

## **TEMPERATURAS DE SECADO PARA LA MICROENCAPSULACIÓN DE SABORIZANTES FRUTALES MEDIANTE SECADO POR ASPERSIÓN**

*Yojhansel Aragüez\*, Jorge A. Pino, Madai Bringas-Lantigua, Ariel Ortega e Idalmis Expósito*  
*Instituto de Investigación para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3½, La Habana, C.P. 17*  
*100, Cuba.*

*E-mail: yojhansel@iiaa.edu.cu*

*Recibido: 13-12-2021 / Revisado: 17-12-2021 / Aceptado: 22-12-2021 / Publicado: 04-01-2022*

### **RESUMEN**

El objetivo del trabajo fue recomendar las temperaturas de secado para la microencapsulación de saborizantes frutales secados por aspersión para su aplicación comercial. Se utilizó un modelo de diseño factorial de tres niveles y dos factores. Los soportes utilizados fueron (goma arábica:maltodextrina 1:2 m/m). Esta mezcla quedó constituida por 80 % de los soportes y 20 % de saborizante (todos expresados en base seca) que representa, en base seca, el 35 % en sólidos. Los intervalos evaluados fueron de 150 a 220 °C para la temperatura de entrada y de 70 a 100 °C para la temperatura de salida del aire. Con el fin de obtener saborizantes frutales microencapsulados con alta calidad se recomiendan las temperaturas de entrada y salida del aire siguientes: mandarina (200; 80), limón (220; 85), naranja (180; 80), fresa (190; 85), piña (190; 85), melón (200; 80), guayaba (200; 80), coco (190; 90), guanábana (200; 80), mango (180; 80), papaya (200; 80) y mamey (200; 80).

**Palabras clave:** microencapsulación, secado por aspersión, temperaturas de secado, saborizantes frutales.

### **ABSTRACT**

#### **Drying temperatures for the microencapsulation of fruit flavorings by spray drying**

The aim of the work was to recommend drying temperatures for the microencapsulation of spray-dried fruit flavors for their commercial application. A three-level with two-factor factorial design model was used. The supports used were (Arabic gum:maltodextrin 1:2 m/m). This mixture was made up of 80% of the supports and 20% of flavoring (all expressed on a dry basis) which represents, on a dry basis, 35% in solids. The evaluated ranges were 150 to 220 °C for the inlet temperature and 70 to 100 °C for the air outlet temperature. In order to obtain high quality microencapsulated fruit flavorings, the following air inlet and outlet temperatures are recommended: mandarin (200; 80), lemon (220; 85), orange (180; 80), strawberry (190; 85), pineapple (190; 85), melon (200; 80), guava (200; 80), coconut (190; 90), soursop (200; 80), mango (180; 80), papaya (200; 80) and mamey (200; 80).

**Keywords:** microencapsulation, spray drying, drying temperatures, fruit flavorings.

### **INTRODUCCIÓN**

La incorporación de pequeñas cantidades de saborizantes en los alimentos puede influenciar a la calidad del producto, costo y satisfacción del consumidor. La industria alimentaria se encuentra en continuo desarrollo de ingredientes, métodos de procesado y materiales de envasado, con el objetivo de conseguir

---

**\*Yojhansel Aragüez:** *Licenciado en Ciencias Alimentarias (IFAL, 2013) Master en Ciencias Alimentarias (IFAL, 2016). Investigador agregado. Sus principales líneas de trabajo han sido análisis de compuestos volátiles, microencapsulación de saborizantes, secado por aspersión de jugos de frutas y obtención de productos naturales.*

una mejora de la conservación de alimentos (1). La estabilidad de la cubierta es una condición importante para la conservación del aroma y sabor de un alimento. Por ello, hay muchos factores que deben tenerse en cuenta a la hora de encapsular saborizantes: la cubierta o material encapsulante, la proporción entre material activo y material encapsulante, método de encapsulación elegido y condiciones de almacenamiento (2-4).

