

# INFLUENCIA DEL TIEMPO DE EXTRACCIÓN EN EL CONTENIDO DE LOS POLIFENOLES PRESENTES EN LAS SEMILLAS DE LA *Mauritia Flexuosa* L. f. Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

## INFLUENCE OF EXTRACTION TIME ON THE CONTENT OF POLYPHENOLS PRESENT IN THE SEEDS OF *Mauritia flexuosa* L. f. AND ITS ANTIOXIDANT ACTIVITY

Regla María Bernal-Gutiérrez <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3682-2750>. Correo: [rbernal@uea.edu.ec](mailto:rbernal@uea.edu.ec)

María del Carmen Castelo-Naveda <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3629-881X>. Correo: [mcastelo@uea.edu.ec](mailto:mcastelo@uea.edu.ec)

Sting Brayan Luna-Fox <sup>3</sup>

<sup>3</sup> Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6058-7024>. Correo: [sb.lunaf@uea.edu.ec](mailto:sb.lunaf@uea.edu.ec)

Jannys Lizeth Rivera Barreto <sup>4</sup>

<sup>4</sup> Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2172-0529>. Correo: [jl.riverab@uea.edu.ec](mailto:jl.riverab@uea.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [rbernal@uea.edu.ec](mailto:rbernal@uea.edu.ec)

### Resumen

La investigación se desarrolló en la Universidad Estatal Amazónica, ubicada en el cantón y provincia de Pastaza y tuvo como objetivo: Evaluar la influencia del tiempo de extracción para obtener polifenoles de las semillas de Morete (*Mauritia flexuosa* L.f.), cuantificar los polifenoles totales, y determinar la actividad antioxidante de los extractos obtenidos. Se empleó la metodología de superficie de respuesta y la extracción asistida por ultrasonido. Se utilizó el método por espectrofotometría UV/vis y la reacción colorimétrica de Folin Ciocalteu para cuantificar los polifenoles totales presentes en las semillas de la especie, adicionalmente

se evaluó la actividad antioxidante utilizando el ensayo de reducción del  $\text{Fe}^{3+}$  (FRAP). El diseño experimental Box-Behnken permitió evaluar el efecto del tiempo en la extracción de este tipo de metabolito en la materia prima seleccionada. Se pudo constatar que existe una relación directamente proporcional entre el tiempo y la y la presencia de polifenoles en los extractos y que se incrementa la actividad antioxidante en la misma relación.

**Palabras clave:** espectrofotometría; polifenoles; actividad antioxidante; Morete; *Mauritia flexuosa*

### Abstract

*The research was developed at the Amazonian State University, located in the canton and province of Pastaza, and had the objective of: Evaluating the influence of extraction time to obtain polyphenols from Morete (*Mauritia flexuosa* L.f.) seeds, quantifying total polyphenols, and determine the antioxidant activity of the extracts obtained. Response surface methodology and ultrasound-assisted extraction were used. The UV/vis spectrophotometry method and the Folin Ciocalteu colorimetric reaction were used to quantify the total polyphenols present in the seeds of the species. Additionally, the antioxidant activity was evaluated using the  $\text{Fe}^{3+}$  reduction assay (FRAP). The Box-Behnken experimental design allowed evaluating the effect of time on the extraction of this type of metabolite in the selected raw material. It was found that there is a directly proportional relationship between time and the presence of polyphenols in the extracts and that the antioxidant activity increases in the same relationship.*

