

Artículo original

## Obtención de un fitoingrediente mediante liofilización de *Talipariti elatum* (Sw.) estabilizado con maltodextrina

Obtaining a Phytoingredient through Lyophilization of *Talipariti elatum* (Sw.) Stabilized with Maltodextrin

Dairon Iglesias Guevara<sup>1\*</sup> <http://orcid.org/0000-0002-0044-6083>

Alicia Casariego Año<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7687-5984>

Héctor Manuel Zumbado Fernández<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4251-980X>

<sup>1</sup>Universidad de la Habana, Instituto de Farmacia y Alimentos. La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí. Manabí, Ecuador.

\*Autor para la correspondencia: [daironig1993@gmail.com](mailto:daironig1993@gmail.com)

### RESUMEN

**Introducción:** Los compuestos fitoquímicos presentes en extractos vegetales son de gran variedad, concentración y sus beneficios son abundantes. En extractos hidroalcohólicos de las flores de *Talipariti elatum* Sw se han identificado metabolitos con un alto poder antioxidante, dentro de los cuales destacan los polifenoles.

**Objetivo:** Desarrollar una metodología para la obtención de un producto en polvo rico en compuestos polifenólicos, a partir de extracto concentrado de flores de *Talipariti elatum*.

**Métodos:** Se preparó un extracto hidroalcohólico, obtenido a partir de los pétalos de la flor, el cual se concentró hasta obtener una concentración de sólidos totales entre 10-11 %. Se utilizó el método de optimización numérica a través de un diseño de superficie respuesta I óptimo, para describir las variaciones de las variables segú

1



Esta obra está bajo una licencia: [https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES)

condiciones del proceso. El factor evaluado fue el contenido de sólidos totales final en la suspensión de extracto más maltodextrina.

**Resultados:** La adición de maltodextrina en el extracto para aumentar los sólidos influyó de manera negativa sobre el contenido de compuestos polifenólicos y antocianinas totales por cada 100 g de extracto en polvo obtenido. La humedad se mantuvo siempre por encima del 8 % con tendencia a disminuir a medida que se aumentó el contenido de maltodextrina, y alcanzó un mínimo a los 28 % de sólidos en el extracto.

**Conclusiones:** Se obtuvo un extracto en polvo optimizado, al minimizar la humedad residual y maximizar el contenido de polifenoles totales. Bajo estas condiciones, se obtuvo una formulación con 26 % de sólidos totales, de los cuales el 16 % correspondió a maltodextrina. El polvo resultante presentó una humedad del 8,9 % y un contenido de polifenoles totales de 1943,0 mg ácido gálico equivalente/100 g de extracto liofilizado.

**Palabras clave:** antioxidantes; antocianinas; *Talipariti elatum*; polifenoles; liofilización

## ABSTRACT

**Introduction:** The phytochemical compounds present in plant extracts are highly diverse and concentrated, and their benefits are abundant. Metabolites with high antioxidant power, particularly polyphenols, have been identified in hydroalcoholic extracts of *Talipariti elatum* Sw. flowers.

**Objective:** To develop a methodology for obtaining a powder product rich in polyphenolic compounds from concentrated extract of *Talipariti elatum* flowers.

**Methods:** A hydroalcoholic extract was prepared from the flower petals and concentrated to achieve a total solids concentration between 10–11%. A numerical optimization method using an I-optimal response surface design was employed to describe variations in the variables according to process conditions. The evaluated factor was the final total solids content in the extract-plus-maltodextrin suspension.

**Results:** The addition of maltodextrin to the extract to increase solids negatively affected the content of total polyphenolic compounds and anthocyanins per 100 g of the resulting powder extract. Moisture consistently remained above 8%, with a tendency to decrease as the maltodextrin content increased, reaching a minimum at 28% solids in the extract.

**Conclusions:** An optimized powder extract was obtained by minimizing residual moisture and maximizing total polyphenol content. Under these conditions, a formulation with 26% total solids was achieved, of which 16% corresponded to maltodextrin. The resulting powder exhibited 8.9% moisture and a total polyphenol content of 1943.0 mg gallic acid equivalent/100 g of lyophilized extract.