Las temperaturas de entrada del aire y salida han recibido atención por varios investigadores (5, 6), debido a su influencia en la eficiencia del proceso y calidad del producto. Se recomienda que la temperatura de entrada del aire sea alta para permitir una rápida formación de la membrana semipermeable alrededor de la gota al secarse, pero no puede ser tan alta que cause daño térmico al producto seco (7). La influencia de la temperatura de salida en relación con la retención de volátiles no está muy bien documentada. Si esta temperatura es inferior a 60 °C, el producto final se obtiene con mayor contenido de humedad, además de que el proceso se hace más largo y por tanto, el tiempo de permanencia del producto en el secador es mayor. Por otra parte se ha demostrado que la retención de sustancias aromáticas poco hidrosolubles se incrementa con el aumento de la temperatura de salida del aire, posiblemente debido a que a valores más altos causan una menor humedad del aire dentro del secador. Una baja humedad resulta en un secado más rápido y por tanto, en una mayor retención de volátiles (8).

El secado por aspersión es el método más común de microencapsulación de ingredientes termosensibles. Esta tecnología es aplicada en la industria alimentaria por ser económica, poseer fácil disponibilidad de equipamientos, costos de procesamiento bajo y buena estabilidad del producto final. La misma se puede aplicar tanto a materiales hidrosolubles como a aceites esenciales (9). El material secado se recupera como un polvo dividido finamente, con partículas bastante uniformes de forma parcial o totalmente esféricas, en un rango estrecho de tamaños, con propiedades físicas, características y densidad aparente (10, 11). El propósito principal de la encapsulación es atrapar ingredientes sensibles, tales como los compuestos volátiles de los saborizantes, en un soporte sólido para incrementar su protección, reducir su evaporación, facilitar su manipulación y controlar su liberación durante la conservación y aplicación (12). En el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA) existe una

línea de investigación con relación a la microencapsulación de saborizantes para su uso en alimentos (12-20). Continuando con este tema, el objetivo del presente trabajo fue recomendar las temperaturas de secado para la microencapsulación de saborizantes frutales secados por aspersión para su aplicación comercial.

## MATERIALES Y METODOS

Los diferentes saborizantes estudiados en el secado por aspersión fueron preparados, según formulaciones de la Planta de Aromas del IIIA, a partir de aromáticos químicos importados.

Para el secado se utilizaron goma arábica (Dallant, Barcelona) y maltodextrina DE < 20 (Tate & Lyle Inc., Decatur, EE.UU.), ambas para uso alimentario. Además, se usó agua suavizada mediante resina de intercambio iónico en ciclo sódico (dureza total: 0 mg/L expresado como CaCO<sub>3</sub>) para preparar las mezclas.

Los soportes (goma arábica:maltodextrina 1:2 m/m) se disolvieron en agua tratada (relación soportes/agua de 1:2 m/m) a temperatura ambiente, se mezcló vigorosamente vaso de precipitado con agitador mecánico, se dejó reposar durante 24 h antes del secado para garantizar una adecuada hidratación de los soportes y posteriormente se añadió el saborizante líquido.

Esta mezcla quedó constituida por 80 % de los soportes y 20 % de saborizante (todos expresados en base seca) que representa, en base seca, el 35 % en sólidos. La emulsión obtenida se alimentó a un secador por aspersión Niro Production Minor (Niro Atomizer Ltd., Copenhagen) de escala piloto con disco centrífugo (3 x 10<sup>4</sup> min<sup>-1</sup>). Se evaluaron temperaturas de entrada del aire entre 150 y 220 °C, así como temperaturas de salida del aire entre 75 y 100 °C. En cada experiencia se secaron 3 kg de emulsión con tres réplicas cada una. Los productos fueron mezclados y envasados en bolsas de polietileno de baja densidad para su posterior análisis.

A las emulsiones se le determinaron viscosidad a 25 °C en un viscosímetro Brookfield modelo LVT (13). A los saborizantes microencapsulados se le determinaron peso específico aparente, humedad, rendimiento, velocidad de evaporación, y eficiencia de encapsulación como se reportó anteriormente (14, 15).

Los saborizantes microencapsulados según las condiciones óptimas se evaluaron sensorialmente en diferentes matrices. Se utilizó una prueba hedónica de aceptación siempre con más de 80 personas de ambos sexos. En esta prueba se usó una escala de cinco categorías: me disgusta mucho, no me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me gusta y me gusta mucho (21).