**Keywords:** spectrophotometry; polyphenols; antioxidant activity; Morete; *Mauritia flexuosa*

**Fecha de recibido:** 06/01/2024

**Fecha de aceptado:** 21/02/2024

**Fecha de publicado:** 19/03/2024

### Introducción

*Mauritia flexuosa* L.f, es una especie de palmera que pertenece a la familia Arecaceae, la pulpa del fruto es empleado con diversos fines, entre los más significativo es su fuente de aceites y grasas, extraídos del mesocarpo de los frutos maduros mediante procesos sencillos realizados por campesinos e indígenas. El aceite presenta un alto contenido en ácido oleico, comparable al de otras especies oleaginosas (Trujillo et al., 2011), sin embargo, la semilla no ha sido estudiada para aprovechar las bondades de los desechos, como parte de la sostenibilidad y la aplicación de la economía circular tan importante en el mundo moderno. La optimización del proceso de extracción de compuestos fenólicos y determinar la actividad antioxidante que presentan estos compuestos, resultó el objeto fundamental de esta investigación, a través del empleo de la metodología de superficie de respuesta y la extracción asistida por ultrasonido. Empleando el método por espectrofotometría UV/vis y la reacción colorimétrica de Folin Ciocalteu se cuantificaron de polifenoles totales presentes en las

semillas de la especie, adicionalmente se evaluó la actividad antioxidante utilizando el ensayo de reducción del  $\text{Fe}^{3+}$  (FRAP).

La investigación orientada a plantas que contienen polifenoles con propiedades antioxidantes se ha consolidado como un campo esencial de estudio. Estos compuestos han demostrado su eficacia para neutralizar los radicales libres generado en procesos de oxidación -reducción, por lo general, estos son responsables del daño oxidativo en las células (Valencia et al., 2017). La creciente conciencia acerca de los beneficios asociados a la incorporación de alimentos con una alta concentración de polifenoles ha suscitado la necesidad imperante de profundizar en la comprensión y optimizar los procesos de extracción de estos compuestos provenientes de fuentes naturales (López et al., 2022).

La optimización en el proceso de extracción de polifenoles, especialmente a través de la implementación de la metodología de superficie de respuesta (MSR), se presenta como una alternativa de gran valor en este contexto (Hosseini et al., 2018). Esta técnica no solo facilita la exploración eficiente de las condiciones óptimas para la extracción, sino que también desarrolla modelos matemáticos precisos, simplificando así la estimación de concentraciones deseadas (Ciric et al., 2020). De esta manera, la aplicación de la MSR se convierte en un enfoque efectivo para maximizar la eficiencia de la extracción y garantizar la obtención de concentraciones significativas de polifenoles con posibles propiedades antioxidantes.

El presente trabajo tuvo como premisa profundizar en el conocimiento de la especie *M. flexuosa*, para lo cual se propuso como objetivo: Evaluar la influencia del tiempo de extracción para obtener polifenoles de las semillas de *M. flexuosa* y determinar la actividad antioxidante de los extractos obtenidos.

### Materiales y métodos

Los experimentos fueron realizados en la Universidad Estatal Amazónica, ubicada en el kilómetro 2 ½ de la vía a Tena, en el cantón y provincia de Pastaza con una altitud de 940 msnm, coordenadas geográficas de 00° 59' -1" de latitud y 77° 49'0" de longitud Oeste.

#### Preparación del material vegetal

Las semillas de Morete fueron colectadas en la localidad de Palora en la provincia de Morona Santiago, Ecuador en los meses de julio y agosto, etapa de máxima fructificación de la especie. Se sometieron al secado en estufa con aire recirculado a una temperatura de 40 durante cuatro días, posteriormente se sometió a disminuir el tamaño de partícula en un molino de cuchilla con un tamiz de diámetro entre 1-2 mm. Posteriormente, se determinó el contenido de humedad según la metodología empleada por (Cruz et al. 2020). Es resultado se utilizó para para expresar el peso inicial de las semillas en base a materia seca.

#### Extracción de polifenoles (posibles taninos)

Para la extracción de este tipo de metabolito desarrolló la metodología reportada en la literatura se presenta como una alternativa valiosa en este contexto (Hosseini et al., 2018)., se propuso un modelo predictivo mediante el software Design Expert. Las condiciones de extracción óptimas se encontraron mediante la metodología de superficie de respuesta, evaluando la influencia del tiempo en la concentración de polifenoles. Se estudió el efecto del tiempo.