**Keywords:** antioxidants; anthocyanins; *Talipariti elatum*; polyphenols; lyophilization

Recibido: 14/05/2025

Aceptado: 21/06/2025

## Introducción

Los compuestos fitoquímicos presentes en extractos vegetales son de gran variedad y concentración, y sus beneficios son abundantes. Destacan entre estos los antioxidantes, los cuales son empleados en la formulación de suplementos que pueden ser usados para reducir los daños oxidativos relacionados con la edad y enfermedades como aterosclerosis, diabetes, cáncer, cirrosis, entre otros.<sup>(1,2)</sup> De hecho, en el mercado existen productos patentados elaborados en base a extractos de subproductos vegetales agroindustriales.<sup>(3)</sup>

La majagua (*Talipariti elatum* Sw.) produce flores que se caracterizan por presentar disímiles propiedades beneficiosas para la salud humana. Destaca en ella un alto

contenido fenólico, al cual se le atribuyen propiedades antioxidantes por su capacidad de secuestrar radicales libre. Se destacan flavonoides como la gossypitrina, derivados glucosilados de la quercetina, gossypetina-3'-O-glucósido, la presencia de compuestos como el  $\beta$ -sitosterol,  $\gamma$ -sitosterol, antocianina roja y ácidos fenólicos.<sup>(4,5)</sup> Estos metabolitos hacen de la flor un material vegetal atractivo para la producción de extractos con potencialidades antioxidantes.

La liofilización destaca por su facilidad de reconstitución y procesos más simples frente a otras técnicas de microencapsulación (ej. coacervación, extracción con solventes), al requerir menos etapas. La elección del material de recubrimiento es clave, ya que determina la eficiencia de encapsulación, las propiedades fisicoquímicas y la estabilidad del producto final. Entre las opciones naturales o sintéticas, las maltodextrinas son las más empleadas. Su alta solubilidad, baja viscosidad y capacidad gelificante las hacen ideales para encapsular compuestos como polifenoles vía liofilización.<sup>(6)</sup> Teniendo en cuenta las razones antes expuestas se trazó como objetivo del estudio obtener un producto en polvo rico en compuestos polifenólicos, a partir del extracto concentrado de flores de *Talipariti elatum* empleando maltodextrina como agente de secado.

## Métodos

La investigación fue desarrollada por el Grupo de Investigación de Compuestos Bioactivos para Aplicaciones Alimentarias (INBIOFood) en los laboratorios del Departamento de Alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana.

### Obtención y caracterización del extracto

Las flores de *Talipariti elatum* (Sw.) utilizadas fueron recolectadas manualmente (registro No. 90077 del herbario “Johannes Bisse” (HAJB) de la Universidad de La

Habana), y de ellas fueron seleccionadas las que, de manera general, presentaran las mismas características de estado vegetativo, tamaño, color, ausencia de manchas, grietas y alteraciones morfológicas visibles provenientes de hongos y parásitos. Los pétalos fueron separados entre ellos y del pistilo de cada flor y congelados a -32 °C hasta su posterior utilización.

Para la obtención del extracto concentrado se mantuvo una relación masa/disolvente 1:2, con una mezcla hidroalcohólica del 79 % (acidificada con ácido cítrico al 1 % p/v) y tiempo de extracción 12 h.

La maceración se llevó a cabo en zaranda a 250 rpm a temperatura de 25 °C. Al término del tiempo de extracción, la mezcla resultante se filtró al vacío desechando el residuo sólido.

El extracto hidroalcohólico se concentró en un rotoevaporador Mod. R-114 (BÜCHI, Suiza) a 40 °C y a 100 rpm hasta obtener una concentración de sólidos totales entre 10 y 11 %.

A ambos extractos se les determinaron características físicas y químicas, con ensayos por triplicado.

La humedad y sólidos totales se obtuvieron por gravimetría indirecta por volatilización, mediante la separación del agua del producto por secado en termobalanza (Sartorius Mod, MA-40, Alemania) a 105 °C hasta masa constante; la densidad a 25 °C (g/mL) con un picnómetro<sup>(7)</sup> y el pH por el método directo (pH-metro pH Meter BASIC 20+).

La cuantificación de los polifenoles totales, basada en una reacción colorimétrica de oxidación-reducción, se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Slinkard y Singleton (1977).<sup>(8)</sup>

Se determinó la absorbancia a 765 nm en un espectofotómetro (Rayleigh UV1601, Beijinng) y los resultados fueron expresados como ácido gálico equivalente (AGE) en mg/mL de extracto.

El contenido de antocianinas se determinó según el método de pH diferencial<sup>(9)</sup> a 25 °C, se midieron las absorbancias a 510 y 700 nm en un espectrofotómetro UV/VIS

(Rayleigh UV1601, Beijinng) y se expresó como cianidina-3-glucosa con un coeficiente de extinción molar de 26900 L/cm·mol y masa molar de 449,2 g/mol.

