OBTENCION DE JUGO DE PIÑA EN POLVO POR EL METODO DE SECADO POR ESPUMAS[1]

C.I. Beristain[2], *R. Cortés*[2], *M. A. Casillas*[2] *y R. Díaz*[3].

Instituto de Ciencias Básicas
Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz, México

RESUMEN

Se estudió la formación y estabilidad de las espumas a partir de jugo de piña concentrado a 25, 30 y 40° Brix, al cual se le adicionó una mezcla de agentes surfactantes y, como coadyuvante, de secado maltodextrina DE=10. Agitándose en una batidora comercial, se obtuvieron espumas adecuadas con el jugo a 25° Brix en las condiciones siguientes: concentración de agentes surfactantes (Sorbac 60-Polisorbac 80), 0.285% de surfactante/sólidos totales; balance lipofílico-hidrofílico (HLB) 6 y tiempo de agitación 7 min. La espuma se deshidrató en un horno secador con flujo de aire horizontal a 60, 70 y 80°C, usando espesores de cama de 3, 5 y 10 mm, obteniéndose las mejores condiciones a 60°C y un espesor de cama de 5 mm. El producto con un tamaño de partícula 40-80 y un contenido de humedad de 3% se almacenó por seis meses en un empaque flexible de cinco colaminados a las condiciones ambientales. No hubo oscurecimiento ni crecimiento de hongos y bacterias durante el tiempo observado. El producto se evaluó sensorialmente preparando jugo de piña y una bebida refrescante, y tuvo una aceptación superior al 95% a nivel de comunidad.

INTRODUCCION

En México, el cultivo de piña ha sido tradicionalmente de gran importancia, y los productores se han visto en la necesidad de evitar pérdidas poscosecha, de diversificar los actuales y tradicionales procesos de transformación, además de proteger su producto ante el intermediarismo, y así lograr un precio justo y redituable.

Mauscrito modificado recibido: 16-4-90.

1 Esta investigación fue financiada por el CONACYT, Convenio PVT/AI/NAL/87/3729.

2 Investigador Titular del área de Tecnología de Alimentos del Instituto de Ciencias Básicas, Apartado Postal 177, Xalapa, Veracruz, México.

3 Técnico Académico del área de Tecnología de Alimentos del citado Instituto.

El proceso de secado por espumado es de gran interés y puede ser de utilidad para los países en desarrollo, ya que no se utilizan equipos sofisticados; además es un proceso rápido y los productos que se obtienen son de buena calidad. Para la aplicación de este método es importante que el producto que se va a deshidratar sea capaz de formar espumas estables mediante la incorporación de aire u otros gases y agregando sustancias que modifiquen la tensión superficial. La espuma formada debe resistir el manejo durante su procesamiento y, a la vez, ser lo suficientemente fluida para poder ser extendida en la superficie del secador. Una vez que el producto está seco, se muele y tamiza y finalmente, se empaca.

El proceso de secado por espumas fue desarrollado por Morgan *et al.* (1,2), quien investigó la producción de polvos a partir de jugo de tomate, leche, café jugo de naranja, ciruela, chabacano y fresa, papa blanca y varios alimentos infantiles. Para prevenir la adsorción de humedad de los materiales higroscópicos, tales como polvos de frutas, éstos se enfriaron, deshidrataron y empacaron en un cuarto mantenido a baja humedad (15% HR o menos) (3). Bates (4) obtuvo polvo de jugo de piña por espumas a partir de concentrados congelados comerciales de 45 y 61°Brix, en donde el producto fue almacenado en recipientes herméticos.

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar las condiciones más apropiadas de la formación de espumas estables de jugo de piña, la influencia de los parámetros del secado, y la evaluación de las características sensoriales, así como observar el comportamiento del producto durante su almacenamiento en un envase flexible.

