difieren entre sí. La muestra con mayor calificación en agrado es la tratada a 96 °C/15 min, y su puntaje (103) indica que es aceptable. Los resultados del panel señalan el proceso de PI a 96 °C/20 min y el de IS a 96 °C/15 min como los más aceptables. Ambos tratamientos sobrepasan la equivalencia definida para 1000 min a 70 °C.

En la Figura 3 se observa que la dureza disminuye al aumentar la temperatura y el tiempo de tratamiento. Este comportamiento es similar para todas las variables evaluadas sensorialmente que se presentan en los Cuadros 4 y 5.

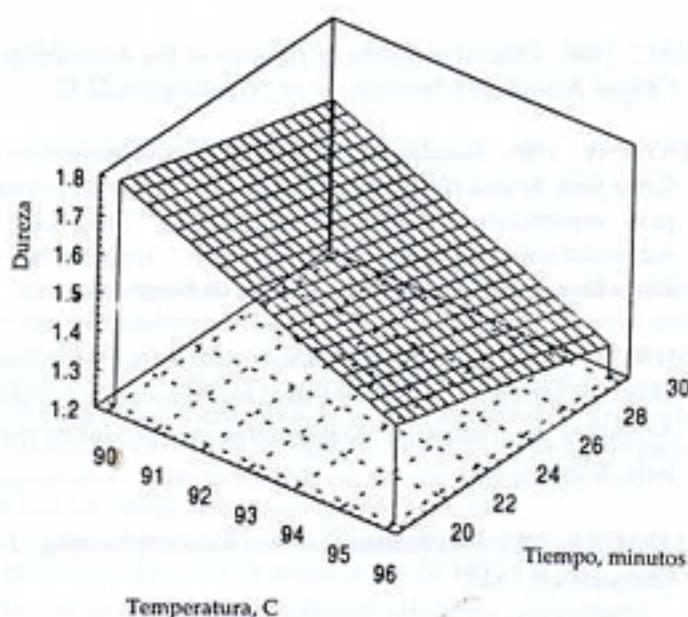


Figura 3: Efecto de la temperatura y el tiempo de tratamiento en la dureza evaluada con el texturómetro Instron

Análisis microbiológicos: Después de completar el estudio de almacenamiento microbiológico de los cuatro tratamientos térmicos utilizados, se obtuvieron cargas totales inferiores a las 10 UFC/g y menos de 3 coliformes totales/g a los 42 días de almacenamiento en refrigeración ($T < 3$ °C). Además, estudios realizados de microorganismos psicrófilos y de esporas termófilas presentaron valores inferiores a las 10 UFC/g después de completar los diferentes procesos evaluados.

Los productos se mantuvieron microbiológicamente estables a los 42 días de almacenamiento, pero presentaron deterioro sensorial principalmente con aparición de tonalidades amarillo-verdosas; considerando que se aplicó un tratamiento térmico suficiente para inactivar enzimas, y que el empaque utilizado tiene cierta permeabilidad al oxígeno, probablemente se trate de un proceso de oscurecimiento no enzimático, por oxidación.

El proceso diseñado para la elaboración de un producto a partir de palmito de peñibaye aplicando la tecnología "sous-vide" constituye una alternativa viable para obtener un producto con características más cercanas al palmito fresco que el sistema tradicional de enlatado.

Es necesario ampliar la investigación sobre la estabilización de las características sensoriales y realizar un estudio de aceptación en el posible mercado meta para definir la textura del producto final.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13 ed. Washington, D. C.
- ARAYA, W. 1986. Estudio de factibilidad para la instalación en Costa Rica de una planta procesadora de palmito de pejibaye para exportación a terceros mercados. Tesis Lic. en Administración de Negocios. San José. Universidad de Costa Rica, Escuela de Administración de Negocios.
- BEAUFORT, A.; ROSSET, R. 1989. Durée de vie des plats cuisines sous vide réfrigérés: adaptation de la réglementation française. Actualités des Industries Alimentaires et Agro-Industrielles Juin: 475-476.
- CHARM, S.E. 1971. The fundamentals of food engineering. 2 ed. Connecticut, AVI.
- COX, H. E.; PEARSON, D. 1962. The chemical analysis of foods. New York, Chemical Pub.
- DE LA ASUNCION, R. 1992. Caracterización química del palmito de pejibaye *Bactris gasipaes*, Kunth, cultivares Utilis-Tucurrique y Putumayo-Yurimaguas. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos. San José. Universidad de Costa Rica, Carrera Interdisciplinaria en Tecnología de Alimentos.
- FRAZIER, W.C.; WESTHOFF, D.C. 1978. Microbiología de los alimentos. 3 ed. Zaragoza, ACRIBIA.
- ICMSF. 1978. Microorganisms in food: their significance and methods of enumeration. 2 ed. Zaragoza, Acribia.
- LINACRE, B. 1990. Sous vide: packaging equipment and films. In Summer, J. ed. Proceedings of a Conference held at clunies Roos House Melbourne, November 14, 1990. Sous vide in Australia. p. 33-38.
- Mc HENRY, M. 1990. Sous vide : overview. In Summer, J. ed. Proceedings of a Conference held at clunies Roos House Melbourne, November 14, 1990. Sous vide in Australia. p. 1-7.
- MORA-URPI, J. et al. 1982. El pejibaye. San José, Banco Nacional de Costa Rica.
- _____. 1991 a. Descriptores de pejibaye. San José, Universidad de Costa Rica. Comunicación Personal.
- _____.; Bonilla, A.; Clement, Ch.; Johnson, D. 1991b. Mercado internacional de palmito y futuro de la explotación salvaje vs. cultivado. San José, Universidad de Costa Rica. Serie Técnica Pejibaye. Bol. Info 3 (1-2):6.
- MOSSEL, D.A.; THOMAS, G. 1988. Sécurité microbiologique des plats préparés réfrigérés: recommandations en matière d'analyse des risques, conception et surveillance du processus de fabrication. Microbiol. Aliment. Nutr. 6:289.
- SOUTHGATE, D.A.T. 1976. Determination of food carbohydrates. Essex, Applied Science.
- SUMNER, J. 1990. Sous vide: microbiological risk assessment. In Summer, J. ed. Proceedings of a conference held at Clunies Ross House, Melbourne, November 14, 1990. Sous vide in Australia. p. 39-50.

Caracterización de la pulpa de banano (*Musa cavendishi*) inmovilizada como fuente de invertasa

Ana Ruth BONILLA-LEIVA*, Mónica LOIS-MARTINEZ*

ABSTRACT

Characterization of the immobilized banana (*Musa cavendishi*) pulp as invertase source

Considerable quantities of bananas go to waste every year in all major banana exporting countries. The purpose of this research was to evaluate the use of low grade banana pulp as a source of a valuable enzymatic system. The activity of the invertase present in the banana pulp immobilized in calcium alginate as beads was studied. There was a 50% hydrolysis, after 6 hours incubation of a 10% sucrose solution with the banana beads. The most efficient ratio beads to sucrose solution was 1:1. The optimum reaction temperature was 40°C and the optimum pH was 4. Substrate inhibition occurred during incubation.

RESUMEN

En los países productores de banano se desechan anualmente grandes cantidades de esta fruta. Esta investigación se llevó a cabo con el fin de utilizar este desecho como fuente de un sistema enzimático y convertirlo así en un producto con alto valor agregado.

Se caracterizó la actividad de la invertasa presente en la pulpa de banano inmovilizada en alginato de calcio en forma de perlas. Después de 6 horas de incubación de una solución de sacarosa al 10% con las perlas se logró un 50% de hidrólisis.

La relación perlas- solución de sacarosa más eficiente fue de 1:1. La temperatura óptima de reacción fue de 40°C y el pH óptimo de 4. Bajo estas condiciones se observó inhibición por sustrato.

INTRODUCCION

La producción de jarabes de azúcares a partir de almidón utilizando enzimas amilolíticas combinadas con D-glucosa isomerasa ha llegado a ser muy atractiva y ha causado gran impacto en la industria azucarera (Combes y Monsan, 1983; Schwartz, 1990; Angokld et al, 1989).

De igual manera, se pueden obtener mezclas de D-glucosa y D-fructosa a partir de sacarosa. En este campo la hidrólisis enzimática con invertasa evita la producción de compuestos de oxidación coloreados, compuestos que son productos secundarios de la reacción de hidrólisis ácida (Combes y Monson, 1983).

La invertasa utilizada en la industria se obtiene de diferentes microorganismos: *Aspergillus niger*, *A. oryzae*, *Saccharomyces cerevisiae*, *pastorianus*, *S. carlsbergensis*. (Reed, 1966).

Ahora bien, la invertasa también se encuentra en tejidos de origen vegetal, tales como en manzanas (Dilley, 1970), papas (Sum, 1980) y bananos (Sum, et al 1980; Glass y Rand, 1982; Gomes et al, 1982, Terra et al, 1983; Bonilla y Rand, 1992).

La presencia de invertasa (E.C. 3.2.1.26B-D fructosido fructohidrolasa) en la pulpa de banano ha sido reconocida por mucho tiempo (Baijal, 1972; Sum, 1980; Gómez et al, 1982, Terra et al, 1983; Glass y Rand, 1982, Bonilla y Rand, 1992). Sin embargo, los

* Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos.

intentos por aislar dicha enzima no han sido muy exitosos. Algunas de las razones para que esto ocurra pueden ser la compleja estructura de la fruta del banano (Sum, 1980) y la presencia de algunos factores que inhiben la actividad enzimática, tales como: taninos, sustancias pécticas y polifenoloxidasas (Sum, 1980; Glass y Rand, 1982). Para evitar dicha inhibición se ha sugerido inmovilizar la pulpa (Glass y Rand, 1992; Bonilla y Rand, 1992).

La invertasa de origen microbiano ha sido inmovilizada en diversas matrices: gelatina, vidrio poroso, resinas de intercambio iónico y alginato (Annesini, 1983, Dhulster, 1983, Ooshima, *et al.* 1980).

A pesar de que existen estudios en los que se ha demostrado la presencia de la invertasa en la pulpa de banano inmovilizada (Glass y Rand, 1982; Bonilla y Rand, 1992) en alginato, esta no se ha caracterizado completamente.

El presente estudio fue diseñado para caracterizar la invertasa presente en la pulpa de banano. Se estudió el efecto que sobre el sistema inmovilizado tienen las siguientes variables: pH, temperatura, relación pulpa inmovilizada vs solución de reacción, tiempo de incubación y concentración del sustrato.

MATERIALES Y METODOS.

Inmovilización de la pulpa de banano

Se calentaron 250 mL de la solución reguladora 0.25 M Tris-HCl pH 7.5 hasta ebullición. Lentamente se agregaron 2g de alginato de sodio y se agitó hasta que se disolvió el alginato. Se colocó en un baño a 37°C.

El banano maduro (*Musa cavendishi*) color amarillo con grado de madurez 6 (Francia, Ministère de Agriculture, 1980) se cortó en rodajas de 5 mm de espesor. Una porción de 50g se agregó a 250 mL de la solución de alginato a 37°C y se mantuvo con agitación por 30 min. Esta mezcla se homogenizó en una licuadora por 2 min. La mezcla se goteó lentamente sobre la solución de CaCl₂ al 10%, preparada en una solución buffer Tris-HCl 0.05M pH 7.5 utilizando una bomba peristáltica con una manguera de 1/16" DI. La pulpa de banano quedó inmovilizada en forma de perlas.

Una vez que se formaron las perlas, estas se mantuvieron en la solución de CaCl₂ al 10% por 16 h a 5°C para que se endurecieran.

Para eliminar los azúcares presentes en la pulpa de banano, las perlas se dejaron dializar por 48 h en una solución buffer Tris-HCl 0.01 M Tris-HCl pH 7.5 a 5°C. Durante el período de diálisis la solución buffer se cambió cada 4 h.

Para determinar que las perlas no tenían azúcares se determinó la concentración de azúcares reductores en el líquido de diálisis

mediante el método colorimétrico Nelson-Smogiy (Southgate, 1976). De la misma manera se prepararon perlas control, excepto que no se utilizó pulpa de banano.

Caracterización de las perlas de banano

Para evitar el crecimiento bacteriano se agregó un cristal de Tymol en todas las pruebas realizadas.

La concentración de azúcares reductores se analizó antes y después del período de incubación de la solución de sacarosa con las perlas. Los azúcares reductores se determinaron mediante el método colorimétrico Nelson Smogiy (Southgate, 1976).

El porcentaje de hidrólisis se calculó a partir de la concentración de sacarosa original y la concentración de azúcares reductores formados.

Se consideró como la cantidad de azúcar producida por la acción de las enzimas del banano, la diferencia entre las lecturas obtenidas de las muestras experimentales y las de control.

Se llevaron a cabo dos análisis por muestra y se utilizó el valor promedio para los cálculos.

Tiempo de reacción

Se incubaron 10 muestras con 5 g de perlas de banano en 5 mL de solución de sacarosa al 10% en un buffer de acetato de sodio 0.3 M pH 4.0. Se mantuvieron a 37°C por tiempos variables entre 2 y 10 h. Se determinó la producción de azúcares reductores cada dos horas.