### Diseño experimental

Para el diseño experimental y procesamiento de los resultados se empleó el programa Design Expert 11.1.0.1 (Stad-Ease Inc., Minneapolis, EE.UU.), de forma tal que el extracto en polvo que se seleccionó presentó los mayores contenidos de polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante, y adecuada humedad. Se utilizó el método de optimización numérica a través de un diseño de superficie respuesta I Óptimo, y de esta manera se generó un modelo matemático que pudo describir las variaciones de las variables según las condiciones del proceso. El factor evaluado fue el contenido de sólidos totales final en la suspensión de extracto más maltodextrina DE 12 (A), y alcanzó un intervalo de 23 a 33 %. El programa arrojó ocho variantes incluyendo dos réplicas (matriz del diseño experimental); para cada una se tomaron 50 mL del extracto concentrado (10-11 % de sólidos totales) y se adicionó el agente encapsulante, con agitación para homogenizar la mezcla, hasta que se alcanzó el contenido final de sólidos totales.

La liofilización se llevó a cabo en una liofilizadora (Telstar Cryodos-50, España) a una temperatura del condensador de -50 °C, con una velocidad de calentamiento de la placa de 0,06 °C/min, una presión de vacío de 0,15 mbar y con un tiempo total de secado de 36 h. Los extractos fueron congelados previamente con nitrógeno líquido.

### Análisis de los extractos liofilizados

Para el análisis de las muestras liofilizadas se diluyó 1 g del polvo en 5 mL de agua destilada, se colocó en el vórtex (IKA 3, Alemania) durante 3 min y se centrifugó durante 20 min. Del sobrenadante, se tomó 1 mL y se disolvió en 25 mL de agua destilada. Las determinaciones de humedad, polifenoles totales y antocianinas se

realizaron según las metodologías antes mencionadas. En el caso de estas dos últimas los resultados fueron expresados en mg AGE/ 100 g de extracto liofilizado. Para cuantificar la capacidad captadora de radicales libres de los extractos se determinó el grado de decoloración que provocan sus componentes a una solución metanólica de DPPH según el método de Brand-Williams modificado.<sup>(10,11)</sup> Se preparó una solución madre de DPPH\* aproximadamente 20 mg/L del radical en metanol, 990 µL de esta solución se mezclaron con 10 µL de solución de extracto. Se preparó un blanco que contenía 990 µL DPPH\* con 10 µL de solvente. Se incubó a 25 °C durante 30 min en la oscuridad y se midió la absorbancia a 517 nm. Se calculó el porcentaje de inhibición de la coloración del DPPH por la ecuación 1.

$$\%DPPH=100-[((DO.m-DO.b))/(DO.DPPH)*100] \quad (1)$$

Siendo:

- DO.m: densidad óptica de la muestra (nm)
- DO.b: densidad óptica del blanco (nm)
- DO. DPPH: densidad óptica de la solución de DPPH (nm)
- % DPPH: porcentaje de decoloración del DPPH

### Análisis estadístico

Todas las determinaciones experimentales se realizaron en tres repeticiones y los datos se analizaron mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA) usando el software estadístico SPSS versión 25.0. Se consideró la prueba de rangos múltiples de Duncan y diferencias significativas para  $p < 0,05$ . Los datos se presentaron como media (desviación estándar).

El análisis estadístico para el diseño experimental se realizó mediante el software Design-Expert versión 11.0.1 (Statease Inc., Mineápolis, Estados Unidos). Para

establecer los coeficientes de regresión, la falta de ajuste, y la eficiencia del modelo (usando el valor R<sup>2</sup>) y la obtención de las condiciones óptimas del proceso.

## Resultados

La tabla 1 muestra la caracterización del extracto de flores de *Talipariti elatum* antes y después de concentrarse. Los valores correspondientes a todos los parámetros aumentaron cuando se realizó el proceso de concentración exceptuando el pH, condicionado, fundamentalmente por la adición de ácido cítrico a la mezcla hidroalcohólica. Este es un valor deseado, pues las antocianinas son más estables en este intervalo de pH.

**Tabla 1-** Caracterización del extracto de flor de *Talipariti elatum*

Parámetros	Extracto	Extracto concentrado
pH	3,57 (0,015)	2,74 (0,037)
Sólidos totales (%)	4,06 (0,38)	10,11 (0,35)
Polifenoles totales (mg/mL)	3,24 (0,13)	9,40 (0,18)
Antocianinas totales (mg/L)	14,89 (0,24)	66,24 (4,12)
Densidad (g/mL)	0,9343 (0,005)	1,0414 (0,004)

Media (desviación estándar), n = 3

En cuanto al contenido total de polifenoles, antocianinas y capacidad antioxidante, a medida que aumentó la maltodextrina en el extracto disminuyó su presencia (tabla 2). Estos resultados confirman que para la menor concentración de sólidos (menor de maltodextrina, los sólidos del extracto son fijos) se obtuvieron las mejores respuestas. En el caso de las antocianinas totales, las diferencias solo se observaron a partir del 28 % de sólidos totales.