La optimización de las temperaturas de entrada y salida del aire se realizó mediante las técnicas de superficie de respuesta. Se utilizó un modelo de diseño factorial de tres niveles (modelo 3<sup>2</sup>), lo que equivale a dos factores con tres niveles. Los factores fueron las temperaturas de entrada y salida del aire. En general, las variables de respuesta fueron rendimiento, humedad, retención de saborizante; velocidad de evaporación y eficiencia de encapsulación. Las variables de respuesta se maximizaron o minimizaron en dependencia de su naturaleza, para calcular los valores óptimos. La adecuación de los modelos obtenidos se evaluó mediante la prueba t-Student para  $p \leq 0,05$ . La prueba fue dirigida para comparar los valores experimentales con los valores predichos por el modelo en cuestión. La proximidad entre el valor experimental y predicho se comprobó por el bajo valor de los residuos. 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. Las experiencias se hicieron aleatoriamente y sus

resultados se procesaron con el programa Design-Expert ver. 7.1.5 del 2008 (Stat-Ease, Inc., Minneapolis).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La viscosidad de las mezclas a secar por aspersión es importante, pues este parámetro afecta el tamaño de las microcápsulas y el grosor de sus paredes (13). En los diferentes trabajos realizados, las emulsiones que se prepararon para el secado fueron con un 20 % m/m de saborizante y una viscosidad entre 60 y 100 mPa·s. Una baja viscosidad permite elevar el contenido de sólidos de la emulsión a secar, lo que favorece una mayor retención de compuestos volátiles (9). Este valor es muy inferior al máximo de 300 mPa·s reportado anteriormente (7) y similar a 60 mPa·s, informado para una emulsión de aceite esencial de mandarina (14).

La Tabla 1 presenta los resultados experimentales de la microencapsulación de los 12 saborizantes frutales estudiados. Los intervalos evaluados fueron de 150 a 220 °C para la temperatura de entrada y de 70 a 100 °C para la temperatura de salida del aire. En la Tabla 1 se informan los valores propuestos de ambas temperaturas para usar en la producción de saborizantes en polvo, los cuales se encuentran entre 180 y 220 °C para la temperatura de entrada y de 80 a 90 °C para la temperatura de salida del aire.

**Tabla 1. Resultados de la microencapsulación de los saborizantes frutales**

Saborizante	Intervalo evaluado		Valor propuesto		Rendimiento (%)	Humedad (% m/m)
	Te (°C)	Ts (°C)	Te (°C)	Ts (°C)		
Mandarina	160-200	80 a 100	200	80	83	4,3
Limón	180-220	80 a 100	220	85	85	4,0
Naranja	150-180	80 a 100	180	80	84	4,6
Fresa	150-190	80 a 100	190	85	84	4,6
Piña	150-190	80 a 100	190	85	84	4,5
Naranja-Piña	150-190	80 a 100	190	80	90	3,8
Melón	150-200	80 a 85	200	80	86	4,4
Guayaba	150-200	80 a 85	200	80	89	4,4
Coco	150-190	70 a 90	190	90	83	4,7
Guanábana	150-200	75 a 80	200	80	87	4,3
Mango	150-180	80 a 85	180	80	88	5,0
Papaya	150-200	80	200	80	88	4,3
Mamey	150-200	80	200	80	85	4,3

