

Extracción y cuantificación de polifenoles en *Plantago major* L. y *Buddleja globosa*

Sebastián Nicolás Chicaiza Coba¹; Danae Fernández Rivero^{2*}

(Recibido: marzo 26, 2025; Aceptado: abril 29, 2025)

<https://doi.org/10.29076/issn.2602-8360vol9iss16.2025pp140-145p>

Resumen

Los antioxidantes presentan un papel importante en la prevención de enfermedades, diversos estudios han demostrado que las plantas y sus extractos son efectivos para proteger contra el daño causado por los radicales libres. Se ha evidenciado que especies como *Plantago* (llantén) y *Buddleja* (matico) presentan actividad antioxidante debido a la presencia de compuestos fenólicos. Este estudio tuvo como objetivo determinar la influencia del material vegetal sobre la concentración de polifenoles presentes en los extractos vegetales. Se recolectaron las hojas y raíces de *Buddleja* y *Plantago*, se utilizó el etanol al 70% como disolvente en la extracción por maceración. Se determinó la concentración de polifenoles totales mediante el método de Folin-Ciocalteu. A través de un análisis de varianza, se obtuvo que tanto la planta, como sus partes, presentaron un efecto significativo sobre la concentración de polifenoles, alcanzando el extracto proveniente de las hojas de *Buddleja* el mayor contenido de polifenoles ($15,930 \pm 1,375$ mg GAE/g PS). Se determinó mediante el método colorimétrico con cloruro de aluminio el contenido de flavonoides totales correspondiéndose con el extracto de las hojas de *Buddleja* ($2,577 \pm 0,025$ mg QE/g PS). La capacidad antioxidante fue determinada mediante el método de DPPH, presentando una concentración equivalente de Trolox de $12,463 \pm 0,067$ μ mol/g.

Palabras claves: polifenoles; *Plantago major* L.; *Buddleja globosa*; maceración.

Extraction and quantification of polyphenols in *Plantago major* L. and *Buddleja globosa*

Abstract

Antioxidants play an important role in disease prevention. Various studies have shown that plants and their extracts are effective in protecting against damage caused by free radicals. It has been demonstrated that species such as *Plantago* and *Buddleja* exhibit antioxidant activity due to the presence of phenolic compounds. This study aimed to determine the influence of plant material on the concentration of polyphenols present in plant extracts. Leaves and roots of *Buddleja* and *Plantago* were collected, and 70% ethanol was used as a solvent in the maceration extraction method. The total polyphenol concentration was determined using the Folin-Ciocalteu method. Through analysis of variance, it was found that both the plant and its parts had a significant effect on the polyphenol concentration, with the extract from *Buddleja* leaves showing the highest polyphenol content (15.930 ± 1.375 mg GAE/g DW). The total flavonoid content was determined using the colorimetric method with aluminum chloride, corresponding to the extract from *Buddleja* leaves (2.577 ± 0.025 mg QE/g DW). Antioxidant capacity was determined using the DPPH method, with an equivalent concentration of Trolox of 12.463 ± 0.067 μ mol/g.

Keywords: polyphenols; *Plantago major* L.; *Buddleja globosa*; maceration.

1 Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Email: schicaiza7228@uta.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4377-0406>

2 Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Email: da.fernandez@uta.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7530-7467>.

* Autor de correspondencia

INTRODUCCIÓN

En la actualidad tienen un papel muy importante los antioxidantes naturales para el bienestar humano. Durante siglos, las comunidades se han beneficiado de estos compuestos para tratar diversas enfermedades y mejorar su salud (1). Los antioxidantes son fundamentales en la prevención de enfermedades. Las plantas y sus extractos se utilizan con fines medicinales, ya que protegen del daño causado por los radicales libres. Al igual que las plantas, nuestro organismo emplea enzimas antioxidantes (superóxido dismutasa, catalasa y peroxidasa) y compuestos como la vitamina C, polifenoles y carotenoides para reparar las células y el material genético (2). Por ello, se ha investigado la importancia de plantas con alto contenido de compuestos antioxidantes para la obtención de ingredientes activos que pueden ser útiles en la elaboración de formas farmacéuticas (3).

