

ELABORACIÓN DE UN COLORANTE NATURAL EN POLVO A PARTIR DE LA FLOR DE MAR PACÍFICO (*HISBISCUS ROSA SINENSIS* L.)

Melissa Felicó-Romero¹, José Ariel Arencibia-Sánchez*¹, Alicia Casariego-Año¹

¹Dpto. Alimentos, Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, 13600, Cuba.

Email: jose.arencibia1995@gmail.com

Recibido: 02-02-2026 / Revisado: 05-03-2026 / Aceptado: 01-04-2026 / Publicado: 03-04-2026

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue obtener un colorante natural en polvo a partir de la flor de mar pacífico (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), rico en antocianinas, con potencial aplicación en la industria alimentaria. Para ello, se preparó un extracto hidroalcohólico concentrado a vacío a 40 °C hasta 7 % de sólidos totales, sometido a secado por aspersion. La optimización del proceso consideró la temperatura de secado y los porcentajes de maltodextrina y goma xantana, mediante un diseño experimental I-Óptimo con 15 corridas. Las condiciones óptimas fueron 140 °C de entrada, 56–58 °C de salida y 9,0 mL/min de flujo de alimentación. La temperatura afectó significativamente la eficiencia de encapsulación; la goma xantana, la solubilidad y la humedad; y la maltodextrina, el rendimiento de secado y la eficiencia de encapsulación. El colorante obtenido mostró

propiedades coherentes con la optimización numérica del proceso, demostrando su potencial para aplicaciones alimentarias.

Palabras claves: *Hibiscus rosa-sinensis*, antocianinas, colorantes, secado por aspersion, goma xantana, maltodextrina.

ABSTRACT

Production of a natural dye powder from the pacific sea flower (*Hibiscus rosa sinensis* L.).

The aim of this study was to obtain a natural powdered dye from the pacific hibiscus flower (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), rich in anthocyanins, with potential applications in the food industry. To this end, a hydroalcoholic extract was prepared by vacuum concentration at 40 °C to 7% total solids, followed by spray drying. Process optimization considered the drying temperature and the percentages of maltodextrin and xanthan

gum, using an I-Optimal experimental design with 15 runs. The optimal conditions were 140 °C inlet, 56–58 °C outlet, and 9.0 mL/min feed flow. Temperature significantly affected encapsulation efficiency; xanthan gum affected solubility and moisture; and maltodextrin affected drying yield and encapsulation efficiency. The dye obtained showed properties consistent with the numerical optimization of the process, demonstrating its potential for food applications.

Key words: *Hibiscus rosa-sinensis*, anthocyanins, colorants, spray drying, xanthan gum, maltodextrin.

INTRODUCCIÓN

El creciente interés por el consumo responsable ha impulsado la demanda de productos con etiquetas limpias “*cleanlabel*”, promoviendo la sustitución de aditivos sintéticos por colorantes naturales. No obstante, su aplicación industrial continúa siendo limitada debido a problemas de estabilidad frente a factores como luz, oxígeno, pH y temperatura, lo que justifica la investigación orientada a mejorar su desempeño tecnológico (1). Entre los colorantes naturales, las antocianinas se destacan como uno de los principales grupos de pigmentos hidrosolubles, responsables de tonalidades rojas, púrpuras y azules en frutas, vegetales y flores (2). Más allá de su función cromática, estas moléculas presentan efectos beneficiosos en la prevención de enfermedades crónicas, propiedades antiinflamatorias y contribuciones a la salud cognitiva y visual; sin embargo, su limitada estabilidad y la disponibilidad restringida de materia prima dificultan su implementación industrial (3).

En este contexto, *Hibiscus rosa-sinensis* representa una fuente prometedora de antocianinas debido a su variabilidad cromática y capacidad de adaptación a diversos climas, despertando interés biotecnológico (4). Para su aprovechamiento industrial, el secado por aspersión se presenta como una técnica eficaz, capaz de producir colorantes en polvo estables, con baja humedad y alta

retención de pigmentos, optimizando su funcionalidad y extendiendo su vida útil. Esta estrategia tecnológica permite transformar las antocianinas de *H. rosa-sinensis* en ingredientes naturales fiables, adecuados para aplicaciones alimentarias y cosméticas, alineándose con la tendencia global hacia productos sostenibles y saludables (5).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las flores de *Hibiscus rosa-sinensis* (HRS) se seleccionaron por uniformidad, separando pétalos y pistilos, se deshidrataron en estufa (YLD-6000, AISET, China) a 40 °C durante 72 h, se pulverizaron (Fumar, Italia), tamizaron (0,5 mm) y almacenaron en frascos ámbar en desecadora hasta su uso (6).