**Tabla 2 - Resultados de la matriz del diseño experimentales**

Corridas	Sólidos <sup>1</sup> Totales (%)	Humedad (%)	Polifenoles totales (mg/100g) <sup>2</sup>	Antocianinas totales (mg/100g) <sup>3</sup>	DPPH (%)
1	28 (17,89)	8,39 (0,08) ab	1876,38 (124,04) abc	16,97 (1,14) a	64,85 (0,46) ab
2	25,5 (15,39)	9,19 (0,09) d	1904,16 (64,68) ac	19,62 (1,46) a	66,83 (2,42) a
3	23 (12,89)	10,28 (0,06) f	2176,38 (100,02) e	20,31 (1,05) a	76,18 (0,83) c
4	29,7 (19,59)	8,65 (0,13) c	1794,44 (67,48) ab	12,03 (0,98) b	61,84 (1,05) bd
5	31,35 (21,24)	8,54 (0,08) bc	1740,00 (55,10) b	10,22 (1,99) b	65,76 (4,00) a
6	23 (12,89)	11,27 (0,97) g	2000,00 (35,60) c	20,52 (4,64) a	77,90 (0,51) c
7	33 (22,89)	9,93 (0,14) e	1526,38 (26,78) d	11,82 (0,48) b	58,35 (1,27) d
8	28 (17,89)	8,23 (0,09) a	1822,22 (60,71) ab	13,35 ¢ (0,20) b	66,49 (3,23) a

Leyenda: <sup>1</sup>Sólidos totales (sólidos de maltodextrina) <sup>2</sup>expresado como ácido gálico. <sup>3</sup>expresado como cianidina-3-glucosa.

Media (desviación estándar), n = 3. Letras diferentes indican diferencias significativas para p ≤ 0,05.

La tabla 3 muestra la significación del análisis de varianza de la regresión y de los coeficientes estimados para las variables de respuesta humedad, contenido de antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante evaluada por el método DPPH.

Para la humedad se observa que el modelo cuadrático resultó significativo ( $p = 0,0022$ ) y el estadígrafo R2 indicó que el modelo ajustado explica el 91,28 % de la variabilidad del contenido de humedad en los polvos de extracto de flor de *Talipariti elatum*.

En el caso de las antocianinas, los polifenoles y la capacidad antioxidante, el modelo lineal resultó significativo ( $p = 0,0009$ ) mostrando que existió una relación

estadísticamente significativa del contenido de maltodextrina con las variables dependientes del modelo. Los estadígrafos R<sup>2</sup> indicaron que los modelos ajustados explican adecuadamente la variabilidad observada.

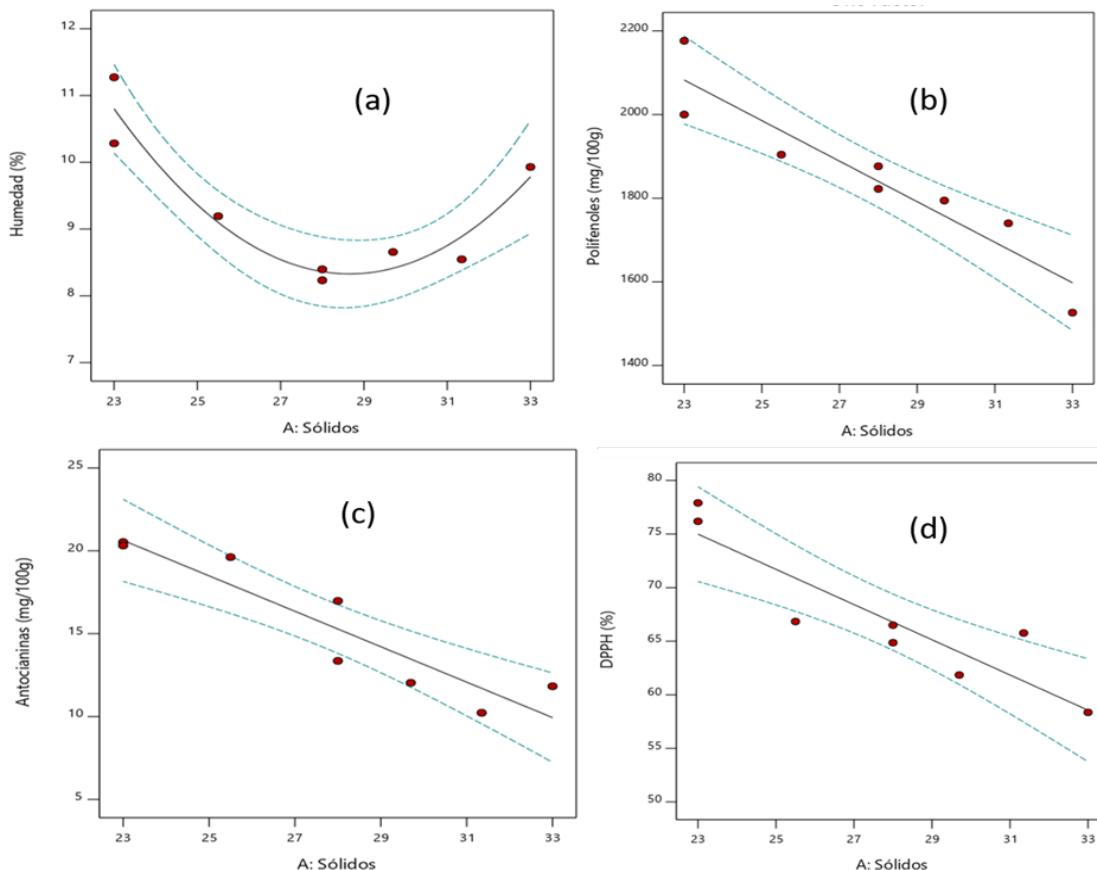
El análisis de los coeficientes de la ecuación del modelo en términos codificados también explica la importancia de valores óptimos entorno a valores intermedios de sólidos en el extracto y su impacto positivo en la respuesta.