Ecuador es uno de los países con mayor diversidad botánica contando con 16200 especies de plantas identificadas, entre estas se encuentran plantas de uso ornamental, alimenticio y medicinal. Además, se ha evidenciado en diversos estudios que las especies del género *Plantago* (llantén) y *Buddleja* (matico) presentan actividad antioxidante en modelos experimentales debido a la presencia de compuestos fenólicos (4). Investigaciones realizadas en el llantén mostró la presencia de fenoles, taninos y flavonoides, de este último se han reportado concentraciones en el rango de 3 a 6 mg equivalentes de quercetina por gramo de extracto seco (5). Adicionalmente en la especie *Buddleja globosa* se ha obtenido un alto contenido de compuestos bioactivos que incluyen polifenoles, flavonoides, alcaloides, saponinas, taninos, esteroides y aceites esenciales (6). Además, se ha determinado en sus hojas una concentración de flavonoides totales en el rango de 10 a 20 mg equivalentes de quercetina por gramo de extracto seco (7).

Para la obtención de compuestos fenólicos provenientes de las plantas se han utilizado diversos métodos de extracción, un ejemplo es la extracción sólido líquido que se basa en la transferencia de compuestos solubles desde

una matriz sólida hacia un disolvente líquido. Con el objetivo de aumentar los rendimientos del proceso de extracción se deben considerar diversos factores como: la naturaleza del disolvente, la relación material vegetal/volumen de disolvente, la temperatura y el tiempo de extracción (1).

Por tanto, la extracción de polifenoles a partir de las hojas y raíces de estas dos especies vegetales podría ser una alternativa para la obtención de ingredientes activos naturales que pudieran utilizarse en investigaciones futuras para la elaboración de formas farmacéuticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron hojas y raíces de las plantas de matico y llantén, se enjuagaron con abundante agua destilada y se secaron en un deshidratador a la temperatura de 50 °C durante 24 horas, se trituraron y se almacenaron en bolsas de polietileno de alta densidad-aluminio (8).

Se utilizó como disolvente el etanol al 70% en una relación material vegetal/volumen de disolvente 1 en 10, utilizando la maceración como método de extracción. La mezcla se dejó reposar durante 8 días en un ambiente sin luz, con agitación ocasional. El producto final se filtró y se almacenó a la temperatura de 2 a 8 °C (9).

Ensayos realizados

1. Determinación de la concentración de fenoles totales

La cuantificación de fenoles totales se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu. Se empleó una placa de 96 pocillos, donde se colocó 100 µL del extracto, 4,5 mL de agua destilada y 100 µL del reactivo Folin-Ciocalteu (10). Después de 3 minutos, se agregó 300 µL de la solución de carbonato de sodio al 7 % (p/v). Se incubó a temperatura ambiente durante 120 minutos en ausencia de la luz. La absorbancia se determinó a la longitud de onda de 760 nm en un espectrómetro (Fisher Scientific, Finlandia). Se elaboró una curva estándar con soluciones de ácido gálico (GAE) entre 7,8 a 500 mg/L. La concentración de fenoles totales se expresó como equivalente de miligramos de ácido

gálico por gramo de peso seco de la muestra (mg GAE/g PS) (11), el valor de concentración equivalente de ácido gálico fue obtenido a partir de la ecuación de regresión lineal de la curva de calibración de ácido gálico y relacionado con los gramos de material vegetal utilizado en la extracción.

2. Determinación de la concentración de flavonoides totales

Para determinar el contenido de flavonoides totales en los extractos, se empleó el método colorimétrico con cloruro de aluminio. Se combinó 500 µL del extracto concentrado con 1,5 mL de metanol al 95%, seguido de 100 µL de una solución de cloruro de aluminio al 10 % (p/v), 100 uL de acetato de potasio 1M y 2,8 mL de agua destilada. La mezcla se incubó a temperatura ambiente durante 30 minutos. Posteriormente, se midió la absorbancia a una longitud de onda de 415 nm. Se elaboró la curva estándar de calibración con soluciones de quercetina (QE) en un rango entre 7,8 a 100 mg/L. El contenido de flavonoides totales se expresa como miligramos de quercetina por gramo de peso seco de la muestra (mg QE/g PS) (12).

3. Determinación de la actividad antioxidante de los extractos.

Se utilizó el método DPPH, este es un método químico que se basa en la capacidad de los antioxidantes para neutralizar el radical libre estable DPPH. En una placa de 96 pocillos se colocaron 20 µL del extracto diluido o la solución estándar, con 180 µL del reactivo DPPH (Sigma-Aldrich, USA) disuelto en metanol-agua en una proporción (80:20) a una concentración de 150 µmol/L y se agitó por 60 segundos. Se incubó la placa por 40 minutos en ausencia de la luz a temperatura ambiente, posteriormente se determinó la absorbancia a 515 nm a la temperatura de 25 °C en el espectrofotómetro (Fisher Scientific, Finlandia).