Efecto de la cantidad de perlas agregadas a la solución de sacarosa. Pérdida de actividad con el tiempo

Para determinar la proporción adecuada de la cantidad de perlas en solución de sacarosa, se realizaron experiencias utilizando 5 g y 10 g de perlas con 5 mL de solución de sacarosa al 10% en buffer acetato 0.3 M pH 4.0 a 37°C. Las perlas se mantuvieron en incubación por 6 h y se analizaron azúcares reductores al final del período. Las pruebas se realizaron diariamente durante 9 días utilizando las mismas perlas, para determinar si había pérdida de actividad importante o deterioro físico a través del tiempo.

Efecto de la concentración inicial de sacarosa

Se incubaron 5 g de perlas en 5 mL de solución de sacarosa en una concentración de 1, 5, 10, 15, 20, 25% en solución buffer de acetato 0.3 M pH 4.0 a 37°C. Se analizó la concentración de azúcares reductores después de 6 h de incubación.

Efecto del pH en la actividad enzimática

Se realizaron experiencias con soluciones de sacarosa al 10% preparadas en buffer de diferente pH. Se utilizaron buffer de citrato 0.5 M, pH 2, pH 3, buffer acetato 0.5 M; pH 4, 5, 6, y buffer Tris-HCl 0.5 M pH 7. Se mantuvieron 5 g de perlas con 5 mL de estas soluciones a 37°C, durante 6 h. Se determinaron azúcares reductores.

Efecto de la temperatura en la actividad enzimática.

Se realizaron experiencias con soluciones de sacarosa al 10% en buffer de acetato 0.3 M pH 4 a diferentes temperaturas entre 25 y 60 °C (± 0.5 °C).

Se incubaron 5 g de perlas con 5 mL de la solución de sacarosa durante 6h a temperatura constante y con agitación en un incubador con gradiente de temperatura (Thermocon Scientific Industries, Inc.).

RESULTADOS Y DISCUSION

Como puede observarse en la figura 1 a las 6 h de reacción se logró alcanzar un 50% de hidrólisis, bajo las condiciones establecidas. Después de 6 h el porcentaje de hidrólisis se mantuvo constante.

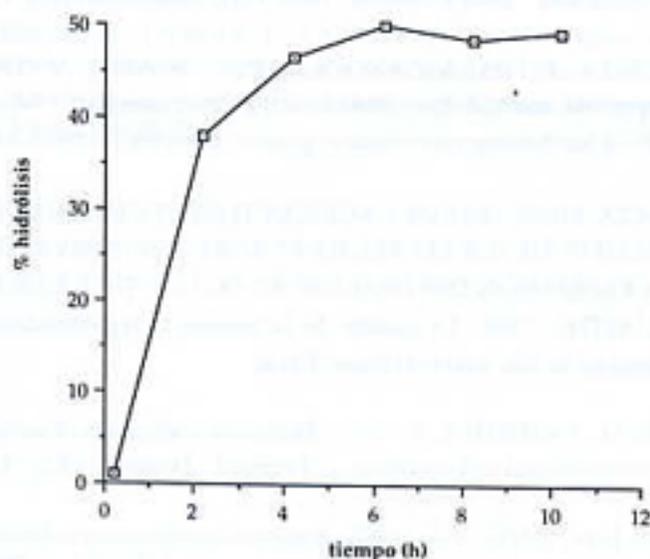


Figura 1. Tiempo de reacción de la invertasa en la pulpa de banano inmobilizada. Solución de sacarosa 10% en buffer de acetato 0.3M pH 4: 37°C

Se observó que en todos los casos (Figura 2) la producción de azúcares reductores es mayor cuando se utilizan 5 g de perlas que

cuando se utilizan 10 g. Esto puede ser debido a que al usar mayor cantidad de perlas se produjo una barrera difusional por la cantidad de perlas presentes (Radovich, 1985. Furui y Yamashita, 1985). También se pudo observar que las perlas, aún después de 9 días de constante uso, mantuvieron su actividad.

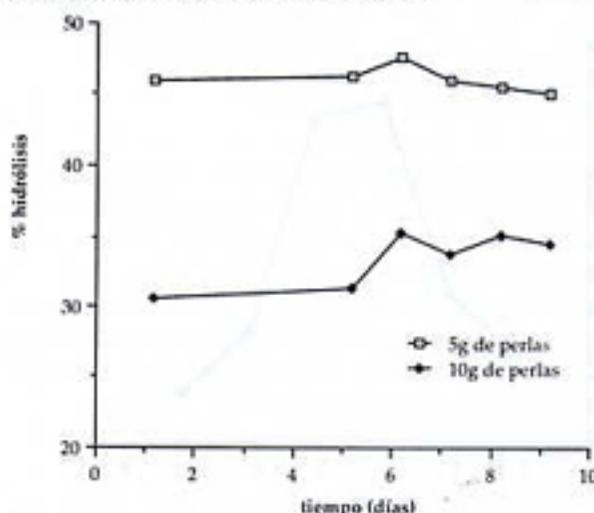


Figura 2. Efecto de la cantidad de perlas en la hidrólisis de sacarosa (5 mL solución sacarosa 10% en buffer de acetato 0.3 M pH 4). (Incubación a 37°C, 6 h)

La Figura 3 muestra que la actividad de las perlas disminuye al aumentar la concentración de sacarosa inicial. La invertasa de origen microbiano, tanto soluble como inmobilizada presenta inhibición por sustrato (López, 1984). Este mismo efecto parece ocurrir en la invertasa microbiana. La inhibición por sustrato podría eliminarse por medio de un proceso continuo, el cual debería estudiarse.

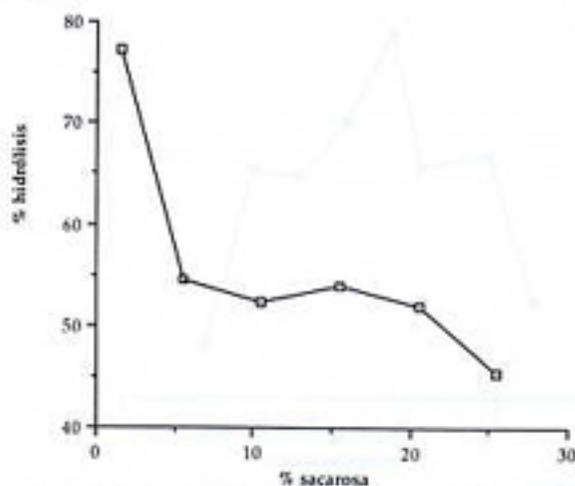


Figura 3. Efecto de la concentración de sacarosa en la actividad de la invertasa en pulpa de banano inmobilizada. (Soluciones de sacarosa en buffer de acetato 0.3 M pH 4, 37°C, 6 h)

La Figura 4 muestra el efecto que el pH tiene sobre la actividad de la pulpa de banano inmovilizada. Como puede observarse, la invertasa es más activa a pH 4. La invertasa de origen microbiano también muestra una mayor actividad a pH 4; (López, 1982; Combes y Monsan, 1984).

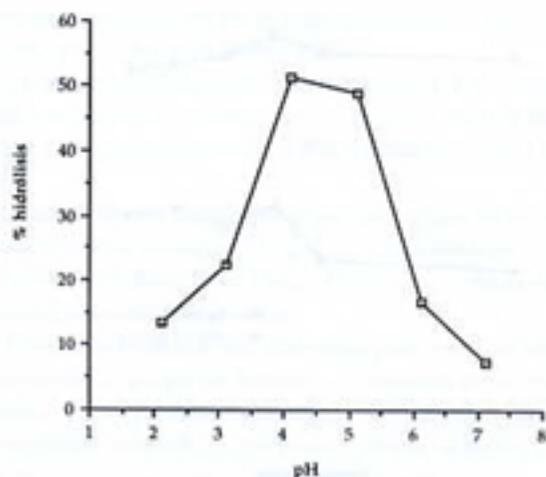


Figura 4. Efecto del pH en la actividad de la invertasa en pulpa de banano inmovilizada (sacarosa 10%, 37°C, 6 h)

La Figura 5 muestra que la temperatura óptima de reacción de la invertasa en la pulpa de banano inmovilizada es de 40 °C. Debido a las temperaturas a las que la reacción es eficiente, el proceso se puede llevar a cabo a temperatura ambiente en climas cálidos.

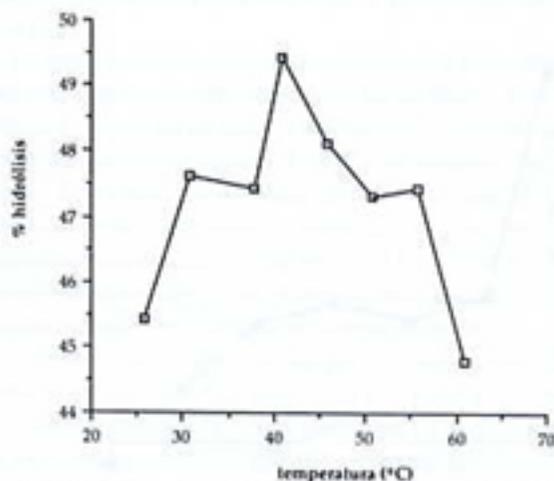


Figura 5. Efecto de la temperatura en la actividad de invertasa en la pulpa de banano inmovilizada. Solución de sacarosa al 10% en buffer de acetato 0.3M pH 4. (Incubación 6 h)

BIBLIOGRAFIA

- ANNESINI, M. C.; GAUDIOSO, D.; TORO, L. 1983. Inversion of sucrose by immobilized B - fructosidase in an integral reactor. *Biotechnol. Bioeng.* 24: 1435.
- ANGOLD, R.; BEECH, G.; TAGGART, J. 1989. High fructose corn syrup technology push. Cambridge, University Press.
- BAIJAL, M.; SINGH, S.; SHUKLA, R. N.; SANWAL, G. G. 1972. Enzymes of the banana plant optimum conditions for extraction. *Phytochem.* 11: 929.
- BONILLA, A. R.; RAND, A. G. 1992. Caracterización de la interconversión de la sacarosa por medio de enzimas inmovilizadas del banano. *REVITECA.* 1(1): 1-6.
- COMBES, D.; MONSAN, P. 1983. Sucrose hydrolysis by invertase. Characterization of products and substrate inhibition *Carbohydr. Res.* 117: 215.
- DILLEY, D.R. 1970. Enzymes. In Hulme, A. C. ed. *The biochemistry of fruits and their products.* New York, Academic Press. v. 1.
- DHULSTER, P.; PARASCANDOLA, P.; SCARDI, V. 1983. Improved method for immobilizing invertase-active whole cells of *Saccharomyces cerevisiae* in gelatin. *Enzyme Technol.* 5: 65.
- FRANCIA. MINISTERE DEL'AGRICULTURE ET L'INSTITUT DE RECHERCHE SUR LES FRUITS ET AGRUMES. SERVICE DE LA REPRESSION DES FRAUDES ET DU CONTROLE DE LA QUALITE. 1980. La qualité de la banane la réglementation française et son interprétation. Paris.
- FURUI, M., YAMSHITA, K. 1985. Diffusion coefficients of solutes in immobilized cell catalysts. *J. Ferment. Technol.* 63(2): 167.
- GLASS, R.W.; RAND, A.G. 1982. Alginate immobilization of banana pulp enzymes for sucrose interconversion. *J. Food Sci.* 47(6): 1836.
- GOMEZ, A.; AREAS, J.A.; LAJOLO, F.M. 1981. Starch transformation during the banana ripening I. The phosphorylase and phosphatase behavior in *Musa acuminata*. *J. Food Biochem.* 5: 19.

Determinación del nivel de saturación del consumo de gelatina en Costa Rica

- LOPEZ-SANTIN, J.; SOLA, C.; LEMA, J.M. 1982. Substrate and product inhibition. Significance in the kinetics of sucrose hydrolysis by invertase. *Biochem. Bioeng.* 24: 2721.
- _____; _____; MOLINA-PARIS, J. M. 1984. Enzimas inmovilizadas. Estudio cinético de la hidrólisis enzimática de la sacarosa. *Ingeniería Química.* Marzo: 119.
- OOSHIMA, H., SAKIMOTO, M. and YOSHIO, H. 1980. Characteristics of Immobilized Invertase. *Biotechnol. Bioeng.* 22: 2155.
- RADOVICH, J. M. 1985. Mass transfer effects in fermentation using immobilized whole cells. *Enzyme Microb. Technol.* 7:2.
- REED, G. Underkofler, L. A. 1966. *Enzymes in food processing.* New York, Academic Press.
- SCHWARTZ, M.M. 1990. El maíz : fuente de jarabes de glucosa y de alto contenido en fructosa. *Alimentos* 15(1): 17.
- SOUTHGATE, D.A. 1976. *Determination of food carbohydrates* London, Applied Science.
- SUM, W.F.; ROGERS, P.J.; JENKINS, I.D. ; GUTHEIE, R.D. 1972. Isolation of invertase from banana fruit *Musa cavendishi* *Biochem.* 19: 399.
- TERRA, N.N.; GARCIA, E.; LAJOLO, F.M. 1983. Starch-sugar transformation during banana ripening: the behavior of UDP-glucosa pyrophosphorylase, sucrose synthetase and invertase. *J.Food Sci.* 48: 1097.

Determinación del nivel de satisfacción del consumidor de gelatina en Costa Rica

Fernando AGUILAR-VILLARREAL*, Carmen IVANKOVICH-GUILLEN*,
Jorge FIGUEROA-BARQUERO*

ABSTRACT

Customer satisfaction assessment for edible gelatin (jello) in Costa Rica.