El valor de falta de ajuste no es significativo en relación con el error puro.

**Tabla 3-** Resumen del análisis de varianza y de modelos matemáticos ajustados para la humedad, antocianinas totales, polifenoles totales y capacidad antioxidante (% DPPH)

Factores	Humedad	Antocianinas	Polifenoles	% DPPH
Modelo	0,0022	0,0009	0,0006	0,0018
A-Sólidos	0,0516	0,0009	0,0006	0,0018
A <sup>2</sup>	0,0019	-	-	-
Falta de ajuste	0,8388	0,6167	0,7993	0,1003
R <sup>2</sup>	0,9128	0,8625	0,8782	0,8234
R <sup>2</sup> ajustado	0,8779	0,8396	0,8579	0,7939
Ecuación codificada	8,36 - 0,51 A + 1,93 A <sup>2</sup>	15,28-5,35 A	1840,16-242,36 A	66,78-8,22 A
Ecuación real	71,67- 4,42 A + 0,077 A <sup>2</sup>	45,22-1,07 A	3197,39-48,473 A	112,78-1,64 A

En la figura 1 se aprecian las respuestas para cada una de las variables evaluadas. En el caso de la humedad (a) resultó significativo el término cuadrático, lo cual evidencia la existencia de un mínimo absoluto en la respuesta estando este alrededor del 28 % de sólidos decreciendo los valores de humedad en el rango de 23 a 28 % de sólidos, para luego aumentar, aunque en menor medida.



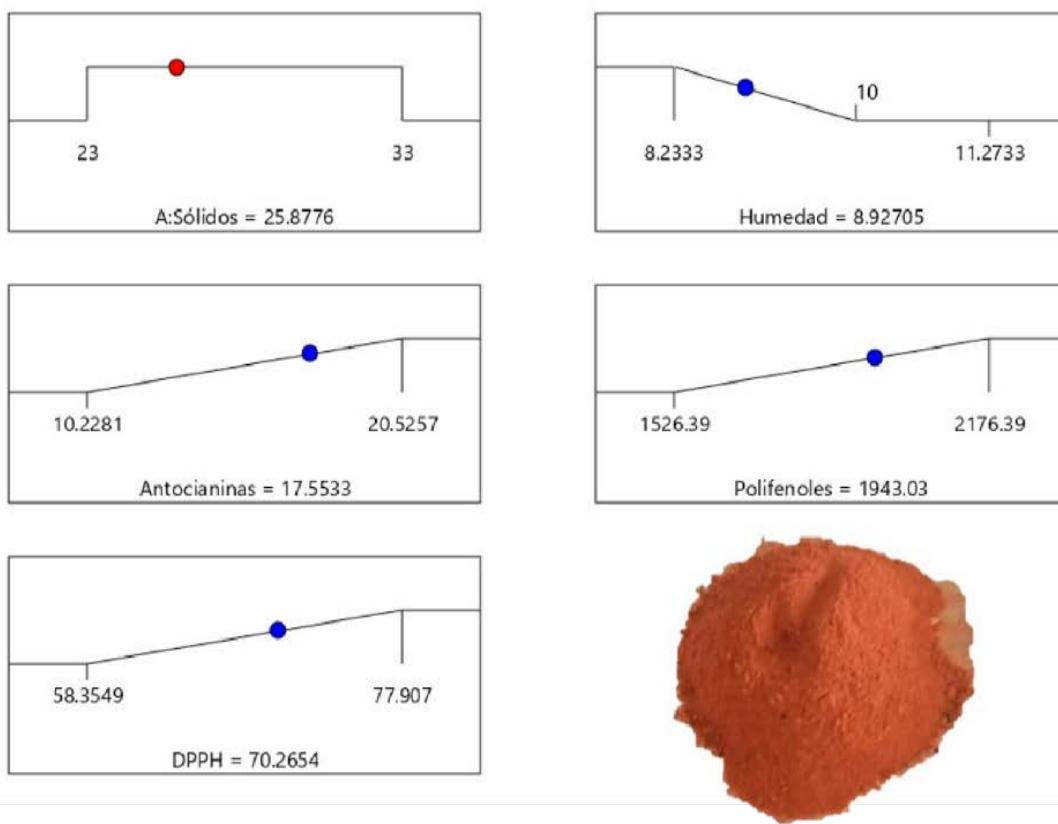
**Fig. 1-** Respuesta para las variables evaluadas. a) Humedad; b) Contenido de antocianinas totales; c) Contenido de polifenoles totales, d) Capacidad antioxidantes por el método DPPH.\*

