

Cuantificación de Antocianinas y Compuestos Fenólicos en *Muehlenbeckia Volcanica* (Benth) Endlicher (Mullaca)-Recuay, Ancash

Rosario Barra Zegarra¹

tbarraz@unasam.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-9153-0554>

Universidad Nacional Santiago Antúnez
de Mayolo
Perú

Juan Francisco Barreto Rodriguez

jbarretor@unasam.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-0940-6843>

Universidad Nacional Santiago Antúnez
de Mayolo
Perú

RESUMEN

Muehlenbeckia volcanica (Benth) es una planta medicinal silvestre, se encuentra en la categoría de especie amenazada, además el fruto presenta propiedades tintóreas por lo cual es utilizada desde épocas prehispánicas por la población andina, sin embargo son escasas las investigaciones sobre su composición química, por lo que el objetivo de la presente investigación fue realizar un tamizaje fitoquímico y determinar el contenido de antocianinas totales (CAT) y compuestos fenólicos totales (CFT) en la parte aérea de *M. volcánica*; para la cuantificación de antocianinas se utilizó el método del pH diferencial y la determinación de fenoles se realizó con la prueba de Folin-Ciocalteu. Los resultados revelan un alto CAT en el fruto (460,58 mg de cianidina-3-glucósido /100 g m.s.) comparable al de especies de importancia comercial; en tanto que el de CFT, expresado en equivalentes de ácido gálico (EAG), fue muy similar para hojas, fruto y tallo (1536,22, 1501,44 y 1461,79 mg EAG/100 g m.s. respectivamente), todo lo cual convierte a *M. volcánica* en una fuente potencial de antocianinas naturales y de compuestos fenólicos que le otorgan un futuro promisorio para su aprovechamiento agroindustrial y medicinal.

Palabras clave: antocianinas; compuestos fenólicos; *Muehlenbeckia volcánica* (Benth); mullaca; *polygonaceae*; plantas medicinales.

¹ Autor principal.

Correspondencia: tbarraz@unasam.edu.pe

Quantification of Anthocyanins and Total Phenolic Compounds in *Muehlenbeckia Volcanica* (Benth) Endlicher (Mullaca)-Recuay, Ancash

ABSTRACT

Muehlenbeckia volcanica (Benth) is a wild medicinal plant, it is in the category of endangered species, also the fruit has dyeing properties so it is used by the Andean population since pre-Hispanic times, however there is little research on its chemical composition, so the objective of this research was to perform a phytochemical screening and determine the content of total anthocyanins (CAT) and total phenolic compounds (TPC) in the aerial part of *M. volcanica*; the differential pH method was used to quantify anthocyanins and the Folin-Ciocalteu test was used to determine phenols. The results reveal a high CAT in the fruit (460.58 mg cyanidin-3-glucoside /100 g m.s.) comparable to that of commercially important species; while the CFT, in gallic acid equivalents (GAE), was very similar for leaves, fruit and stem (1536.22, 1501.44 and 1461.79 mg GAE/100 g m. s. respectively), all of which makes *M. volcanica* a potential source of natural anthocyanins and phenolic compounds that give it a promising future for agroindustrial and medicinal use.

Keywords: *anthocyanins; phenolic compounds; Muehlenbeckia Volcanic (Benth); mullaca; polygonaceae; medicinal plants*

Artículo recibido 30 junio 2023

Aceptado para publicación: 30 julio 2023

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda mundial por productos naturales con propiedades antioxidantes, ha vuelto la mirada a la búsqueda de especies vegetales nativas, con alto contenido de antocianinas y compuestos fenólicos, capaces de reducir los radicales libres y disminuir el riesgo de enfermedades relacionadas al estrés oxidativo, y a los se les ha atribuido entre otros, actividad antiinflamatoria, antimicrobiana (Santos et al., 2014), anticancerígena (Cai et al., 2004; Garzón, 2008) y antidiabética (Wang et al., 2017; Zuo et al., 2021). De otro lado, las antocianinas poseen marcadas propiedades funcionales cardiotónicas y actividad antioxidante, (de la Rosa Reyna et al., 2022), lo que aunado a sus propiedades tintoreas y la demanda por colorantes naturales como sustitutos a los colorantes sintéticos en el sector alimentario e industrial hace interesante la evaluación de antocianinas en cualquier especie de la flora nacional que no haya sido estudiada anteriormente.