Los extractos se obtuvieron mediante extracción asistida por ultrasonido, utilizando un equipo de baño ultrasónico de la marca Wisd.23, modelo WUC-DO6H., se pesaron 5 g del polvo de la semilla y se colocaron en un balón de vidrio al que se le adicionaron 100 mL de agua destilada, la extracción se realizó según el diseño (Tabla 1) a una temperatura de 45 °C y una frecuencia de 75 %. Finalmente, los extractos se filtraron con papel Whatman No 4.

**Tabla 1.** Diseño de extracción de los extractos asistida por ultrasonido.

| Tiempo (min) | Polifenoles<br>(mg EAG/100g ms) | Actividad antioxidante<br>(mg Eq. Trolox/100g ms) |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| 30           | 865,924                         | 1699,29                                           |
| 30           | 858,392                         | 1739,28                                           |
| 20           | 549,969                         | 1127,62                                           |
| 40           | 915,621                         | 3780,25                                           |
| 30           | 852,766                         | 1784,3                                            |
| 20           | 541,569                         | 1087,62                                           |
| 40           | 919,121                         | 3789,23                                           |
| 40           | 913,929                         | 3708,29                                           |
| 40           | 912,921                         | 3768,19                                           |
| 30           | 855,392                         | 1708,28                                           |
| 40           | 914,421                         | 3699,23                                           |
| 30           | 859,366                         | 1719,26                                           |
| 40           | 907,01                          | 3719,25                                           |
| 20           | 546,869                         | 1131,61                                           |
| 20           | 552,867                         | 1095,62                                           |

### Selección y validación de modelo

La validez del diseño experimental se verificó mediante experimentos adicionales. Con cinco réplicas utilizando el tiempo previsto. En la selección se consideraron los atributos estadísticos de los modelos. Se determinaron los valores del coeficiente  $R^2$  ajustado y previsto. Se obtuvo el peso de cada corrida experimental y se calculó la idoneidad del modelo mediante análisis de varianza (ANOVA) (Nazir et al., 2017). Optimización de extracción de mucílago de albahaca, utilizando metodología de superficie de respuesta.

### Cuantificación de compuestos polifenólicos

Para determinar el contenido de polifenoles se aplicó la metodología establecida por Tomás et al. (2001). “Se tomó 0,5 ml del extracto y se transfirió a un volumétrico de 10 ml, se le añadieron 0,5 ml del reactivo Folin-Ciocalteu, previamente diluido al 50 % con agua destilada, después se sometieron a un período de reposo por 10 minutos. Transcurrido este tiempo, se añadieron 0,5 mL de carbonato de sodio al 20 %, completando el volumen en el matraz con agua destilada. La disolución fue agitada y se colocó en la oscuridad durante 2 horas a temperatura ambiente. Luego, la absorbancia se midió en un espectrofotómetro UV-VIS” a 765 nm.

La cuantificación de se realizó empleando la curva de calibración en base del ácido gálico como estándar, y se expresó en gramos equivalentes de ácido gálico por cada 100 gramos de materia seca (g EAG/100 g ms). Para ello se aplicó la ecuación (1).

$$A=0,0734C-0,0028 \quad (1)$$

Donde:

A: absorbancia de las muestras

C: concentración de las muestras (mg L<sup>-1</sup>)

