

Optimización de las condiciones de extracción del maguey morado (*Rhoeo spathacea*) con potencial de uso tópico

RESUMEN: El maguey morado (*Rhoeo spathacea*) es una planta medicinal con potencial como ingrediente natural en formulaciones tópicas debido a sus compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. No obstante, su aplicación directa enfrenta desafíos, ya que la eficiencia de extracción y la estabilidad del extracto pueden variar según el tiempo, la temperatura y el estado del material vegetal, lo que limita su uso en productos seguros y reproducibles. En este estudio se evaluó la obtención de un extracto estable y con buen rendimiento para su incorporación en una crema dermatológica, como alternativa funcional frente a productos sintéticos. Se analizaron ocho condiciones de extracción mediante la comparación del rendimiento de sólidos y la estabilidad del extracto, considerando variaciones del proceso y del tratamiento de la materia prima. Los resultados mostraron que los tratamientos 1–4 presentaron la mayor concentración de sólidos y mejor estabilidad con un promedio de 0.17 y una desviación estándar de 0.005, mientras que los tratamientos 5–8 reflejaron rendimientos bajos y mayor variabilidad con un promedio de 0.05 y una desviación estándar de 0.024. Se determinaron como óptimas las condiciones de extracción en frío, con hojas frescas y 12 h de agitación. En conclusión, del extracto se conservó los sólidos totales y se incorporó adecuadamente en una crema base, evidenciando su potencial para el desarrollo de cosméticos naturales con aplicaciones dermatológicas.

PALABRAS CLAVE: Maguey morado, *Rhoeo spathacea*, Extracto vegetal, Extracción en frío, Estabilidad, Crema dermatológica, Compuestos bioactivos, Cosméticos naturales.



Colaboración

Irma Castillo Carmona; Arturo Cabrera Hernández; Joaquín Sangabriel Lomeli; Naomi Barrera Villalobos; Brenda Suemy Trujillo García, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Fecha de recepción: 12 de diciembre de 2025

Fecha de aceptación: 18 de diciembre de 2025

ABSTRACT: Purple maguey (*Rhoeo spathacea*) is a medicinal plant with potential as a natural ingredient in topical formulations due to its bioactive compounds with antioxidant and anti-inflammatory properties. However, its direct application faces challenges, as extraction efficiency and extract stability can vary depending on time, temperature, and the condition of the plant material, limiting its use in safe and reproducible products. This study evaluated the optimal conditions to obtain a stable, high-yield extract for incorporation into a dermatological cream as a functional alternative to synthetic products. Eight extraction conditions were analyzed by comparing solids yield and extract stability, considering variations in the process and raw material treatment. The results showed that treatments 1–4 had the highest solids concentration and best stability with an average of 0.17 and a standard deviation of 0.005, while treatments 5–8 showed low yields and greater variability with an average of 0.05 and a standard deviation of 0.024. Cold extraction with fresh leaves and 12 hours of agitation were determined to be optimal. In conclusion, the extract retained total solids and was properly incorporated into a base cream, demonstrating its potential for the development of natural cosmetics with dermatological applications.

KEYWORDS: Purple maguey, *Rhoeo spathacea*, Plant extract, Cold extraction, Stability, Dermatological cream, Bioactive compounds, Natural cosmetics.

INTRODUCCIÓN

El maguey morado (*Rhoeo spathacea*) es una planta medicinal ampliamente utilizada en la medicina tradicional de México por sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y cicatrizantes [1,2], lo que la convierte en una alternativa natural prometedora para el desarrollo de productos tópicos orientados al cuidado de la piel [3]. Sin embargo, su aprovechamiento científico y

tecnológico enfrenta un problema importante: existe información limitada y poco estandarizada sobre la obtención de extractos estables y con adecuada concentración de compuestos bioactivos para su aplicación segura en formulaciones cosméticas. Además, la calidad del extracto puede verse afectada por diversos desafíos, como la variación del proceso de extracción, la temperatura, el tiempo y el estado del material vegetal, lo cual influye directamente en el rendimiento y la estabilidad del producto final.

