

# MICROENCAPSULACIÓN DE UN SABORIZANTE DE PLÁTANO

Yojhansel Araguez-Fortes<sup>1\*</sup>, Daniela Cabrera<sup>1</sup>, Jorge A. Pino<sup>1,2</sup> y Laura M. Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Carretera al Guatao km 3½,  
La Habana, C.P. 17100, Cuba. E-mail: yojansel@iia.edu.cu

<sup>2</sup>Instituto de Farmacia y Alimentos, La Habana, Cuba.

*Recibido: 02-06-2022 / Revisado: 05-07-2022 / Aceptado: 08-09-2022 / Publicado: 15-09-2022*

## RESUMEN

Se optimizaron la temperatura del aire de entrada y la velocidad del flujo de alimentación del secado por aspersión para la obtención de un saborizante microencapsulado de plátano, mediante un diseño factorial de superficie de respuesta, donde se obtuvo un óptimo con una temperatura del aire de entrada de 190 °C y una velocidad del flujo de alimentación 360 mL/h, con el uso de goma arábiga y maltodextrina (1:2 m/m) como agentes encapsulantes. De acuerdo con los modelos determinados se logró 91,9 % de rendimiento; 3,8 % de humedad y 96,4 % de retención de saborizante. Se encontró que el saborizante microencapsulado de plátano, producido con los parámetros optimizados, es de una alta calidad sensorial.

**Palabras clave:** saborizante, secado por atomización, optimización.

## ABSTRACT

### Microencapsulation of a banana flavoring

The air inlet temperature and feed flow rate of the spray drying were optimized to obtain a microencapsulated banana flavoring by means of a response surface factorial design, where an optimum was obtained with an air inlet temperature of 190 °C and a feed flow rate of 360 mL/h, with the use of gum arabic and maltodextrin (1:2 m/m) as encapsulating

agents. According to the models 91.9% of yield was achieved; 3.8% humidity and 96.4% flavor retention. It was determined that the microencapsulated flavoring, produced with the optimized parameters, is of a high sensory quality.

**Keywords:** flavoring, spray drying, optimization.

## INTRODUCCIÓN

Las sustancias que se añaden a los alimentos para darle olor y sabor se denominan saborizantes y están constituidos en la mayoría de los casos por mezclas de muchos componentes, que pueden ser naturales u obtenidos por síntesis. La producción de saborizantes requiere de diversas materias primas, tales como: las provenientes de plantas, productos de fermentación o biotecnológicos y compuestos obtenidos por síntesis químicas (1).

En muchas ocasiones existen alimentos en los que se requieren un saborizante en forma sólida, ya sea porque todos los ingredientes son sólidos, queriéndose aumentar la vida de anaquel del producto o controlar la liberación durante la conservación. Para tal fin, se hace necesario encapsular al saborizante líquido (2-4). La microencapsulación de saborizantes mediante el secado por aspersión se ha convertido en un proceso muy común en la industria alimentaria. Esta técnica es aplicable a materiales que son sensibles al calor, pues hay una menor probabilidad de oxidación o pérdida de compuestos volátiles por evaporación

(3, 5-7). El material microencapsulado se recupera como un polvo finamente dividido, en formas esféricas bastante uniformes o en parte esférica con propiedades físicas características (8).

La mayoría de los estudios reportados sobre el efecto de la temperatura de entrada del aire y velocidad del flujo de alimentación se han basado en combinaciones puntuales de estas sin considerar su interacción. Las técnicas de superficie de respuesta son una metodología estadística que permiten determinar, experimentalmente, aquellos niveles de los factores en investigación que producen una respuesta óptima bajo la consideración de los factores principales (temperaturas del aire) y sus interacciones. Sólo algunos autores han utilizado esta metodología para evaluar el efecto de las temperaturas del proceso en la microencapsulación (9-11).