En esta perspectiva, *M. volcanica*, hierva postrada de la familia polygonacea, es una especie silvestre amenazada, originaria de América del Sur, ampliamente utilizada en la medicina tradicional, siendo su uso recomendado por el Sistema Nacional de Salud (ESSALUD) en problemas respiratorios, por sus propiedades antiinflamatorias y antialérgicas, la inflamación renal, cólico menstrual, gripes, rinofaringitis, bronquitis, afta, fiebre, tos, asma también, presenta propiedades cicatrizantes (Villarreal La Torre et al., 2020). Asimismo, es una planta tintórea, ya que de sus frutos se obtiene un intenso color azul, por lo que fue utilizada por las culturas Paracas e Inca en el teñido de textiles y cuya firmeza tintórea perdura hasta el día de hoy (Lock de Ugaz, 1994; MINAM, 2008); además (Lock de Ugaz, 1997) refiere que, “la materia colorante en el fruto es un pigmento del tipo antocianina” (p. 248).

De otro lado, estudios sobre el aprovechamiento de la biodiversidad vegetal andina y su capacidad biotecnológica en los países de la Comunidad Andina destacan a *M. volcánica* como una de las especies andino-americanas de importancia económica que se encuentra en estado silvestre (Quezada, 2005).

Sin embargo, son escasas las referencias bibliográficas sobre esta especie, a nivel nacional se encuentran fundamentalmente estudios etnobotánicos y de prospección biológica como los desarrollados por De la Cruz Silva et al. (2016), De la Cruz et al. (2007), y Huamantupa et al. (2011); y el estudio de Enciso et al.

(2008) que valida su potencial utilidad antiinflamatoria. A nivel internacional, Wang et al. (2017) han reportado que, el extracto crudo de *M. volcánica* muestra una inhibición relativamente alta (65,92%) de la enzima aldosa-reductasa (AR) y posee notable actividad antioxidante confirmada por el ensayo DPPH (94,74%) y el ABTS (98,892%); recientemente Zuo et al. (2021), utilizando cromatografía a contracorriente han logrado por primera vez separar e identificar seis compuestos bioactivos de hojas de *M. volcánica* (Ac. Gálico, Ac. Protocatéquico, Ac. 4,4-dihidroxi-3,3-iminodibenzoico, rutina, quercitrina y quercetina) que mostraron potencial antioxidante, antiglicante e inhibidor de AR, por lo que se concluye que *M. volcánica* es un agente antidiabético prometedor y presenta un interés creciente en su estudio.

En tal consideración, la presente investigación tuvo como objetivo realizar un tamizaje fitoquímico y la cuantificación de antocianinas y compuestos fenólicos totales presentes en la parte aérea (hojas, frutos y tallos) de la especie *M. volcanica* (mullaca) proveniente de la provincia de Recuay-Ancash, lo que permitirá reforzar científicamente sus aplicaciones con la consiguiente revalorización por sus propiedades de tipo medicinal y tintóreas, lo que contribuirá al conocimiento científico de la flora regional, así como también permitirá otorgar valor agregado a una especie que se encuentra en estado silvestre y con gran potencial de aplicación práctica. Cabe resaltar, que esta investigación servirá como fundamento para estudios futuros, en donde se determine la actividad biológica, antioxidante, así como estudios de elucidación estructural de metabolitos secundarios de importancia.

METODOLOGÍA

Material vegetal

La recolección del material vegetal fresco se efectuó en el Centro Poblado Menor de Collahuasi de la provincia de Recuay, ubicado en la margen izquierda del río Santa a 548 km del cruce de Pativilca. La identificación taxonómica se realizó según el sistema de clasificación filogenética de Cronquist en el *Museo de Historia Natural* de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) – Lima. El material vegetal se secó a la sombra a temperatura ambiente durante 20 días, luego las muestras se pulverizaron en un molino de cuchillas Thomas Wiley Model-4, conservándolas en frascos color ámbar. El porcentaje de humedad fue determinado utilizando una balanza de humedad OHAUS.

Pruebas preliminares

Se efectuaron ensayos preliminares de tamizaje fitoquímico para la determinación cualitativa de compuestos fenólicos (taninos, flavonoides, antocianinas, y cumarinas) en la parte aérea (hojas, tallos y frutos) de *M. volcanica* por medio de diferentes pruebas específicas vía húmeda según metodología propuesta por Lock de Ugaz (1994) y Murillo Perea & Mendez (2011), así como el barrido espectral entre 200-800 nm para la identificación de antocianinas en el fruto utilizando el espectrofotómetro UV-VIS GENESYS 10S (Thermo Scientific).

