

DESARROLLO DE UN SABORIZANTE DE MANGO MICROENCAPSULADO

Ariel G. Ortega^{1*}, Milenys Rondon¹, Elda Roncal¹, Esther Rogert¹, Julia M. Cedré¹, Gonzalo Bocurt¹,
Magdalena L. Izquierdo² y Olga P. Ruz²

¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carr. al Guatao km 3 ½, La Habana, CP 19200, Cuba.

²Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. La Habana, Cuba.

E-mail: ariel@iia.edu.cu

RESUMEN

Se desarrolló un saborizante microencapsulado de mango, mediante secado por atomización, que presentó una composición de 14 % de goma arábiga, 18 % de maltodextrina, 1,5 % de gelatina base, 12 % de núcleo aromático y 54,5 % de agua tratada. El saborizante en polvo mostró un intenso sabor a mango y en el proceso de secado se obtuvo un rendimiento de 88 %. El saborizante tuvo un tiempo de conservación de 4,6 meses envasado en bolsas de polietileno a temperatura ambiente, mostrando a partir del quinto mes el rechazo de los catadores por la presencia de notas oxidadas. El saborizante microencapsulado no presentó cambios microbiológicos.

Palabras clave: mango, saborizante, microencapsulación, vida de anaquel.

ABSTRACT

Development of a microencapsulated mango flavoring

A microencapsulated mango flavoring was developed by spray drying, with a composition of 14 % Arabic gum, 18 % maltodextrin, 1.5 % gelatin, 12 % aromatic compounds and 54.5 % treated water. The powder flavoring showed an intense mango flavor and in the drying process a yield of 88 % was obtained. The powder mango flavoring showed a shelf life of 4.6 months packed in polyethylene bags at room temperature, showing from the fifth month the judges' rejection for the presence of oxidized notes. The microencapsulated flavoring did not present microbiological changes.

Keywords: mango, flavor, microencapsulation, shelf-life.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de secado por atomización el principio activo a encapsular se comporta como una micropartícula o microgota que se distribuye dentro de la matriz sólida seca. Muchos investigadores han tenido en cuenta las condiciones de operación en el secado y la composición de los materiales de barrera o espesantes de cubierta para la retención y conservación de sabores en polvo (1, 2).

Se ha reportado que la liberación del sabor encapsulado durante el almacenamiento se incrementa al aumentar el contenido de humedad lo cual favorece la destrucción de la estructura de la cápsula (1). Otros autores (3) han estudiado maltodextrinas con diferentes equivalentes de dextrosa (DE) para evaluar la liberación de diferentes aldehídos, determinando que al aumentar el DE de la maltodextrina se mejora la retención de

***Ariel G. Ortega Luis:** Investigador Auxiliar, Licenciado en Ciencias Farmacéuticas (Universidad de La Habana, 1995), Master en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (Instituto de Farmacia y Alimentos, 1999) y Doctor en Ciencia de los Alimentos (Instituto de Farmacia y Alimentos, 2015). Trabaja en la investigación y desarrollo de saborizantes líquidos y en polvo, esencias, emulsiones y extractos naturales para la industria. Es profesor asistente de la Universidad de La Habana.

estas sustancias. Como mucílago se ha propuesto el uso de la gelatina como material de barrera para proteger la migración de ésteres como el butirato de etilo y evaluar su liberación controlada (4).

En el presente trabajo se evaluó la concentración de gelatina como parte de una matriz de goma arábica-maltodextrina, utilizada como material de barrera para obtener un aroma de mango encapsulado y estudiar su comportamiento físico-químico durante seis meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró un núcleo de aroma de mango en forma de emulsión el cual presentó 20 % de disolventes (mezcla de 15 % de propilenglicol y 5 % de etanol 95 % m/v) y 80 % de fracción aromática, que estuvo compuesto por 23 aromáticos químicos: 10 ésteres, cinco aldehídos y cetonas, tres furanos, dos alcoholes, dos terpenos, un fenol y un ácido, los cuales son autorizados en alimentos y reconocidos como seguros por la agencia de Drogas y Alimentos de los EE.UU. (FDA) y el Concilio Europeo (COE). Los soportes fueron goma arábica comercial, gelatina base calidad alimentaria de Bloom 280 y maltodextrina DE 20.