El objetivo del trabajo fue obtener un saborizante microencapsulado de plátano mediante secado por aspersión, con buena aceptabilidad, para aplicar en mezclas sólidas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El saborizante líquido de plátano fue preparado a partir de un núcleo importado para uso alimentario. Se preparó un saborizante concentrado el cual quedó constituido por 50 % m/m del núcleo y 50 % m/m de propilenglicol. Para la microencapsulación se utilizaron goma arábiga (Ciudad de México, México) y maltodextrina DE 10 (Guadalajara, México), ambas para uso alimentario. Además, se usó agua suavizada mediante resina de intercambio iónico en ciclo sódico para preparar la emulsión.

La mezcla de soportes en base seca (goma arábiga:maltodextrina 1:2 m/m) se disolvió en agua suavizada (relación soportes/agua de 1:2,9 m/m) a temperatura ambiente, se mezcló vigorosamente en un vaso de precipitado con agitador mecánico, se dejó reposar durante 24 h antes del secado para garantizar una adecuada hidratación de los soportes. Posteriormente se añadió lentamente el saborizante y se homogeneizó en una licuadora comercial durante 2 min. Esta mezcla quedó constituida por 20 % de saborizante, 53 % de maltodextrina y 27 % de goma arábiga (expresados en base seca) que representa un 30 % de sólidos en la matriz de alimentación.

Las experiencias se hicieron en un secador por aspersión, a escala de laboratorio, Buchi B-290 (Labortechnik AG, Flawil, Suiza). Los parámetros del secador fueron temperatura de alimentación de la mezcla 25 °C, aspersor con abertura de 0,5 mm, velocidad de flujo del aire de secado 601 L/h y velocidad de flujo del aspirador 35 m<sup>3</sup>/h (100 % de su máxima capacidad). Las temperaturas de salida del aire se mantuvieron entre 80 y 95 °C. Se evaluaron temperaturas de entrada del aire

entre 150 y 190 °C y flujos de alimentación entre 350 y 600 mL/h. Estos intervalos se seleccionaron de acuerdo con estudios de microencapsulación de saborizantes (12-14). Las experiencias se hicieron al azar y en cada una se procesaron 100 g de emulsión. Los productos deshidratados se envasaron en bolsas de polietileno de alta densidad que se colocaron en una desecadora hasta su análisis (tiempo no mayor de tres días).

En los diferentes experimentos se calculó el rendimiento por un balance de masa y a los saborizantes microencapsulados, humedad y saborizante total mediante microextracción en fase sólida (11). Los análisis se hicieron por duplicado y los resultados se promediaron.

El saborizante total fue determinado mediante microextracción en fase sólida del espacio de cabeza (15). Se partió de 0,1 g de saborizante microencapsulado (precisión 0,01 g) pesados en un vial de 15 mL con tapa de rosca y membrana de silicona, al que posteriormente se le adicionaron 7 mL de agua destilada. Se utilizó una fibra de 50/30 µm DVB/CAR/PDMS y un soporte manual, comercializados por Supelco (Bellefonte, EE.UU.). Las condiciones analíticas fueron agitación magnética, 100 min<sup>-1</sup>; tiempo de pre-extracción, 10 min; tiempo de extracción, 20 min y temperatura de extracción, 35 °C. Los análisis cromatográficos se hicieron en un equipo Perkin-Elmer Autosystem XL (Shelton, CT, EE.UU.) con una columna de 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm del tipo AT-5ms (Alltech, Deerfield, IL, EE.UU.) y con detector de llama de hidrógeno. La temperatura del horno fue mantenida a 50 °C por 2 min e incrementada hasta 280 °C a 4 °C/min, e isotérmico final por 10 min. El gas portador helio tuvo una velocidad de flujo de 1 mL/min. Las temperaturas del inyector y detector fueron de 240 y 250 °C, respectivamente. La inyección se hizo en modo *split/splitless* con 2 min. La estimación de las concentraciones se hizo a partir del área total de los picos cromatográficos de cada muestra de secado y de un patrón preparado con una cantidad conocida del saborizante (0,067 g) y mezcla de soportes (0,033 g), que equivale al contenido teórico de saborizante. Los análisis se hicieron por duplicado y los resultados se promediaron.