Cuantificación de antocianinas totales

El contenido de antocianinas totales (CAT) se llevó a cabo siguiendo el protocolo estandarizado de PROCISUR, basado en las recomendaciones de Giusti & Wrolstad (2001). Para la extracción de antocianinas, 0,5 g de muestra seca y molida, de cada una de las partes aéreas de *M. volcánica* fueron colocadas en tubos Falcon de 15 ml a los que se añadieron 10 ml de C₂H₅OH (96%) acidificado hasta pH 2 con HCl 1N, las muestras se homogenizaron en un vortex Seriation por espacio de 1 min y se centrifugaron por 10 min a 4000 rpm en una centrífuga CENTURION modelo CR 4000, se reservó el sobrenadante (S₁) y se realizaron sucesivas re extracciones a los residuos, cada una con 6 ml de etanol acidificado (vortex por 1 min cada vez) y se volvió a centrifugar para obtener los sobrenadantes (S₂ y S₃) los que se reunieron en un matraz aforado de 25 mL enrazando con etanol acidificado.

Para determinar el CAT, se prepararon dos diluciones (1/10) de cada uno de los extractos, una en tampón acetato (pH 4,5) y otra en tampón HCl/KCl (pH 1) y se les dejó en reposo por 15 min a la oscuridad. La absorbancia de las muestras se determinó a 515 y 700 nm frente a un blanco de agua bidestilada, las mediciones se realizaron por triplicado, utilizando la expresión:

$$A = (A_{\text{vis-max}} - A_{700})_{\text{pH } 1.0} - (A_{\text{vis-max}} - A_{700})_{\text{pH } 4.5} \quad (1)$$

donde:

$A_{\text{vis-max}}$ es la absorbancia máxima a pH 1,0 y pH 4,5 y A_{700} es la absorbancia a 700 nm a pH 1,0 y pH 4,5.

El CAT, en mg/L, se calculó con la siguiente fórmula:

$$CAT_{(mg/L)} = \frac{A.FD.PM.1000}{\epsilon.l}$$

Donde:

A: Absorbancia de la muestra calculada según la ecuación (1); FD: Factor de dilución (10); PM: Peso molecular de Cianidina-3-glucosido = 449,6 g/mol; ϵ : Absortividad molar de la Cianidina-3-glucósido = 26 900 L/cm.mol y l: Longitud del trayecto luminoso (1 cm).

Cuantificación de compuestos fenólicos totales (CFT)

Para la cuantificación de CFT se utilizó el método de Folin-Ciocalteu, se elaboró una curva de calibración a partir de una solución de ácido gálico de concentración 1 mg/mL, de la cual se prepararon por triplicado soluciones de concentraciones: 0,500, 0,250, 0,125, 0,0625 y 0,031 mg/mL. A 1 mL de cada una de las soluciones estándar de diferentes concentraciones se añadió 5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu 1N, se homogeneizó y dejó reposar por 8 min, luego se agregó 5 mL de Na₂CO₃ 7.5% e incubaron los tubos de ensayo por 20 min a 25°C para completar la reacción. La absorbancia se midió en un espectrofotómetro GENESYS 10S UV-Vis a 765 nm. Se graficó la recta de calibración, absorbancia vs concentración, y determinó la ecuación y el coeficiente de correlación ($y = 4.1392x + 0.0043$; $R^2 = 0.99981$).

La extracción de fenoles totales, se realizó a partir de 0,5 gramos de muestra seca y molida de cada una de las partes aéreas de *M. volcanica* (fruto, hoja y tallo) con 10 mL de solución hidroalcohólica C₂H₅OH (96%): H₂O en la proporción 80:20 por agitación a 25°C durante 20 min. El extracto obtenido se centrifugó a 4000 rpm por 10 min y el sobrenadante fue filtrado en filtros de jeringa de 0,45 μ m $\varnothing$: 25 mm y reservado para la determinación del CFT.