La capacidad antioxidante se calculó como el porcentaje de inhibición del radical DPPH (ecuación 1), a partir de los valores de absorbancia obtenida de la muestra (Abs

muestra) y el control (Abs control), con la elaboración previa de una curva estándar de Trolox (50-500 µmol/L) (13).

$$\% \text{ inhibición de DPPH} = \left[1 - \left(\frac{\text{Abs muestra} - \text{Abs blanco}}{\text{Abs control} - \text{Abs blanco}} \right) \right] * 100 \quad (1)$$

4. Análisis de datos

Los datos fueron analizados mediante Minitab 18 Statistical Software (Pensilvania, Estados Unidos) a través de un diseño experimental 2². Se realizó un análisis de varianza para determinar si existieron influencias significativas entre los factores: tipos de planta y parte de la planta, así como sus interacciones sobre la concentración de polifenoles (mg GAE/g PS). Se consideraron influencias significativas un valor p < 0,05.

RESULTADOS

La cuantificación de los componentes fenólicos totales (TPC) presentes en los extractos de las raíces y hojas de ambas plantas, se determinaron a partir de la ecuación de regresión lineal $y=0.001x+0.0651$ ($R^2=0.9957$) obtenida de la curva estándar de calibración de ácido gálico. Los resultados de TPC se muestran en la Tabla 1, observándose que en las hojas de ambas plantas se encontraron los valores más elevados de polifenoles.

Tabla 1. Concentración de TPC en los extractos de raíces y hojas de ambas plantas

Extractos	TPC (mg GAE/g PS)
Matico hoja	15,930 ± 1,375
Llantén hoja	9,209 ± 1,108
Matico raíz	2,400 ± 0,026
Llantén raíz	2,682 ± 0,182

El análisis de varianza permitió evaluar los efectos principales de cada factor como su posible interacción. Los resultados del ANOVA indicaron si las variaciones en la concentración de polifenoles (mg GAE/g PS), se deben a los factores A (tipo de planta) y B (parte de la planta), ya sea individualmente o en combinación, y si estas diferencias son estadísticamente significativas. En la Figura 1 se muestran los resultados de las herramientas gráficas: Diagrama de Pareto y Gráfico de efectos principales.

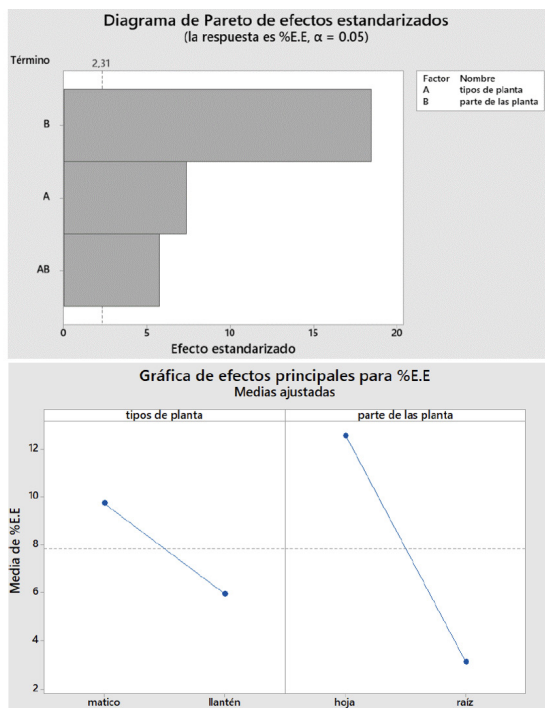


Figura 1. Gráficos obtenidos del análisis estadístico

El gráfico de Pareto muestra que los factores analizados, así como su interacción influyeron significativamente sobre la concentración de polifenoles (mg GAE/g PS). Muestra que el factor más relevante es la parte de la planta (B), ya que su efecto estandarizado supera significativamente el valor crítico (2.31). En el gráfico de efectos principales se evidencian los efectos principales de cada factor, destacándose que, en relación con los tipos de planta, el matico obtuvo un mayor contenido fenólico en comparación con el llantén. Se observa que con las hojas de matico se obtuvo el mayor porcentaje de eficiencia de extracción (15,930 ± 1,375 mg GAE/g PS).

La cuantificación del contenido total de flavonoides (TFC) presentes en los extractos de raíces y hojas de ambas plantas, se determinaron de acuerdo con la ecuación de regresión lineal $y=0.0076x+0.0918$ obtenida de la curva estándar de calibración de quercetina, con un coeficiente de determinación $R^2=0.9924$. En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos de la cuantificación de flavonoides, observándose que en los extractos provenientes de las hojas se obtuvieron los mayores valores, similar a lo

observado en el contenido de polifenoles (Tabla 1). Se debe considerar que los flavonoides son un grupo de compuestos polifenólicos presentes en las plantas, los cuales cumplen diversas funciones como protección del daño producido por la luz ultravioleta y otros agentes oxidantes (14).