Se evaluaron tres concentraciones de gelatina (0,5; 1,0 y 1,5 %) y una muestra de referencia sin gelatina, utilizando en todos los casos goma arábica 14 % y maltodextrina 18 %. En todas las muestras se añadió un 12 % de núcleo de mango, concentración similar fue utilizada para el secado de un núcleo de melón (5).

Se formularon mediante pesada 2 kg de núcleo de mango en el cual se utilizó 80 % de principios aromáticos y 20 % de disolvente. El núcleo se agitó durante dos horas hasta su total disolución y se mantuvo en reposo 24 h. La gelatina se disolvió en el agua tratada a temperatura ambiente y la mezcla de soportes (goma arábica y maltodextrina) utilizada en cada matriz se disolvió en agua tratada caliente (75 a 80 °C), agitando vigorosamente durante 30 min. El mucílago se dejó en reposo durante 2 h para refrescar el producto y lograr su hidratación, posteriormente se agitó a una temperatura de 55 °C donde se incorporó en un proceso en continua agitación el núcleo de mango. Las emulsiones se homogenizaron utilizando un agitador de hélice a velocidades entre 12 000 y 14 000 min⁻¹ durante 15 min.

Las emulsiones se secaron en un equipo Niro Atomizer modelo Minor a una temperatura de entrada a 150 °C y una temperatura de salida de 85 °C. El saborizante fue envasado en bolsas de polietileno y almacenado a temperatura ambiente.

A las emulsiones se les determinó viscosidad empleando un viscosímetro Brookfield modelo LUT, a una velocidad de 60 min⁻¹ y 25 °C, las lecturas se efectuaron después de 15 s de iniciada la rotación, utilizando para ello el husillo # 2; las muestras se analizaron por triplicado.

En el saborizante microencapsulado se analizaron la densidad relativa (6), aroma superficial (4) y humedad (7). Los análisis de las cuatro variantes (M1, M2, M3 y M4) se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación simple para $p \leq 0,05$. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey-Kramer.

La evaluación sensorial de los saborizantes microencapsulados se efectuó en refresco, a una dosis de 0,1 g/L establecida según pruebas de observación realizadas por expertos. La evaluación de la intensidad del sabor mango se efectuó con una comisión de 10 catadores entrenados con una escala lineal continua estructurada de 10 cm, acotada en los extremos, con la mínima y máxima intensidad (8). A los efectos del procesamiento esta escala equivale a: no aparece (0 a 1 cm) muy débil (1,1 a 3 cm); débil (3,1 a 5 cm); moderado (5,1 a 7 cm); intenso (7,1 a 9 cm) y muy intenso (9,1 a 10 cm).

El rendimiento de sólidos en base seca (b.s) se expresó tomando como base de cálculo la cantidad de saborizante en polvo obtenido (b.s), entre el contenido de sólidos y saborizante de la emulsión (b.s.). Esta se expresó según la siguiente relación:

$$\text{Rendimiento sólidos b.s (\%)} = A \cdot (100 - H / 100) / B \cdot 100$$

Dónde: A, contenido de aroma obtenido (g) y B, contenido de sólidos y sabor de la emulsión (g).

Para el análisis de componentes del saborizante microencapsulado se tomó 1 g del saborizante en polvo y se disolvió en 4 mL de agua, se le adicionaron 2 mL de hexano y se agitó vigorosamente en un embudo separador durante 30 min. La mezcla se separó para recoger la fracción orgánica. El análisis de los

compuestos volátiles se realizó en un cromatógrafo Shimadzu GC-17A con detector de llama y equipado con inyector automático. Se utilizó una columna CP-WAX 10 (30 m x 0,25 mm d.i.; 0,25 µm espesor de película) y como gas portador se utilizó hidrógeno (128 kPa). La temperatura de la columna fue 80 °C por 1 min con rampa de temperatura hasta 230 °C. Las temperaturas del inyector y detector fueron 200 y 230 °C, respectivamente. El volumen de inyección fue de 0,2 µL con una relación de *split* 1:25. El método de cálculo se realizó mediante normalización interna corregida con una respuesta lineal.