El extracto se obtuvo por maceración con agitación ocasional durante 24 h a 60 °C en etanol 50 % (v/v) con 0,5 % de ácido cítrico, relación 1 g HRS/20 mL. Se filtró al vacío (ULVAC DTC-21) y el filtrado se almacenó a –32 °C (Domestic, MF 110, Luxemburgo) (6).

El extracto hidroalcohólico se concentró en rotoevaporador RV 10 Basic (IKA, Argentina) a 40 °C y 85 s⁻¹ con vacío (ULVAC DTC-21) hasta 7 % de sólidos. A 35 mL se añadieron 10 g de maltodextrina DE 20 y 0,073 g de goma xantana, homogenizando a 750 s⁻¹ hasta 20–25 % de sólidos. La mezcla se atomizó en Mini Spray Dryer B-290 (BÜCHI, Suiza), precalentado 41 min, a 140 °C (entrada), 56–58 °C (salida) y 9,0 mL/min.

Se empleó Design Expert 11.1.2.0 (Stad-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.) para el diseño experimental y análisis de colorantes en polvo por secado por aspersión. Mediante un diseño de superficie de respuesta I Óptimo se evaluaron temperatura (A), maltodextrina (B) y goma xantana (C) sobre rendimiento de secado (RS), eficiencia de encapsulación (EE), solubilidad (SOL) y humedad (HU), en 15 corridas (3 réplicas).

El RS se calculó como la relación entre la masa recuperada en el colector (incluido el colorante adherido) y la masa total de

sólidos de la alimentación, expresado como porcentaje de los sólidos iniciales procesados (7).

La EE se determinó cuantificando antocianinas totales y superficiales según (8), mediante espectrofotometría (Rayleigh UV-1601, Beijing), según las ecuaciones propuestas por (9). La HU se determinó por secado en estufa a 105 °C (YLD-6000 AISET, China), calculándose por diferencia de peso (10). La SOL se evaluó cuantificando el porcentaje de polvo disuelto en agua destilada, mediante agitación, centrifugación y secado de los sólidos recuperados. Se calculó comparando el peso inicial con el de los sólidos secos (11).

La caracterización del colorante obtenido por secado por aspersión se realizó siguiendo metodologías previas,

replicadas tres veces. El análisis estadístico se efectuó mediante ANOVA simple en Statistics (versión 7, 2004, StatSoft Inc., Tulsa, EE. UU.), aplicando la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) para comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta el diseño experimental y los resultados obtenidos, evidenciando que el RS, la EE, la HU y la SOL del colorante en polvo dependen de la interacción entre la temperatura y los agentes encapsulantes. El mayor RS se registró en la corrida 5 (93,93 %) a 180 °C con 20 % de maltodextrina, mientras que las corridas 7, 8 y 13 (26–29 %) muestran que ciertas combinaciones de alta temperatura y encapsulantes reducen la recuperación del polvo.