Tabla 2. Concentración de TFC en los extractos de raíces y hojas de ambas plantas

Extractos	TPC (mg QE/g PS)
Matico hoja	2,577 ± 0,025
Llantén hoja	2,319 ± 0,072
Matico raíz	0,358 ± 0,004
Llantén raíz	0,657 ± 0,083

De la curva de calibración realizada con Trolox se obtuvo la siguiente ecuación de regresión lineal: $y=0.1561x+4.5179$ ($R^2=0.9961$). El extracto elaborado con las hojas de matico presentó un porcentaje de inhibición del radical DPPH de 80.76 ± 0.399 lo que equivale a una concentración equivalente de Trolox de $12.463 \pm 0.067 \mu\text{mol/g}$.

DISCUSIÓN

El mayor contenido de polifenoles y flavonoides se obtuvo en la hoja de matico (15,930 ± 1,375 mg GAE/g PS y 2,577 ± 0,025 mg QE/g PS respectivamente) si se compara con los resultados obtenidos por Yarleque et al (15) estos valores fueron superiores (11,65 ± 0,037 mg/g para fenoles totales y 0,30 ± 0,010 mg/g para flavonoides), a pesar de que en ambas investigaciones se utilizó la maceración como método de extracción. Sin embargo, se varió la concentración del disolvente, en otros trabajos se utilizó como disolvente el etanol al 96% (15) y en esta investigación se empleó etanol al 70%, en la literatura se menciona que la mezcla etanol-agua favorece la extracción de polifenoles y por esta razón la actividad antioxidante (16). Además, los extractos obtenidos de las hojas de ambas plantas presentaron un mayor contenido de polifenoles y por consiguiente de flavonoides, en comparación con los extractos procedentes de las raíces, ya que las hojas están expuestas a la luz solar. Los polifenoles actúan como protectores naturales contra el

daño causado por la radiación ultravioleta, por lo tanto, las hojas tienden a acumular mayores concentraciones de polifenoles para proteger sus tejidos fotosintéticos (11).

Se corroboró la actividad antioxidante del extracto vegetal obteniendo un porcentaje de inhibición del radical DPPH de 80.76 ± 0.399 , este valor concuerda con los resultados presentados en otras investigaciones al evaluar diferentes especies del género *Plantago* encontrándose valores desde el $21,56 \pm 1,95\%$ hasta $94,17 \pm 0,36\%$ (17). Esta actividad antioxidante se debe a la presencia de diferentes tipos de flavonoides en el extracto vegetal de *Plantago major* L. (18). Es importante destacar que la actividad antioxidante está directamente relacionada con la concentración de polifenoles, es decir, a mayor concentración, mayor actividad antioxidante, siempre que los polifenoles conserven su actividad biológica. Una mayor eficiencia en la extracción podría resultar en un extracto con una actividad antioxidante superior.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación sugieren que el extracto obtenido a partir de las hojas de *Plantago major* L. presentó el mayor contenido de polifenoles y flavonoides, lo que favoreció su actividad antioxidante con una concentración equivalente de Trolox de $12,463 \pm 0,067 \mu\text{mol/g}$ de material vegetal. Se pudiera considerar su uso como principio activo en la elaboración de formas farmacéuticas, no obstante, se requiere de la aplicación de otros métodos que demuestren su actividad antioxidante, así como su estabilidad.