La conservación de la mejor variante se evaluó durante seis meses, en la cual se elaboró un lote de emulsión de 6 kg, siguiendo el procedimiento anterior y se secó según los parámetros mencionados. Las muestras se envasaron de forma independiente en bolsas de polietileno, conformando un total de 20 bolsas de 100 g cada una, estas fueron embaladas en una bolsa de polietileno y almacenadas a una temperatura ambiente promedio de 27,4 ± 5,4 °C, en un lugar seco y protegido de la luz solar. El saborizante microencapsulado se evaluó al inicio y mensualmente mediante la prueba de aceptación o rechazo, cuando ocurre el primer rechazo la frecuencia de muestreo se disminuyó a 15 d, siguiendo un diseño parcialmente escalonado. La evaluación sensorial se efectuó en fresco, con 10 cataadores entrenados, utilizando la dosis de 0,1 g/L. Para procesar los datos de acuerdo a los tiempos de rechazo

se realizó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov y para estimar el tiempo de conservación se empleó la distribución de Weibull.

Las variables de respuestas en el estudio de conservación fueron humedad (7), análisis microbiológicos (9), aspecto y prueba sensorial de aceptación o rechazo para evaluar el olor y sabor. La Tabla 1 presenta los indicadores críticos para los cuales el aroma fue rechazado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra las cuatro matrices de las emulsiones del saborizante de mango en donde se observa igual concentración de núcleo de saborizante, que corresponden a un 9,6 % de principios aromáticos y 2,4 % de disolvente. El porcentaje de sólidos en base seca de cada matriz fue de 27,7 % para M1; 28,2 % para M2; 28,6 % para M3 y 29,0 % para M4. La muestra M1 no presentó gelatina, mientras que en las restantes muestras se incrementó el nivel de gelatina hasta un máximo de 1,5 % m/m. Algunos autores recomiendan hasta 1,0 % m/m de algún material espesante de cubierta para incrementar la viscosidad sin aumentar el nivel de sólido y aumentar la retención de los componentes aromáticos. Cuando se utilizan valores mayores del material espesante puede ocurrir un mayor tiempo de exposición del producto durante el secado y dificultades en la formación de las gotas (10).

Tabla 1. Indicadores críticos de rechazo

Características	Indicadores críticos
Humedad	No mayor de un 10 %
Aspecto	Aterronamiento, compactación y endurecimiento
Olor	Medicinal, fenólico, pintura, plástico, oxidado, resinoso
Sabor	Medicinal, fenólico, pintura, plástico, oxidado, resinoso

Tabla 2. Matrices de saborizante de mango (% m/m)

Componente	M 1	M 2	M 3	M 4
Goma arábica	14,0	14,0	14,0	14,0
Maltodextrina	18,0	18,0	18,0	18,0
Gelatina base	0,0	0,5	1,0	1,5
Núcleo de Mango	12,0	12,0	12,0	12,0
Agua tratada	56,0	55,5	55,0	54,5
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0

La Tabla 3 muestra los resultados de los análisis físico-químico y sensorial para las cuatro matrices evaluadas. El núcleo M4 presentó la máxima viscosidad, sin presentar dificultad para el bombeo del producto durante el proceso de secado. A una mayor viscosidad se logra disminuir la corriente de circulación del líquido internamente dentro de la gota y con ello disminuye la migración de los componentes aromáticos a la superficie (10). La densidad mostró una disminución significativa de M1 a M4 al disminuir la concentración de gelatina, ello podría deberse a cambios morfológicos en las partículas que impiden mayor compactación del sabor quedando espacios vacíos ocluidos por aire o mayor retención de vapor dentro de la gota, debido a la capacidad de la gelatina de hacer más compacta la pared de la gota, lo cual provoca expansión en las partículas (10). La evaluación sensorial mostró cambios en la intensidad del sabor que podrían ser por pérdidas de sustancias volátiles durante el secado, afectando el balance aromático del sabor. Resultó la mayor intensidad del sabor mango para el núcleo M4 que alcanzó la calificación de intenso. El rendimiento resultó mayor en las muestras que tenían incorporada la gelatina que en la muestra de referencia, debido probablemente a la capacidad emulsificante de este material de barrera

que en su interacción con la matriz goma arábica-maltodextrina fortalece la pared de la gota y hace menor la permeabilidad y pérdida de los componentes volátiles.

En el saborizante de mango desarrollado los ésteres constituyen el grupo químico mayoritario cualitativo y cuantitativo. El área total de cinco ésteres mayoritarios de los saborizantes en polvo (Tabla 4) indicó que en los saborizantes M1 y M2 hay un menor contenido de ésteres retenidos que en los saborizantes M3 y M4. Estos resultados muestran que el contenido de gelatina empleado en M2 no logró una adecuada retención de estos ésteres. En el caso de los saborizantes M3 y M4 se muestra un contenido similar de ésteres retenidos.