This study's aim was to assess the satisfaction level for edible gelatin in Costa Rica, using "physical" and "psychological" variables. During December 1991, 705 face to face surveys were conducted by trained interviewers, 25% being supervised in the field. The "physical" variables were flavor, color, aroma, texture and overall perception of quality. The "psychological" variables were yield, price qualification, defects perception, competitiveness, knowledge of an ideal product and brand loyalty.

The Costarrican consumer is satisfied with the product available in the local market.

Discrimination of statistical differences between brands was not possible with this approach, which means it was impossible to assess which brand was the leader in customer's satisfaction.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el nivel de satisfacción del consumidor de gelatina en Costa Rica. El enfoque aplicado contempló la utilización de variables "físicas" y variables "psicológicas". Se realizaron 705 encuestas directas a amas de casa en la primera semana de diciembre de 1991, empleando entrevistadores entrenados y aplicando supervisión en terreno en un 25% de los casos. Las variables "físicas" utilizadas fueron el sabor, el color, el aroma, la consistencia y la percepción de la calidad general. Las variables "psicológicas" medidas fueron el rendimiento, la calificación del precio, la detección de defectos, la competitividad, el conocimiento de un ideal y la fidelidad a la marca.

Se encontró que el consumidor costarricense está satisfecho con la gelatina disponible en el mercado local.

Aplicando este enfoque no fue posible detectar diferencias significativas, por lo que no se pudo establecer cual marca satisfacía mejor a sus consumidores.

INTRODUCCION

La satisfacción del consumidor es un concepto vital dentro del pensamiento y práctica del mercadeo moderno (Yi, 1990).

Se define como "la sensación del consumidor respecto a si ha sido adecuada o inadecuadamente recompensado por el sacrificio realizado" (Howard y Sheth, 1969), o "el resultado de la evaluación sobre si la experiencia de consumo fue al menos tan buena como suponía que iba a ser" (Hunt, 1977), o la respuesta del consumidor ante la discrepancia percibida entre las expectativas iniciales y el resultado del producto "después de consumirlo" (Tse y Wilton, 1988).

Por mucho tiempo se creyó que la satisfacción del consumidor era un concepto bipolar, en el que la satisfacción y la insatisfacción eran opuestos y que se podría graficar sobre una línea recta.

Recientes investigaciones han demostrado que en realidad la satisfacción del consumidor tiene dos componentes independientes. Esta teoría de los dos factores indica que la satisfacción y la insatisfacción son causadas por diferentes facetas de la relación entre el consumidor y un producto. Lo anterior significa que un consumidor puede estar satisfecho y a la vez insatisfecho con un mismo producto (Yi, 1990). De esta manera, cada producto contiene

* Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos.

en sí dos tipos de factores: los mantenedores, que deben existir para que se evite la insatisfacción y los satisfactores, que motivan y contribuyen a la satisfacción (Czepill, Rosenberg y Akerele, 1974). Otros autores definen a estos dos tipos de factores como los que tienen que ver con el desempeño instrumental y los relacionados con el desempeño expresivo. Los primeros se refieren a atributos físicos y los segundos a atributos "psicológicos" (Swan y Combs, 1976). Se sostiene que para que un consumidor esté satisfecho los atributos "físicos" no son suficientes. Un buen desempeño de los atributos "psicológicos" es necesario para que se produzca o se incremente la satisfacción. En cambio, si los atributos "físicos" no satisfacen lo mínimo esperado se producirá insatisfacción (Yi, 1990).

En realidad, el desarrollo de la teoría y de los métodos para medir la satisfacción del consumidor se ha orientado hacia bienes duraderos (automóviles, electrodomésticos, fotocopiadoras, etc.) y especialmente para servicios (líneas aéreas, hotelería, bancos, etc.).

Toda la literatura disponible se refiere a esos productos y se encuentra muy poco relacionado con los alimentos (Jacoby, Olson y Haddock, 1971; Cohen y Goldberg, 1970; Olson y Dover, 1979).

La gelatina es un producto muy popular en Costa Rica. Un 81.1% de las personas lo ha probado alguna vez en su vida y un 51.9% de los hogares es consumidor habitual. El uso principal que el ama de casa da a la gelatina es la elaboración de postres.

En el mercado costarricense existen 6 marcas comerciales distintas. La marca líder acapara el 83.1% del total de compras. Las tres siguientes, juntas, suman un 14.2% del mercado y las últimas dos apenas representan el 0.7%. Un 2% de los consumidores no sabe qué marca compra (Aguilar, 1992).

En vista de esta desigualdad tan marcada en la participación de marcas, se consideró interesante investigar hasta qué punto la satisfacción del consumidor podría ayudar a explicar el fenómeno observado.

Los objetivos del presente estudio fueron determinar el nivel de satisfacción del consumidor de gelatina en Costa Rica, y probar si separando los datos en los dos grupos de variables (físicas y psicológicas) se podría discriminar entre marcas comerciales en cuanto al grado de satisfacción de sus respectivos consumidores.

MATERIALES Y METODOS

Para la definición de las variables sensoriales (atributos físicos) importantes en este tipo de producto, se organizó una sesión de grupo con consumidores, realizando una degustación informal y una discusión sobre cada variable en particular. Como resultado de esta sesión se escogieron las siguientes variables:

- Calificación del sabor, utilizando una escala de 1 a 10, con 10 en el extremo positivo y 1 en el negativo.

- Calificación del color, con la misma escala que para el sabor.
- Calificación del aroma, igual que en el caso del color.
- Calificación de la consistencia, igual que en el caso del color.
- Calificación de la calidad general, utilizando la misma escala que para el sabor y emitiendo un juicio global sobre lo que cada consumidor percibía como calidad.

Los atributos "psicológicos" utilizados fueron también fruto de las discusiones con consumidores del producto. Las variables seleccionadas fueron las siguientes:

- Rendimiento: Se midió con una escala de 1 a 10 y se le pidió a la entrevistada que calificara la capacidad del producto de su marca particular para producir una adecuada cantidad de postre a partir de un sobre.
- Precio: Se utilizó una escala simétrica de 5 categorías (de muy caro a muy barato). Para efectos de procesar esta variable se sumaron las respuestas de caro y muy caro y se trabajó como porcentaje.
- Defectos: Se midió el porcentaje de casos en los que el ama de casa o algún otro miembro de la familia le había encontrado algún defecto al producto que consumieron la última vez.
- Competitividad de la marca: Se midió el porcentaje de casos en los que el ama de casa compró su marca en presencia de al menos otra, o sea, que pudo elegir.
- Conocimiento de un ideal: Se midió el porcentaje de casos en los que el ama de casa había probado otra marca con mejor sabor que la que compró la última vez.
- Fidelidad a la marca: Se cuantificó el porcentaje de casos en los que el ama de casa estaba dispuesta a adquirir la misma marca en la siguiente compra.
- Para la recolección de la información de campo se utilizó el método de encuesta cara a cara, con encuestadores entrenados y aplicando supervisión en un 25% de los hogares entrevistados. Se realizaron un total de 705 encuestas en la primera semana de diciembre de 1991. La persona entrevistada en cada hogar fue el ama de casa.

El sistema de muestreo utilizado fue estratificado por atributos (Snedecor y Cochran, 1984), seleccionando al azar 47 localidades en el Valle Central de Costa Rica, y luego extrayendo 15 hogares en cada localidad de acuerdo a su nivel socioeconómico, hasta conformar una muestra que guardaba las mismas proporciones que la población nacional en cuanto a dichos atributos.

El producto sujeto de estudio fue la gelatina, el cual es utilizado en los hogares principalmente para la elaboración de postres. Se comercializa en sobres de diferente material de empaque, en presentaciones que van desde 75 g hasta 170 g. El producto viene listo para ser usado. En el hogar el ama de casa disuelve el contenido en agua caliente, lo deja enfriar y lo lleva hasta temperaturas de refrigeración (8°C a 12°C). Luego de un plazo, que oscila entre 45 y 90 minutos, el producto gelifica, con lo cual está listo para su consumo final.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los consumidores de gelatina de Costa Rica se manifiestan altamente satisfechos con los atributos físicos o sensoriales de las distintas marcas existentes en el mercado. Tal y como se puede apreciar en el Cuadro 1, los valores se ubican en niveles promedio cercanos a 9 (en una escala de 1 a 10).

Cuadro 1. Calificaciones para las variables "físicas" según marcas comerciales

Variable	Promedios			
	Marca			
	A	B	C	D
Sabor	9.0	9.1	9.2	8.7
Color	8.9	8.9	8.9	10.0
Aroma	9.0	9.2	9.2	8.6
Consistencia	9.0	9.0	8.9	9.0
Calidad general	9.0	9.2	9.2	8.6

El Cuadro 2 resume los promedios para cada marca y presenta el porcentaje de consumidores que emitieron calificaciones inferiores a 7. Si se analiza el promedio general no se encuentran diferencias significativas entre marcas. Pero si se toma como referencia al porcentaje de calificaciones inferiores a 7 sí es posible detectar diferencias estadísticamente significativas ($X^2 = 7.37$). Según esto, las marcas B y A serían las mejor evaluadas, frente a C y D a las que casi uno de cada diez consumidoras calificó por debajo de 7. Esto significa que las dos últimas marcas mantienen o están produciendo algún grado de insatisfacción entre sus consumidores.

El Cuadro 3 recoge los resultados obtenidos por cada marca para las variables "psicológicas". Una simple inspección de los datos pareciera favorecer a la marca B: exhibe el porcentaje más bajo de opiniones, indicadoras de que su precio es caro, el más bajo porcentaje de consumidores que le han encontrado defectos, la calificación más alta en cuanto a "rendimiento" y un nivel casi tan alto como la marca C en cuanto a "fidelidad". No obstante, el análisis estadístico solamente permite inferir que las diferencias observadas son significativas en el caso de la variable "defectos" y de la variable "fidelidad" ($X^2 = 6.71$ y 6.61 respectivamente).

Cuadro 2. Promedios generales para las variables "físicas" por marca comercial

Marca	% de consumidores que calificaron con menos de 7	Promedio general
A	3.6	8.95
B	2.9	9.02
C	9.1	8.99
D	11.1	8.58

Cuadro 3. Resumen de resultados para las variables "psicológicas" según marcas comerciales

Variable	Marca				Promedio general
	A	B	C	D	
Rendimiento	8.6	9.1	8.5	7.7	8.7
Precio	25.6	11.4	22.7	22.2	24.0
Defectos	10.2	2.9	13.6	11.1	9.8
Competitividad	82.5	85.7	100.0	88.9	83.0
Conocimiento de ideal	9.9	22.8	18.2	22.2	11.8
Fidelidad	93.9	94.3	95.2	66.7	93.6

Cuadro 4. Desglose de las variables "psicológicas" en aspectos positivos y negativos para la marca

Marca	Indice de aspectos positivos	Indice de aspectos negativos	Indice neto
A	185.0	38.3	146.7
B	189.1	34.3	154.8
C	203.7	40.9	162.8
D	163.3	44.4	118.9

Dadas las diferencias en las escalas utilizadas para las variables "psicológicas" no fue posible obtener una medida global como en el caso de las variables "físicas".

Con el objeto de discriminar entre marcas a partir de las variables "psicológicas", se separaron según la dirección de lo que mide cada una. En las variables tales como el rendimiento, la competitividad y la fidelidad, cuanto mayor su valor mejor será para una marca. Por esto se les denominó variables "positivas". Se construyó un índice de aspectos "positivos" sumando para cada marca la calificación obtenida en estas variables. Las otras tres variables (precio considerado caro defectos y conocimiento de un ideal) por el contrario reflejan aspectos negativos para una marca. O sea, cuanto más alto sea su valor peor calificada estará. El índice de aspectos "negativos" también se construyó sumando estas variables para cada marca en particular. El Cuadro 4 resume los resultados obtenidos según estos dos tipos de índices. De nuevo, no se detectan diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los dos índices descritos. El Cuadro 4 también muestra una columna titulada "índice neto", el cual es la diferencia entre los dos índices (el de aspectos positivos menos el de negativos). Este índice neto sí permite detectar diferencias significativas entre marcas ($X^2 = 7.58$), según lo cual la marca C sería la que mejor satisface a sus consumidores. Este resultado aparentemente se contradice con el obtenido a partir de las variables "físicas", en las que dicha marca era una de las que estarían provocando insatisfacción entre sus consumidores. Sin embargo, de acuerdo con lo observado por diversos autores (Yi, 1990), no es contradictorio y es perfectamente posible que la marca C sea la que por una parte mantenga a sus consumidores insatisfechos con sus atributos "físicos" pero a su vez muestre el mayor nivel de satisfacción en cuanto a sus atributos "psicológicos".

Con los tipos de escalas utilizadas para medir las distintas variables y los procedimientos de análisis aplicados, apenas fue posible determinar que una de las marcas se diferenciaba estadísticamente de las otras, pero aún así no es posible afirmar que esa marca sea la que mejor satisface a sus consumidores.

