

Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl.: CONTENIDO FENÓLICO Y ACTIVIDAD

ANTIOXIDANTE DE UN FRUTO ANDINO PERUANO

Karyn Olascuaga-Castillo, Olga Castillo-Medina, Marleni Villacorta-Zavaleta, Dan Altamirano-Sarmiento, Elena Cáceres-Andonaire, Juan E. Valdiviezo-Campos y Cyntia Blanco-Olano

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el potencial de los frutos de *Muehlenbeckia volcanica* (M. volcanica) con un tamizaje fitoquímico, valoración de fenoles y actividad antioxidante. Se colectó M. volcanica en Cuyumalca, La Libertad-Perú y se preparó un extracto hidroalcohólico por maceración de los frutos. Los frutos M. volcanica demostraron tener una potencial antioxidante por su alto contenido fenólico ($58,92 \pm$

$0,94$ g EAG/g extracto seco); IC_{50} de $16,422$ ug/ml y $12,335$ mg Equivalente Trolox/g de extracto seco en el ensayo de 2,2-difenil-1-(2,4,6-trinitrofenil)hidrazilo (DPPH). La identificación fitoquímica de metabolitos secundarios relaciona estos valores con la presencia de flavonoides, esteroides, terpenoides y fenoles, todo esto le confiere un interesante potencial a M. volcanica como fuente de moléculas antioxidantes.

Introducción

El camino recorrido desde el aislamiento de los Radicales Libres (RL) al entendimiento de los mecanismos de reacción que permiten la posibilidad de su existencia, así como, la importancia fundamental para los sistemas vivos ha sido largo y no exento de obstáculos (Gomberg, 1900; Di Meo *et al.*, 2020). Los radicales libres son generados en nuestro cuerpo por varios sistemas, un equilibrio entre la producción de RL y de antioxidantes es muy importante para una función fisiológica adecuada (Nimse *et al.*, 2015). Si la cantidad de RL presentes se vuelven mayores que la capacidad del cuerpo para controlarlos aparecerá una condición llamada estrés

oxidativo, como resultado de esto, una serie de enfermedades empezarán a manifestarse por todo el organismo (Sadiq, 2023); los antioxidantes son moléculas que inhiben o detienen las reacciones de los RL retrasando o inhibiendo el daño celular (Adwas *et al.*, 2019); aunque las defensas antioxidantes son diferentes de una especie a otra, la presencia de la defensa antioxidante es universal (Nimse *et al.*, 2015). La búsqueda de fuentes de alimentos saludables que brinden beneficios para la salud es un tema de creciente interés, esto ha originado un aumento en las dietas basadas en frutas y verduras, alimentos que se asocian directamente con la reducción de la incidencia de enfermedades crónicas y degenerativas (Adwas *et*

al., 2019) (Olascuaga *et al.*, 2020). *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. (*M. volcanica*) es una planta herbácea de la familia Polygonaceae, originaria de América del Sur (Villarreal *et al.*, 2020); crece de forma silvestre entre los 1500-4500msnm (De la Cruz *et al.*, 2007). Se encuentra formando pequeñas y densas matas, con ramas generalmente de 30cm de largo aproximadamente y hojas subsésiles entre 7-14mm de largo; posee flores pequeñas, verdes y fasciculadas en las axilas de las hojas superiores (Paniagua *et al.*, 2020). Se usa tradicionalmente como planta medicinal en Perú para tratar dolores de cabeza, dolor de huesos, afecciones de la vesícula biliar, inflamaciones hepáticas y renales, prolapso uterino, artritis, fiebre,

como laxante, reumatismo y cáncer (De la Cruz *et al.*, 2007; Justo-Chipana y Moraes, 2015); la infusión de las hojas se toma para tratar trastornos inflamatorios y el fruto se utiliza para tratar la varicela (De la Torre *et al.*, 2008). En un estudio más reciente, se reporta que tiene actividades antirradiocales, antimicrobianas, inhibidor de la enzima aldosa reductasa e hipoglucemiante (Wang *et al.*, 2017; Tamariz *et al.*, 2018; Rivero *et al.*, 2021). Se han reportado estudios fitoquímicos para especies del género *Muehlenbeckia*, como catequina y quercitrina (*M. platyclada*) (Fagundes *et al.*, 2010); antraquinonas como emodina (*M. hastulata*) (Mellado *et al.*, 2013); ácido crisofánico (*M. tamnifolia*) (Torres *et al.*,