La variante seleccionada como la de mayor intensidad de sabor a mango, menor aroma superficial y elevado rendimiento fue la del saborizante M4. La Tabla 5 presenta la caracterización de la mejor variante (M4), la cual fue seleccionada para el estudio de conservación. El saborizante en polvo fue envasado en bolsas de polietileno y conservado a temperatura ambiente, durante seis meses.

Tabla 3. Análisis de los saborizantes de mango en polvo

Análisis	M1	M2	M3	M4
Viscosidad en la emulsión (Pa.s)	0,102 a	0,148 b	0,270 c	0,290 d
Humedad (%)	5,0 a	5,0 a	5,0 a	5,0 a
Densidad relativa (g/mL)	0,7160 a	0,6990 b	0,6960 c	0,6380 d
Evaluación sensorial, puntuación promedio (calificación)	6,0 (Moderado)	5,4 (Moderado)	5,6 (Moderado)	7,5 (Intenso)
Aroma superficial (%)	0,40 a	0,50 a	0,40 a	0,30 a
Rendimiento sólidos b.s. (%)	67 a	87 b	86 b	88 b

n=3 Letras diferentes indican diferencia significativa para $p \leq 0,05$.

Tabla 4. Análisis cuantitativo de cinco ésteres (porcentaje de área)

Componente	M1	M2	M3	M4
Butirato de etilo	17,1	16,1	33,7	33,7
Acetato de isoamilo	6,8	6,8	8,9	8,4
Benzoato de metilo	6,9	8,0	8,4	9,6
Caprilato de etilo	5,9	4,3	8,0	7,5
Butirato de bencilo	6,0	5,1	6,4	6,7
Área total	42,7	40,3	65,4	65,9

Tabla 5. Caracterización del saborizante microencapsulado (M4)

Parámetros	Valor medio	Desviación estándar
Humedad (%)	5,1	0,2
Evaluación sensorial del sabor mango (puntos)	3,5 (bueno)	1,1
Densidad relativa (g/mL)	0,5745	0,002
Rendimiento sólidos b.s (%)	88,7	0,5

n =2

Como muestra la Tabla 6, se observan variaciones significativas en el tiempo con respecto a la humedad que aumentó significativamente a partir del primero, tercero y quinto mes, llegando a 11 % en el sexto mes, valor que excede el límite máximo establecido para los saborizantes en polvo (10). Esta variación de la humedad a partir del primer mes pudiera estar relacionada con una humedad relativa alta en el almacenamiento que humectó las paredes de la cubierta e hidrató el polvo, hasta alcanzar el equilibrio (3).

El saborizante en polvo no mostró crecimiento de hongos y levaduras y el conteo microbiano resultó en cada mes ≤ 10 ufc/mL por lo que no se apreció una carga microbiana contaminante que afecte la calidad del producto. Los catadores, durante el tiempo evaluado, aceptaron el aroma en cuanto a su aspecto ya que no se produjo aterronamiento, ni compactación. En la evaluación de aceptación o rechazo durante los primeros cuatro meses se aceptó

el aroma, refiriendo en la evaluación un olor y sabor definido a mango, sin manifestar un debilitamiento de la intensidad del aroma ni presencia de nota críticas como medicinales, oxidadas, resinosas u otras que pudieran rechazar el producto. A partir del quinto mes se detectó la presencia de la nota crítica, sabor oxidado, que desvirtuaba las características del sabor mango y fue rechazado por la totalidad de los catadores, en la evaluación de los 15 d siguientes (5,5 meses) y a los seis meses el sabor fue nuevamente rechazado por los catadores. En la formulación del núcleo de mango están presentes compuestos de naturaleza terpénica como el a-pineno y a-terpineol que en su deterioro pueden generar otros compuestos que pueden impartir al producto un sabor oxidado (11).

La Tabla 7 presenta los parámetros de a y b de la distribución de Weibull, con lo que se estiman las frecuencias esperadas y sus diferencias con las frecuencias observadas.