### Actividad antioxidante

La actividad antioxidante de los extractos obtenidos se evaluó por el ensayo de reducción del Fe<sup>3+</sup> (FRAP, por sus siglas en inglés), conforme a la metodología de Benzie & Strain (1996). “La preparación del reactivo FRAP se llevó a cabo de la siguiente manera: se preparó un tampón acetato de 0,3 mM con un ajuste de pH a 3,6. Para tal fin, se pesaron 6,1 mg de acetato de sodio trihidratado, se disolvieron en 200 ml de agua, con una dilución de ácido clorhídrico 40 mM, se ajustó el pH y, finalmente, se completó el volumen hasta 250 ml con agua destilada. La disolución de 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) se preparó mediante la pesada precisa de 31,2 mg, los cuales fueron disueltos en ácido clorhídrico 40 mM, luego se enrasó hasta lograr un volumen de 10 ml. Además, se utiliza una disolución de cloruro de hierro (III) con una concentración equivalente a 20 mM, empleando la sal hexahidratada., para ello se pesaron 135,2 mg y se disolvieron en agua desmineralizada completando el volumen hasta 25 ml. Finalmente, cada disolución fue combinada en una proporción de 1:1:10 de cloruro de hierro (III): TPTZ: buffer de acetato, lo cual constituye del reactivo FRAP.

Las muestras, tras ser debidamente diluidas en una proporción 1:10 v/v con metanol, fueron analizadas de manera inmediata. Se tomaron 0,5 mL de esta disolución de las muestras y se colocaron en un matraz de 10 ml, a continuación, se adicionaron 5 mL del reactivo de FRAP y el volumen fue completado con agua destilada. Luego las muestras preparadas y el blanco se colocaron en una estufa a 37 °C por 30 minutos, posteriormente se registraron las lecturas a 593 nm.

Los resultados fueron expresaron en mgL<sup>-1</sup> para ellos se empleó la ecuación (2).

$$C = \frac{A}{0,1879} \quad (2)$$

donde:

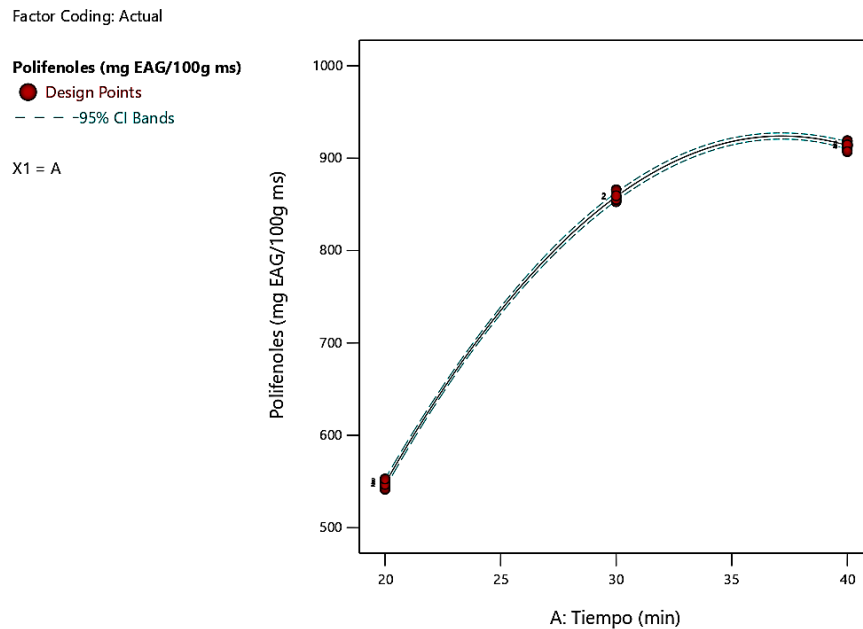
A: absorbancia de las muestras.

C: concentración de las muestras (mgL<sup>-1</sup>)

## Resultados y discusión

### Influencia del tiempo de extracción

Se evaluó la influencia del tiempo de extracción en la concentración de polifenoles a partir de las semillas de la especie. Los resultados en la Figura 1 muestran que en la medida que se incrementó el tiempo de extracción aumentó la concentración de polifenoles extraídos.