También se observó que, a medida que disminuyeron los sólidos aportados por la maltodextrina, aumentaron los contenidos de antocianinas (b), polifenoles totales (c) y la capacidad antioxidante (d).

Esta tendencia se debe a que, al reducir la cantidad de maltodextrina añadida, se obtuvo una mayor proporción de extracto por gramo de polvo. Es decir, cuanto menor es la incorporación del agente encapsulante, mayor es la concentración de compuestos bioactivos en el extracto en polvo.

Las rectas obtenidas según los modelos mostraron pendientes negativas e interceptos que se corresponden con los mayores valores de antocianinas, polifenoles y capacidad antioxidante en las que teóricamente no se ha adicionado maltodextrina (ecuación en términos reales, (tabla 3).

Para la optimización numérica del proceso de secado se emplearon como restricciones los intervalos evaluados de la variable independiente (sólidos totales) para obtener los mejores valores de las variables dependientes, las condiciones evaluadas se muestran en la figura 2. De acuerdo con estas, se obtuvo un óptimo para un contenido de sólidos totales de aproximadamente el 26 % con un 16 % de maltodextrina y una conveniencia estadística del 64,1 %.



**Fig. 2-** Restricciones evaluadas para la optimización del secado por liofilización y valores óptimos observados para las variables estudiadas.

## Discusión

El contenido de los sólidos totales brinda información relativa sobre la cantidad de constituyentes no volátiles presentes en el extracto. En el caso del extracto sin concentrar, el porcentaje estuvo en correspondencia con el reportado por Quiala<sup>(12)</sup> y muy distante del ofrecido por Milanés.<sup>(13)</sup> El contenido de sólidos totales (4,06 %) fue ligeramente menor que el reportado por Gutiérrez y otros<sup>(14)</sup> (5,57 %), lo cual pudiera deberse fundamentalmente a que el método de extracción fue maceración. En extractos de cálices de *Hibiscus sabdariffa* L. se han obtenido valores similares de antocianinas.<sup>(15)</sup> Los resultados para el contenido de polifenoles totales coinciden con los valores reportados en estudios previos para esta misma especie (3,58 mg/mL),<sup>(14)</sup> aunque se observa una marcada diferencia cuando se comparan con otros estudios que reportaron concentraciones mucho mayores (6,90 mg/mL).<sup>(13)</sup> Estas variaciones en los resultados podría deberse a diversos factores metodológicos y ambientales, incluyendo variaciones en los protocolos de extracción empleados, diferencias en las condiciones del suelo, la influencia de factores estacionales, o incluso variaciones en los métodos analíticos utilizados para la cuantificación.

La maltodextrina es uno de los aditivos más utilizados porque tiene bajo costo, evita la aglomeración de partículas<sup>(16)</sup> y posee un efecto de retención de volátiles en relación de 23 a 80 % cuando esta se aumenta hasta el 50 % p/p.<sup>(17)</sup> En la formulación de microcápsulas de antocianinas y otros pigmentos con maltodextrina, estudios precedentes se ha evidenciado que al aumentar su concentración se disminuye el contenido del pigmento.<sup>(16)</sup>

Los resultados mostraron que los niveles de humedad en los productos liofilizados se mantuvieron siempre por encima del 8 %, presentando una disminución conforme se incrementó el porcentaje de maltodextrina. Particularmente, el menor contenido de humedad se registró en las muestras con una concentración de maltodextrina de 17,89 %, lo que evidencia el efecto positivo de este agente encapsulante en la

reducción de la humedad residual sobre todo en las concentraciones intermedias utilizadas. Este comportamiento puede explicarse por las propiedades fisicoquímicas de la maltodextrina, que actúa como agente crioprotector durante el proceso de liofilización, facilitando la sublimación del agua y promoviendo la formación de una estructura porosa más estable en el producto final. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado en la literatura científica,<sup>(18,19)</sup> en la cual se ha demostrado que concentraciones crecientes de maltodextrina generan una reducción significativa en el contenido de humedad de los productos liofilizados.