Es necesario recordar que cada consumidor emitió opiniones sobre la marca que consumió la última vez y no sobre las cuatro evaluadas simultáneamente. Este hecho podría explicar por qué no es extraño encontrar una situación en la que todas las marcas están a un mismo nivel en cuanto a satisfacción de sus consumidores, lo cual significa que quizá las marcas en realidad son diferentes pero cada una con sus características está satisfaciendo las expectativas de distintos segmentos del mercado.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, *et al.* (1987). Análisis del mercado de gelatinas en Costa Rica. Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. San José.
- ASSAEL, H. 1987. Consumer behavior and marketing action. California, Kent Publishing.
- COHEN, J. B.; M.E. GOLDBERG, M. E. 1970. The dissonance model in post-decision product evaluation. *J. Mark. Res.* 7:315-321.
- CZEPILL, J. A.; ROSEMBERG, L. J.; AKERELE, P. 1974. Perspectives on consumer satisfaction. AMA Educators' Proceedings, Chicago, American Marketing Association.
- HOWARD, J. A.; SHETH, J. N. 1969. The theory of buyer behavior. New York, John Wiley.
- HUNT, H. K. 1977. CS/D- Overview and future research direction, in conceptualization and measurement of consumer satisfaction and dissatisfaction. Cambridge, Marketing Science Institute.
- JACOBY, J.; OLSON, J. C.; HADDOCK, R. A. 1971. Price, brand name and product composition characteristics as determinants of perceived quality. *J. Appl. Psychol.* 55: 570-579.
- OLSON, J. C.; DOVER, P. 1976. Effects of expectation creation and disconfirmation of belief elements of cognitive structure. In Anderson, B. B. *ed.* Advances in consumer research. Cincinnati, Association for Consumer Research. p. 168-175.
- OLSON, J. C.; DOVER, P. 1979. Disconfirmation of consumer expectation through product trial. *J. Appl. Psychol.* 64: 170-189.
- SIEGEL, S. 1978. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. México. D. F., Trillas.
- SNEDECOR, G.; COCHRAN, W. 1984. Métodos estadísticos. México. D. F., Continental.

SWAN, J. E.; COMBS, L. J. 1976. Product performance and consumer satisfaction: a new concept. *J. Mark.* 40: 25-33.

TSE, D. K.; WILTON, P. C. 1988. Models of consumer satisfaction: and extension. *J. Mark. Res.* 25: 204-12.

YI, Y. 1990. A critical review of consumer satisfaction, in review of marketing 1990. Chicago, American Marketing Association.

Efecto de la temperatura en la deshidratación osmótica de mango (*Mangifera indica* L, var Haden)

Ana Lorena MORA-IGLESIAS*, Marta BUSTAMANTE-MORA**

ABSTRACT

Temperature influence on osmotic dehydration of mango (*Mangifera indica* L, var Haden).

Temperature influence during osmotic dehydration of mango on moisture reduction percentage, water loss, solute gain, and weight loss kinetics, was evaluated.

Three different temperatures (65 °C, 75 °C y 85 °C) at two sucrose concentrations (60 °Brix y 70 °Brix) were tested. These six treatments were applied to (1.2 cm side) mango cubes of the Haden variety with degree 3 of ripeness.

Not a very important influence of temperature on mass transfer phenomena was observed, being more significant its effect on water loss than on solute gain. The effects were greater when the concentration of the solution was higher.

RESUMEN

En este estudio se valoró el efecto de la temperatura del proceso sobre las cinéticas de reducción del porcentaje de humedad, pérdida de agua, ganancia de soluto y pérdida de peso durante la deshidratación osmótica de mango.

Se ensayaron tres temperaturas (65 °C, 75 °C y 85 °C) a dos concentraciones de sacarosa (60 °Brix y 70 °Brix). Estos seis tratamientos fueron aplicados a cubos de mango de 1.2 cm de lado, de la variedad Haden, con grado 3 de madurez.

Se observó que la temperatura no ejerce una influencia muy importante sobre los fenómenos de transferencia de masa, siendo más significativo el efecto sobre la pérdida de agua que sobre la ganancia de sólidos, y acentuándose al aumentar la concentración de la solución.

INTRODUCCION

El mango *Mangifera indica* L. ha llegado a ser una de las frutas tropicales que más desarrollo ha tenido en el mundo. Ocupa relativamente la misma posición en el trópico, que la manzana en las regiones templadas. Goza de gran aceptación por su exótico sabor, delicioso aroma y por su gran valor nutritivo (Prinsley y Tucker, 1987).

En Costa Rica el cultivo del mango ha experimentado en los últimos años un crecimiento significativo del área cultivada, tanto en zonas tradicionales como en otras en donde recientemente se ha constituido en una alternativa importante en la diversificación y el mejoramiento agrícolas. Esta situación se ha generado debido al incremento de las exportaciones costarricenses al mercado europeo y a la posible participación en el mercado norteamericano, lo que la transforma en una fuente de divisas para el país (CINDE, 1991). Se estima que las exportaciones pasarán de 6.558 t en 1988 a 16442 t en 1999, lo que representa una tasa de crecimiento del 8% anual (Mega Ltd, 1988)

El mango no exportable representa aproximadamente el 50% de la producción, y se rechaza por no ajustarse a los criterios de calidad del mercado estadounidense y europeo (Tolhoek, 1992). La industrialización de este excedente para obtener un producto de calidad exportable tendría definitivamente una incidencia económica importante.

* Productos Gerber de Centroamérica

** Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos

La obtención de un producto deshidratado es una opción que cobra aún más interés si se considera la necesidad de desarrollar técnicas de preservación de alimentos alternativas a la refrigeración, congelación, enlatado, etc., que permitan mantener la calidad durante el almacenamiento prolongado a temperatura ambiente.

Entre los métodos de secado se ha encontrado que la deshidratación osmótica, aplicada como etapa previa del secado con aire caliente, permite alcanzar valores bajos de actividad de agua, frecuentemente menores que 0.85, con contenidos de humedad entre 20-50%, con lo que se obtienen productos de muy alta calidad (Bustamante y Sionneau, 1987).

La deshidratación osmótica es un procedimiento basado en la inmersión de productos enteros o troceados, sobre todo de frutas o legumbres, en soluciones fuertemente concentradas (de baja actividad de agua). Esto da lugar esencialmente a dos transferencias de materia simultáneas y en contra corriente: una, la más importante, es la salida de agua del producto a la solución por ósmosis, y la segunda es la penetración de soluto proveniente del medio osmótico al producto por difusión (Raoult-Wack y Guilbert, 1990).

El medio circundante debe poseer, entonces, una actividad de agua menor que la del alimento para que se genere la migración de agua hacia la solución externa. El flujo de agua se va a producir hasta cumplir con el requerimiento termodinámico de que el potencial químico (o la actividad de agua) sea igual a ambos lados de la membrana semipermeable. Por lo tanto, cuanto menor sea la actividad de agua de la solución, mayor será la transferencia de agua (Resnik y Chirife, 1983).

La deshidratación osmótica permite remover hasta el 70% del contenido acuoso inicial del producto, y a la vez incorporar cantidades controladas del agente osmótico. Este procedimiento, sin embargo, no conduce a productos estables. Por lo tanto deben someterse a un tratamiento adicional ya sea secado por arrastre, pasteurización, y/o adición de preservantes (Raoult-Wack y Guilbert, 1990).

Uno de los parámetros que afectan el proceso osmótico (Guilbert, 1986), y que debe ser estudiado al elegir las condiciones apropiadas para la deshidratación osmótica de un alimento, es la temperatura. Al respecto Raoult-Wack y Guilbert (1990) indican que la reducción de la temperatura del tratamiento conduce a tiempos de deshidratación más prolongados y favorece además la difusión del soluto, lo que da, por consiguiente, productos más azucarados. Lericí *et al* (1986) reportan que se puede lograr, en tres minutos a temperaturas superiores a 80 °C, la misma reducción de peso que en tres horas de tratamiento a temperatura ambiente.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la temperatura de la solución osmótica sobre los fenómenos de transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de mango.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Se utilizó mango *Mangifera indica* L. de la variedad Haden, proveniente de una misma finca ubicada en la región de Orotina, provincia de Puntarenas. La fruta fue transportada por tierra como máximo un día después de su cosecha.

Se utilizaron cubos de 1.2 cm de arista, preparados a partir de mango de grado 3 de madurez que corresponde a un color externo más amarillo que verde, cuya pulpa presentó un contenido de sólidos de 18 ± 2 °Brix y una humedad de $84 \% \pm 2$.

Equipo

El equipo en que se llevó a cabo el tratamiento osmótico consistió en un baño maría de acero inoxidable con control de temperatura, provisto de dos agitadores de aspas con el fin de mantener un medio uniforme en todas las zonas del tanque.

Los trozos de mango fueron colocados en recipientes plásticos perforados introducidos uniformemente en el tanque, de manera que el producto no fuera tocado directamente por los agitadores y a la vez que cada canasta pudiera ser removida periódicamente para realizar las mediciones respectivas.

Métodos de análisis

Se aplicaron los siguientes análisis químicos: contenido de humedad por el método N° 22.013 / AOAC, (1980) y contenido de sólidos solubles con el método N° 22.024 / AOAC, (1980).

Metodología del estudio

Se probaron temperaturas de 65 °C, 75 °C y 85 °C, empleando jarabes de sacarosa de 60 °Brix y 70 °Brix, con agitación constante. Se colocaron aproximadamente 130 g de fruta en cada una de las canastas utilizadas, midiendo exactamente el peso inicial colocado en cada una.

En cada proceso se determinaron el contenido de sólidos solubles y el porcentaje de humedad de la fruta empleada.

Durante el proceso osmótico se extrajo periódicamente una canasta, de manera que cada una de ellas representó un tiempo de proceso. El producto fue enjuagado con agua y posteriormente escurrido para eliminar el almíbar superficial. Posteriormente se determinó la masa y el contenido de sólidos solubles correspondientes al tiempo de proceso respectivo, y se midió su contenido de humedad. El proceso se continuó hasta notar estabilidad en el contenido de sólidos solubles como indicador preliminar del contenido acuoso del producto.

Para la construcción de las cinéticas de deshidratación osmótica correspondientes a cada una de las condiciones evaluadas, se calculó el porcentaje de humedad expresado en función del contenido de humedad inicial (H/Ho) para cada punto del proceso. Además se determinaron el porcentaje de pérdida de peso (%PP), el porcentaje de pérdida de agua (%PA) y el porcentaje de ganancia de soluto (%GS), utilizando las siguientes relaciones de acuerdo con lo descrito por Torreggiani *et al.*, 1986; y Sionneau, 1988:

$$\%PA = \frac{(Mo - Ho) - (Mt - Ht) \times 100}{Mo} \quad (1)$$

$$\%GS = \frac{Mt(1-Ht) - Mo(1-Ho) \times 100}{Mo} \quad (2)$$

$$\%PP = \frac{(Mo - Mt) \times 100}{Mo} \quad (3)$$

donde Mo y Mt son, respectivamente, la masa inicial y la masa en cualquier momento t. Ho y Ht, representan la fracción acuosa (% Humedad/100) inicial y en cualquier momento t, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Evolución del porcentaje de humedad

El tratamiento osmótico permite obtener una reducción importante en el contenido de humedad del mango, cuya magnitud depende de las condiciones de proceso empleadas.

La temperatura no presenta un efecto importante sobre la razón de reducción del porcentaje de humedad del mango, ni del contenido final alcanzado en el equilibrio. Las Figuras 1 y 2 muestran este comportamiento a las dos concentraciones ensayadas. A 60 °Brix no se observa ningún efecto, y a 70 °Brix se detecta una influencia ligeramente positiva al aumentar la temperatura.

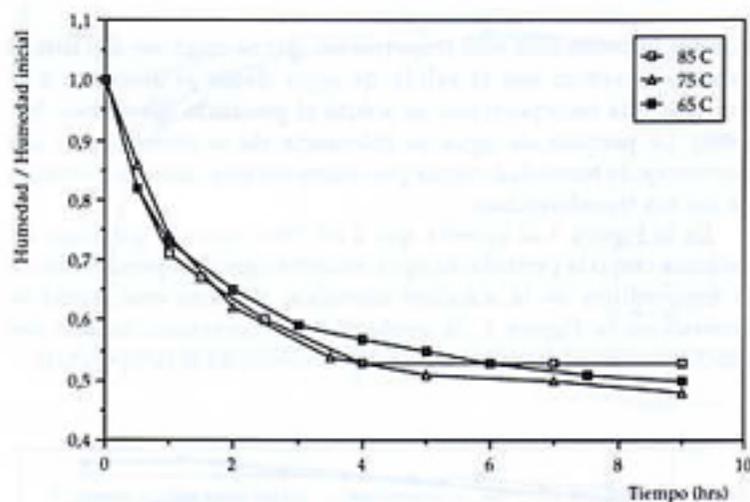


Figura 1. Efecto de la temperatura sobre la razón humedad/humedad inicial (H/Ho), para una concentración de la solución de 60 °Brix.

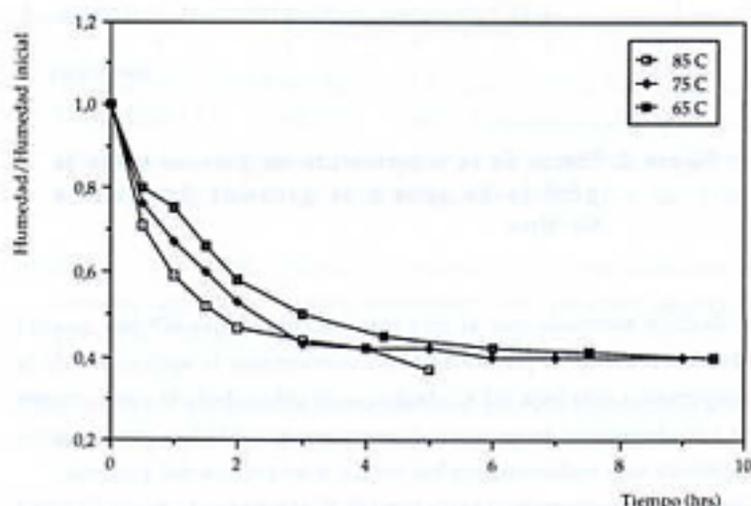


Figura 2. Efecto de la temperatura sobre la razón humedad/humedad inicial (H/Ho), para una concentración de la solución de 70 °Brix.