**Figura 1.** Influencia del tiempo en la concentración de polifenoles extraídos.

Se aprovechó el análisis de varianza para estimar la influencia del tiempo en la concentración de polifenoles extraídos de la semilla de *M. fleusoxa* como variable independiente ( $p < 0,005$ ). La aptitud del modelo se determinó mediante el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y la significancia ( $p$ ). Los resultados de los datos experimentales y pronosticados se muestran en la Tabla 1. Según el diseño factorial, se realizaron 12 corridas para encontrar la influencia del tiempo en la extracción de polifenoles a partir de semillas de *M. flexuosa*. La Tabla 2 muestra los valores experimentales y pronosticados por el modelo.

**Tabla 2.** Valores predichos y experimentales del contenido de polifenoles.

| Experimento | Valor experimental<br>(mg EAG/100g ms) | Valor Predicho<br>(mg EAG/100g ms) |
|-------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| 1           | 865,92                                 | 858,37                             |
| 2           | 858,39                                 | 858,37                             |
| 3           | 549,97                                 | 547,82                             |
| 4           | 915,62                                 | 913,84                             |
| 5           | 852,77                                 | 858,37                             |
| 6           | 541,57                                 | 547,82                             |
| 7           | 919,12                                 | 913,84                             |
| 8           | 913,93                                 | 913,84                             |
| 9           | 912,92                                 | 913,84                             |
| 10          | 855,39                                 | 858,37                             |
| 11          | 914,42                                 | 913,84                             |
| 12          | 859,37                                 | 858,37                             |
| 13          | 907,01                                 | 913,84                             |
| 14          | 546,87                                 | 547,82                             |
| 15          | 552,87                                 | 547,82                             |

El modelo polinómico de orden dos (Tabla 3) consistió en el de mejor ajuste. El valor de  $R^2$  correspondió a 0,9993 (Tabla 4) para la influencia del tiempo en la extracción de polifenoles, lo que indica que el 99,93 % de la variación total en la extracción estuvo determinada por el tiempo.

**Tabla 3.** Modelos predictivos de polifenoles totales.

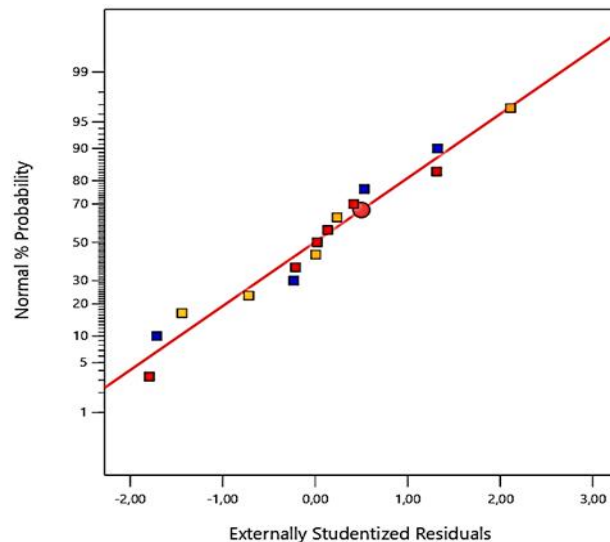
| Source            | Secuencia p-valor | Falta de ajuste p-valor | $R^2$ -ajustado | $R^2$ -predicho |          |
|-------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|----------|
| <b>Lineal</b>     | < 0,0001          | < 0,0001                | 0,8344          | 0,8055          |          |
| <b>Cuadrático</b> | < 0,0001          |                         | 0,9992          | 0,9989          | Sugerido |

**Tabla 4.** Estadística de ajuste

| Desviación estándar        | 4,54   | $R^2$              | 0,9993   |
|----------------------------|--------|--------------------|----------|
| Media                      | 797,74 | $R^2$ -Ajustado    | 0,9992   |
| % Coeficiente de variación | 0,5691 | $R^2$ -Predicho    | 0,9989   |
|                            |        | Precisión adecuada | 180,2886 |

**Polifenoles**

Color points by value of Polifenoles:  
541,569 919,121



**Figura 2.** Valores experimentales predichos para el contenido de polifenoles.

Los valores predichos de la influencia del tiempo en la concentración de polifenoles extraídos en relación con el modelo y los obtenidos empíricamente se compararon y se pueden visualizar en la Figura 1. La distribución de puntos confirmó la capacidad del modelo para cubrir todos los intervalos de concentración de polifenoles, lo que sugirió que el modelo podría aplicarse de manera efectiva.