Diversas investigaciones han reportado que *Rhoeo spathacea* contiene metabolitos como flavonoides, compuestos fenólicos, taninos y alcaloides [4, 5], asociados con efectos terapéuticos relevantes, incluyendo actividad antioxidante y antimicrobiana [6], lo que respalda su potencial biotecnológico y farmacológico. Asimismo, se ha documentado que el contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante pueden mantenerse o incluso incrementarse bajo ciertas condiciones de procesamiento y almacenamiento [7], evidenciando oportunidades para su aplicación en productos funcionales; sin embargo, no siempre se definen parámetros claros de extracción óptima ni criterios de estabilidad orientados específicamente a su incorporación en formulaciones cosméticas, lo que restringe su escalamiento y validación como ingrediente activo. Hasta nuestro conocimiento y en base al análisis bibliográfico realizado no se ha encontrado de manera sistemática la comparación de variables de extracción orientadas específicamente a su aplicación cosmética. La mayoría de los trabajos solo se limitan al análisis químico del extracto, sin considerar el estado de la materia prima ya sea fresca o seca, y el tiempo de agitación al cual es sometido la extracción y cómo influyen en la estabilidad y el rendimiento obtenido del extracto, el cual será base de un producto cosmético.

En este trabajo se propone evaluar comparativamente ocho condiciones de extracción con el objetivo de identificar aquellas que permitan obtener un extracto de maguey morado (*Rhoeo spathacea*) con alta concentración de sólidos y estabilidad adecuada para uso tópico. El enfoque experimental se centra en analizar variables de entrada como el tipo de hoja (fresca o seca), la extracción en frío y distintos tiempos de agitación, con el fin de determinar si estas condiciones influyen en el rendimiento y estabilidad del extracto.

Bajo este planteamiento, se establece la hipótesis de que las condiciones de extracción en frío, empleando hojas frescas y tiempos específicos de agitación, favorecerán una mayor concentración de sólidos y una mejor estabilidad del extracto, lo cual permitiría fundamentar una metodología óptima para su aprovechamiento futuro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, donde se recolectaron y analizaron datos medibles relacionados con el rendimiento y estabilidad del extracto de *Rhoeo spathacea*, con el propósito de evaluar su viabilidad para su uso en una formulación tópica tipo crema. El diseño fue experimental y descriptivo, debido a que se aplicaron condiciones controladas durante la extracción y concentración del material vegetal, describiendo posteriormente las características observadas en los productos obtenidos.

Material vegetal y preparación de muestras

Se recolectaron hojas de maguey morado (*Rhoeo spathacea*), las cuales fueron lavadas y cortadas en fragmentos pequeños. Posteriormente, se dividieron en dos grupos: hojas frescas y hojas secas. Para el secado del material vegetal, hojas recién cortadas se colocaron en un contenedor de madera protegido de la luz solar a temperatura ambiente durante 10 días, con el fin de evaluar el efecto del contenido de humedad del material vegetal en el proceso de extracción.



Figura 1. Preparación del material vegetal de *Rhoeo spathacea*: a) hojas frescas y b) hojas secas.

Fuente: Elaboración propia.

Extracción y almacenamiento del extracto

La extracción se llevó a cabo mediante maceración utilizando etanol al 96 % como solvente. Se seleccionó éste como solvente de extracción debido a que las antocianinas presentan mayor estabilidad en medios con bajo contenido de agua en comparación con soluciones predominantemente acuosas. En un sistema casi anhidro se minimizan procesos como la

hidrólisis, se reduce la actividad de agua y se limita la degradación oxidativa cuando el sistema permanece cerrado [8].

Se prepararon extractos con 100 g de hojas frescas en 175 mL de etanol al 96 %, y 25 g de hojas secas en 43.5 mL de etanol al 96 %. Se evaluaron ocho condiciones de extracción, aplicando tiempos de agitación de 12, 24 y 72 h, además de una muestra control sin agitación (Tabla 1). Los extractos se mantuvieron sin calentamiento con el fin de evitar la degradación de compuestos bioactivos. Los frascos se protegieron con papel opaco y cinta en la tapa para evitar la exposición directa a la luz solar.

Tabla 1. Condiciones experimentales evaluadas para la extracción de maguay morado (*Rhoeo spathacea*).

Tratamiento	Estado del material vegetal	Masa de hojas (g)	Volumen de etanol 96% (mL)	Agitación	Tiempo (h)	Condición
1	Fresca	100	175	Sí	12	En frío
2	Fresca	100	175	Sí	24	En frío
3	Fresca	100	175	Sí	72	En frío
4	Fresca	100	175	No	0	En frío
5	Seca	25	43.5	Sí	12	En frío
6	Seca	25	43.5	Sí	24	En frío
7	Seca	25	43.5	Sí	72	En frío
8	Seca	25	43.5	No	0	En frío

Fuente: Elaboración propia.