La optimización de la temperatura de entrada del aire y la velocidad del flujo de alimentación se realizó mediante las técnicas de superficie de respuesta. Se utilizó un modelo de diseño factorial de tres niveles. Los factores fueron la temperatura del aire entrada y velocidad de flujo de alimentación, mientras que las variables de respuesta fueron rendimiento, humedad y retención de saborizante. Las variables de respuesta se maximizaron, con excepción de la humedad que se minimizó, para calcular los valores óptimos. La adecuación de los modelos se evaluó mediante la prueba *F-Fisher*. La prueba fue dirigida para comparar los valores experimentales con los valores predichos por el modelo en

cuestión. Esta observación verifica el ajuste adecuado de los modelos empleados para predecir la variación de cada variable de respuesta como función de las variables independientes (16). Las experiencias se hicieron aleatoriamente y sus resultados se procesaron con el programa Design-Expert ver. 11.1.0.1

El saborizante microencapsulado, obtenido con el proceso optimizado, se evaluó sensorialmente en una leche saborizada. La composición quedó de la siguiente forma: 9,07 % m/m de azúcar refinado y 1,81 % m/m del saborizante microencapsulado en leche entera fluida con 11,12 % m/m de sólidos totales. En esta prueba se usó una escala lineal estructurada de cinco categorías: excelente (10), muy bueno (7,5), aceptable (5), malo (2,5) y pésimo (0) (17).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El programa de los experimentos se presenta en la Tabla 1, mientras que las variables de respuestas aparecen en la Tabla 2. Los modelos calculados para las tres variables de respuesta fueron significativos y en todos los casos la falta de ajuste no fue significativa, por lo que estos modelos pueden ser utilizados para representar el comportamiento de las variables de respuesta.

**Tabla 1. Matriz experimental para la microencapsulación del saborizante**

Corrida	TAE (°C)	VFA (mL/h)	Rendimiento (%)	Humedad (% m/m)	Retención de saborizante (%)
1	170	600	84,8	5,6	68,4
2	170	475	88,5	5,0	71,5
3	170	475	84,6	4,9	73,1
4	170	475	87,4	5,3	71,5
5	190	600	85,5	4,9	95,2
6	150	350	77,7	5,1	55,0
7	150	475	75,3	6,1	67,5
8	170	350	90,1	4,9	74,9
9	170	475	90,6	5,5	76,0
10	150	600	70,6	6,3	62,6
11	190	350	90,6	3,8	95,5
12	190	475	94,1	4,0	95,8

TAE: temperatura del aire de entrada; VFA: velocidad del flujo de alimentación.

**Tabla 2. Modelos del diseño experimental**

Indicador	Rendimiento	Humedad	Retención de saborizante
Intercepto	88,32	5,19	73,56
$X_{TAE}$	7,77***	-0,80***	16,90***
$X_{VFA}$	-2,92*	0,50*	0,13
$X_{TAE}X_{VFA}$	0,50	-0,02	-1,98
$X_{TAE}^2$	-4,71*	-0,18	7,02*
$X_{VFA}^2$	-1,96	0,02	-2,98
F modelo	17,97***	13,31***	28,88***
F falta de ajuste	0,82	1,15	4,73
R <sup>2</sup>	0,94	0,92	0,96

TAE: temperatura de entrada; VFA: velocidad del flujo de alimentación.

\*Valor significativo para  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*Valor significativo para  $p \leq 0,001$ .

En el modelo para el rendimiento del polvo resultó significativa la temperatura del aire de entrada en sus términos lineales y cuadráticos, junto con el término lineal de la

velocidad del flujo de alimentación. El coeficiente lineal de la temperatura del aire de entrada resultó con signo positivo, por lo que puede afirmarse que un aumento de este factor

favoreció el incremento del rendimiento, mientras que el término lineal de la velocidad del flujo de alimentación fue negativo, lo que indica un efecto opuesto.

La relación directa entre la temperatura del aire de entrada con el rendimiento puede ser explicada por una evaporación más rápida debido a una mayor transferencia de calor y masa, lo que hace que el agua se evapore rápidamente con una pérdida mínima de saborizante (18).