Tabla 6. Estudio de conservación del saborizante M4

	0 mes	1 mes	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	5,5 meses
Humedad (%)	5,0 a	8,0 b	8,0 b	9,0 bc	9,0 bc	10,0 cd	10,0 cd
Aspecto	A	A	A	A	A	A	A
Análisis microbiológico	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.
Aceptación (A) o rechazo (R)	A	A	A	A	A	R	R

Neg.: negativo. Letras distintas indican diferencia significativa para $p \leq 0,05$ **Tabla 7. Parámetros de la distribución de Weibull**

	Valor	Límite inferior	Parámetro	Dmáx	Dks
De escala (α)	6,02	5,59	6,49	0,179	0,270
De forma (β)	12,89	11,22	15,15		

Como la $D_{m\acute{a}x}$ (0,179) es menor que la D_{ks} (0,270) se puede afirmar que la distribución probabilística de los tiempos de fallos para un nivel de significación de 0,05 puede ser descrita por la distribución de Weibull.

La Tabla 8 muestra la conservación del saborizante microencapsulado de mango M4 hasta el percentil de 50. Para el caso de este saborizante en polvo, se tomó el percentil 5, para determinar su conservación debido a la pobre estabilidad de compuestos terpénicos presentes en la formulación y que pueden oxidarse con facilidad, por lo que escogiendo el límite inferior, se puede afirmar que la conservación del sabor en polvo envasado en bolsas de polietileno bien cerradas y a temperatura ambiente fue de 4,6 meses.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un saborizante microencapsulado de mango que presentó una matriz de 14 % de goma arabiga, 18 % de maltodextrina, 1,5 % de gelatina base, 12 % de núcleo aromático y 54,5 % de agua tratada el cual presentó un rendimiento de 88,0 % y un sabor intenso a mango. El saborizante en polvo de mango desarrollado presentó un tiempo de conservación de 4,6 meses en bolsas de polietileno y a temperatura ambiente, mostrando a partir del quinto mes la presencia de notas oxidadas como indicador crítico de rechazo. El saborizante no presentó afectaciones microbiológicas en el tiempo estudiado.

Tabla 8. Percentiles del saborizante microencapsulado M4

Percentil (%)	Valor	Límite inferior	Límite superior	Conservación
1	4,21	3,96	4,49	4,6 meses
5	4,78	4,59	4,98	
10	5,06	4,90	5,22	
20	5,36	5,24	5,48	
30	5,85	5,46	5,67	
40	6,11	5,76	5,96	
50	6,86	5,99	6,23	

REFERENCIAS

- Rosenber M, Kopelman I, Talmon Y. Factors affecting retention in spray-drying microencapsulation of volatile materials. *J Agric Food Chem* 1990; 38:1288-94.
- Thevenet F. Acacia gums: natural encapsulation agent for food ingredients. En Risch S y Reineccius G, Ed. *Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredient*, ACS Symposium Series 590. Washington, DC: American Chemical Society; 1995. pp. 51-9.
- Reineccius G, Ward F, Whorton C, Andon S. Developments in gum acacias for the encapsulation of flavors. En: Risch S y Reineccius G, Ed. *Encapsulation and Controlled Release of Food Ingredients*, ACS Symposium Series 590. Washington, DC: American Chemical Society; 1995. pp.143-60.
- Furuta T, Hidefumi Y, Soottitawat A, Atarashi T, Aishima S, Ohgawara M, Linko P. Flavor release from spray-dried maltodextrina/gum arabic or soy matrices as a function of storage relative humidity. *Innov Food Sci Emerg Technol* 2001; 2:55-61.
- Ortega A, Roncal E, Rogert E, Montelongo I. Desarrollo de un sabor en polvo de melón. *Cienc Tecnol Alim* 2007; 17(1):31-9.
- NC-ISO 279:2003. Determinación de la densidad relativa en aceites esenciales y otras sustancias aromáticas. Método de referencia. Cuba; 2003.
- NC-ISO 939:1980. Especies y condimentos. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia. Cuba; 1980.
- NC-ISO 4121:2005. Análisis sensorial-guía para el uso de escalas con respuestas cuantitativas. Método de referencia. Cuba; 2005.
- NC 1004:2014. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal — Guía general para la enumeración de levaduras y mohos—técnica a 25 °C. Método de referencia. Cuba; 2014.
- Ré M. Microencapsulation by spray drying. *Drying Technol* 1998; 16(6):1195-236.
- Buffo R, Reineccius G. Optimization of gum acacia/modified starches/maltodextrin blends for the spray drying of favors. *Perfumer & Flavorist* 2000; 37(25):37-49.