Análisis espectrofotométrico y filtración

Cada extracto macerado fue filtrado para separar las fracciones líquidas y sólidas; posteriormente se midieron los volúmenes obtenidos de cada tratamiento con fines comparativos de concentración.

Los extractos filtrados se analizaron mediante espectrofotometría visible utilizando un equipo Genesys 10S UV-Vis (Thermo Scientific) aplicando un barrido desde los 400 nm hasta los 700 nm, registrando los espectros de absorción para aplicar un análisis comparativo e identificar variaciones asociadas con la concentración y estabilidad del extracto. Este método espectrofotométrico fue validado en un trabajo reportado previamente en la literatura [8]. La extracción y el análisis espectrofotométrico se realizaron por triplicado. Los datos obtenidos de cada barrido fueron ordenados empleando el software Excell® y graficados con apoyo del software OriginPro 2021®.

Concentración del extracto e incorporación en crema

A fin de eliminar el solvente, los extractos filtrados se colocaron en recipientes previamente llevados a peso constante y se secaron en estufa durante 24 horas a 40 °C, seguido de enfriamiento en desecador durante 45 minutos, garantizando la evaporación del solvente y la obtención del residuo seco. La temperatura de 40 °C se emplea como un punto intermedio que favorece la eficiencia de extracción al incrementar la difusión y solubilización de los compuestos, sin comprometer significativamente su estabilidad estructural. A esta temperatura, la degradación térmica de las antocianinas es más lenta que a temperaturas superiores y, en estas condiciones, el proceso suele ajustarse a una cinética de primer orden con una constante de velocidad (k) menor que la observada en medios acuosos. Una vez alcanzada la temperatura ambiente, el residuo fue recuperado por raspado y se adicionaron 2 g de crema base neutra, realizando el mezclado manual con espátula hasta lograr la integración del extracto. El producto final se transfirió a contenedores plásticos (Figura 3) para su almacenamiento.

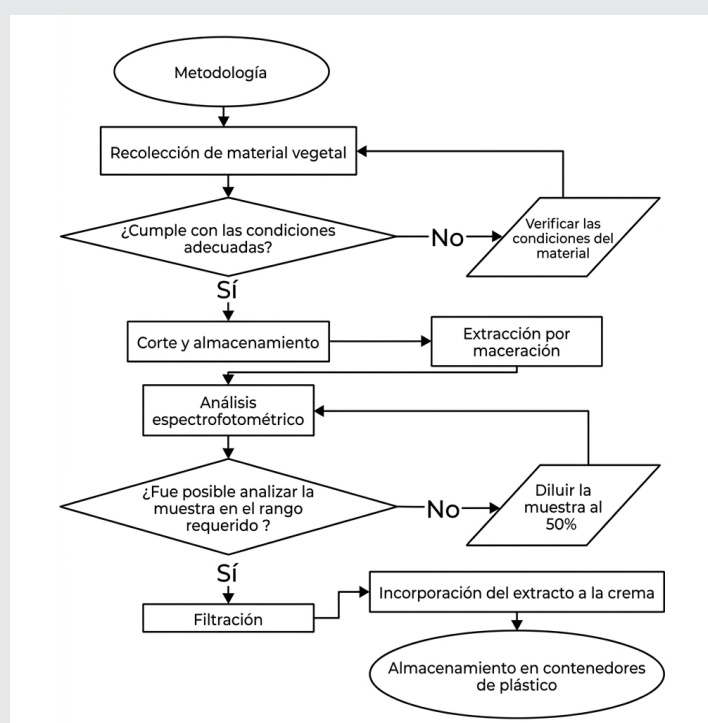


Figura 2. Diagrama de flujo sobre la metodología aplicada. Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Almacenamiento en contenedores de plástico. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Sólidos totales (g) obtenidos de las hojas frescas.

TIEMPO	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
0 h	0.171	0.1638	0.1755
12 h	0.1729	0.1778	0.1785
24 h	0.175	0.1782	0.1743
72 h	0.1678	0.1697	0.169

Fuente: Elaboración propia.

Tablas 3. Sólidos totales (g) obtenidos de las hojas frescas.