Tabla 1. Diseño experimental y variables de respuesta

| Corrida | A (°C) | B (%) | C (%) | Media (desviación estándar) | | | |
|---------|--------|-------|-------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | | | RS (%) | EE (%) | HU (%) | SOL (%) |
| 1 | 160 | 25 | 0 | 68,35 (0,02) ^d | 92,4 (0,1) ^{gh} | 8,6 (0,1) ^{de} | 64,0 (0,03) ^{bc} |
| 2 | 140 | 20 | 0 | 93,74 (0,04) ^e | 92,7 (0,0) ^b | 8,0 (0,2) ^{bcd} | 64,8 (0,3) ^d |
| 3 | 180 | 20 | 1 | 40,25 (0,03) ^{bc} | 92,9 (0,1) ^{bc} | 11,5 (0,2) ^g | 68,5 (0,1) ^g |
| 4 | 160 | 25 | 0 | 69,04 (0,03) ^d | 94,4 (0,7) ^{hi} | 8,0 (0,2) ^{bcd} | 63,8 (0,5) ^{ab} |
| 5 | 180 | 20 | 0 | 93,93 (0,03) ^e | 91,5 (0,3) ^a | 9,1 (0,3) ^e | 64,1 (0,3) ^{bc} |
| 6 | 160 | 20 | 1 | 45,94 (0,01) ^c | 94,0 (0,2) ^{fgh} | 10,4 (0,8) ^f | 70,2 (0,2) ^h |
| 7 | 180 | 25 | 1 | 29,27 (0,01) ^{ab} | 92,6 (0,3) ^b | 7,9 (0,7) ^{abcd} | 70,9 (0,3) ⁱ |
| 8 | 160 | 25 | 1 | 27,72 (0,01) ^a | 93,2 (0,2) ^{cd} | 6,9 (0,8) ^a | 67,7 (0,1) ^f |
| 9 | 160 | 20 | 0 | 88,11 (0,02) ^e | 92,7 (0,2) ^b | 7,5 (0,7) ^{abc} | 64,4 (0,5) ^{cd} |
| 10 | 180 | 25 | 0 | 69,46 (0,01) ^d | 93,7 (0,2) ^{ef} | 8,1 (0,0) ^{bcd} | 64,3 (0,4) ^{bcd} |
| 11 | 140 | 20 | 1 | 46,54 (0,02) ^{ab} | 93,8 (0,3) ^{efg} | 10,1 (0,2) ^f | 69,1 (0,2) ^h |
| 12 | 140 | 25 | 1 | 36,44 (0,01) ^{abc} | 93,4 (0,1) ^{de} | 8,4 (0,3) ^{cde} | 65,7 (0,1) ^g |
| 13 | 160 | 25 | 1 | 26,1 (0,02) ^a | 93,1 (0,3) ^{bcd} | 7,1 (0,8) ^a | 67,1 (0,2) ^e |
| 14 | 140 | 25 | 0 | 65,36 (0,02) ^d | 94,7 (0,1) ⁱ | 8,6 (0,5) ^{de} | 64,2 (0,3) ^{bcd} |
| 15 | 160 | 20 | 0 | 90,59 (0,03) ^e | 93,7 (0,0) ^b | 7,1 (0,8) ^{ab} | 64,5 (0,3) ^a |

A: temperatura, B: maltodextrina, C: goma xantana, RS: rendimiento de secado, EE: eficiencia de encapsulación, HU: humedad, SOL: solubilidad.

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

La EE alcanzó su máximo en la corrida 14 (94,7 %) a 140 °C y 25 % de maltodextrina, indicando que temperaturas intermedias favorecen la encapsulación, aunque temperaturas más elevadas mejoran el RS sin incrementar dicha eficiencia. La HU varió entre 6,9 % y 11,5 %, siendo mayor en la corrida 3, lo que sugiere que la goma xantana y temperaturas altas aumentan la retención de agua. La mayor SOL (70,9 %) se obtuvo combinando alta temperatura con maltodextrina y goma xantana, lo que confirma la necesidad de optimizar simultáneamente estos factores para obtener un colorante funcional y equilibrado.

La Tabla 2 muestra el ANOVA y la significación de los modelos para cada variable de respuesta. La EE siguió un modelo cuadrático, el RS y la HU modelos 2FI, y la SOL un modelo lineal, todos significativos, confirmando su adecuación. La temperatura afectó solo la EE, la maltodextrina influyó en EE, RS y HU, y la goma xantana en RS, SOL y HU. Las interacciones fueron relevantes únicamente en los modelos cuadrático y 2FI; la combinación maltodextrina–goma xantana mostró efecto sinérgico. Los valores de R² (75,8–98,6 %), R² ajustado (>0,7) y la falta de ajuste no significativa confirmaron la robustez y capacidad predictiva de los modelos.