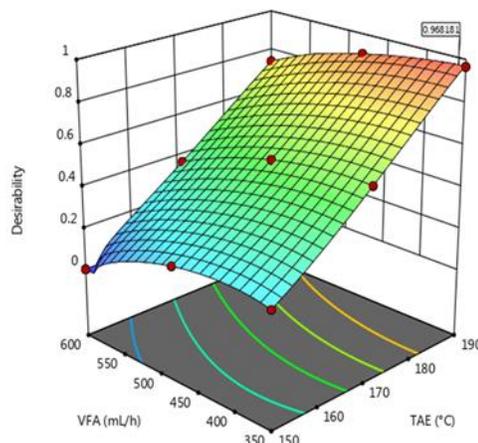
La relación inversa entre la velocidad del flujo de alimentación y el rendimiento puede ser debido a que, a temperatura del aire de entrada constante, una disminución de la entrada de material conduce a una reducción de la masa de agua a evaporar y, por tanto, la transferencia de calor y masa es mayor con la consiguiente obtención de un producto más seco que no se adhiere a las paredes de la cámara de secado (19).

En el modelo para la humedad del polvo sólo resultaron significativos los términos lineales, la temperatura del aire de entrada con signo negativo y la velocidad del flujo de alimentación con signo positivo ambos con igual contribución. Esto significa que un aumento de la temperatura del aire de entrada favoreció una disminución de la humedad. Debido a que a una mayor temperatura de secado se suministra mayor calor a la cámara de secado, lo que incrementa la velocidad de secado y reduce el contenido de humedad en el polvo (20). El signo positivo del término lineal de la velocidad del flujo de alimentación puede explicarse porque a mayor velocidad de esta, se hace más lenta la transferencia de calor y masa, lo que dificulta el secado adecuado de las microgotas y, consecuentemente, se producen partículas más húmedas (20).

Los términos lineal y cuadrático de la temperatura de secado fueron significativos en el modelo para la retención de saborizante. El coeficiente resultó con signo positivo, lo que revela que un aumento de esta temperatura favoreció la retención de saborizante. De acuerdo con otros autores una temperatura del aire de entrada alta favorece una formación rápida de la membrana semipermeable alrededor de la gota antes del secado, aunque por supuesto no puede ser tan elevada que pueda causar daño térmico a los componentes termolábiles (20).

Una vez comprobados el buen ajuste y adecuación de los cuatro modelos se procedió a la optimización de las variables de respuesta, mediante la maximización del rendimiento y la retención de saborizante, así como la minimización de la humedad. La Fig. 1 muestra la superficie de respuesta obtenida para la optimización de las variables evaluadas. Del gráfico de contorno, el punto definido por la temperatura de entrada del aire de 189,8 °C y velocidad del flujo de alimentación de 357,6 mL/h fue sugerido como el más adecuado para la microencapsulación del saborizante. En este

punto se obtuvo un valor de 0,97 para la función objetivo (*desirability function*) (de un máximo posible de uno). A los efectos prácticos estos parámetros se redondearon a 190 °C y 360 mL/h.



**Fig. 1. Gráfico de optimización de la microencapsulación del saborizante. VFA: velocidad del flujo de alimentación, TAE: temperatura del aire de entrada.**

Con esta combinación se lograron los mejores resultados para cada variable de respuesta. De acuerdo con los modelos fueron 91,9 % de rendimiento; 3,8 % m/m de humedad y 96,4 % de retención de saborizante. El resultado de la prueba sensorial indicó una media de 9,5 ( $S = 0,3$ ), que caracteriza al saborizante entre bueno y muy bueno, por lo que puede ser considerado como un producto con potencial para su introducción.

## CONCLUSIONES

Se obtuvo un óptimo para el saborizante de plátano microencapsulado con una temperatura del aire de entrada de 190 °C y velocidad del flujo de alimentación de 360 mL/h. Con esta combinación se lograron los mejores resultados para cada variable de respuesta evaluada que fueron: 91,9 % de rendimiento; 3,8 % de humedad y 96,4 % de retención de saborizante. Se determinó que el saborizante microencapsulado según los parámetros optimizados es de una alta calidad sensorial para productos lácteos.