Evolución de la ganancia de soluto y de la pérdida de agua

Los dos intercambios más importantes que se efectúan durante el proceso osmótico son la salida de agua desde el alimento a la solución y la incorporación de soluto al producto (Sionneau, M., 1988). La pérdida de agua se diferencia de la disminución del porcentaje de humedad en que precisamente éste último es función de las dos transferencias.

En la Figura 3 se aprecia que a 60 °Brix tanto la ganancia de sacarosa como la pérdida de agua muestran ser independientes de la temperatura de la solución osmótica, y hacen que, como se observó en la Figura 1, la evolución del contenido acuoso sea prácticamente la misma independientemente de la temperatura.

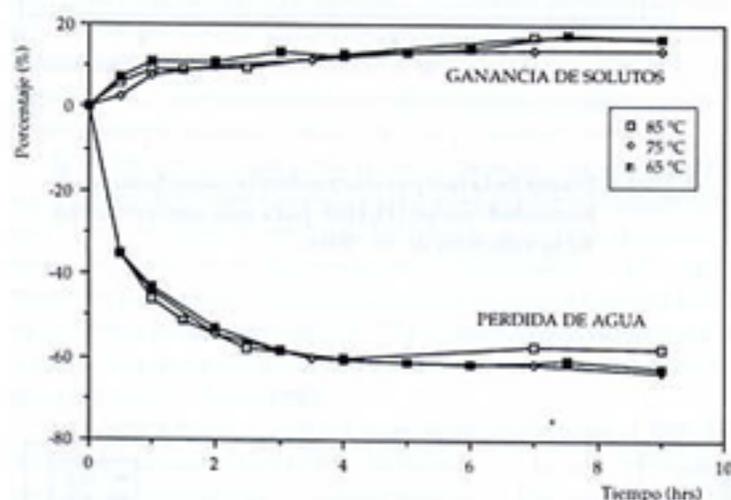


Figura 3. Efecto de la temperatura de proceso sobre la pérdida de agua y la ganancia de soluto a 60 °Brix

Se deduce entonces que al emplear un almíbar de 60°Brix resulta adecuada, desde el punto de vista económico, la aplicación de la temperatura más baja -65°C, dado que la velocidad a la cual ocurren las transferencias de agua y soluto no se ve afectada y por lo tanto, se genera una reducción en los costos energéticos del proceso.

Como puede observarse en la Figura 4, el comportamiento varía a 70 °Brix. En este caso, la pérdida de agua se incrementa al aumentar la temperatura del proceso. La penetración de soluto es menor en el tratamiento que se lleva a cabo a 65°C; sin embargo no existe diferencia a temperaturas superiores (75 y 85°C).

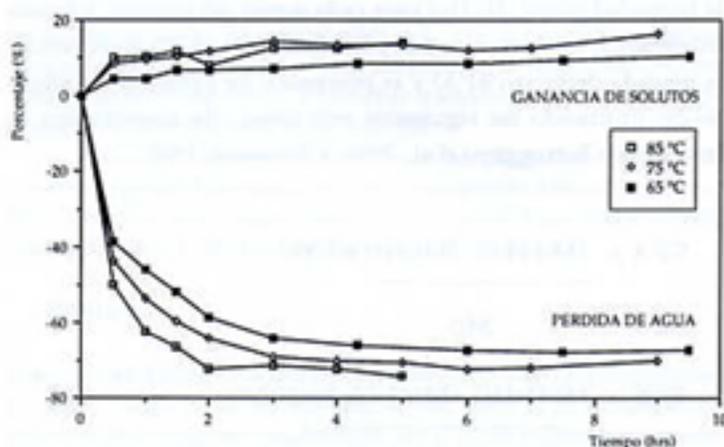


Figura 4. Efecto de la temperatura de proceso sobre la pérdida de agua y la ganancia de soluto a 70 °Brix

A 70°Brix resulta mejor procesar a 85°C, pues se tiene una mayor pérdida de agua y la ganancia de soluto es equivalente a la que se obtiene a 75°C.

En síntesis, las variaciones de temperatura entre 75 y 85°C no ejercen efecto alguno sobre la incorporación de soluto. La influencia de este parámetro en la pérdida de agua es únicamente importante a 70°Brix. Estos resultados indican que, en el rango de las condiciones ensayadas, el efecto que ejercen las fluctuaciones de temperatura sobre la velocidad a la cual se llevan a cabo los intercambios cobran importancia a medida que aumenta la concentración de la solución osmótica.

Paralelamente a estas observaciones, los estudios realizados por Raoult-Wack y Guilbert (1990) en alimentos modelo, indican que un aumento en la temperatura acelera la pérdida de agua, mientras que la velocidad de penetración de soluto no se ve alterada. Si bien este comportamiento no describe exactamente los resultados obtenidos para todas las condiciones evaluadas, coincide de manera general con la tendencia que se presenta.

Evolución de la pérdida de peso

La evolución de la pérdida de peso durante el proceso osmótico es producto del efecto neto de las dos transferencias principales que se llevan a cabo, es decir, de la ganancia de soluto y de la pérdida de agua.

Elaboración de harina de pestado a partir de la fauna acompañante del cacaotón en Costa Rica

Analizando los resultados obtenidos en cuanto a la pérdida de peso, se aprecia que a concentración constante no se evidencia una tendencia marcada en relación con la pérdida de peso ocasionada por las variaciones de temperatura.

En todos los casos, la disminución del peso es muy acelerada durante la primera media hora de proceso. Esto se debe a que aún cuando la pérdida de agua y la incorporación de soluto se llevan a cabo a la tasa máxima, la velocidad de la primera transferencia es muy superior a la de la segunda, lo que da como resultado una pérdida neta de peso muy acentuada. En este lapso los productos deshidratados a 60°Brix han alcanzado aproximadamente un 73% de humedad y los deshidratados a 70°Brix entre 60-69%.

Al emplear una solución osmótica de 60°Brix, el peso del producto se estabiliza a las 3.5 horas, lo cual se explica por medio del análisis de las transferencias de agua y de soluto que se llevan a cabo durante el proceso, evidencia de que la ganancia de sólidos se estabilizó a la 1.5 horas., y de que la pérdida de agua continuó a un régimen cada vez menor hasta equilibrarse a las 3.5 horas. A 70°Brix el comportamiento es similar, pero en este caso ambas transferencias llegan al equilibrio a las 3 horas.

En la Figura 5 no se observa influencia de la temperatura a 60°Brix, dado que a esta concentración no ejerce ningún efecto sobre las transferencias de agua y soluto, como fue descrito anteriormente.

Se observa en la Figura 6 que a 70°Brix la razón de pérdida de peso es mayor a 85°C, pues aún cuando la tasa de ganancia de solutos se asemeja a la observada a 75°C, la pérdida de agua es considerablemente superior. A 65 °C y 75°C la evolución de la pérdida de peso es similar, de manera que aún cuando a 75°C la pérdida de agua y la ganancia de solutos es mayor que a 65°C, el efecto neto de las dos transferencias es igual a las dos temperaturas mencionadas.

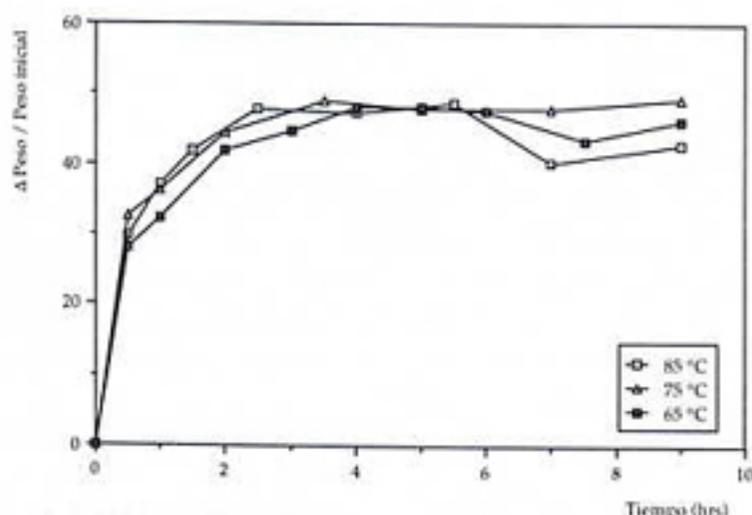


Figura 5. Efecto de la temperatura de proceso sobre la pérdida de peso a 60°Brix

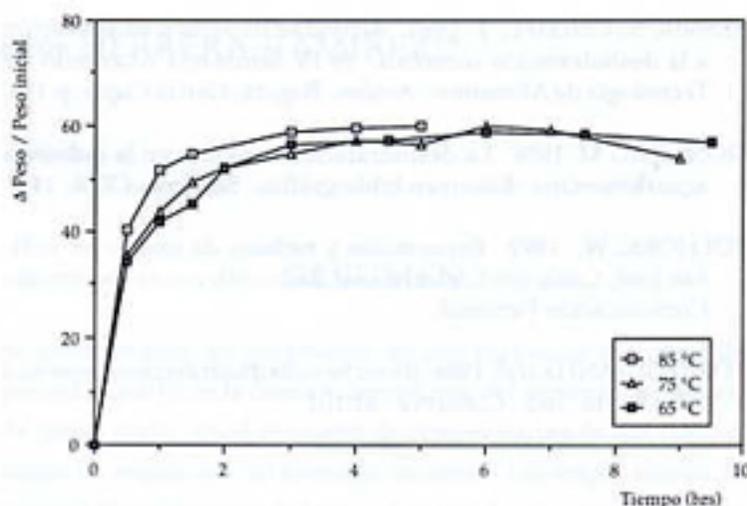


Figura 6. Efecto de la temperatura de proceso sobre la pérdida de peso a 70°Brix

BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1980. Official methods of analysis 12 ed. Washington, D. C.
- BUSTAMANTE, M.; SIONNEAU, M. 1987. Elaboración de productos procesados y semiprocados de humedad intermedia a partir de frutas tropicales. San José, CITA.
- COALICION COSTARRICENSE DE INICIATIVAS DE DESARROLLO -CINDE-. 1991. Determinación del área sembrada de mango según variedad, edad y distancia de siembra en las principales zonas productoras de Costa Rica. San José.
- LERICI C. *et al.* 1985. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behaviour and product quality. *J. Food Sci.* 50 (5): 1217.
- MEGA LTD. 1988. Estudio de factibilidad sobre la comercialización del mango producido en el Pacífico Central. Costa Rica.
- PRINSLEY, R. T.; TUCKER, G. eds. 1987. Mangoes ... a review. London, The Commonwealth Secretariat.
- RAOULT-WACK, A. L.; GUILBERT, S. 1990. La deshydratation osmotique. *Les Cahiers de l'ENS. BANA* no. 7:171.

Elaboración de harina de pescado a partir de la fauna acompañante del camarón en Costa Rica

María Alexandra SANCHO-HERNANDEZ*, Carlos HERRERA-RAMIREZ**

ABSTRACT

Fish meal production from fish by-catch in Costa Rica

Process parameters to obtain high quality fish meal from fish by-catch from shrimp trawling were determined. The basic stages of fish meal production at plant level are: cutting (5 cm), cooking (20 min, 90 °C), pressing (3500 lb/plg², 30 min), drying (90 min, 100 °C) and milling.

Proximal analysis of the fish meal obtained revealed 7-9% moisture, 65-72% protein and 3-4% fat. High levels of minerals and essential aminoacids, for animal feed, were also observed.

RESUMEN

Se determinaron los parámetros de procesamiento de harina de pescado a partir de la fauna acompañante del camarón, en el nivel de planta piloto con el propósito de obtener harina de alta calidad, según las exigencias del mercado nacional. Las etapas básicas de proceso de elaboración de harina de pescado en el nivel de planta piloto son: troceado de pescado (5 cm), escaldado (20 min, 90 °C), prensado (3500 lb/plg², 30 min), secado (90 min, 100 °C) y molienda.

La harina de pescado obtenida presentó porcentajes de humedad, proteína y grasa de 7-9%, 65-72% y 3-4% respectivamente. También presentó altos contenidos de minerales y de aminoácidos esenciales para la alimentación animal.

INTRODUCCION

La expresión fauna acompañante del camarón (FACA), se refiere a todas las especies de pescado y otros organismos incidentalmente capturados durante las operaciones de arrastre. En el pasado, toda la fauna acompañante se devolvía nuevamente al mar y sólo se retenía el camarón, lo que resultaba en un alto índice de pérdidas. Actualmente es cada vez más común seleccionar y retener algunas especies de valor comercial.

Muchos son los países que han aplicado diferentes tecnologías para la utilización de la fauna acompañante de la FACA, con el fin de generar productos para consumo humano directo o indirecto y para consumo animal.

Actualmente en Costa Rica la FACA, especialmente aquella formada por especies de poco o ningún valor comercial, es devuelta al mar. Campos (1986) estimó que se está devolviendo al mar un promedio aproximado de 4500 ton/año. Una alternativa de aprovechamiento de estas especies es su utilización para la elaboración de harina de pescado para consumo animal.