Tabla 2. Análisis de varianza de los modelos codificados para las variables de respuesta

| Fuente | p valor | | | |
|-----------------|----------|----------|----------|---------|
| | EE | RS | SOL | HU |
| Modelo | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,0043 |
| A | 0,0001 | 0,3033 | 0,8341 | 0,4154 |
| B | 0,0002 | < 0,0001 | 0,6459 | 0,0037 |
| C | 0,8999 | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,0203 |
| AB | 0,6113 | 0,7276 | - | 0,0951 |
| AC | 0,4413 | 0,0651 | - | 0,8343 |
| BC | < 0,0001 | 0,0169 | - | 0,0008- |
| A2 | 0,0118 | - | - | - |
| B2 | - | - | - | - |
| C2 | - | - | - | - |
| Falta de ajuste | 0,1066 | 0,0561 | 0,1313 | 0,0554 |

A: temperatura, B: maltodextrina, C: goma xantana, RS: rendimiento de secado, EE: eficiencia de encapsulación, SOL: solubilidad, HU: humedad

El análisis de la Figura 1 mostró que la temperatura fue el factor principal en la EE. A 140 °C se alcanzó la mayor retención de compuestos (~94 %), mientras que a 160 °C y 180 °C la EE disminuyó. La combinación de 24–25 % de maltodextrina y 0–0,2 % de goma xantana optimizó la EE a 140 °C, siendo la maltodextrina el factor más influyente. En la Figura 2 se observó que con 0–0,2 % de goma xantana

y 20–21 % de maltodextrina se obtuvieron RS similares (90–95 %). El RS aumentó con la maltodextrina y la temperatura. A 140 °C, la interacción optimizó levemente el secado, mientras que a 160 °C y 180 °C predominó el efecto de la temperatura y la maltodextrina. En la Figura 3 se evidenció que la HU disminuyó al aumentar la maltodextrina y con bajos niveles de goma

xantana. A 140 °C se alcanzaron los menores valores (0,8–1 %) con 20–21 % de maltodextrina, mientras que a

160 °C y 180 °C la HU aumentó, confirmando que una temperatura moderada optimiza su minimización.

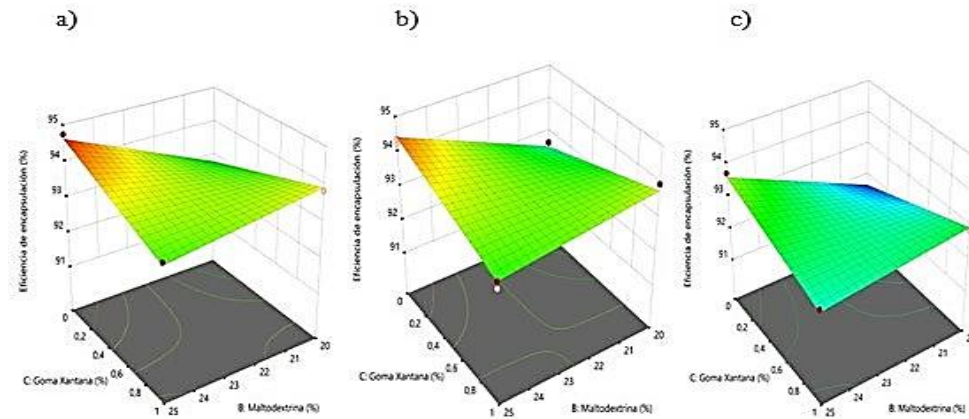


Fig.1. Influencia de la temperatura sobre la eficiencia de encapsulación, a) 140 °C, b) 160 °C, c) 180 °C.

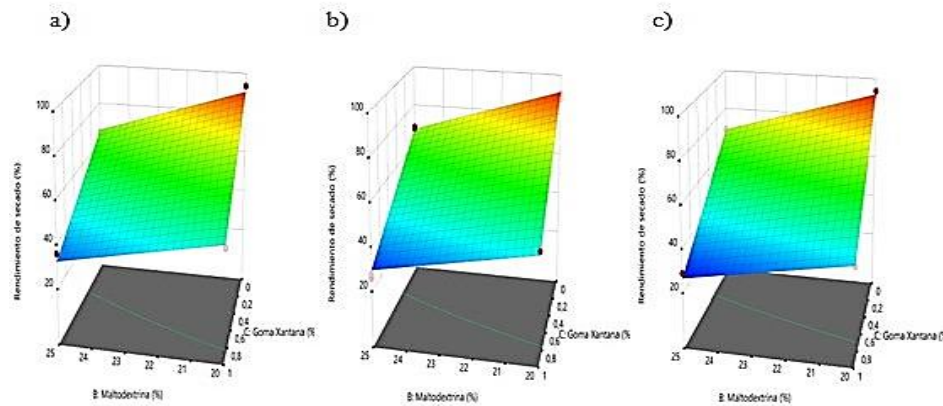


Fig. 2. Influencia de la temperatura sobre el rendimiento de secado, a) 140 °C, b) 160 °C, c) 180 °C.