TIEMPO	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
0 h	0.0442	0.0817	0.0347
12 h	0.0756	0.0786	0.0398
24 h	0.0413	0.0445	0.0465
72 h	0.0748	0.0704	0.0666

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Perfil espectrofotométrico del extracto de *Rhoeo spathacea*

El análisis espectrofotométrico UV-Vis evidenció un comportamiento característico del extracto de *Rhoeo spathacea*, asociado con mezclas pigmentarias ricas en antocianinas y compuestos fenólicos, responsables de la coloración púrpura típica del maguey morado [9]. En cada uno de los ocho tratamientos los barridos instrumentales presentaron un patrón espectral consistente, así como en sus replicas, lo cual confirma una adecuada reproducibilidad del registro y estabilidad general del perfil de absorción para cada tratamiento de extracción.

El espectro mostró una absorbancia relativamente alta en la región cercana a 400 nm, alcanzando valores de 4.7 de absorbancia, seguida de un descenso pronunciado y un valle estable en longitudes intermedias aproximadas entre 450–550 nm. Finalmente, se observó un repunte en la región final del espectro, aproximadamente entre 600–700 nm, asociado con formas estructurales estables de antocianinas. Este comportamiento confirma la persistencia de pigmentos responsables de la coloración del extracto, lo cual resulta relevante para aplicaciones donde la estabilidad cromática es un criterio funcional [10,11].

Dado que la absorbancia del extracto crudo era alta; las muestras se diluyeron y con las lecturas, se graficaron nuevamente. El comportamiento del perfil se mantuvo y los gráficos se presentan en la Anexo A del texto.

La asociación entre fenoles totales determinada por el método de Folin-Ciocalteu, la capacidad antioxidante (DPPH/ABTS) y los espectros de absorción, fueron validados previamente [12].

Comparación entre condiciones de extracción

La evaluación comparativa de los ocho tratamientos permitió identificar diferencias en el rendimiento de extracción y la estabilidad del extracto. De manera general, los tratamientos donde se emplearon hojas frescas (1–4) presentaron un comportamiento más estable y consistente, mientras que los tratamientos que emplearon hojas secas, tratamientos 5 al 8 mostraron mayor variabilidad y menor rendimiento (Figura 4). Estos resultados sugieren que el estado fresco o seco del material vegetal influye directamente en la eficiencia del contenido del peso seco obtenido durante el proceso de extracción y en la estabilidad del producto obtenido.

Asimismo, las evidencias espectrales obtenidas en los tratamientos con hojas frescas mantuvieron el patrón característico del extracto púrpura (Figura 4, panel 1 al 4) mientras que los tratamientos con hojas secas reflejaron una menor intensidad para los máximos de absorbancia y consistencia del perfil, indicando un menor contenido de compuestos extraídos o posibles cambios asociados al secado y almacenamiento del material vegetal.

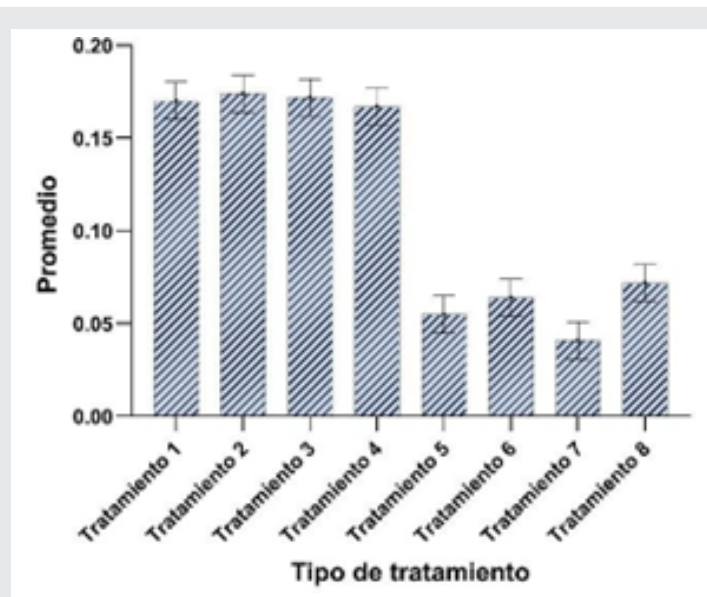


Figura 4. Rendimiento promedio del extracto de maguey morado (*Rhoeo spathacea*) para los ocho tratamientos evaluados. Se presenta la media y la desviación estándar para cada uno de los 8 tratamientos evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados obtenidos las condiciones óptimas más favorables para obtener un extracto estable y con mayor concentración se encontraron en los tratamientos bajo condiciones en frío, con hojas frescas y 12 h de agitación, lo cual se considera una alternativa eficiente al reducir tiempos sin comprometer la calidad del extracto.