MATERIAL Y METODOS

Materia prima - Se utilizó piña de la variedad Cayenna lisa con índice de madurez 5, según Pantástico (5). Los aditivos empleados fueron: monoestearato de orbitan (Sorbac 60) HLB=4.7, monooleato de polioxietileno de sorbitan (Polisorbac 80) HLB=14.9, mono y diglicéridos del ácido esteárico (Glicepol 160) HLB=2.8, como agentes surfactantes, y como cuadyuvante de secado se usó maltodextrina (AMIDEX DE =10). Se prepararon dispersiones de los agente surfactantes en agua al 10% en peso ya que su aplicación directa no es recomendable (2). Los surfactantes y el coadyuvante empleados están aprobados por la Dirección General de Alimentos, Bebidas y Medicamentos de la Secretaría de Salubridad y Asistencia de México y por la Food and Drug Administration de Estados Unidos.

Preparación de espumas - La piña fue pelada, descorazonada y partida en trozos en forma manual para extraerle el jugo en un extractor Moulinex. Posteriormente el jugo se concentró a una temperatura de 60°C en un evaporador de simple efecto marca Polinox, hasta obtener concentraciones de 25, 30 y 40° Brix.

Los ensayos de espumado se hicieron en lotes de 100 g, para lo cual se tomaron 86 g de jugo concentrado y se mezclaron en una batidora Sunbeam con 10 g de Maltodextrina y 4 g de dispersión de mezcla surfactante en agua al 10%, durante 5 min a la velocidad máxima. El balance lipofílico-hidrofílico utilizado fue 6, 8 y 10 que se obtuvo mezclando dos agentes surfactantes (6). La densidad de la espuma se midió al término de la agitación repitiendo cada

corrida tres veces, y calculando los valores promedio de densidad y líquido drenado.

Se estudió el efecto del tiempo de agitación y de la cantidad de surfactante por contenido de sólidos totales (sólidos solubles + maltodextrina + surfactante). Para ello se le adicionó al jugo concentrado 10 g de maltodextrina DE=10 y diferentes niveles de dispersión de agente surfactante al 10% (1, 2, 3 y 4 g), agitando durante 10 min a la velocidad máxima. Cada 2 min se tomó una muestra repitiendo cada corrida tres veces, y calculando los valores promedio de densidad y líquido drenado.

Secado - La deshidratación se llevó a cabo en un horno secador de convección mecánica de flujo horizontal BLUE M, a temperatura de 60, 70 y 80°C, distribuyendo las espumas en charolas recubiertas de hojas de teflón, cuyos espesores de cama eran de 3, 5 y 10 mm, con una velocidad de aire de 0.8 m/s. Las curvas de secado se elaboraron graficando g de agua/g de sólido seco vs tiempo, para lo cual fue necesario obtener muestras del secador a intervalos de 10 min, determinándoles el contenido de humedad.

Almacenamiento - El jugo en polvo se molió y tamizó a un tamaño de partícula que pasó la malla 40, y se envasó en un empaque flexible de cinco colaminados formado principalmente por poliamida, etil-vinil alcohol y polietileno de baja densidad. Luego el producto fue almacenado a las condiciones ambientales del laboratorio (20-25°C y 60-80% de HR), por espacio de seis meses.

Análisis fisicoquímicos - Al polvo se le determinó el contenido de humedad en estufa de vacío de acuerdo al método de la AOAC 16.174 (7).

La densidad de la espuma se midió por diferencia de pesadas de espuma contenida en un vaso de precipitado de 10 ml; la velocidad de drenado se determinó vertiendo la espuma obtenida en un embudo de filtración rápida y el líquido drenado se midió en una probeta de 10 ml en el término de una hora.

La densidad del polvo se determinó en un recipiente cilíndrico dividiendo el peso neto del polvo entre el volumen del recipiente ocupado (8).

Para evaluar la reconstitución del polvo se estableció el tiempo que tardan en disoverse 10 g de polvo en 100 ml de agua a 20 y 40°C. La mezcla fue agitada usando una cuchara, y la agitación se detuvo cuando por apreciación visual ya no existían partículas sin disolverse.

Análisis microbiológicos - En el producto en polvo se cuantificó el crecimiento de hongos y bacterias (9).