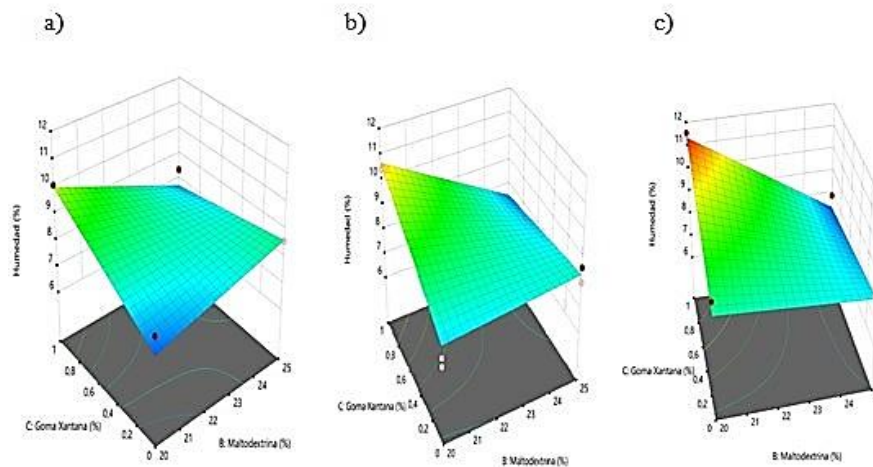


Fig. 3. Influencia de la temperatura sobre la humedad, a) 140°C, b) 160°C, c) 180°C

En la Figura 4 se observó que el mayor porcentaje de SOL se alcanzó con 1 % de goma xantana, 20–25 % de maltodextrina y

temperaturas de 140–180 °C, mientras que con 0 % de goma xantana, bajo las mismas condiciones, la SOL fue menor.

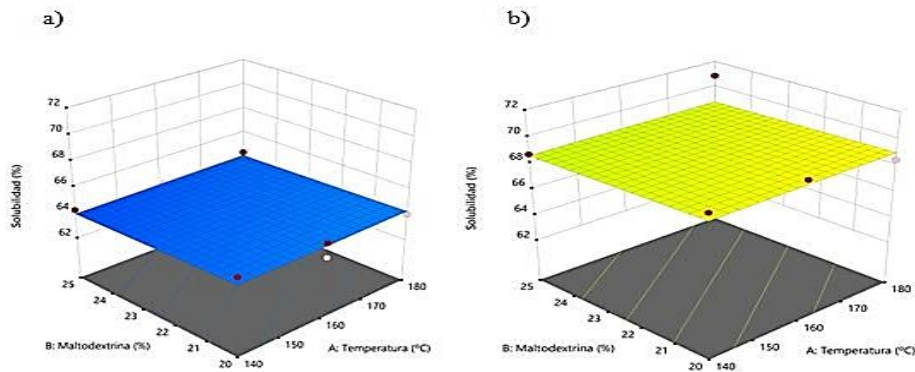


Fig.4. Influencia de La goma xantana sobre La solubilidad, a) 0% de goma xantana, b) 1% de goma xantana.

En la Figura 5 se observó que el menor porcentaje de HU se obtuvo con 0 % de goma xantana, 20–21 % de maltodextrina y temperaturas de 140–150 °C, mientras que con 1 % de goma

xantana y 170–180 °C la HU fue mayor bajo las mismas proporciones de maltodextrina.