## REFERENCIAS

1. Reineccius GA. Flavor Chemistry and Technology. Boca Raton, FL.: Taylor and Francis Group. CRC Press; 2006.

2. Expósito I, Pino JA. Secado de aroma de alimentos por aspersión. *Cienc Tecnol Alim* 2010; 20(1):67-73.
3. Saifullah Md, Shishir MRI, Ferdowski R, Rahman MdRT, Vuong QV. Micro and nano encapsulation, retention and controlled release of flavor and aroma compounds: A critical review. *Trends Food Sci Technol* 2019; 86:230-51.
4. Pellicer J A, Forte M I, Trabal J, Rodríguez- López M I, Gabaldón J A, Núñez-Delicado E. Stability of microencapsulated strawberry flavour by spray drying, freeze drying and fluid bed. *Powder Technol* 2019; 347:179-85.
5. Jyothi NVN, Prasanna PM, Sakarkar S, Prabha K, Ramaiah PS, Srawan GY. Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. *J Microencap* 2010; 27(3):187-97.
6. Nedovic V, Kalusevic A, Manojlovic V, Levic S, Bugarski B. An overview of encapsulation technologies for food applications. *Proc Food Sci* 2011; 1:1806-15.
7. Singh-Vishwakarma G, Gautam N, Nagendra-Babu J, Mittal S, Jaitak V. Polymeric encapsulates of essential oils and their constituents: a review of preparation techniques, characterization, and sustainable release mechanisms. *Polym Rev* 2016; 56(4):668-701.
8. Bringas M, Pino JA. Microencapsulación de saborizantes mediante secado por atomización. *Cienc Tecnol Alim* 2012; 11(2):35-68.
9. Bringas M, Expósito I, Reineccius G, López O, Pino JA. Influence of spray-dryer air temperatures on encapsulated mandarin oil. *Drying Technol* 2011; 29(5):520-6.
10. Bringas M, Expósito I, Pino JA. Influencia de las temperaturas de secado en la obtención de un saborizante microencapsulado de fresa. *Cienc Tecnol Alim* 2013; 23(1):49-54.
11. Aragüez Y, Bringas M, Pino JA, Roncal E. Desarrollo de un saborizante de coco microencapsulado mediante secado por atomización. *Cienc Tecnol Alim* 2013; 23(3):21-6.
12. Bringas M, Valdés D, Pino JA, Aragüez Y. Efecto de las temperaturas de secado en la obtención de un saborizante microencapsulado de piña. *Cienc Tecnol Alim* 2014;24(1):1-6.
13. Bringas M, Pino JA, Aragüez Y, Álvarez M, Hernández G, Roncal E. Desarrollo de un saborizante microencapsulado de queso mediante secado por atomización. *Cienc Tecnol Alim* 2015; 25(1):1-6.
14. Pino JA, Bringas M, Aragüez-Fortes Y, Montero LA. Retención de compuestos volátiles en la microencapsulación mediante secado por atomización. *Cienc Tecnol Alim* 2015; 25(3):14-8.
15. Cuevas-Glory L, Bringas-Lantigua M, Sauri-Duch E, Sosa-Moguel O, Pino JA, Loría-Sunsa H. Spray drying and process optimization of sour orange juice. *Acta Alimentaria* 2017; 46(1):17-26.
16. Montgomery DC. *Design and Analysis of Experiments*. New York: John Wiley and Sons, Inc; 2013.
17. Torricella R, Zamora E, Pulido H. *Evaluación Sensorial Aplicada a la Investigación, Desarrollo y Control de la Calidad en la Industria Alimentaria*. La Habana: Editorial Universitaria; 2007.
18. Shiga H, Yoshii H, Ohe H, Yasuda M, Furuta T, Kuwahara H, Ohkawara M, Linko P. Encapsulation of shiitake (*Lenthinus edodes*) flavors by spray drying. *Biosci Biotechnol Biochem* 2004; 68(1):68-71.
19. Bakry AM, Abbas S, Ali B, Majeed H, Abouelwafa MY, Mousa A, Liang L. Microencapsulation of oils: a comprehensive review of benefits, techniques, and applications. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 2016; 15:143-82.
20. Shishir MRI, Chen W. Trends of spray drying: A critical review on drying of fruit and vegetable juices. *Trends Food Sci Technol* 2017; 65:49-67.