* DEMASA, División Conservas Del Campo.

** Escuela de Química, Universidad de Costa Rica.

En Costa Rica gran proporción de la harina de pescado utilizada es importada de varios países y cierta proporción es producida en nuestra país por varias empresas dedicadas a la industria de productos marinos.

La harina de pescado nacional se produce a partir de desechos del fileteado de la industria atunera y exportadora de filetes de pescado fresco o congelado, por lo que su calidad es de un grado inferior a la harina importada, debido a que en otros países, como Perú, este producto se elabora a partir de pescado entero como la anchoveta.

Se ha estimado que el consumo mensual de harina de pescado para alimentación animal en Costa Rica es de 13 749.6 toneladas métricas, del cual un determinado porcentaje podría ser suplido por la industrialización de harina de pescado a partir de la FACA.

Partiendo de estas premisas se planteó una investigación para obtener harina de pescado como alternativa de aprovechamiento de la fauna acompañante del camarón en Costa Rica. Esta investigación tuvo como objetivo estandarizar las principales etapas del proceso de elaboración de harina de pescado en el nivel de planta piloto, y realizar la caracterización química de la harina obtenida.

MATERIALES Y METODOS

Recolección y manejo de la muestra.

Las muestras de FACA de 160 kg (Captura 1, marzo de 1992 y Captura 2, abril 1991), fueron obtenidas con redes de arrastre en barcos camaroneros comerciales en la región del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Las muestras de pescado se mantuvieron con hielo, a bordo de la embarcación y en congelación (-30°C) en tierra.

Para cada muestra se procedió a identificar las diferentes especies de pescado, y a determinar algunas características biométricas (peso total, longitud total y longitud estandar de cada espécimen).

Estandarización del proceso de elaboración de harina de pescado.

El pescado fue descongelado por inmersión en agua y cortado en trozos de aproximadamente 5 cm de largo.

Para la etapa de cocción del pescado se sometieron a prueba tres métodos: escaldador (vapor directo), autoclave estacionaria vertical de compuerta (vapor directo) y marmita (vapor indirecto). Se determinó el equipo más apto para la cocción considerando las variables de tiempo, temperatura, suavizamiento adecuado de la espina y homogeneidad de la cocción.

El prensado se realizó en una prensa hidráulica con el fin de determinar el tiempo y la presión adecuados para garantizar la mayor extracción de líquido de prensa.

Se utilizó el método de secado por arrastre (aire caliente a 70°, 80°, 90°, 95° y 100°C) para determinar las condiciones óptimas de tiempo, temperatura y humedad del aire para alcanzar un 10% de humedad final en el producto. La elección de la temperatura adecuada de secado se basó en el grado de deterioro de las proteínas en el producto.

La molienda se realizó en un molino de martillos para determinar el tamaño óptimo de malla según análisis de tamizado.

La harina de pescado se mezcló con agentes antioxidantes BHA, BHT y galato de propilo en una proporción de 0.1%. Se almacenó a 25°, 37° y 45°C, por un período de dos meses para evaluar la calidad de la harina a través del tiempo. Se determinó semanalmente el grado de rancidez como índice de TBA (Lemon, 1975).

Caracterización química de la harina de pescado.

Los resultados de las pruebas y análisis se obtuvieron por triplicado para la captura 1, captura 2 y para la mezcla de capturas. El resultado reportado corresponde al promedio de cada grupo de muestras.

Las determinaciones del contenido de humedad, cenizas, proteína, sal y extracto etéreo se realizaron según la metodología descrita por Hart and Johnstone (1984). Para la determinación de los lípidos totales se utilizó el método de Bligh y Dyer (1959). El análisis de aminoácidos fue realizado en NOVUS International Inc. Research Center de los Estados Unidos. La determinación de contenido de minerales se realizó según Fick (1979). Los datos fueron sometidos a análisis de varianza aleatorio, según Daniel (1987) utilizando $P < 0.05$.

También se determinó el contenido de humedad, proteína y extracto etéreo para cada etapa del proceso para determinar su comportamiento a lo largo de este.

RESULTADOS Y DISCUSION

El estudio de clasificación y biometría de las especies que componían ambas capturas (Cuadro 1) reveló que en la captura 1 las especies predominantes fueron *Haemulon elongatus* (roncador), *Cyclopsetta panamensis* (lenguado) y *Anisotremus sp.* (roncador). Dentro de la

captura 2 las especies predominantes fueron *Selene peruviana*, *Peprilus sp.* y *Diapterus sp.*, todas conocidas como palometas. Puede observarse que las especies predominantes en ambas capturas fueron diferentes, de ahí la importancia de considerar, en la estandarización del proceso y en la caracterización química, a cada captura por separado y luego una mezcla de ambas.

Cuadro 1. Clasificación y biometría de las especies de pescado utilizadas que se encontraban en mayor proporción.

ESPECIE	RANGO DE LONGITUD TOTAL (cm)	RANGO DE PESO TOTAL (cm)	PORCENTAJE EN PESO (%)
CAPTURA 1			
<i>Sphoeroides sp.</i>	-	-	2.50
<i>Rypticus nigripinnis</i>	17.0-27.0	84.6-264.7	5.76
<i>Larimus sp.</i>	-	-	3.43
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	18.0-26.5	56.2-277.9	7.19
<i>Selene brevoortii</i>	-	-	4.55
<i>Selene oerstedii</i>	12.0-21.0	18.5-100.3	2.44
<i>Menticirrhus nasus</i>	21.5-28.0	118.0-294.0	7.59
<i>Lutjanus guttatus</i>	-	-	1.17
<i>Pseudopeneus grandisquamis</i>	-	-	0.73
<i>Haemulon elongatus</i> (roncador)	15-18.5	66.5-122.7	3.91
<i>Polydactylus approximans</i>	-	-	3.51
<i>Menticirrhus nasus</i>	-	-	3.75
<i>Synodus scituliceps</i>	13.0-42.0	13.5-297.3	11.86
<i>Anisotremus sp.</i>	17.5-20.0	61.6-298.7	16.46
<i>Achirus mazatlanus</i>	9.5-19.0	15.4-147.0	2.21
<i>Cyclopsetta panamensis</i>	11.5-23.0	13.2-121.0	4.72
<i>Diapterus sp.</i>	14.0-20.0	32.4-137.5	3.13
<i>Haemulon elongatus</i> (palometa)	14.0-19.5	42.7-107.0	11.54
<i>Diapterus peruvianus</i>	13.0-19.5	27.0-95.0	3.53
CAPTURA 2			
<i>Diplectrum sp.</i>	15.0-17.0	34.2-63.5	3.63
<i>Opisthopecterus sp.</i>	18.5-23.0	31.6-79.6	2.82
<i>Diapterus sp.</i>	17.0-28.0	89.2-320.5	22.0
<i>Peprilus sp.</i>	23.0-30.0	164.3-321.0	4.13
<i>Selene peruviana</i>	20-27.5	91.2-211.3	28.58
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	22.0-24.5	114.8-150.2	9.74

La estandarización del proceso para elaboración de harina de pescado fue considerada por etapas, y para cada uno se tienen resultados específicos.

En la Figura 1 se muestra el proceso esquematizado para la elaboración de harina de pescado en el nivel de planta piloto.



Figura 1. Proceso de elaboración de harina de pescado

La cocción en marmita (80-95°C) presentó varios inconvenientes, como por ejemplo resequeidad en el producto, formación de costras en las paredes del equipo, lo cual dificultó la cocción, y lo más

importante, no garantizó un suavizamiento adecuado de la espina. La cocción en autoclave (100°C) no resultó adecuada debido a la necesidad de abrir la compuerta continuamente con el propósito de mezclar el producto, pues de lo contrario no se obtenía una cocción homogénea.

El método que resultó más adecuado para la cocción fue el escaldado (20 minutos a 90°C) con vapor directo, el cual garantizó un suavizamiento adecuado de la espina y una cocción homogénea del pescado.

Se determinó que presando la masa de pescado (carga inicial de 5 kg) en la prensa hidráulica a 2.412×10^7 Pa (3500 lb/plg²) durante 30 minutos, se garantiza la máxima extracción visible del líquido de prensa. El presado se realizó a la temperatura de salida del escaldador (90°C) para garantizar una baja viscosidad del aceite y así facilitar su extracción.

Se determinó que no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos utilizados en el contenido de proteína de las harinas obtenidas a dichas temperaturas, por lo que se escogió como temperatura de secado 100°C, y se garantizó así un proceso de secado más rápido, aunque no se determinó el efecto de la rapidez de secado sobre los costos energéticos que implicaría.

Con el objeto de determinar la pérdida de componentes del pescado en cada etapa del proceso se realizó un balance de materiales para ambas capturas en todas las etapas, y se obtuvieron los resultados que se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Balance de materiales en cada etapa del proceso de elaboración de harina de pescado.

	RENDIMIENTO EN LA ETAPA (%)	PERDIDA EN LA ETAPA (%)
CAPTURA 1		
Pescado fresco	100.00	0.00
Escaldado	83.18	16.82
Prensado	48.63	51.37
Secado	49.21	50.79
Molienda	98.83	1.17
Rendimiento total	18.18	---
Pérdida total	81.82	---
CAPTURA 2		
Pescado fresco	100.00	0.00
Escaldado	77.03	22.97
Prensado	58.70	41.30
Secado	45.25	54.75
Molienda	96.73	3.27
Rendimiento total	20.46	---
Pérdida total	79.54	---

Elaboración y evaluación de un alimento infantil a partir de peibayac (Macris garupara) (I)

Se observa que para ambas capturas las etapas que implican mayor pérdida de material son el prensado y el secado. El prensado significa una reducción de alrededor de 50% del peso del pescado escaldado por la eliminación de aceite y de agua, y en la etapa de secado también se da pérdida de alrededor de 50% en peso del pescado prensado.

Se determinó el comportamiento del contenido de humedad, proteína y extracto etéreo en las etapas del proceso, obteniéndose los resultados que se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Composición química (base húmeda) del pescado en las diferentes etapas del proceso.

MUESTRA	HUMEDAD (%)	CONTENIDO PROTEÍNA (%)	EXTRACTO ETÉREO (%)
CAPTURA 1			
Pescado escaldado	73.26	20.51	2.10
Pescado prensado	45.57	34.10	2.12
Pescado seco	7.26	73.56	4.20
CAPTURA 2			
Pescado escaldado	70.57	26.03	1.42
Pescado prensado	44.27	32.32	1.02
Pescado seco	8.00	65.60	3.96

Puede observarse la similitud de los resultados para ambas capturas. El contenido de humedad del pescado se reduce a valores de 7.26 y 8.00 % respectivamente. El contenido de proteína indica que la harina es considerada de buena calidad y el bajo contenido de extracto etéreo indica la eficiencia del proceso de prensado.

Las diferencias observadas en el extracto etéreo del pescado seco para cada captura se debe a la utilización de diferentes especies de pescados en cada uno, las cuales poseen una composición química distinta.

Debe considerarse que el prensado conlleva a una pérdida de proteínas solubles en agua, por lo que las proteínas no se encuentran en igual proporción en el pescado escaldado y en el pescado prensado.

Durante el almacenamiento de la harina de pescado a 25°, 37° y

45°C, con diferentes antioxidantes, se presentó un aumento en el índice de TBA, lo cual implicó la presencia de reacciones de oxidación. Debido al bajo contenido de grasa de esta harina, los índices de TBA obtenidos fueron bajos (menores de 74 ppm), por lo que se consideró que puede prescindirse del antioxidante para su almacenamiento. En la Figura 2 se muestra el resultado de la caracterización química de la harina de pescado obtenida de ambas capturas y en la mezcla de ellas. No se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tres resultados. Pueden observarse los contenidos de humedad entre 0 y 10%, resultado satisfactorio para este tipo de producto, y el contenido de proteína mayor de 65%, lo cual es un indicador inicial de su buena calidad para la alimentación animal, aunque con respecto al contenido proteico de los productos que se utilizan en la alimentación animal deben considerarse dos aspectos importantes: la cantidad y la calidad de la proteína ingerida. El hecho de consumir grandes cantidades de proteína no implica necesariamente que se satisfagan las necesidades de aminoácidos. Por otra parte, la calidad de una proteína se define con base en su eficiencia para ser utilizada en el crecimiento y mantenimiento del organismo. La calidad de la proteína depende de su composición en aminoácidos y de su digestibilidad. Es por esta razón que, como parte de la caracterización química, se determinó la digestibilidad proteica y el contenido de aminoácidos de la harina obtenida. La digestibilidad proteica de la harina de pescado resultó ser de un 63.34%.

Figura 2. Caracterización química de harina de pescado.