PALABRAS CLAVE / Antioxidante / DPPH / Frutos Andinos / In vitro / Mullaca / Mullak'a /

Recibido:11/08/2023. Modificado: 01/03/2024. Aceptado: 05/03/2024.

Karyn Olascuaga-Castillo (Autora de correspondencia). Doctora en Farmacia y Bioquímica (UNITRU) Trujillo, Perú. Docente Investigadora RENACYT, Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), Escuela de Medicina Humana, Laboratorio de Farmacología, Trujillo Perú. Dirección: Campus Av. América Sur 3145, Trujillo, Perú. e-mail: kolascuaga1@upao.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0390-2259>.

Olga Castillo-Medina. Bachiller en Ciencias Biológicas, UNITRU, Trujillo, Perú, Programa de Postgrado en Investigación Clínica. UPAO, Trujillo, Perú.

Marleni Villacorta-Zavaleta. Maestra en Gestión de Servicios de Salud, Universidad César Vallejo (UCV) Trujillo, Perú. Docente Investigadora, UPAO, Escuela de Medicina Humana, Laboratorio de Farmacología, Trujillo, Perú.

Dan Altamirano-Sarmiento. Maestro en Farmacia y Bioquímica, UNITRU, Trujillo, Perú. Docente Investigador, UPAO, Escuela de Medicina Humana, Laboratorio de Farmacología, Trujillo, Perú.

Elena Cáceres-Andonaire. Doctora en Ciencias de la Salud, UPAO, Trujillo, Perú. Docente Investigadora, UPAO, Escuela de Medicina Humana, Laboratorio de Farmacología, Trujillo, Perú.

Juan E. Valdiviezo-Campos. Doctor en Farmacia y Bioquímica, UNITRU, Trujillo, Perú. Docente Investigador RENACYT, UCV, Escuela de Nutrición, Trujillo, Perú.

Cyntia Blanco-Olano. Doctora en Farmacia y Bioquímica, UNITRU, Trujillo, Perú. Docente Investigadora RENACYT, UPAO, Escuela de Medicina Humana, Laboratorio de Farmacología, Trujillo, Perú.

Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl.: PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF A PERUVIAN ANDEAN FRUIT

Karyn Olascuaga-Castillo, Olga Castillo-Medina, Marleni Villacorta-Zavaleta, Dan Altamirano-Sarmiento, Elena Cáceres-Andonaire, Juan E. Valdiviezo-Campos and Cyntia Blanco-Olano

SUMMARY

This research aimed to evaluate the potential of the fruits of *Muehlenbeckia volcanica* (*M. volcanica*) through phytochemical screening, phenol, and antioxidant activity evaluations. *M. volcanica* was collected in Cuyumalca, La Libertad-Peru, and a hydroalcoholic extract was prepared by macerating the fruits. *M. volcanica* fruits showed antioxidant potential due to their high phenolic content (58.927 ± 0.94 mg

EAG/g dry extract); IC_{50} of 16.422 μ g/ml; and 12.335 mg Trolox Equivalent/gram dry extract in the 2,2-diphenyl-1-(2,4,6-trinitrophenyl)hydrazyl (DPPH) assay. The phytochemical identification of secondary metabolites relates these values to flavonoids, steroids, terpenoids, and phenols, all of which confer attractive potential to *M. volcanica* as a source of antioxidant molecules.

Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl.: CONTEÚDO FENÓLICO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE UMA FRUTA ANDINA PERUANA

Karyn Olascuaga-Castillo, Olga Castillo-Medina, Marleni Villacorta-Zavaleta, Dan Altamirano-Sarmiento, Elena Cáceres-Andonaire, Juan E. Valdiviezo-Campos e Cyntia Blanco-Olano

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o potencial dos frutos de *Muehlenbeckia volcanica* (*M. volcanica*) com uma triagem fitoquímica, fenol e avaliação da atividade antioxidante. A *M. volcanica* foi coletada em Cuyumalca, La Libertad-Perú, e um extrato hidroalcoólico foi preparado por maceração dos frutos. Os frutos da *M. volcanica* mostraram potencial antioxidante devido ao seu alto conteúdo fenólico ($58,927 \pm 0,94$ mg

EAG/g de extrato seco); IC_{50} de 16,422 μ g/ml e 12,335 mg Trolox Equivalente/g de extrato seco no ensaio de 2,2-difenil-1-(2,4,6-trinitrofenil)hidrazil (DPPH). A identificação fitoquímica de metabólitos secundários relaciona esses valores à presença de flavonoides, esteroides, terpenoides e fenóis, todos os quais conferem um potencial interessante à *M. volcanica* como fonte de moléculas antioxidantes.

2016); ácido shikímico, ácido protocatequico, ácido gálico, rutina y miquelianina (*M. volcanica*) (Zuo *et al.*, 2021), sin embargo la evidencia de la actividad antioxidante del fruto de *M. volcanica*, aún no es del todo clara debido a lo cual, el objetivo del presente estudio es evaluar el potencial antioxidante de los frutos de *M. volcanica* usando un modelo *In vitro* de determinación fenólica total y ensayo de 2,2-difenil-1-(2,4,6-trinitrofenil)hidrazil (DPPH).

Material y Métodos

Material vegetal

Se colectó *M. volcanica* en la zona de Cuyumalca (La Libertad. Perú; 7°51'40" S; 77°56'30" O; altitud de 3200msnm); La especie se identificó en el Herbario Antenor Orrego (HAO) de la

Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

Preparación y obtención del extracto

Se recolectaron 500 gramos de los frutos de *M. volcanica*, se lavaron cuidadosamente con agua destilada y fueron deshidratados a 37°C por 48 horas. Posteriormente, los frutos deshidratados fueron pulverizados en molinillo eléctrico (Bosch®); y se procedió a la extracción por maceración con 4,5 litros de una solución etanol/agua (7/3) durante 4 días a temperatura ambiente (alrededor de 25°C) (Yilmaz *et al.*, 2006). Luego, la solución fue filtrada y evaporada con un evaporador rotatorio por 12 horas a 200RPM; presión: 100mbar; temperatura: 40°C. Se obtuvo un extracto blando que se terminó de secar en estufa a 40°C. El extracto seco

fue guardado en frasco ámbar a -4°C hasta su utilización en los diferentes ensayos.

Estudio fitoquímico

Se siguieron las técnicas reportadas por Look y Bilbao (1994); los ensayos incluyeron la identificación de alcaloides, esteroides y/o triterpenos, flavonoides, fenoles, glucósidos, saponinas y taninos; basados en la extracción de éstos con solventes apropiados y en la aplicación de pruebas de coloración y precipitación, los ensayos se realizaron por duplicado.

Determinación de fenoles totales

Se realizó mediante el método de Folin Ciocalteu, a partir de una muestra de 0,50 gramos de extracto seco disuelto en 5ml de etanol 96°GL, se

centrifugó a 3500 RPM por 10 minutos y separó el sobrenadante, aforando a 10ml con etanol 96°GL. Se tomó 200 μ l del filtrado y se añadieron 200 μ L del reactivo Folin Ciocalteu al 10% v/v y se mezcló suavemente. Posteriormente, se agregaron 400 μ L de Na₂CO₃ al 4%, se aforó con agua destilada. Después de un tiempo de espera de 90 minutos se midió la absorbancia en un espectrofotómetro UV-Vis Genesys 150 ThermoFisher-Scientific® a una longitud de onda de 765nm, las mediciones se realizaron por triplicado (Rojas-Ocampo *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2022). La preparación de la curva de calibración se realizó a partir de la disolución patrón de ácido gálico, se hicieron 5 diluciones con etanol 96°GL para obtener concentraciones desde 10 μ g/ml hasta 50 μ g/ml con un rango de 10 μ g. La concentración de fenoles totales se

expresó como equivalente a ácido gálico/g de droga seca (mg EAG/g DS) (Blanco *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2022).