El contenido de CFT se determinó a partir del extracto hidroalcohólico, se preparó la dilución de trabajo de 1/10, en fioles de color ámbar, con tres repeticiones para cada muestra. Luego se adicionó a cada fiola 5 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu 1N, se homogeneizó y dejó en reposo por 8 min, para luego añadir 5 mL de Na₂CO₃ 7,5% e incubaron las fioles por 20 min a 25 °C para completar la reacción. La absorbancia de las muestras fue medida en un espectrofotómetro GENESYS 10S UV-Vis a 765 nm frente a un blanco

conteniendo todos los reactivos excepto el extracto de la planta. Los resultados de las absorbancias se reemplazarón en la ecuación de la recta de calibración y se expresó el contenido de CFT en mg equivalentes de ácido gálico /100 g (EAG) de peso seco.

RESULTADOS

Pruebas preliminares

Se llevaron a cabo pruebas de identificación de compuestos fenólicos para hojas tallos y frutos de *M. volcanica*, los resultados figuran en la Tabla 1, confirmándose la presencia de taninos condensados del tipo catecol, flavonoides, antocianinas y cumarinas (probables hidroxycumarinas sencillas).

Tabla 1. Resultados del análisis fitoquímico para hojas, tallos y frutos de *M. volcanica*

Metabolito	Ensayo	Parte aérea		
		Hojas	Tallos	Frutos
Taninos:	Prueba de la gelatina	+	+++	++
	Gelatina-sal	++	+++	++
	Tricloruro férrico	+	+++	++
Flavonoides y antocianinas	Ácido sulfúrico concentrado	(-)	+	+++
	Prueba del tricloruro férrico	++	++	+++
	Prueba para Leucoantocianinas	+	+	+++
	Prueba de Shinoda	+	+	+++
	Prueba de Dimroth	(-)	(-)	(-)
Cumarinas	Ensayos macro y semimicro de fluorescencia	++	++	+++
+++	++	+	(-)	

Abundante Moderado Escaso Ausencia.

Caracterización espectral

El barrido espectral entre 200-800 nm, a pH 1 y pH 4.5 del extracto del fruto de *M. volcanica* muestra dos picos característicos, a pH 1 se observa un pico de máxima absorción en el ultra violeta a 285 nm y otro en

el visible a 515 nm; además, se aprecia una absorción débil adicional entre 300-400 nm, como se observa en la Figura 1.

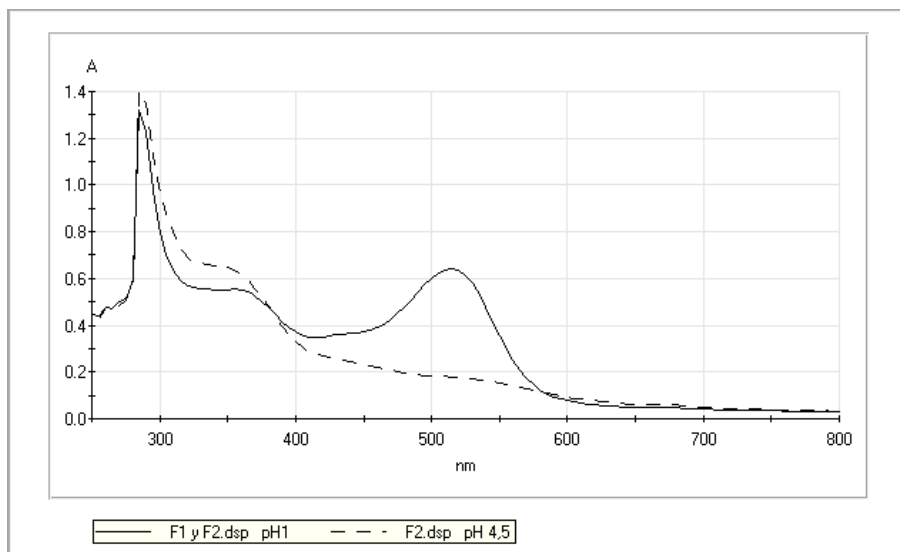


Figura 1. Espectro UV-VIS del extracto antocianico del fruto de *M. volcanica* a pH 1 y pH 4,5

Cuantificación de antocianinas totales

Los resultados del CAT en la parte aérea (hojas, tallos y frutos) de *M. volcanica* se muestran en la Tabla 2, e indican un mayor CAT en el fruto que en tallo y hojas de la especie.