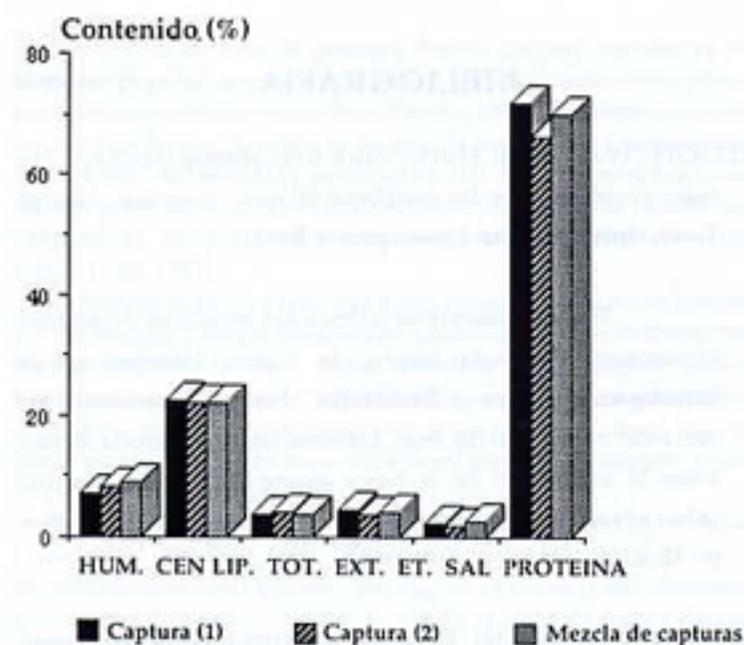


Figura 2: Caracterización química de harina de pescado

En la Figura 3 se presenta el análisis de aminoácidos de la harina elaborada con la mezcla de capturas. El aminoácido mayoritario fue la lisina, considerada extremadamente importante en la alimentación animal.

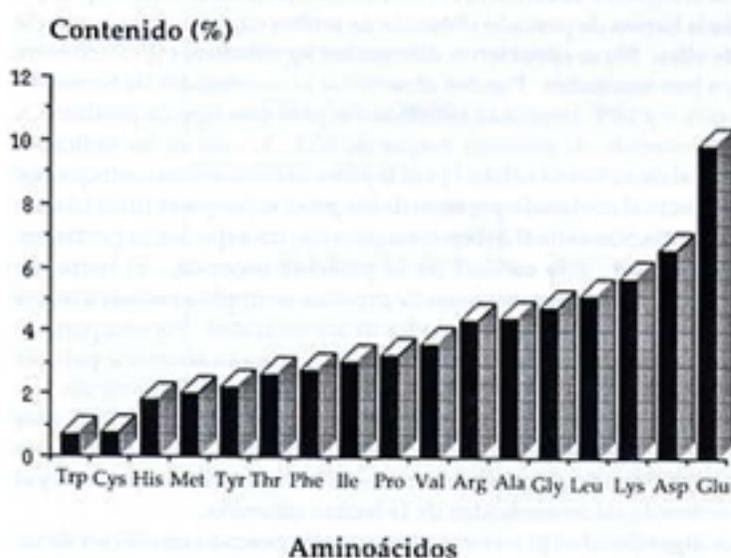


Figura 3: Contenido de aminoácidos de harina con mezcla de capturas.

BIBLIOGRAFIA

- ALLSOPP, W.H.L. 1980. Fish by-catch from shrimp trawling. The main protein source for caribbean atlantic countries. George Town, Interamerican Development Bank.
- _____. 1981-Utilización de la Pesca Acompañante del arrastre camarero: desarrollo futuro. In Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Pesca acompañante del camarón... un regalo del mar. Informe de una consulta técnica sobre la utilización de la pesca acompañante del camarón celebrada en Georgetown, Guyana, 27-30 octubre 1981. Ottawa. p. 32-40.
- BERMUDEZ, A. *et al.* 1981. Perfil de sector pesquero costarricense. San José, Universidad de Costa Rica, Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas.
- BLIGH, E.G.; DYER, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37: 911-917.
- BORGSTROM, G. 1962. *Fish as Food*. New York, Academic Press. v.3.
- CAMPOS, J.A. 1986. Fauna de acompañamiento del camarón en el pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 34(2): 185-197.
- FICK, K. R. 1979. Método de análisis de minerales. Gainesville, University of Florida.
- HART, L.; JOHNSTONE, H. 1984. Análisis moderno de los alimentos. Zaragoza: Acribia.
- LEMON, D.W. 1975. An improved TBA test for rancidity. Halifax, Nova Scotia. Fish Marine Service, Halifax Laboratory. New series circular n. 51. p. 1-4.
- MAC-PNUD-FAO. 1975. Fish meal and oil production. Roma, FAO Fish Technol. Paper. n. 142.

Elaboración y evaluación de un Alimento infantil a partir de pejibaye (*Bactris gasipaes*) (*)

Adriana BLANCO-METZLER**, Georgina GOMEZ-SALAS***, Marielos MONTERO-CAMPOS**

ABSTRACT

Elaboration and evaluation of a baby food based on pejibaye (*B. gasipaes*)

The purpose of this research was to elaborate a baby food for home preparation using peach palm fruit which is an underexploited vegetable in many producing communities, and to evaluate its characteristics.

Formulation was based in 100 g peach palm pulp to which 40 mL of 2% fat milk, 2.5 g margarine and 0.3 g salt were added. Nutritive value, microbiological quality, organoleptic acceptability and secondary effects of the food were evaluated. The last two of these parameters were tested using case-control methodology on 31 babies (4-10 months old) in one of the peach palm producing areas.

Caloric density of the final product was 1.3 Kcal/g with an energy and protein adequacy of 14%. Vitamin A contribution was 270% of infant's recommended dietary allowance. Sanitary quality was within recommended international standards for baby foods. The experimental food had similar acceptability as the control, and secondary effects after consumption were reported.

It is concluded that this food represents a good option for improving infant diet in peach palm producing communities.

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue elaborar una formulación a partir de pejibaye *B. gasipaes* un vegetal local subexplotado, para ser preparado en el hogar, y evaluar su valor nutritivo, su calidad microbiológica y su aceptabilidad organoléptica. La formulación se basó en pejibaye *B. gasipaes* B.H.K, al que se agregó leche descremada al 2%, margarina y sal con el fin de mejorar el sabor y aumentar el contenido energético. La densidad calórica del producto final fue de 1.3 Kcal/g, y una adecuación calórica y proteica de 14%, y una contribución de 270% de las recomendaciones dietéticas diarias de vitamina A para un infante. La calidad sanitaria encontrada cumple con los estándares internacionales recomendados para un alimento infantil. La aceptación del alimento objeto del experimento resultó similar al del control, y no se encontraron efectos secundarios posteriores a su consumo.

Se concluye que el alimento infantil representa una opción para la dieta de estos niños en las comunidades productoras de pejibaye.

INTRODUCCION

En Costa Rica el fruto de pejibaye *Bactris gasipaes* constituye un alimento popular, que es preparado, al igual que en los otros países suramericanos donde se produce (Patiño, 1960), fundamentalmente en una sola forma. A pesar de su amplia aceptación y su potencial nutricional, las pérdidas poscosecha del fruto representan una tercera parte de la producción nacional, ya que no se cuenta con alternativas de preparación, conservación o industrialización (Mora Urpí, 1991).

El fruto de pejibaye presenta las siguientes ventajas nutricionales: rico en energía y en precursores de vitamina A y C; constituye una fuente importante de fibra dietética y de ácidos grasos monoinsaturados; sus carbohidratos son fundamentalmente complejos, por lo tanto el contenido de azúcares simples es bajo; es pobre en sodio (cuando no se agrega sal durante su cocción) y rico en potasio (Blanco *et al*, 1992).

La evaluación de hábitos alimentarios realizada en Tucurrique, comunidad modelo del "Programa Integral de Cultivo e Industrialización del Pejibaye", por Segura y Gómez (1988), demostró que los niños consumen pejibaye desde su infancia. Este hallazgo junto con las pérdidas poscosecha y la limitada adecuación de consumo de vitamina A (Costa Rica. Ministerio de Salud, 1992), motivó a la elaboración y evaluación de un alimento infantil a partir

* Presentado en el IX Congreso Nacional de Pediatría. Diciembre 2-6, 1991. Costa Rica.

** Unidad de Tecnología Nutricional, Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA).

*** Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, U.C.R

de un producto local subexplotado. Con ello se pretende estimular en las zonas productoras de pejibaye un mayor aprovechamiento de un recurso de la zona, y además contribuir a diversificar y mejorar la dieta infantil a un costo mínimo ya que la mayoría de las familias de zonas como la de Tucurrique cultivan el pejibaye o lo consiguen en forma gratuita.

MATERIALES Y METODOS

1. Elaboración del alimento infantil.

Se consideraron los siguientes aspectos: ingredientes y proporciones utilizadas en la formulación, método de preparación, densidad energética del producto final, aspectos organolépticos y remoción del exceso de fibra dietética.

Los requisitos que debían contemplar los ingredientes utilizados en la elaboración del producto fueron: ser disponibles en el área rural, tener relativo bajo precio y ser usados en la alimentación infantil. Se evaluaron organolépticamente las 5 combinaciones que aparecen en el Cuadro 1, en la cocina experimental de INCIENSA, con la ayuda del personal del Servicio de Dietética del Instituto, que cuenta con una amplia experiencia en la preparación de los alimentos para niños.

Cuadro 1. Formulaciones experimentadas del alimento infantil

FORMULACION	A	B	C	D	E
Pulpa de pejibaye	x	x	x	x	x
Agua	x		x		
Leche 2 % en grasa		x	x	x	
Margarina regular		x			
Sal			x	x	x

x : indica ingrediente utilizado en la formulación

El pejibaye utilizado en las formulaciones corresponde a la variedad No. 410 Costa Rica o introducción No. 1120 02 del Banco de Germoplasma Los Diamantes de Guápiles, Costa Rica.

Se cocinó fruto fresco previamente seleccionado y lavado en marmita con agua en ebullición. Posteriormente se dejó enfriar a temperatura ambiente, se empacó en bolsas de polietileno de baja densidad y se congeló a (30 °C) hasta su utilización (2 a 3 meses después de su empacado). Para la elaboración de las formulaciones

se descongeló el fruto en agua hirviendo durante 5 minutos. Se probaron otros métodos de descongelación: inmersión en agua a temperatura ambiente y calentamiento en agua sin hervir. Estos no resultaron satisfactorios porque se obtuvo una pulpa con textura granular. Con el propósito de que el alimento infantil pueda ser elaborado por el ama de casa rural, el método de preparación desarrollado fue simple y rápido, con utensilios de cocina existentes en los hogares.

Se estableció que la densidad energética del producto final fuera cercana a 1.5 Kcal/g, considerando que una toma de leche proporciona el 66% de las calorías del almuerzo y que el 34% restante lo aportaría el alimento infantil (Anónimo, 1987; Enríquez, 1992). La densidad energética de las formulaciones por experimentar fueron estimadas mediante cálculo utilizando tablas de composición de alimentos (Leung y Flores, 1961; Watt y Merrill, 1975) y los resultados del análisis directo del producto.

2. Valor nutritivo del alimento infantil y estimación de su contribución nutricional a la dieta.

El análisis proximal del producto terminado, así como del pejibaye cocido utilizado para elaborarlo se realizó mediante la metodología del AOAC (1975). El contenido de vitamina A en el alimento infantil se estimó mediante cálculo. La fuente de datos de pejibaye proviene de la Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina (1961) (ítem No. 432) y Fernández (1988), para leche con 2% de grasa y margarina y se utilizaron datos de la tabla del Departamento de Agricultura de EUA (1975) (ítems No. 1323 y 1317, respectivamente).

3. Evaluación microbiológica.

Cinco lotes del producto terminado fueron analizados por recuento total, coliformes totales y fecales, *Staphylococcus aureus*, hongos y levaduras mediante la metodología descrita por APHA (1976). El resultado se expresó como promedio.

4. Evaluación organoléptica y efectos secundarios del consumo del alimento infantil.

El diseño experimental del estudio se realizó a manera de casos y controles en forma pareada, donde los controles fueron los mismos niños (casos) que consumieron el alimento prueba y el control en diferentes períodos. Para ello se fraccionó la muestra en dos grupos y en dos etapas. En la primera etapa la mitad de la muestra consumió el alimento prueba, mientras la otra mitad consumió el control. En la segunda etapa cada grupo intercambió el alimento consumido. Con dicho diseño se pretende considerar factores externos (climáticos y algún tipo de enfermedad) que pudieran alterar la interpretación de los resultados. El alimento se consumió durante 3 días consecutivos para facilitar una adaptación progresiva

de los infantes a este alimento, ya que solamente el 12% de los niños habían probado el pejibaye.

Se seleccionó el ayote maduro *Cucurbita maxima* como alimento control, debido a que el colado resultante es semejante en color y consistencia al de pejibaye. El alimento control se preparó en la misma forma que la formulación de pejibaye, excepto que no se filtró.

El tamaño de la muestra se calculó por medio de la fórmula matemática para estudios descriptivos en poblaciones finitas (Taller Latinoamericano de Investigación Aplicada a la Salud, 3º. 1989). El nivel de confiabilidad mínimo establecido fue de 97.5%. La proporción de elementos en la población con una determinada característica fue de 0.5, una varianza poblacional de 0.5, un error de muestreo de 0.10 y un tamaño de la población universo de 45. Este último se determinó a partir de los nacimientos ocurridos en el distrito de Tucurrique en 1988 (Dirección General de Estadística y Censos, 1988) a la que se le sumaron los nacimientos estimados para 1989 a partir de la tasa de fecundidad nacional (Raabe, 1989).

La muestra estuvo constituida por 31 infantes de ambos sexos, que debían cumplir con los siguientes requisitos:

- tener de 4 a 10 meses de edad
- no padecer de enfermedades crónicas o agudas relacionadas con el aparato digestivo, circulatorio o respiratorio
- estado nutricional adecuado
- ablactados con anterioridad
- con buena tolerancia a la leche de vaca
- con ingesta adecuada de alimentos
- contar con el consentimiento de la madre del infante para participar en el estudio.