Evaluación sensorial - El polvo se reconstituyó a 12° Brix como jugo y 4° Brix como bebida refrescante a una temperatura de 10°C. Todos los productos preparados fueron degustados por 45 jueces no entrenados quienes evaluaron el grado de aceptación mediante un cuestionario de escala hedónica del 1 al 9 (10). De los resultados se obtuvo la media aritmética y la desviación estándar. La aceptación se calculó como porcentaje de un 100% teórico equivalente al número total de jueces (11).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se hizo necesario realizar una serie de pruebas preliminares para seleccionar la cantidad de maltodextrina DE=10 que se tenía que añadir como coadyuvante, ya que si no se adicionaba se formaban terrones de polvo. Su

adición contribuyó a estabilizar más las espumas, mejoró el cuerpo y sabor del producto final, y ayudó a inhibir la formación de agregados del polvo, permitiendo su envasado en empaques flexibles.

En la Tabla 1 se observa que la única mezcla surfactante que produjo espuma fue la de Sorbac 60-Polisorbac 80, y que las densidades menores se obtuvieron para un balance lipofílico-hidrofílico de 6. Para los concentrados de 25, 30 y 40°Brix se obtuvieron densidades de 0.3, 0.35 y 0.23 g/cm^3 respectivamente, las cuales presentaron buena estabilidad. La concentración de jugo seleccionada fue la de 25°Brix, ya que la espuma formada presenta buenas características para su procesamiento (ausencia de drenado y uniformidad de burbujas), además de ser más económico producir espumas con jugos de menor concentración.

TABLA 1

EFECTO DE LOS AGENTES SURFACTANTES Y DEL BALANCE LIPOFILICO-HIDROFILICO EN LA FORMACION DE ESPUMA

Mezcla Surfactante	Balance lipofílico hidrofílico	Densidad (g/cm^3) a diferentes concentraciones °Brix		
		25	30	40
A	6	0.30	0.35	0.23
A	8	0.43	0.48	0.25
A	10	0.59	0.59	0.37
B	6, 8 y 10	No se formó espuma		

Mezcla surfactante:

A = Sorbac 60 - Polisorbac 80.

B = Glicepol 160 - Polisorbac 80.

Los resultados de las pruebas llevadas a cabo para evaluar el efecto del tiempo de agitación y de la relación surfactante/sólidos totales se exponen en la Figura 1. Según se aprecia, a cualquier concentración de surfactante y tiempos de agitación de 5 minutos o más, las espumas formadas tienen buena estabilidad. La ausencia de drenado de agua en 60 minutos y buena uniformidad de burbuja fue una de las principales razones de la estabilidad. Se observa, asimismo, que al aumentar el tiempo de agitación, la densidad disminuye y alcanza cierta estabilidad; si la agitación se prolonga se produce la ruptura de la estructura de la burbuja y un incremento de la densidad, lo que da como resultado un deterioro de la espuma. Las espumas con densidades de $0.4g/cm^3$ o menos fueron adecuadas para su procesamiento, por lo que se seleccionó 0.285% surfactante/sólidos totales y un tiempo de agitación de 7 min obteniendo espumas con densidades del orden de 0.37 g/cm^3. En los ensayos realizados pudo apreciarse que estas espumas dieron buenos resul-

tados para realizar el proceso de secado, debido a que la espuma persistió bajo las condiciones utilizadas. De acuerdo a lo expuesto anteriormente, las condiciones seleccionadas para la preparación de espumas fueron concentrar el jugo a 25°Brix y adicionar 10% de maltodextrina DE=10, 1% de dispersión de Sorbac 60-Polisorbac 80 de HLB=6 en agua al 10%, y agitar en una batidora durante 7 minutos a la velocidad máxima.