Incorporación del extracto en formulación tipo crema

El extracto concentrado obtenido posterior al secado fue integrado en una crema base, logrando una incor-

poración adecuada del material, lo cual permitió obtener un producto final homogéneo. Este resultado respalda la viabilidad del extracto como insumo funcional, ya que el residuo seco recuperado pudo dispersarse correctamente en la matriz cosmética, manteniendo características visibles compatibles con el desarrollo de un producto tópico.

Discusión

Este trabajo aporta evidencia experimental útil sobre el comportamiento del maguey morado bajo distintas condiciones de extracción, sirviendo como referencia para el diseño de productos naturales con valor agregado.

En Anexo A se aprecia una diferenciación marcada entre los ocho tratamientos evaluados, evidenciando que las condiciones de extracción modulan directamente la respuesta promedio del extracto. Los tratamientos 1-4 exhibieron los valores medios más elevados (≈ 0.17) y una dispersión reducida, lo que sugiere una mayor eficiencia del proceso y una reproducibilidad experimental más robusta. En contraste, los tratamientos 5-8 registraron promedios inferiores (≈ 0.04 - 0.07) y una variabilidad incrementada; particularmente, el tratamiento 5 presentó la mayor dispersión, lo que podría reflejar una mayor susceptibilidad del procedimiento a fluctuaciones externas, como cambios de temperatura durante la extracción, lo cual puede estar asociado a una mayor sensibilidad del procedimiento frente a factores externos como temperatura.

El perfil UV-Vis del extracto de *Rhoeo spathacea* presentó un patrón espectral consistente entre réplicas y tratamientos, lo que evidencia reproducibilidad y estabilidad del registro. La alta absorbancia cercana a 400 nm (≈ 4.7 UA), seguida de un descenso pronunciado y un valle entre 450-550 nm, sugiere la presencia de mezclas pigmentarias ricas en antocianinas y compuestos fenólicos. El repunte en 600-700 nm concuerda con especies de antocianinas en formas estructuralmente más estables, apoyando la persistencia de la coloración púrpura y su relevancia cuando la estabilidad cromática es crítica [10,11]. Comparativamente, los tratamientos del 1 a 4 con hojas frescas conservaron intensidad y coherencia del perfil (Figura 4) y mayores rendimientos (Anexo A), mientras que las hojas secas; tratamientos 5 a 8, mostraron menor absorbancia y mayor variabilidad, atribuible a degradación u oxidación durante secado y almacenamiento. En conjunto, la extracción en frío con hojas frescas y 12 h de agitación maximizó concentración y estabilidad del extracto.

Este comportamiento sugiere que el uso de hojas frescas favorece la transferencia de masa entre el solvente (etanol al 96 %) y la matriz vegetal, promoviendo la solubilización de metabolitos como compuestos fenólicos, flavonoides y pigmentos característicos del

maguey morado [13], [14]. En general, estos hallazgos confirman que los primeros cuatro tratamientos representan condiciones más adecuadas para obtener extractos con mayor rendimiento relativo y mejor estabilidad, aportando una base experimental útil para futuras etapas de optimización del proceso.