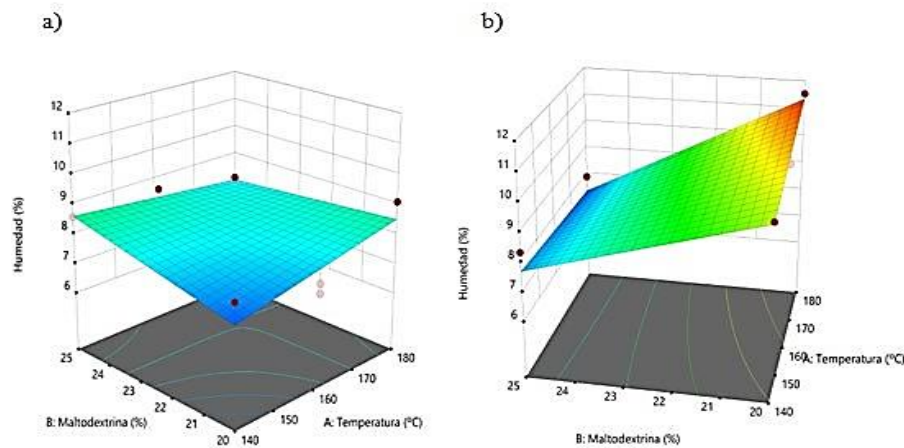


Fig.5. Influencia de La goma xantana sobre La humedad, a) 0% de goma xantana, b) 1% de goma xantana.

En la Figura 6 se observó que la mayor EE se logró con 25 % de maltodextrina, 0–0,2 % de goma xantana y temperaturas de 140–150 °C, mientras que con 20 % de maltodextrina y 0,8–1 % de goma xantana, bajo las mismas temperaturas, la EE fue menor.

temperaturas de 140–180 °C, mientras que con 25 % de maltodextrina, bajo las mismas condiciones, el RS fue menor.

En la Figura 7 se observó que el mayor RS se logró con 20 % de maltodextrina, 0–0,2 % de goma xantana y

En la Figura 8 se observó que el menor porcentaje de HU se alcanzó con 25 % de maltodextrina, 0,8–1 % de goma xantana y temperaturas de 170–180 °C, mientras que con 20 % de maltodextrina, bajo las mismas condiciones, la HU fue mayor.

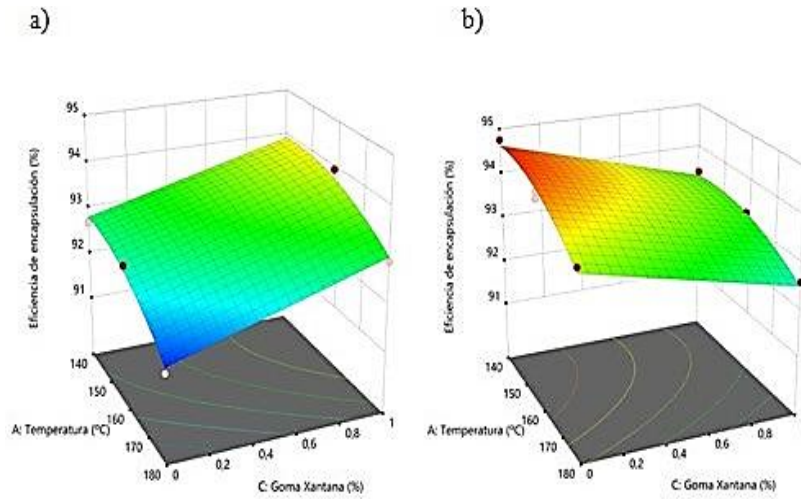


Fig.6. Influencia de la maltodextrina sobre la eficiencia de encapsulación, a) 20 % de maltodextrina, b) 25 % de maltodextrina.