Tabla 2. Contenido de antocianinas totales según parte aérea de *M. volcánica*

Parte aérea	Antocianinas totales (mg/100g m.s) ¹	Rendimiento (%R)
Fruto	460.58± 0.58	0.461
Tallo	6.460± 0.03	0.006
Hoja	3.879±0.02	0.004

Media ± DS n=3 expresada como mg de cianidina -3-glucósido/100 g de m.s.

Cuantificación de compuestos fenólicos totales

Los resultados del contenido de CFT en la parte aérea (hojas, tallos y frutos) de *M. volcanica* se muestran en la Tabla 3, e indican un contenido muy similar en las diferentes partes aéreas.

Tabla 3. Contenido de compuestos fenólicos totales, según parte aérea de *M. volcánica*

Parte aérea	Fenoles totales [mg/100 g m.s] ¹	Rendimiento (%R)	CAT/CFT
Hoja	1536.218± 0.018	3.395	0.003
Tallo	1461.786± 0.011	3.232	0.004
Fruto	1501.435± 0.013	3.348	0.31

Media ±SD, n = 3, datos expresados en mg equivalentes de Ac. Gálico/100 g de m.s.

DISCUSIÓN

Los resultados cualitativos del tamizaje fitoquímico efectuado a *M. volcanica* demuestran la presencia de taninos condensados (catéquicos), hidroxycumarinas (fluorescencia celeste) y una notable presencia y variedad de flavonoides que confirmaría la extensa actividad farmacológica reportada para esta especie como cicatrizante, desinfectante, astringente, acción vitamínica p, actividad antiinflamatoria, antibacteriana, tratamiento de aftas, encías sangrantes, combatir el asma y la fiebre y como antitusígeno, tal como lo reportan los estudios de García Bacallao *et al.* (2002) así como, los reportes de Jurado (2010) y Enciso *et al.*, (2008). Todo lo cual la convierte en una especie promisoría por sus propiedades medicinales y objeto de futuros estudios de elucidación estructural de principales metabolitos asociados con sus propiedades farmacológicas.

Los resultados del barrido espectral muestran las dos bandas típicas de absorción máxima que presentan todas las antocianinas, una en el ultra violeta en el rango de 260-280 nm, correspondiente a la banda benzoil, típica para el anillo aromático A de la estructura flavonoide, y otra en el visible en el rango de 465-560 nm para el anillo aromático B o banda cinamoil, característica para antocianinas (Lock de Ugaz, 1997). Además, según Giusti y Wrolstad (2001) la forma del espectro proporciona información sobre el número y

la posición de las sustituciones glucosídicas y la cantidad de acilaciones con ácido cinámico en el esqueleto base de antocianinas; así en el barrido espectral realizado al extracto del fruto de *M. volcanica* se observa que la proporción entre la absorbancia a 440 nm y la máxima absorbancia en el visible es menos de 2, en consecuencia se deduce que se trata de una antocianina con sustitución glicosídica en la posición 3. En consecuencia, puede sostenerse que el pigmento azul en el fruto de *M. volcanica* posee una estructura antocianica mono acilada y mono glicosilada en la posición 3 del catión flavilio, todo lo cual confirmaría la presencia de antocianinas, así como de otros compuestos fenólicos en el fruto de *M. volcánica*.

El CAT en los extractos hidroalcohólicos de la parte aérea de *M. volcanica* es altamente diferenciado, se encontró un alto contenido en el fruto (460,57 mg cianidina-3-glucosido /100 g m.s) comparado con el determinado en tallo y hojas, lo cual era de esperarse ya que las antocianinas constituyen metabolitos secundarios con amplia distribución en plantas, encontrándose fundamentalmente en flores y frutos, donde cumplen funciones específicas como atrayentes de polinizadores, protección de la radiación UV y contra la contaminación de virus y microbios (Garzón, 2008). Nuestros resultados difieren de los obtenidos por Barragán et al., (2020), quienes reportan un CAT de 171.85 mg cianidina 3-glucósido para frutos de *M. volcanica*, provenientes de Apurímac, este valor es menor al encontrado en nuestra investigación; asimismo, nuestros resultados no son concordantes con los obtenidos por Torres Apaza y Teves Meza (2011), quienes informan, por el contrario, de un alto CAT (2000 mg/100 g) en frutos secos de *M. volcánica*, procedente de la ciudad del Cuzco, lo que podría explicarse por el diferente protocolo de extracción seguido en esta investigación, por lo que se sugiere realizar estudios adicionales a fin de optimizar las condiciones de extracción de antocianinas del fruto de *M. volcanica* y maximizar los resultados.