REFERENCIAS

1. Castillejo N, Martínez-Zamora L. Bioactive Compounds from Fruit and Vegetable Waste: Extraction and Possible Utilization. *Foods*. 2024;13(5):775. doi: 10.3390/foods13050775
2. Repo de Carrasco, Ritva, Encina Zelada, Christian René. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 2008;74(2), 108-124.
3. Esmaeili S, Dayani L, Taheri A, Zolfaghari B. Phytochemical standardization, formulation and evaluation of oral hard gelatin capsules from *Pinus eldarica* bark extract. Vol. 11.
4. Armijos C, Ramírez J, Salinas M, Vidari G, Suárez AI. Pharmacology and Phytochemistry of Ecuadorian Medicinal Plants: An Update and Perspectives. *Pharmaceuticals*. 2021;14(11):1145. doi: 10.3390/ph14111145
5. Salem O, Szwajkowska-Michałek L, Przybylska-Balcerek A, Szablewski T, Cegielska-Radziejewska R, Świerk D, et al. New Insights into Bioactive Compounds of Wild-Growing Medicinal Plants. *Applied Sciences*. 2023;13(24):13196. doi: 10.3390/app132413196
6. Hikal WM, SAID-AL AHL H, Tkachenko KG. Bioactive constituents of *Buddleja* spp., and their therapeutic potentials. *Journal of Biochemistry International*. 2022; 9(1):1–11. doi: 10.56557/job/2022/v9i17388
7. Wei S, Liu X, Hasan KMF, Peng Y, Xie J, Chen S, et al. Extraction and Purification of Flavonoids from *Buddleja officinalis* Maxim and Their Attenuation of H₂O₂-Induced Cell Injury by Modulating Oxidative Stress and Autophagy. *Molecules* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2025 Mar 20];27(24):8985. Available from: <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/24/8985/htm>
8. López Hernández OD, Silva Ordoñez MDP, Hernández Navarro Y. Recuperación de polifenoles a partir de residuos del proceso de fabricación de pulpa de mortiño. *Revista de Investigación Talentos*. 2022;9(2):65–76. doi: 10.33789/talentos.9.2.170
9. Carneiro SB, Kreutz T, Limberger RP, Teixeira HF, da Veiga Júnior VF, Koester LS. Piper aduncum Essential Oil Rich in Dillapiol: Development of Hydrogel-Thickened Nanoemulsion and Nanostructured Lipid Carrier Intended for Skin Delivery. *Pharmaceutics*. 2022;14(11):2525. doi: 10.3390/pharmaceutics14112525

10. Medda S, Fadda A, Dessena L, Mulas M. Quantification of total phenols, tannins, anthocyanins content in *Myrtus communis* L. And antioxidant activity evaluation in function of plant development stages and altitude of origin site. *Agronomy*. 2021;11(6):1059. doi: 10.3390/agronomy11061059
11. Francik S, Francik R, Sadowska U, Bystrowska B, Zawislak A, Knapczyk A, et al. Identification of Phenolic Compounds and Determination of Antioxidant Activity in Extracts and Infusions of *Salvia* Leaves. *Materials (Basel)*. 2020;13(24):5811. doi: 10.3390/ma13245811
12. Rosero S, Del Pozo F, Simbaña W, Álvarez M, Quinteros MF, Carrillo W, et al. Polyphenols and Flavonoids Composition, Anti-Inflammatory and Antioxidant Properties of Andean *Baccharis macrantha* Extracts. *Plants (Basel)*. 2022;11(12):1555. doi: 10.3390/plants11121555
13. Bobo-García G, Davidov-Pardo G, Arroqui C, Vírseda P, Marín-Arroyo MR, Navarro M. Intra-laboratory validation of microplate methods for total phenolic content and antioxidant activity on polyphenolic extracts, and comparison with conventional spectrophotometric methods. *J Sci Food Agric*. 2015;95(1):204–9. doi: 10.1002/jsfa.6706
14. Gălbău CŞ, Irimie M, Neculau AE, Dima L, Silva LP da, Vârciu M, et al. The Potential of Plant Extracts Used in Cosmetic Product Applications—Antioxidants Delivery and Mechanism of Actions. *Antioxidants*. 2024;13(11):1425. doi: 10.3390/antiox13111425
15. Yarleque-Chocas M, Dorregaray-Llerena F, Yarleque-Chocas A, Gonzales-Chavesta C, Yarleque-Chocas M, Dorregaray-Llerena F, et al. Actividad antiinflamatoria in vitro de *Plantago major* L. y *Piper aduncum* L. sobre la fosfolipasa A2 del veneno de la serpiente *Lachesis muta muta*. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. 2023;40(3):325–32
16. Tufinio Miranda K, Ames Canchaya H, Vergara Sotomayor A, Fukusaki Yoshizawa A, Paucar Cuba K. Determinación de la actividad antioxidante de extractos de hojas de *Buddleja Inkana*, *Oreocallis Grandiflora* y *Chuquiraga Spinosa*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 2021;87(2):107-119. doi: 10.37761/rsqp.v87i2.343
17. Oprică L, Ivan M, Grigore MN, Zamfirache MM. Antioxidant Activity of *Plantago* Species in Vegetative and Flowering Stages. *Iran J Public Health*. 2015;44(1):142-144
18. Samuelsen AB. The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L. A review. *J Ethnopharmacol*. 2000;71(1–2):1–21. doi: 10.1016/s0378-8741(00)00212-9