**Tabla 3.** Análisis de varianza para el modelo cuadrático.

| Polifenoles totales  | Suma de cuadrados | gl | Cuadrados medios | F-valor  | p-valor  |               |
|----------------------|-------------------|----|------------------|----------|----------|---------------|
| <b>Modelo</b>        | 3,491E+05         | 2  | 1,745E+05        | 8469,77  | < 0,0001 | significativo |
| <b>A-Tiempo</b>      | 3,215E+05         | 1  | 3,215E+05        | 15601,91 | < 0,0001 |               |
| <b>A<sup>2</sup></b> | 53478,88          | 1  | 53478,88         | 2595,03  | < 0,0001 |               |



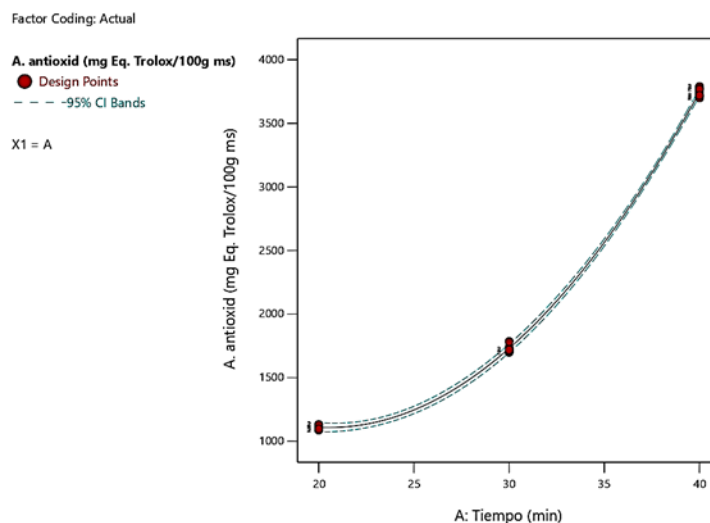
|                        |           |    |       |
|------------------------|-----------|----|-------|
| <b>Error puro</b>      | 247,30    | 12 | 20,61 |
| <b>Total corregido</b> | 3,493E+05 | 14 |       |

$$\text{Polifenoles} = 838,52150 + (94,82503)T - 1,27540 T^2 \quad (1)$$

La significación estadística de las ecuaciones de regresión con respecto al modelo polinómico de la respuesta de superficie se demostró mediante las pruebas F y ANOVA (Tabla 3), y la representación de la ecuación de regresión simuladas por el software se muestran en la Figura 1. Es posible encontrar la relación entre el tiempo de extracción y el contenido de polifenoles en las semillas de *M. fleusoxa*.

### Actividad antioxidante

Los compuestos fenólicos constituyen uno de los principales grupos de compuestos que se conoce que actúan como antioxidantes eliminando los radicales libres (Clarke et al., 2013), por lo que es importante cuantificar la cantidad de estos compuestos en las semillas de *M. fleusoxa*. La actividad antioxidante de los extractos de plantas se puede cuantificar mediante diferentes métodos, en este caso se utilizó el ensayo de oxidación/reducción del hierro (III), no se debe descartar la actividad oxidante de una especie si no es evaluada al menos por dos métodos diferentes.