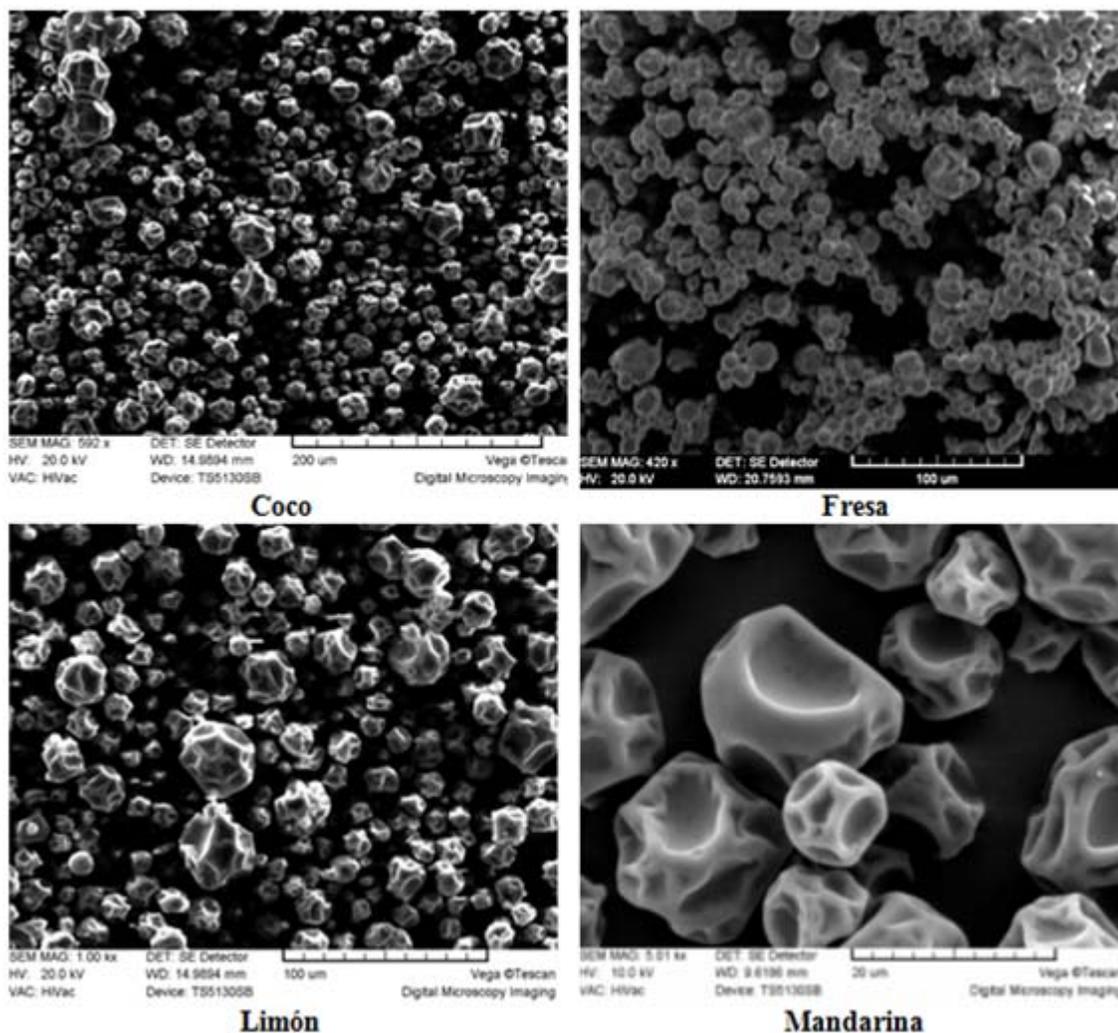
Te: Temperatura de entrada del aire. Ts: Temperatura de salida del aire.

En los estudios realizados, en la operación de secado por aspersión, los rendimientos estuvieron entre el 80 y 90 %. El hecho de que la temperatura de entrada del aire esté directamente relacionada con el rendimiento puede deberse al proceso de transferencia de calor y de masa (el aire transfiere calor por convección a la gota de líquido y la gota transfiere masa que es el agua). Al elevarse la temperatura de entrada del aire se favorece que la evaporación del agua sea más rápida con la consiguiente formación de la microcápsula y un mínimo de saborizante evaporado. Por tanto, a menor evaporación del saborizante, habrá mayor rendimiento. En el caso de la temperatura de salida del aire significa que se está alimentando menos emulsión, por tanto, habrá menor humedad, disminuirá la humedad

relativa del aire y por consiguiente, se obtendrá un producto más seco. Como consecuencia, el producto no se adhiere a las paredes del secador, lo que favorece al rendimiento (11).

La humedad es uno de los principales factores que afecta la estabilidad de los saborizantes microencapsulados. Todas las humedades fueron inferiores al 5 %, que de acuerdo a la literatura especializada es un valor aceptado (9).

La Fig. 1 presenta las microfotografías de barrido de las microcápsulas de algunos saborizantes. Con las microfotografías se determinó el diámetro promedio ( $D_{43}$ ) de las partículas que estuvieron en el intervalo de 10 a 100  $\mu\text{m}$  comúnmente informado para esta tecnología (22).



**Fig. 1. Microfotografías de barrido de las microcápsulas de algunos saborizantes.**

Es importante señalar que los bajos valores de humedades y el adecuado diámetro promedio de las partículas, permitieron una buena operación de mezclado con otros ingredientes secos que se utilizaron para la evaluación sensorial en diferentes matrices.

A modo de ilustración, la Tabla 2 muestra los resultados de la evaluación sensorial en algunos saborizantes microencapsulados. Se aprecia que en todos los casos el 95 % de los encuestados categorizaron los saborizantes entre me gusta y me gusta mucho, lo que indica una alta aceptación.