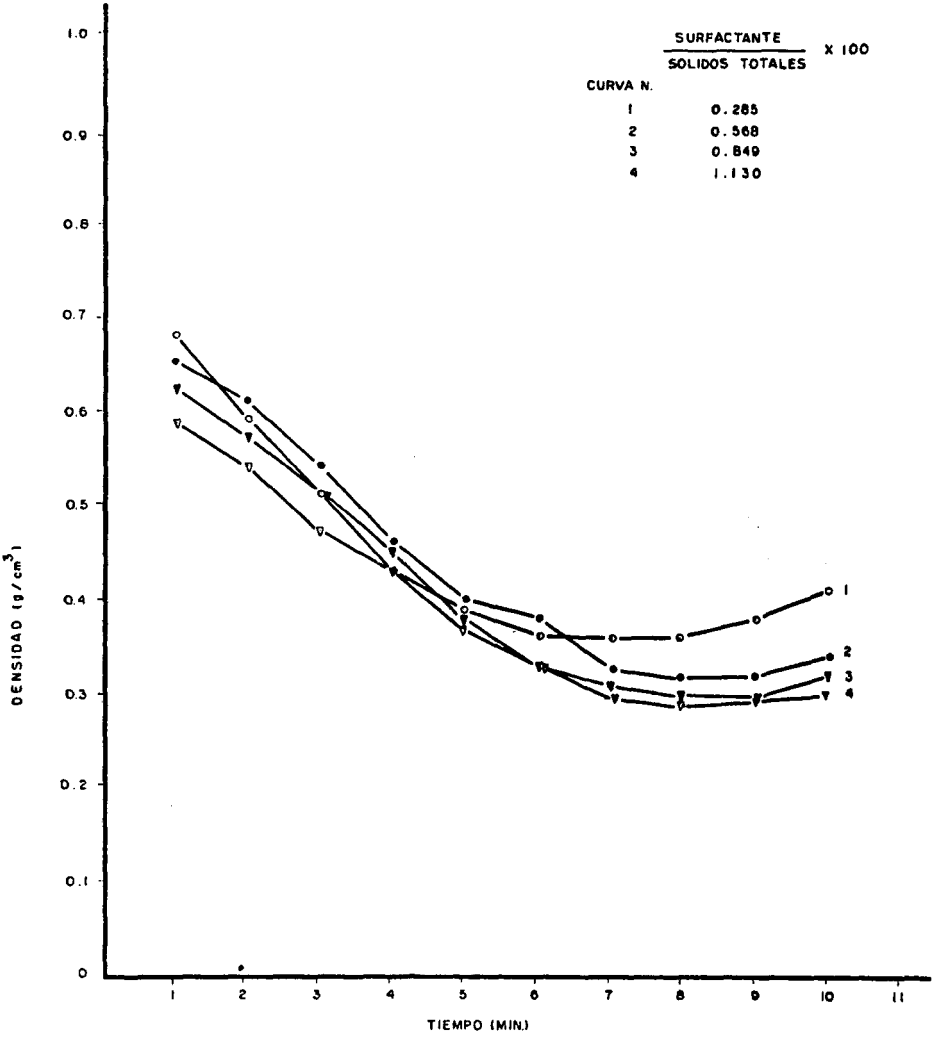

FIGURA 1

Efecto del tiempo de agitación sobre la formación de espumas a diferentes concentraciones de surfactante

En la Figura 2 se aprecia, para tres temperaturas diferentes, cómo varía el tiempo de secado con relación al espesor de cama de la espuma. Asimismo, se observa que a medida que aumenta la temperatura y disminuye el espesor, el tiempo de secado también disminuye, lo cual se debe fundamentalmente a que la resistencia a la transferencia de masa y calor se incrementa. Sin embargo, el tiempo de secado aumenta en menor proporción que el espesor de cama.