De otro lado, la Base de datos PHENOL-EXPLORER (Neveu et al., 2010) identifica para las 100 fuentes dietéticas más ricas en antocianinas de importancia comercial un CAT en un rango de 14 -656 mg/100 g p.f. (expresado como cianidina 3-glucósido y determinado por el método del pH diferencial). Asimismo, Scalzo et al. (2008) analizando el CAT de 2600 muestras de diferentes especies de los géneros *Vaccinium*, *Rubus* y *Ribes nigrum*, encuentran un CAT en un amplio rango desde 33,3 a 309,3 mg/100 g p.f.; resultados similares han sido descritos por Moyer et al. (2002) para 107 genotipos de *Vaccinium L.*,

Rubus L. y *Ribes*: para el género *Vaccinium* el CAT se encuentra en el rango de 34 – 515 mg/100 g, para el género *Rubus* en el rango es de 80-230 mg/100 g y en el género *Ribes* de 14-411 mg/100 g que, comparados con el CAT en frutos de *M. volcanica* se concluye que éste se encuentra en el rango de frutas de interés comercial y de acuerdo con la clasificación adoptada por Macheix (Nascimento, et al. 2008); se deduce que el fruto de *M. volcanica* presenta un alto contenido de antocianinas (un CAT > a 200 mg/100 g es considerado alto), e incluso se encuentra en el rango de productos como la uva y repollo rojo habitualmente utilizados como fuentes comerciales de antocianinas (765 y 175 mg/100 g respectivamente).

En consecuencia, podemos afirmar que el fruto de *M. volcanica* presenta un contenido alto de antocianinas, comparable al de frutos de importancia comercial, que la convierte en una especie silvestre con gran potencial para la industria alimentaria, no obstante, se necesitan estudios sobre el perfil de antocianinas por técnicas cromatográficas (HPLC), estudios de elucidación estructural de antocianinas presentes en el fruto de *M. volcánica*, así como el análisis proximal y toxicológico de los mismos a fin de contar con un conocimiento sobre su composición y contenido y otorgar, de ese modo, valor agregado a esta especie silvestre.

El contenido de CFT en hojas, tallos y frutos de *M. volcanica* fue muy similar, observándose relativamente un mayor contenido en hojas que en fruto y tallo (1536,22, 1501,44 y 1461,79 mg EAG/100 g m.s respectivamente), nuestros resultados no son consistentes con los informados por Enciso et al. (2008) quien reporta un valor superior de CFT al encontrado en nuestra investigación (4810 mg EAG/100 g), aunque no informa si el mismo está referido a la planta en conjunto o una parte en particular; este mayor contenido de compuestos fenólicos en *M. volcanica* puede ser debido al diferente proceso de obtención de los extractos de compuestos fenólicos, por lo que posteriores investigaciones deberán realizar estudios de las condiciones óptimas de extracción de CFT.

Por consiguiente, podemos observar que los resultados del contenido de CFT para una misma especie son disímiles, al respecto Garzón (2008) señala que, esta variación podría ser debida a los diferentes métodos de extracción, otros investigadores como Moyer et al. (2002) y Jurado et al., (2010) señalan como factores determinantes en el contenido de compuestos bioactivos en plantas a la procedencia de las muestras, grado

de madurez de los frutos, estación del año, diferencias genéticas, condiciones ambientales de crecimiento entre otras.

De otro lado, Jaramillo et al. (2016) han estudiado entre otros las concentraciones de compuestos fenólicos en cinco plantas medicinales de uso extendido en el Ecuador (*Artemisia absinthium*, *Cnidoscolus aconitifolius*, *Parthenium hysterophorus* Linn, *Piper carpunya* Ruiz y Pav y *Taraxacum officinale*), sus hallazgos indican que el contenido de CFT, utilizando el método de Folin.-Ciocalteu, expresado como EAG /100 g de material seco fluctúa entre 280 mg/100 g para *P. carpunya* hasta un máximo de 2230 mg/100 g para *T. officinale*. Asimismo, Cai et al. (2004) han determinado la actividad antioxidante y el contenido de CFT en 112 especies de 50 familias de plantas medicinales tradicionales chinas, utilizadas en el tratamiento anticancerígeno, sus resultados muestran un contenido de CFT que oscila de 0.220 a 50.3 g de EAG / 100 g de m.s. existiendo una correlación lineal positiva (extracción metanólica / acuosa: $R^2 = 0.964 / 0.953$) y altamente significativa entre la actividad antioxidante y el contenido fenólico total para todas las plantas medicinales evaluadas, lo que sugiere que los compuestos fenólicos contribuyen de manera significativa a la capacidad antioxidante de las plantas medicinales. En consecuencia, el contenido de CFT en hojas y tallo de *M. volcanica*, que son las partes utilizadas por la población por sus efectos medicinales, se encuentra en el rango reportado por la literatura para especies medicinales de probada acción terapéutica.