CONCLUSIONES

Los resultados confirmaron la hipótesis del estudio: el extracto de maguey morado (*Rhoeo spathacea*) mantuvo una concentración relevante de compuestos bioactivos tras el proceso de extracción y secado bajo condiciones experimentales controladas, lo que permitió su incorporación eficiente en una crema base, obteniendo un producto estandarizado. Las condiciones de extracción influyeron de manera decisiva en el desempeño del proceso; en particular, la extracción en frío con hojas frescas y 12 h de agitación (tratamientos 1-4) proporcionó el mayor rendimiento y la menor variabilidad, mientras que los tratamientos con hojas secas (5-8) mostraron menor rendimiento y mayor dispersión. En conjunto, estos hallazgos respaldan el potencial del maguey morado como materia prima accesible y sostenible para el desarrollo de formulaciones cosméticas naturales con propiedades funcionales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo que el Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico Superior de Misantla para la realización de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S.-P. Tan, X.-Y. Keng, C.-W. Bryan Lim, y H.-Y. Tan, "Traditional uses, phytochemistry and pharmacological activities of *Tradescantia spathacea*-X", *Rec. Nat. Prod.*, núm. 2, pp. 176-200, 2024. <http://doi.org/10.25135/rnp.436.2311.2983>
- [2] P. G. Trejo-Flores et al., "Evaluation of aqueous and ethanolic extracts for the Green synthesis of zinc oxide nanoparticles from *Tradescantia spathacea*", *Nanomaterials (Basel)*, vol. 15, núm. 14, p. 1126, 2025. <https://doi.org/10.3390/nano15141126>.
- [3] K. Mansoor, T. Aburjai, F. Al-Mamoori, y M. Schmidt, "Plants with cosmetic uses", *Phytother. Res.*, vol. 37, núm. 12, pp. 5755-5768, 2023. <https://doi.org/10.1002/ptr.8019>.
- [4] J. B. L. Tan, Y. Y. Lim, y S. M. Lee, "Antioxidant and antibacterial activity of *Rhoeo spathacea* (Swartz) Stearn leaves", *J. Food Sci. Technol.*, vol. 52, núm. 4, pp. 2394-2400, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1236-z>.
- [5] M. A. Hidayah y R. A. Fikroh, "Potential analysis of boat Lily leaf extract (*Rhoeo spathaceae* (SW.) Stearn) as an alternative indicator in acid-base

titration of acid-base learning”, *J. Penelit. Pendi-dik. IPA*, vol. 9, núm. 9, pp. 7491–7502, 2023. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.3306>.

[6] B. L. J. Tan, “Bioactivity and chemical constituents of *Rhoeo spathacea* and *Rhoeo discolor*, with emphasis on *Rhoeo spathacea*”. Monash University, 15-feb-2017. <https://doi.org/10.4225/03/58a4e818ce3a0>

[7] J. B. L. Tan, Y. Y. Lim, y S. M. Lee, “*Rhoeo spathacea* (Swartz) Stearn leaves, a potential natural food colorant”, *J. Funct. Foods*, vol. 7, pp. 443–451, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.01.012>.

[8] Revilla, E., Ryan, J. M. & Martin-Ortega, G. (1998). Comparison of several procedures used for the extraction of anthocyanins from red grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(11), 4592–459.

[9] González, C. et al (2016). Evaluación fitoquímica, físicoquímica y farmacológica de Maguey Morado (*Rhoeo discolor*). *Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química*, 2–10.

[10] S. Jurić et al., “Sources, stability, encapsulation and application of natural pigments in foods”, *Food Rev. Int.*, vol. 38, núm. 8, pp. 1735–1790, 2022. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1837862>.

[11] B. Szadkowski, M. Kuśmierk, M. Śliwka-Kaszyńska, y A. Marzec, “Structure and stability characterization of natural lake pigments made from plant extracts and their potential application in polymer composites for packaging materials”, *Materials (Basel)*, vol. 15, núm. 13, p. 4608, 2022. <https://doi.org/10.3390/ma15134608>.

[12] Reyes-Munguía, E. Azúara-Nieto, C. I. Beristain, F. Cruz-Sosa & E. J. Vernon-Carter (2009) Propiedades antioxidantes del maguey morado (*Rhoeo discolor*) Purple maguey (*Rhoeo discolor*) antioxidant properties, *CyTA – Journal of Food*, 7:3, 209–216.

[13] Y. K. Ahlawat, M. Singh, K. Manorama, N. Lakra, A. Zaid, y F. Zulfiqar, “Plant phenolics: neglected secondary metabolites in plant stress tolerance”, *Braz. J. Bot.*, vol. 47, núm. 3, pp. 703–721, 2023. <https://doi.org/10.1007/s40415-023-00949-x>.

[14] N. Yeasmen y V. Orsat, “Green extraction and characterization of leaves phenolic compounds: a comprehensive review”, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 63, núm. 21, pp. 5155–5193, 2023. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.2013771>.

Anexo A. Perfiles espectrofotométricos UV-Vis del extracto de *Rhoeo spathacea* (maguey morado) obtenidos bajo ocho tratamientos de extracción. Cada panel (1-8) corresponde al espectro de absorbancia en el intervalo de 400- 700 nm, asociado a pigmentos fenólicos/antociánicos del extracto de acuerdo a las condiciones descritas en la Tabla 1.

Fuente: Elaboración propia