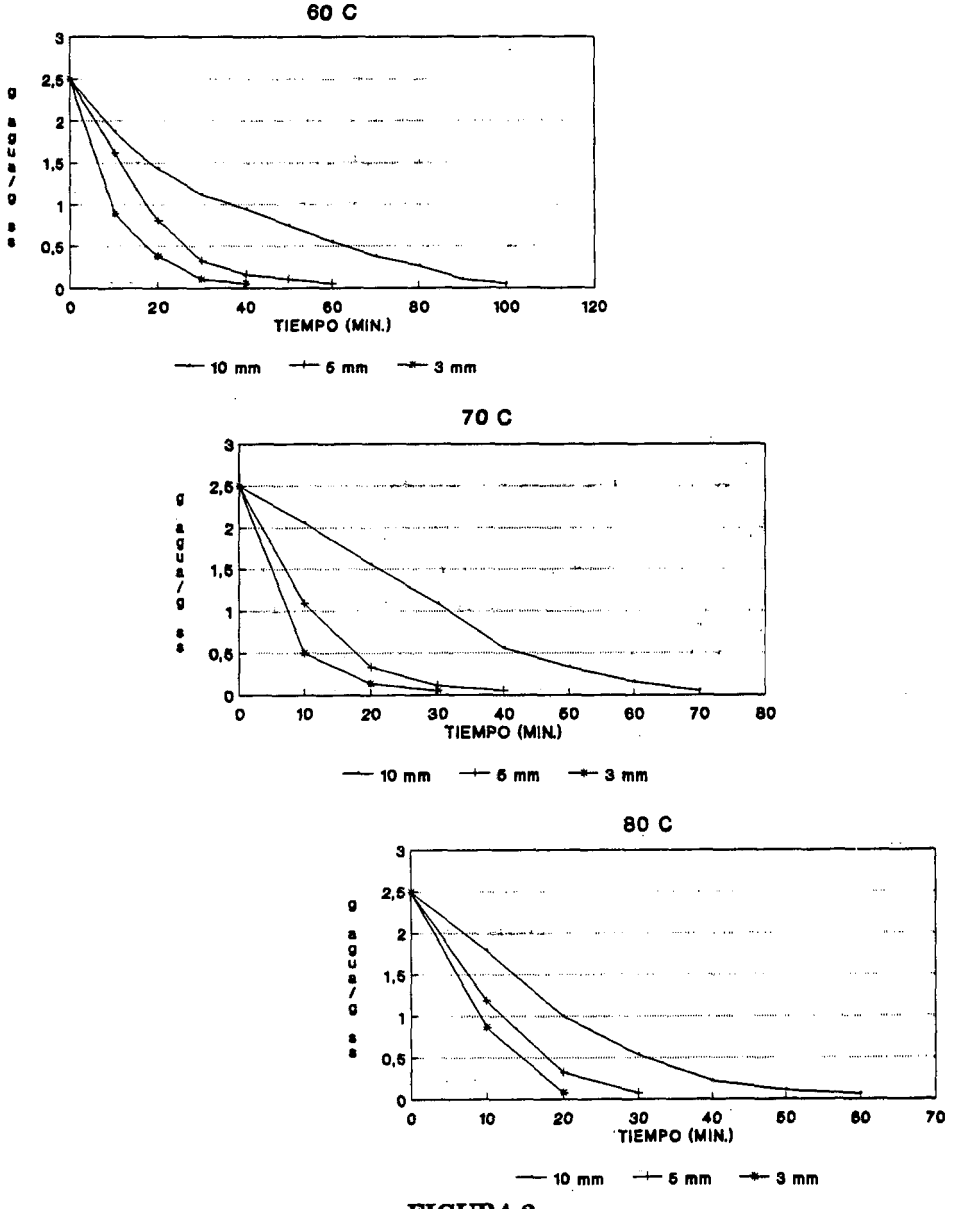

FIGURA 2

Variación del contenido de humedad en función del tiempo de deshidratación de espumas

Lo expuesto haría que se seleccionaran temperaturas y espesores mayores puesto que la productividad aumenta, pero se observó que al utilizar temperaturas de 70 a 80°C aunque se obtuvieron tiempos de secado menores, hubo oscurecimiento en la parte superior de la espuma, además de que se adhería a la charola, siendo así difícil de separar el producto seco. Este problema se debe al alto contenido de monosacáridos, los cuales son altamente higroscópicos y poseen puntos de fusión bajos, siendo la levulosa la más higroscópica y soluble de los azúcares que tienden a inhibir o destruir la formación de una estructura estable en el producto a secar.

La espuma que se secó a temperaturas de 60°C y al espesor de cama de 3 y 5 mm tuvo una excelente apariencia visual, pero en los casos en que se utilizó un espesor de 10 mm, la deshidratación no fue homogénea y hubo oscurecimiento en la parte superior. Por este motivo, se seleccionó la temperatura de 60°C y un espesor de cama de 5 mm como las condiciones más favorables para la deshidratación, obteniéndose una humedad final del 3% (BH) en un tiempo de secado de 50 minutos.

El polvo de piña de tamaño de malla 40-80 tiene una densidad global de 0.6 g/cm^3; se reconstituye rápidamente obteniéndose tiempos de disolución de 15, 36 y 48 segundos para las mallas 40, 60 y 80 a 20°C, y a 40°C de 9, 26 y 42 segundos respectivamente.