CONCLUSIONES

El análisis de metabolitos secundarios en *Muehlenbeckia volcanica* (Bentham) Endlicher revela la presencia de taninos condensados de tipo catecol, flavonoides, antocianinas, y probables hidroxycumarinas sencillas. El análisis del barrido espectral en el UV-Vis del extracto del fruto de *M. volcanica* revela bandas características de absorción que confirman la presencia de antocianinas con una estructura mono acilada y mono glicosilada en la posición 3 del catión flavilio.

Hojas tallo y fruto de *M. volcanica* presentan un alto contenido y muy similar de compuestos fenólicos totales, lo que confirmaría las propiedades medicinales atribuidas a esta especie.

El contenido de antocianinas en la parte aérea de *M. volcanica* es diferenciado, evidenciándose un contenido significativo de antocianinas en el fruto, equiparable al de frutos de interés comercial, lo que la convierte

en potencial fuente de antocianinas naturales, y en consecuencia un futuro promisorio para su aprovechamiento agroindustrial.

LISTA DE REFERENCIAS

- Barragán Condori, M. B., Aro Aro, J. M., Muñoz Cáceres, A. E., & Rodríguez Mendoza, J. (2020). Determinación de antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de (*Muehlenbeckia volcanica*). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(2), 161-169. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.604>
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., & Corke, H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*, 74(17), 2157-2184. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2003.09.047>
- De la Cruz, H., Vilcapoma, G., & Zevallos, P. A. (2007). Ethnobotanical study of medicinal plants used by the Andean people of Canta, Lima, Peru. *Journal of Ethnopharmacology*, 111(2), 284-294. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.11.018>
- De la Cruz Silva, H., Zevallos Pollito, P. A., & Vilcapoma Segovia, G. (2016). “Status” de conservación de las especies vegetales silvestres de uso tradicional en la Provincia de Canta, Lima-Perú. *Ecología Aplicada*, 4(1-2), Pág. 9-16. <https://doi.org/10.21704/rea.v4i1-2.292>
- De la Rosa Reyna, Xóchitl, García León, Israel, Hernández Mendoza, José, Morales Baquera, Jaime, & Quiroz Velásquez, Jesús Di Carlo. (2022). Antocianinas, propiedades funcionales y potenciales aplicaciones terapéuticas. *Revista Boliviana de Química*, 39(5), 1-9. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.39.5.1>
- Enciso Gutierrez, J., Amiel Pérez, J., Guija Poma, E., Fukusaki, A., Reátegui Arévalo, O., Amiel Peña, D., Enciso Benavides, N., Valdivia, E., Rodríguez Bayona, R., & Leyra Landa, K. (2008). Efectos sobre la proliferación de fibroblastos y actividad antioxidante del extracto hidroalcoholico de plantas medicinales peruanas. *Revista Científica*, 5(3), 164-176.
- García Bacallao, L., Rojo Domínguez, D. M., García Gómez, L. V., & Hernández Ángel, M. (2002). Plantas con propiedades antiinflamatorias. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 21(3), 214-216.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002002000300012&lng=es&tlng=es