El uso de agentes encapsulantes como la maltodextrina influye en las propiedades y la estabilidad del polvo. Las formas cristalinas y amorfas de los mismos determinan el tamaño de partícula, forma de partícula, densidad aparente, las propiedades físico-químicas, estabilidad química, higroscopidad y solubilidad en agua. El porcentaje de humedad en productos liofilizados debe ser menor de 15 %,<sup>(20)</sup> intervalo en el que se encuentra el extracto de majagua liofilizado en la investigación.

Existieron fuertes correlaciones positivas entre el contenido de polifenoles totales, antocianinas totales y capacidad antioxidante; estando entre el 0,77 y 0,87. Los polifenoles, generalmente, dan cuenta de la mayor parte de la actividad antioxidante. El hecho de que las antocianinas, aun encontrándose en una baja proporción presenten cierta influencia en la capacidad antioxidante es ampliamente reconocido; producto de sus características estructurales, esta clase de compuestos independiente de su concentración potencian la actividad antioxidante de frutos y plantas.<sup>(21)</sup> Diversos estudios han evidenciado una correlación significativa entre el contenido de compuestos bioactivos (como polifenoles y antocianinas) y la capacidad antioxidante en matrices vegetales. Se sugiere que estos compuestos podrían actuar de forma sinérgica, potenciando mutuamente su actividad antioxidante.<sup>(22)</sup>

La adición de maltodextrina en el extracto de *Talipariti elatum* para aumentar los sólidos y contribuir al secado de este influyó de manera negativa en la concentración de polifenoles y antocianinas totales por cada 100 g de extracto en polvo. La humedad

se mantuvo todo el tiempo entre el 8 el 11 % y con tendencia a disminuir a medida que se aumentó el contenido de maltodextrina, alcanzando un mínimo a los 28 % (18 % de maltodextrina) de sólidos totales.

Por lo que se puede concluir que se obtuvo un extracto en polvo optimizado al minimizar la humedad residual y maximizar el contenido de polifenoles totales. Bajo estas condiciones, se obtuvo una formulación con 26 % de sólidos totales, de los cuales el 16 % correspondió a maltodextrina. El polvo resultante presentó una humedad del 8,9 % y un contenido de polifenoles totales de 1943,0 mg ácido gálico equivalente/100 g de extracto liofilizado.

## Referencias bibliográficas

1. Deresa EM, Diriba TF. Phytochemicals as alternative fungicides for controlling plant diseases: a comprehensive review of their efficacy, commercial representatives, advantages, challenges for adoption, and possible solutions. *Heliyon*. 2023;9(3):e14308. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14308>
2. Riaz M, Khalid R, Afzal M, Anjum F, Fatima H, Zia S, et al. Phytobioactive compounds as therapeutic agents for human diseases: a review. *Food Sci Nutr*. 2023;11(6):2500-29. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.3305>
3. Fatma H, Siddique HR. Research and patents status of selected phytochemicals against cancer: how close and how far? *Recent Pat Anticancer Drug Discov*. 2023;18(4):428-47. DOI: <https://doi.org/10.2174/1574892818666221107113648>
4. Fernández A, Iglesias D, Cartaya R, Arencibia J. Obtención de un extracto rico en antocianinas a partir de flor de majagua (*Talipariti elatum* S.W.). *Rev CENIC Cienc Biol*. 2020 [acceso 20/06/2024];51(2):122-30. Disponible en: <https://revista.cnic.cu/index.php/RevBiol/article/view/339>
5. Iglesias D, Casariego A. Inhibición de la oxidación lipídica en carne molida por un extracto de flor de *Talipariti elatum* Sw. *Tecnol Quím*. 2023 [acceso