La evaluación organoléptica del alimento se realizó a la hora del almuerzo de dos maneras: directa e indirecta. La primera se realizó pesando la cantidad servida (100 g) y el sobrante dejado por el infante, previa instrucción a la persona encargada de su alimentación de no consumir o tirar parte del alimento. La diferencia entre lo servido y el residuo corresponde al consumo. La evaluación indirecta se determinó mediante la apreciación indicada por la persona que alimentó al niño, que generalmente fue la madre. Siguiendo los puntajes establecidos previamente (1 a 5), se le preguntó, en relación tanto con el alimento a prueba como con el control, si le gustó mucho (5 puntos), le gustó moderadamente (4), no le gustó ni disgustó (3), le disgustó moderadamente (2) y le disgustó mucho (1).

Se evaluaron los efectos secundarios al consumo del alimento mediante entrevista a la persona que alimentó al niño, preguntándole si observó en el niño malestar después del consumo del alimento y el tipo (diarrea, dolor abdominal, malestar general, brote o sarpullido, vómito, gases, cólico, estreñimiento o algún otro). Mayores detalles de la evaluación organoléptica, efectos secundarios y hábitos de consumo aparecen en Gómez (1990).

RESULTADOS Y DISCUSION

La formulación seleccionada fue la E, por su mayor aceptabilidad y densidad energética más cercana a la previamente establecida.

En la Figura 1 se muestra el proceso (diagrama de flujo) utilizado en la preparación del alimento infantil. Como la composición química de los ingredientes de la formulación hace que el producto final presente semejanza organoléptica y nutricional con los colados de vegetales y no con los postres que se expenden en el comercio, se permite la adición de sal en este tipo de producto (FAO/WHO, 1976); sin embargo se recomienda su estimación. La remoción de fibra mediante la filtración es aconsejable porque las hebras enteras no pueden ser fraccionadas por el bebé que aún no tiene dientes y porque los alimentos para bebés no deben contener un exceso de fibra (FAO/WHO, 1976).



Figura 1: Elaboración de un alimento infantil.

La composición química de la porción comestible del fruto de pejibaye utilizada para elaborar el alimento infantil aparece en el Cuadro 2. Los resultados en fruto cocido se asemejan a los reportados por Fernández (1988) en poblaciones costarricenses de pejibaye. Se encontró que la humedad del producto terminado es elevada debido a que su consistencia debió ser de puré suave. La densidad energética calculada fue de 1.3 Kcal/g, valor mucho mayor al de los colados comerciales salados (Jones, 1984), que oscila entre 0.2 a 0.7 Kcal/g e inferior a las 2 Kcal/g recomendadas para alimentos infantiles sólidos (FAO/WHO, 1976), pero semejante al establecido de antemano en el estudio.

Cuadro 2. Caracterización proximal del alimento infantil y fruto de pejibaye

ANALISIS	FRUTO COCIDO (g/100g)	ALIMENTO INFANTIL (g/100g)
Humedad	52.5 ± 0.1	73.1 ± 0.0
Extracto etéreo	8.4 ± 0.1	5.9 ± 0.0
Proteína	3.2 ± 0.1	2.8 ± 0.0
Cenizas	0.9 ± 0.0	1.8 ± 0.0
Fibra cruda	2.0 ± 0.2	1.2 ± 0.0
Carbohidratos	35.0	24.0
Totales (*)		
Calorías (**)	228.4	129.9

(*) Carbohidratos por diferencia = 100 - (% Humedad + % extracto etéreo + % proteína + % cenizas)

(**) Calorías calculadas por el sistema de Atwater (factores = 4 cal/g proteína y 9 cal/g extracto etéreo (Watt y Merrill, 1975).

En el Cuadro 3 se muestra que los recuentos microbiológicos del alimento infantil de pejibaye y del control presentan condiciones sanitarias adecuadas, pues el recuento total y el de coliformes totales se encuentran en el límite inferior recomendado para vegetales

previamente escaldados (Ordóñez y Díaz, 1981). Además, no se encontraron coliformes fecales ni *S. aureus*, que son microorganismos que deben estar ausentes cuando se pretendan buenas prácticas de manufactura y manipulación de los productos infantiles (FAO/WHO, 1976). El contenido de hongos y levaduras encontrado en el alimento, relativamente alto, indica que deben realizarse estudios adicionales para establecer su causa.

Cuadro 3. Análisis microbiológico del alimento infantil con base en pejibaye y control

ALIMENTO INFANTIL	PEJIBAYE	CONTROL
Recuento total	3.7 X 10E 4/g *	1.9 X 10E 4/g *
Coliformes totales	< 3/g **	8.8 X 10E 1/g**
Coliformes fecales	< 3/g **	< 3/g **
<i>S. aureus</i>	< 10/g *	< 10/g *
Hongos y levaduras	4.1 X 10E3 *	< 10/g *

* ufc: unidades formadoras de colonia

** NMP: número más probable

El Cuadro 4 y la Figura 2 corresponden a la evaluación organoléptica del alimento. Se encuentra un consumo ligeramente mayor y un gusto mucho mayor por el control que por la prueba, diferencias que no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$). Una posible explicación de esta diferencia es que el alimento con base en ayote es más dulce que el de pejibaye, y se sabe que a temprana edad existe una evidente preferencia por los alimentos dulces. Se consideró durante el desarrollo de la formulación agregar azúcar al alimento infantil, con el propósito de asemejarlo al control, además de representar una fuente adicional de calorías. Sin embargo, se obvió dicho ingrediente, porque no es conveniente promover el consumo de azúcares simples desde tan corta edad (Jones, 1984).

Cuadro 4. Consumo del alimento infantil según día de consumo (g)

DIA	PEJIBAYE	CONTROL
1	55 ± 29	65 ± 25
2	59 ± 29	65 ± 29
3	61 ± 26	66 ± 25
PROMEDIO	58 ± 28 *	65 ± 26 *

* No se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

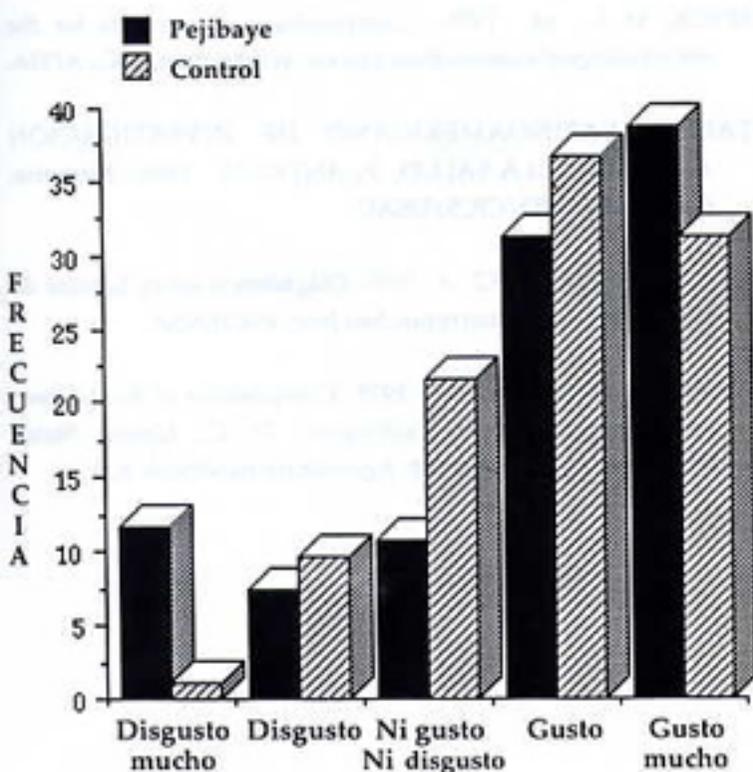


Figura 2. Aceptabilidad del alimento infantil

El porcentaje de personas que alimentaron al bebé y refieren que gustó, y gustó mucho (Figura 2), totaliza 65% en el alimento prueba y 72% en el control.

Se encontró que el consumo del alimento infantil con base en pejibaye aumenta día a día progresivamente, mientras que el del control permanece constante (Cuadro 4), sugerencia de una adaptación de los bebés al sabor del alimento.

La evaluación de los efectos secundarios posteriores al consumo demostró que el alimento experimental es bien aceptado y que no provoca problemas digestivos ni alergias en los infantes "sanos" tolerantes a la lactosa.

Un año después de concluida la evaluación organoléptica, se evaluó en 10 de las madres de los niños que habían participado el estudio, si habían continuado alimentándolos con el alimento de pejibaye. La respuesta fue afirmativa en un 70% de los casos y negativa en el 30% restante. La explicación al rechazo fue que al niño no le gustaba. Todas las madres manifestaron agrado por haber participado en el estudio, y el 90% señalaron que el alimento les permite un mejor aprovechamiento del pejibaye y lo refieren como nutritivo.

Partiendo de las recomendaciones calóricas y proteicas sugeridas para un infante de 7 a 9 meses de edad (Anónimo, 1987), y de la composición del alimento final (Cuadro 1), se determinó que 100 g proporcionan 14% de las calorías y proteínas que debe consumir diariamente. Considerando que el promedio de consumo del alimento fue de 58 g (Cuadro 4) y que un infante de 7 a 9 meses de edad tiene 6 tiempos de comida, donde en el almuerzo se establece que debe consumir el 30% de las calorías necesarias por día (Enríquez, 1992), se encontró que el alimento cubrió el 28% de las necesidades energéticas del almuerzo. En aquellas poblaciones en las que el consumo calórico es adecuado, se sugiere que este alimento sustituya otros que aportan fundamentalmente calorías vacías, esto con el fin de no fomentar la obesidad infantil.

La contribución de vitamina A del producto fue significativa, pues cubre más de lo que se requiere diariamente: 270% por cada 100 g del alimento o 152% por cada 58 g consumidos del alimento. Por esto, lo representa una buena fuente de retinol.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. María Teresa Acuña y a la Sra. Candy Barquero, del Laboratorio de Microbiología de Alimentos del INCIENSA, por haber evaluado la calidad sanitaria del producto terminado. A la Lic. Mireya Fernández y a la Lic. Sandra García por su colaboración en el estudio.

BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO. 1987. Guías de alimentación, bases para un desarrollo en América Latina. Caracas, Universidad Naciones Unidas.
- ANONIMO. 1992. Recomendaciones del II Congreso Internacional sobre biología, agronomía, industrialización y mercado del pijuayo (pejibaye) celebrado en Iquitos Perú en noviembre de 1991. Bol. Pejibaye 4(1): 13-19.
- AOAC. 1975. Official methods of analysis. 12 ed. Washington, D. C.,
- BLANCO, A; MONTERO, M; FERNANDEZ, M; MORA, J. 1992. Pejibaye Palm fruit: Contribution to human nutrition. Principles. J. Int. Palm Soc. 36(2): 66-69.
- MINISTERIO DE SALUD. SECCION DE VIGILANCIA NUTRICIONAL. DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y ATENCION INTEGRAL. 1992. Análisis del estado nutricional de la población costarricense. San José.
- DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. 1988. Tabulado de nacimientos para 1988 (hojas de cómputo). Costa Rica. San José.
- ENRIQUEZ, K. 1992. Alimentación infantil. San José, Productos Gerber. Comunicación Personal.
- FERNANDEZ PIEDRA, M. 1988. Definición de las características químico-nutricionales de cuatro poblaciones de pejibaye *Bactris gasipaes* B.H.K. Tesis Lic. en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, Carrera Interdisciplinaria en Tecnología de Alimentos.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1976. Recommended international standards for foods for infants and children. 2 ed. Roma.
- GOMEZ SALAS, G. 1990. Desarrollo y evaluación de un alimento infantil con base en pejibaye. Tesis Lic. en Nutrición, Universidad de Costa Rica, Carrera de Nutrición.
- JONES, E. 1984. Normal Infant feeding. In KETTS, D.; JONES, E. eds. Manual of pediatrics nutrition. Massachusetts, Little Brown. p. 21-45.
- LEUNG, W. T. W.; FLORES, J. 1961. Tabla de Composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, INCAP.
- MORA URPI, J. 1991. Producción del pejibaye. San José, Universidad de Costa Rica. Escuela de Biología. Comunicación Personal.
- ORDOÑEZ, P; DIAZ, M.A. 1981. Microorganismos de los alimentos. Método de muestreo para análisis microbiológicos: Principios y aplicaciones específicas. Zaragoza, AVI.
- PATIÑO, V.M. 1960. Historia colonial y nombres indígenas de la palma de pejibaye. Rev. Colombiana de Antropología 9: 25-72.
- RAABE, C. 1989. Tasa de fecundidad para Costa Rica. San José, INCIENSA. Comunicación personal.
- SPECK, M. L. ed. 1976. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, D.C., APHA.
- TALLER LATINOAMERICANO DE INVESTIGACION APLICADA A LA SALUD, 3º, ANTIGUA. 1989. Memoria. Guatemala, CIID/CICS/USAC.
- SEGURA, M.L; GOMEZ, X. 1988. Diagnóstico sobre hábitos de alimentación en Tucurrique. San José, INCIENSA.
- WATT, B.K; MERRILL, A.L. 1975. Composition of foods: raw, processed, prepared. Washington. D. C., United States Department of Agriculture. Agriculture handbook n. 8.