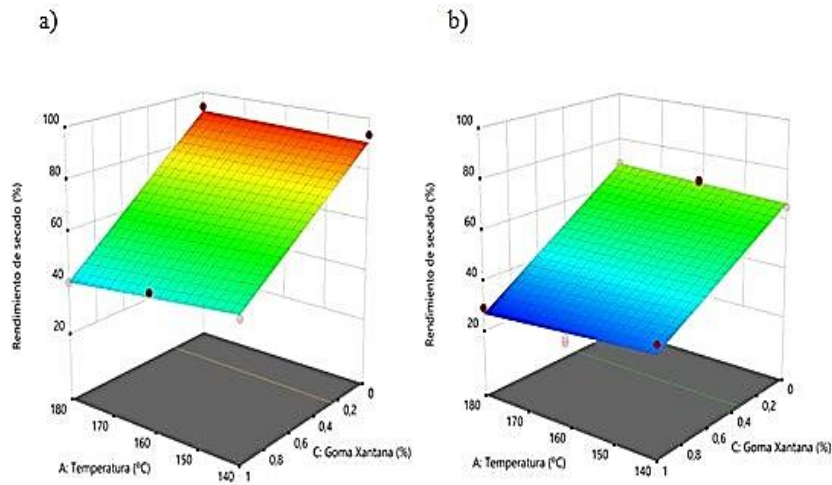


Fig.7. Influencia de la maltodextrina sobre el rendimiento de secado, a) 20 % de maltodextrina, b) 25 % de maltodextrina.

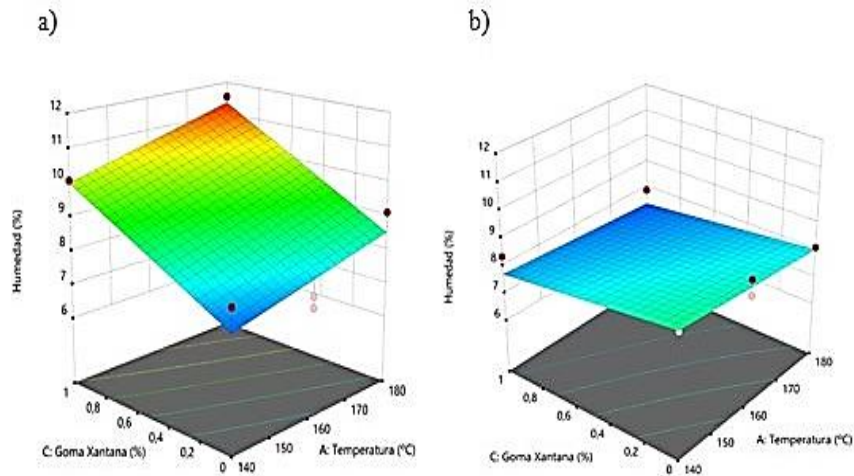


Fig. 8. Influencia de la maltodextrina sobre la humedad, a) 20 % de maltodextrina, b) 25 % de maltodextrina.

El proceso de optimización numérica permitió definir simultáneamente las condiciones óptimas para la obtención de un colorante natural en polvo a partir de la flor de HRS considerando, de manera conjunta las variables independientes y de respuesta. El análisis generó 29 soluciones que cumplieron con las restricciones establecidas, de las cuales se seleccionó la de mayor conveniencia estadística. Esta correspondió a una temperatura de 140 °C, 20 % de maltodextrina y 0,19 % de goma xantana, con valores teóricos esperados de 82,73 % de RS, 93,02 % de EE, 7,86 % de HU y 65,06 % de SOL, alcanzando una conveniencia global de 0,706.

La Tabla 3 valida la optimización numérica, ya que los valores experimentales del colorante óptimo fueron cercanos a los teóricos, con un error inferior al 5 %. El RS (83,46 %) y la EE (93,74 %) evidencian un proceso eficiente a 140 °C. La HU (8,11 %) se mantuvo dentro de límites aceptables, mientras que la SOL (66,28 %), aunque conforme al modelo, podría incrementarse para mejorar la funcionalidad del producto.

Tabla 3. Indicadores físicos y químicos del colorante óptimo obtenido

| Indicador | Media (Desviación estándar) |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Rendimiento de secado (%) | 83,46 (0,47) |
| Eficiencia de encapsulación (%) | 93,74 (0,04) |
| Solubilidad (%) | 8,11 (0,09) |
| Humedad (%) | 66,28 (0,05) |

La EE y las propiedades de los colorantes en polvo dependen marcadamente del tipo y la proporción de los agentes encapsulantes, así como de la temperatura de secado. Estudios previos reportan EE variables: 93 % en *Garcinia indica* a baja temperatura (12), 85,22 % en arándano a 160 °C (13) y hasta 98 % en berenjena a 180 °C con alta

maltodextrina (14). Estas diferencias reflejan la influencia de la matriz y las condiciones de proceso, lo que limita comparaciones directas. En el presente estudio, el uso de temperaturas intermedias (140 °C) junto con maltodextrina y goma xantana permitió maximizar la retención de compuestos y la EE, evitando la degradación térmica observada a temperaturas más elevadas. Estos resultados confirman que el diseño racional del sistema encapsulante y el control térmico son determinantes para obtener colorantes naturales estables y funcionales.