- 20/06/2024];43(3):571-86. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v43n3/2224-6185-rtq-43-03-571.pdf>
6. Pudziuvelyte L, Marks M, Sosnowska K, Winnicka K, Morkuniene R, Bernatoniene J. Freeze-drying technique for microencapsulation of *Elsholtzia ciliata* ethanolic extract using different coating materials. *Molecules*. 2020;25(9):2237. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25092237>
7. Miranda M, Cuéllar A. Manual de prácticas de laboratorio: Farmacognosia y productos naturales. Habana: Editorial Félix Varela; 2000[acceso 15/06/2025]. 214 p. Disponible en: [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/915992/caracteristicas-farmacognosticas-de-las-hojas-de-alternanthera\\_RyDXzI.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/915992/caracteristicas-farmacognosticas-de-las-hojas-de-alternanthera_RyDXzI.pdf)
8. Slinkard K, Singleton VL. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Vitic*. 1977 [acceso 16/06/2024];28:49-55. Disponible en: <https://www.ajevonline.org/content/28/1/49.short>
9. 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 [acceso 16/06/2024];88(5):1269-79. Disponible en: <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/37108/pdf/leejaoac.pdf>
10. Brand W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Sci Technol*. 1995;28(1):25-30. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
11. Puertas M, Mesa A, Saez J. In vitro radical scavenging activity of two Colombian Magnoliaceae. *Sci Nat*. 2005;92(8):381-4. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00114-005-0004-y>
12. Quiala Z. Estudio de los compuestos fenólicos presentes en las flores de la especie *Talipariti elatum* S.W. y control de calidad de su extracto fluido [tesis de maestría].[Habana]: Universidad de la Habana, Facultad de Farmacia y Alimentos; 2013. 89 p.

13. Milanés R, Alonso D, González G. Farmacognosia de la droga "flores de majagua" (*Hibiscus elatus* Sw., familia Malvaceae). Estandarización de la droga cruda. Alteraciones de la droga. Rev Cub P Med. 1999 [acceso 20/06/2024];3(2):79-81 Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v4n2/pla07299.pdf>
14. Gutiérrez Y, Welch W, Scull R, García V, Delgado L. Propuesta de una formulación semisólida a partir de un extracto hidroalcohólico de *Talipariti elatum* Sw. Rev Cienc Farm Aliment. 2017 [acceso 18/06/2024];3(2):1-12. Disponible en: <http://www.rcfa.uh.cu/index.php/RCFA/article/view/94/126>
15. Rassem HH, Khamidun MHB, Ali UFM, Hadibarata T, Alrabie NA. Comprehensive analysis of antioxidant and antibacterial activities of water and methanol extracts of *Hibiscus* flower. J King Saud Univ Sci. 2024;36(11):103506. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2024.03506>
16. Xiao Z, Xia J, Zhao Q, Niu Y, Zhao D. Maltodextrin as wall material for microcapsules: a review. Carbohydr Polym. 2022;298:120113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.120113>
17. Siccama JW, Pegiou E, Zhang L, Mumm R, Hall RD, Boom RM, et al. Maltodextrin improves physical properties and volatile compound retention of spray-dried asparagus concentrate. LWT. 2021;142:111058. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111058>
18. Andrade RO, Ferreira NL, Lima GS, Lima AR, Figueiredo CF, Lima EH, et al. Comportamento higroscópico da polpa de Araçá-boi (*Eugenia stipitata*) em pó obtida pelo método de liofilização com diferentes concentrações de maltodextrina. Res Soc Dev. 2021;10(9):e4710916515. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.16515>
19. Paiva YF, Figueirêdo RM, Queiroz AJ, Santos FS, Amadeu LT, Lima AG, et al. Maltodextrin as a drying adjuvant in the lyophilization of tropical red fruit blend. Molecules. 2023;28(18):6596. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28186596>

20. Kuskoski EM, Asuero AG, García MC, Troncoso AM, Fett R. Actividad antioxidante de pigmentos antociánicos. *Food Sci Technol.* 2004;24:691-3. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000400036>
21. Popescu DI, Botoran OR, Cristea RM. Investigation of phytochemical composition, antioxidant and antibacterial activity of five red flower extracts. *Antioxidants.* 2025;14(2):151. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox14020151>
22. Han M, Zhao Y, Meng J, Yin J, Li H. Analysis of physicochemical and antioxidant properties of *Malus* spp. petals reveals factors involved in flower color change and market value. *Sci Hortic.* 2023;310:111688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111688>

### Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

### Contribuciones de los autores

*Conceptualización:* Dairon Iglesias Guevara.

*Investigación:* Dairon Iglesias Guevara.

*Curación de datos:* Dairon Iglesias Guevara, Alicia Casariego Año

*Análisis formal:* Dairon Iglesias Guevara, Alicia Casariego Año.

*Redacción – borrador original:* Héctor Manuel Zumbado Fernández, Alicia Casariego Año.

*Redacción – revisión y edición:* Héctor Manuel Zumbado Fernández, Dairon Iglesias Guevara.