- Garzón, G. A. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Revisión. *Acta Biológica Colombiana*, 13(3), 27-36. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319028004002>
- Giusti, M., & Wrolstad, R. (2001). Anthocyanins: Characterization and measurement with uv-visible spectroscopy. (F1.2:1-13). En: Wrolstad, R.E. (ed). Current protocols in food analytical chemistry. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Huamantupa, I., Cuba, M., Urrunaga, R., Paz, E., Ananya, N., Callalli, M., Pallqui, N., & Coasaca, H. (2011). Riqueza, uso y origen de plantas medicinales expendidas en los mercados de la ciudad del Cusco. *Revista Peruana de Biología*, 18(3), 283-292. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i3.439>
- Jaramillo-Jaramillo, C., Jaramillo-Espinoza, A., D'Armas, H., Troccoli, L., & Rojas de Astudillo, L. (2016). Concentraciones de alcaloides, glucósidos cianogénicos, polifenoles y saponinas en plantas medicinales seleccionadas en Ecuador y su relación con la toxicidad aguda contra *Artemia salina*. *Revista de Biología Tropical*, 64(3). <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i3.19537>
- Jurado, B., Gorriti, A., Cordova, A., Fuertes, C., & Arroyo, J. (2010). “*La mullaca*” *Muehlenbeckia volcanica* (Benth) Endl. y su potencial utilidad antiinflamatoria y/o cicatrizante. Libro de resúmenes. XIII Jornada de Investigación en Farmacia y Bioquímica, Toxicología y Ciencia de los Alimentos, Lima.
- Lock de Ugaz, O. (1994). *Investigación Fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lock de Ugaz, O. (1997). *Colorantes naturales*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- MINAM. (2008). La Mullaca-*Muehlenbeckia volcanica*. <https://animalesyplantasdeperu.blogspot.com/2008/10/la-mullaca-muehlenbeckia-volcanica.html>

- Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B., & Wrolstad, R. E. (2002). Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *rubus*, and *ribes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3), 519-525. <https://doi.org/10.1021/jf011062r>
- Murillo-Perea, E., Mendez-Arteaga, J. (2011). *Guía metodológica para la detección rápida de algunos núcleos secundarios y caracterización de una droga cruda*. Sexta revisión. Universidad del Tolima. Facultad de Ciencias. Departamento de Química. GIPRONUT.
- Neveu, V., Perez-Jiménez, J., Vos, F., Crespy, V., du Chaffaut, L., Mennen, L., Knox, C., Eisner, R., Cruz, J., Wishart, D., & Scalbert, A. (2010). Phenol-Explorer: An online comprehensive database on polyphenol contents in foods. Database: *The Journal of Biological Databases and Curation*, bap024. <https://doi.org/10.1093/database/bap024>
- Quezada, F. (2005). *Bioteconología para el uso sostenible de la biodiversidad capacidades locales y mercados potenciales*. Corporación Andina de Fomento. <http://hdl.handle.net/11362/2813>
- Santos, A. C. A., Marques, M. M. P., Soares, A. K. de O., Farias, L. M. de, Ferreira, A. K. A., & Carvalho, M. L. (2014). Potencial antioxidante de antocianinas em fontes alimentares: Revisão sistemática. *Revista Interdisciplinar*, 7(3), 149-156.
- Scalzo, J., Currie, A., Stephens, J., McGhie, T., & Alspach. (2008). The anthocyanin composition of different *Vaccinium*, *Ribes* and *Rubus* genotypes. *BioFactors*, 34(1), 13-21. <https://doi.org/10.1002/biof.5520340103>
- Torres Apaza, R., & Teves Meza, F. C. (2011). Estudio comparativo de la actividad antioxidante in vitro de los extractos antociánicos y caracterización de las antocianidinas en los frutos de las especies vegetales *Prunus serótina* (capuli) *Muehlenbeckia volcánica* (Benth.) Endl. (Mullak'a) *Monnina salicifolia* R. & P. (Aceitunilla). <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1061>
- Villarreal La Torre, V., Ramirez, J.K., Rodríguez-Silva, C. y Velasquez-Arevalo, S. (2020). *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl.: Reseña de una Polygonaceae peruana de interés científico. *Investigación y aplicaciones de etnobotánica*, 19, 1–9. <https://doi.org/10.32859/era.19.16.1-9>

- Wang, Z., Hwang, S. H., Guillen Quispe, Y. N., Gonzales Arce, P. H., & Lim, S. S. (2017). Investigation of the antioxidant and aldose reductase inhibitory activities of extracts from Peruvian tea plant infusions. *Food Chemistry*, 231, 222-230. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.107>
- Zuo, G.-L., Kim, H. Y., Guillen Quispe, Y. N., Wang, Z.-Q., Hwang, S. H., Shin, K.-O., & Lim, S. S. (2021). Efficient Separation of Phytochemicals from *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. By Polarity-Stepwise Elution Counter-Current Chromatography and Their Antioxidant, Antiglycation, and Aldose Reductase Inhibition Potentials. *Molecules*, 26(1), 224. <https://doi.org/10.3390/molecules26010224>