CONCLUSIONES

La temperatura afectó significativamente la eficiencia de encapsulación, pero no el rendimiento de secado ni la humedad. La goma xantana influyó en la solubilidad y la humedad, mientras que la maltodextrina fue determinante para la eficiencia de encapsulación, el rendimiento de secado y la humedad. El colorante óptimo presentó EE de 93,74 %, RS de 83,46 %, solubilidad de 66,28 % y humedad de 8,11 %. Estos resultados evidencian su potencial aplicación como colorante natural estable en alimentos y productos funcionales.

REFERENCIAS

1. Divya SJ, Appukuttan J, Joshi S, Chandrapala J, Majzoobi M. Impact of conventional and advanced techniques on stability of natural food colourants. *Foods* 2025; 14: 3187.
2. Dangles O. Anthocyanins as natural food colorings: The chemistry behind and challenges still ahead. *J Agric Food Chem* 2024; 72(22):12356–72.
3. de Souza JB, Silva BR. Dietary sources, stabilization, health benefits, and industrial application of anthocyanins — a review. *Foods* 2024; 13(8):1227.
4. Thanga Lakshmi S, Selvamuthukumaran M, Jena AK. Effects of different drying methods on

- retention of bioactive compounds in *Hibiscus rosa-sinensis* petals. *Int J Agric Nutr* 2025; 7(6):1–8.
5. Vargas DA, Vargas N, Osorio Doblado AM, Ruano Ortiz JA, et al. Valorization of hibiscus flower (*Hibiscus sabdariffa* L.) anthocyanins to produce sustainable spray dried ingredients. *Sustainability* 2024; 16(13):5523.
 1. Arencibia JA, García CL, Morgan ADL, Salas-Olivet E, García-Beltrán JA, Casanova RM. Optimización del proceso de extracción de antocianinas y polifenoles a partir de las flores de *Hibiscus rosa-sinensis* L. *Cien Tecnol Aliment* 2023; 33(3):1–11. Disponible en <https://revcictecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/690>
 6. Gaibor FM, Rodríguez D, García MA, Peraza CM, Vidal D, Nogueira A, Casariego A. Development of a food colorant from *Syzygiumcumini* L. (Skeels) by spray drying. *J Food Sci Technol* 2022; 59(10):4045–55.
 7. Lee J, Durst RW, Wrolstad RE. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *J AOAC Int* 2005; 88(5):1269–78.
 8. Robert P, Gorena T, Romero N, Sepulveda E, Chávez J, Sáenz C. Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica granatum*) by spray drying. *Int J Food Sci Technol* 2010; 45(7):1386–94.
 9. Hayta MM, Dadi D, Emire S, Hagos Z. Comparison of Gidyea gum, gum Arabic, and maltodextrin in spray dried food powders: Moisture content and stability. *Food Hydrocoll* 2024; 147:108782.
 10. Cano Chauca M, Stringheta PC, Ramos AM, Cal Vidal J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innov Food Sci Emerg Technol* 2005; 6(4):420–8.
 11. Nayak CA, Rastogi NK. Effect of selected additives on microencapsulation of anthocyanin by spray drying. *Dry Technol* 2010; 28(12):1396–404.
 12. Righi da Rosa J, Nunes GL, Motta MH, Fortes JP, Cezimbra Weis GC, Rychecki Hecktheuer LH, Müller EI, Ragagnin de Menezes C. Microencapsulation of anthocyanin compounds extracted from blueberry (*Vaccinium* spp.) by spray drying: Characterization, stability and simulated gastrointestinal conditions. *Food Hydrocoll* 2019; 89:742–8.
 13. Arrazola G, Herazo I, Alvis A. Microencapsulación de antocianinas de berenjena (*Solanum melongena* L.) mediante secado por aspersión y evaluación de la estabilidad de su color y capacidad antioxidante. *Inf Tecnol* 2014; 25(3):31–42.