## CONCLUSIONES

Con el fin de obtener saborizantes frutales microencapsulados con alta calidad se recomiendan las temperaturas de entrada y salida del aire siguientes: mandarina (200; 80), limón (220; 85), naranja (180; 80), fresa (190; 85), piña (190; 85), naranja-piña (190; 80), melón (200; 80), guayaba (200; 80), coco (190; 90), guanábana (200; 80), mango (180; 80), papaya (200; 80) y mamey (200; 80).

**Tabla 2. Pruebas poblacionales de algunos saborizantes**

Saborizante	Aceptación (%)		Total (%)
	Me gusta	Me gusta mucho	
Coco	34	61	95
Fresa	35	60	95
Limón	30	65	95
Mandarina	35	60	95

## REFERENCIAS

1. Soottitantawat A, Yoshii H, Furuta T, Ohkawara M, Linko P. Microencapsulation by spray drying: influence of emulsion size on the retention of volatile compounds. *J Food Sci* 2003; 68, 2256-62.
2. Expósito I, Pino JA. Secado de aromas de alimentos por aspersión. *Cienc Tecnol Aliment* 2010; 20(1):67-72.
3. Sharma D.K, Tiwari B.D. Microencapsulation using spray drying *Indian Food Ind* 2001; 20(2):48-51.
4. Yoshii H, Soottitantawat A, Liu X, Atarashi D, Furuta T, Aishima M, Linko P. Flavor release from spray-dried maltodextrin/gum arabic or soy matrices as a function of storage relative humidity *Innov Food Sci Emerg. Technol* 2001; 2:55-61.
5. Favaro C, Santana A, Monterrey E, Trindade M, Netto F. The use of spray drying technology to reduce bitter taste of casein hydrolysate. *Food Hydrocolloids* 2010; 24(4):336-40.
6. Jafari S.M, Assadpoor E, He Y, Bhandari B. Encapsulation efficiency of food flavours and oils during spray drying. *Drying Technol* 2008; 26:816-35.
7. Shiga H, Yoshii H, Ohe H, Yasuda M, Furuta T, Kuwahara H, Ohkawara M, Linko P. *Biosci Biotechnol Biochem* 2004; 68(1):68-71.
8. Reineccius GA. The spray drying of food flavors. *Drying Technol* 2004; 22:1289-1324.
9. Reineccius GA. *Flavor Chemistry and Technology*. CRC Press. Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL; 2006.
10. 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.
11. 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.
12. Ortega A, Roncal E, Roger E, Montelongo I. Desarrollo de un sabor en polvo de melón. *Cienc Tecnol Alim* 2007; 17(1):31-9.
13. Bringas M, Expósito I, Reyes M.I, Pino JA. Optimización de las temperaturas de entrada y salida del aire en el secado por aspersión para producir aceite esencial de mandarina microencapsulado. *Cienc Tecnol Aliment* 2010; 20(2):37-42.
14. 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.

15. Bringas M, Valdés D, Pino JA. Influence of spray–dryer air temperatures on encapsulated lime essential oil. *Int J Food Sci Technol* 2012; 47:1511-7.
16. Ortega A, Rondón M, Roncal E, Bringas M, Expósito I, Valdez D, Camacho M. Desarrollo de un saborizante de fresa microencapsulado. *Cienc Tecnol Aliment* 2012; 22(1):59-65.
17. Bringas, M, Expósito I, Pino JA. Influencia de las temperaturas de secado en la obtención de un saborizante microencapsulado de fresa. *Cienc Tecnol Aliment* 2013; 23(1):49-54.
18. Aragüez Y, Bringas M, Pino JA, Roncal E. Desarrollo de un saborizante de coco microencapsulado mediante secado por aspersión. *Cienc Tecnol Aliment* 2013; 23(3):21-6.
19. 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 Aliment* 2014; 24(1):1-6.
20. Pino J, Bringas M, Aragüez Y, Roncal E. Efecto de la temperatura del aire de entrada durante el secado por aspersión en la retención de compuestos volátiles en saborizantes de melón de agua y guayaba. *Cienc Tecnol Aliment* 2016; 26(2):49-52.
21. Espinosa J. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Editorial Universitaria, La Habana. 2007.
22. Buffo RA, Probst K, Zehentbauer G, Luo Z, Reineccius GA. Effects of agglomeration on the properties of spray dried encapsulated flavours. *Flavour Fragr J* 2002; 17:292-9.