**Figura 3.** Valores experimentales y pronosticados por el modelo para la actividad antioxidante.

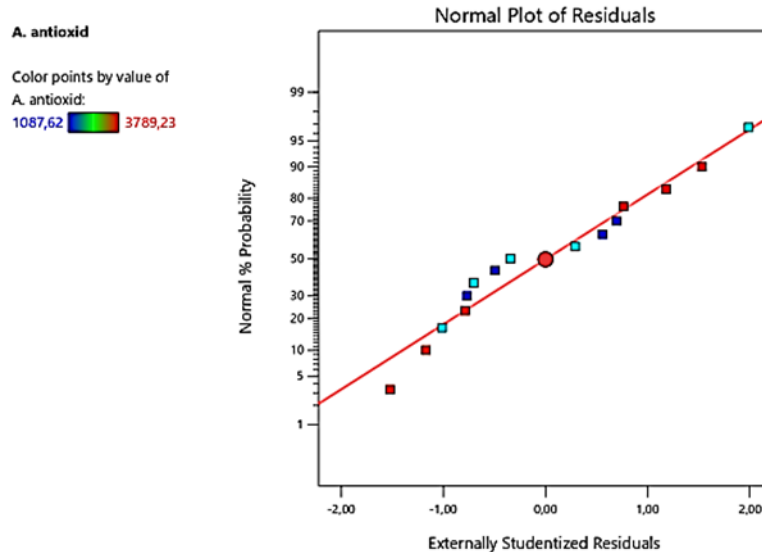
**Tabla 6.** Análisis de varianza para el modelo cuadrático.

| Actividad Antioxidante | Suma de cuadrados | gl | Cuadrados medios | F-valor  | p-valor  |               |
|------------------------|-------------------|----|------------------|----------|----------|---------------|
| Modelo                 | 1,972E+07         | 2  | 9,860E+06        | 8521,22  | < 0.0001 | significativo |
| A-Tiempo               | 1,664E+07         | 1  | 1,664E+07        | 14384,19 | < 0.0001 |               |
| A <sup>2</sup>         | 1,598E+06         | 1  | 1,598E+06        | 1381,35  | < 0.0001 |               |
| Error puro             | 13885,42          | 12 | 1157,12          |          |          |               |



|                        |           |    |
|------------------------|-----------|----|
| <b>Total corregido</b> | 1,973E+07 | 14 |
|------------------------|-----------|----|

El  $R^2$  previsto de 0,9989 concuerda razonablemente con el  $R^2$  ajustado de 0,9992; es decir, la diferencia es inferior a 0,2, lo que indica que el modelo se ajusta a las condiciones evaluadas.



**Figura 4.** Valores experimentales y predichos para la actividad antioxidante.

$$Frap = 4055,2600 - (286,68526)T + (6,97263)T^2$$

La distribución de puntos confirmó la capacidad del modelo para cubrir todos los intervalos de la actividad antioxidante, lo que sugirió que el modelo podría aplicarse de manera efectiva. La significación estadística de la ecuación de regresión con respecto al modelo polinómico de la respuesta de superficie se demostró mediante las pruebas F y ANOVA (Tabla 6), y la representación de la ecuación de regresión simuladas por el software se muestran en la Figura 4. Es posible encontrar la relación entre el contenido de polifenoles y la actividad antioxidante determinada en las semillas de *M. fleusoxa*

En estudios previos (Abreu, et al., 2018; Średnicka et al., 2019; Muflihah, et al., 2021) han informado resultados similares respecto a la correlación entre la concentración de polifenoles totales (PT) y la actividad antioxidante (AO). Es necesario tener en cuenta que esta interrelación no implica causalidad, lo cual no indica, necesariamente que una cause la otra. Sin embargo, en este contexto, existe una correlación positiva, lo que puede tener implicaciones prácticas y teóricas.

## Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en los en los experimentos realizados para evaluar la influencia del tiempo de extracción en la concentración de polifenoles presentes en las semillas de *M. M. fleusoxa* y determinar la actividad antioxidante, por el método de reducción del hierro III (FRAP), se puede concluir que existe una

relación directamente proporcional entre el tiempo y la presencia de polifenoles en los extractos, la actividad antioxidante se incrementó en la misma relación.