El producto almacenado en el empaque flexible a la temperatura ambiente 20-25°C y humedad relativa de 60-80% se mantuvo con buena apariencia visual; no hubo oscurecimiento ni crecimiento de hongos y bacterias durante los seis meses del tiempo observado.

En la evaluación sensorial pudo apreciarse que el 35.5% de la población involucrada calificó al jugo reconstituido con 9 (me gusta muchísimo), el 44% con 8 (me gusta mucho), el 11.1% con 7 (me gusta), el 4.4% con 6 (me gusta ligeramente) y el 4.4% restante con 5 (ni gusta ni disgusta), dando como promedio 8.0 ± 1.03.

En el caso de la bebida refrescante, 51.1% calificó con 9, el 33.3% con 8, el 6.6% con 7, el 4.4% con 6 y el 4.4% con 5, rindiendo como promedio de calificación, 8.2 ± 1.06.

Tal y como se aprecia, solamente el 4.4% de la población involucrada calificó a ambos productos con 5. Respecto a la aceptabilidad general, se sabe que los valores arriba de 5.5 indican que el producto es aceptable (10). En las pruebas efectuadas se obtuvo una aceptación superior al 95%.

SUMMARY

PRODUCTION OF PINEAPPLE JUICE POWDER BY FOAM-MAT DRYING

The foam-mat production and stability using pineapple juice concentrate (25, 30 and 40°Brix), adding a surfactants mixture and maltodextrine (DE 10) as coadyuvant, stirred in a commercial mixer, was studied. Adequate foam formation conditions were as follows: concentrate of 25°Brix using surface active agents (Sorbac 60 - Polisorbac 80) 0.285% surface active agent/total solids, HLB=6, and stirring time, 7 min. The foam was dehydrated in an oven dried with a horizontal air flow circulation set at 60, 70 and 80°C using 3, 5 and 10 mm bed dephts. The best conditions were obtained at 60°C and

5 mm bed depth. The product had a particle size of sieve 40-80, and a moisture content of 3%. It was then packaged in multilayer plastic film and stored at environmental conditions. No brown color formation or mold growth was detected during storage. Pineapple juice and a refreshing drink were prepared. The general acceptability in a community indicated that 95% of the population involved accepted the product.

BIBLIOGRAFIA

1. Morgan A. I. Jr., L. F. Ginnette, J. Randall & R. P. Graham. Technics for improving instants. **Food Engineering, 31** (9): 86-87, 1959.
2. Morgan A. I. Jr. R. P. Graham, L. F. Ginnette & G. S. Williams. Recent developments in foam-mat drying. **Food Technology, 15** (4): 37-39, 1961.
3. Rockwell W. C., E. Lowe, A. I. Morgan Jr. R. P. Graham & L. F. Ginnette. How foam-mat dryer is made. **Food Engineering, 34** (8): 86-88, 1962.
4. Bates R. P. Factors affecting foam production and stabilization of tropical fruit products. **Food Technology, 18** (1): 93-96, 1964.
5. Pantástico E. P., H. Subramanyam, M. B. Bhatti, N. Ali & E. K. Akamine. Fisiológía de la postrecolección. En: **Fisiología de la Postrecolección, Manejo y Utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales.** Er. B. Pantástico (Ed.). México, D. F., Compañía Editorial Continental, 1979, p. 77-98.
6. Dziezak J. D. Emulsifiers: The interfacial key to emulsion stability. **Food Technoogy, 42** (10): 172-186, 1988.
7. Association of Official Agricultural Chemists. **Offical Methods of Analysis of the AOAC.** 12 th ed. Washington D. C., The Association, 1975, p. 394.
8. Scoville E. & M. Peleg. Evaluation of the effects of liquid bridges on the bulk properties of model powders. **Food Sci., 46:** 174-177, 1981.
9. Speck L. M. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.** 2nd. ed. Washington, D. C., American Public Health Association, 1984, p. 197.
10. Amerine M. A., R. M. Pangborn & E. B. Roessler, **Principles of Sensory Evaluation of Food.** New York, N. Y. Academic Press, Inc., 1965, p. 354.
11. Hirsh L. N. **Sensory Panel Test Designs with Data Evaluation Procedures.** The Coca Cola Company Food Division, November 1977, p. 92-97.