## Referencias

- Abreu Naranjo, R., Arteaga Crespo, Y., Bravo Sanchez, L., Pérez-Quintana, M., & García-Quintana, Y. (2018). Response surface methodology for optimisation of total polyphenol content and antioxidant activity of extracts from *Maytenus macrocarpa* bark by means of ultrasound-assisted extraction. *Wood Science and Technology*, 52(5), 1359–1376. <https://doi.org/10.1007/s00226-018-1034-x>
- Benzie, I., & Strain, J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/ABIO.1996.0292>
- Ciric, A., Krajnc, B., Heath, D., & Ogrinc, N. (2020). Response surface methodology and artificial neural network approach for the optimization of ultrasound-assisted extraction of polyphenols from garlic. *Food and Chemical Toxicology*, 135(July), 9. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110976>
- Cruz Macías, W. O., Rodríguez Larramendi, L. A., Salas Marina, M. Á., Hernández García, V., Campos Saldaña, R. A., Chávez Hernández, M. H., Gordillo Curiel, A. (2020). Efecto de la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en la acidez de suelos cultivados con maíz en dos regiones de Chiapas, México. *Terra Latinoamericana*, 38(3), 475–480. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V38I3.506>
- Clarke, G., Ting, K. N., Wiart, C., & Fry, J. (2013). High correlation of 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging, ferric reducing activity potential and total phenolics content indicates redundancy in use of all three assays to screen for antioxidant activity of extracts of plants from the Malaysian rainforest. *Antioxidants*, 2(1), 1-10.
- Hosseini, H., Bolourian, S., Yaghoubi Hamgini, E., & Ghanuni Mahababadi, E. (2018). Optimization of heat- and ultrasound-assisted extraction of polyphenols from dried rosemary leaves using response surface methodology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(11), 1–15. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13778>
- Nazir, S., Wani, I. A., & Masoodi, F. A. (2017). Extraction optimization of mucilage from Basil (*Ocimum basilicum* L.) seeds using response surface methodology. *Journal of Advanced Research*, 8(3), 235-244.
- Tomás Barberán, F. A., Gil, M. I., Paedar Cremin, A. L., Waterhouse, B., Hess Pierce, L., Kader, A. (2001). “HPLC-DAD-ESIMS Analysis of Phenolic Compounds in Nectarines, Peaches, and Plums”. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49, 4748-4760.
- López, S., Benatti, A., Rodríguez, R., & Cappato, H. (2022). Polyphenols-Rich Fraction from *Annona muricata* Linn. Leaves Attenuates Oxidative and Inflammatory Responses in Neutrophils, Macrophages, and Experimental Lung Injury. *Pharmaceutics*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14061182>

- Średnicka Tober, D., Ponder, A., Hallmann, E., Głowacka, A., & Rozpara, E. (2019). The profile and content of polyphenols and carotenoids in local and commercial sweet cherry fruits (*Prunus avium* L.) and their antioxidant activity in vitro. *Antioxidants*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/antiox8110534>
- Muflihah, Y. M., Gollavelli, G., & Ling, Y. C. (2021). Correlation study of antioxidant activity with phenolic and flavonoid compounds in 12 indonesian indigenous herbs. *Antioxidants*, 10(10), 1–15. <https://doi.org/10.3390/antiox10101530>
- Trujillo González, J. M., Torres Mora, M. A., & Santana Castañeda, E. (2011). La palma de Moriche (*Mauritia flexuosa* Lf;) un ecosistema estratégico. *Orinoquia*, 15(1), 62-70.
- Valencia Avilés, E., Ignacio Figueroa, I., Sosa Martínez, E., Bartolomé Camacho, M. C., Martínez Flores, H. E., & García Pérez, M. E. (2017). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, (16), 15-29.