Ensayo de eliminación de radicales 1,1- difenil-2-picril hidrazilo (DPPH)

El ensayo DPPH se realizó según lo reportado por Brand-Williams (1995); a partir de la solución patrón de DPPH 50µM (19,7µg/mL en etanol de 96°GL), se realizaron 5 diluciones (para obtener concentraciones fenólicas entre 0 a 4mg/ml). Se toman 0,2ml de cada dilución y se añaden a 2,8ml de solución DPPH 50µM. La mezcla se incubó durante 30 minutos, los ensayos se realizaron por triplicado. La desaparición del radical DPPH fue detectado espectrofotométricamente a 517nm. Se tomó como estándar el análogo de Vitamina E, reactivo Trolox (Merck®) y etanol sin muestra junto con DPPH como control.

El porcentaje de inhibición de radicales libres (%IRL) se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\%IRL = 100 \times (\text{AbsC} - \text{AbsM}) / \text{AbsC} \quad (1)$$

donde: AbsC: absorbancia control, AbsM: absorbancia muestra. A partir de los valores de %IRL obtenidos, se determinó el valor de IC₅₀, que representa las concentraciones de extractos que provocaron un 50% de eliminación de radicales libres.

Análisis estadístico

La recolección de datos fue realizada por triplicado, expresando los valores en promedio aritmético ± Desviación estándar (X± DE). En ambos ensayos los valores de absorbancia fueron transformados a concentraciones usando un análisis de regresión lineal usando el programa Microsoft Excel®.

Resultados y Discusión

Tamizaje fitoquímico

Luego de los ensayos fitoquímicos cualitativos los frutos de *M. volcanica* mostraron presencia de esteroides y/o terpenoides, flavonoides, fenoles y glucósidos cardíacos. No se identificaron metabolitos secundarios como alcaloides, saponinas y taninos (Tabla I). Los metabolitos obtenidos podrían explicar algunos de los efectos reportados en el uso tradicional de *M. volcanica* (Paniagua *et al.*, 2020; De la Torre *et al.*, 2008); además de las investigaciones que reportan su actividad biológica como hipoglicemiante, inhibidor de la enzima aldosa reductasa (Wang *et al.*, 2017); efecto antiinflamatorio y analgésico (Acevedo *et al.*, 2021; Arauco, 2016) estos efectos estarían relacionados con la presencia de flavonoides y fenoles; mientras que por ejemplo, el efecto antimicrobiano se relacionaría con la

TABLA I
ENSAYOS FITOQUÍMICOS CUALITATIVOS DE LOS FRUTOS DE *M. volcanica*

Metabolitos secundarios	Ensayo	Resultado
Esteroides y/o triterpenos	Liebermann Burchard	(+)
Flavonoides	Shinoda	(+)
Fenoles	Cloruro Férrico	(+)
Glucósidos cardiotónicos	Baljet	(+)
Alcaloides	Bertrand	-
	Mayer	-
	Dragendorff	-
Saponinas	Espuma	-
Taninos	Gelatina	-

Presencia: (+); Ausencia: -.

presencia de esteroides y triterpenos (Tamariz *et al.*, 2018). Si se compara los fitoconstituyentes ausentes en *M. volcanica* frente a otras especies de la misma familia; se observa que *M. platyclada* presenta alcaloides y saponinas (Jacob *et al.*, 2022); y en *M. Tamnifolia* se ha podido identificar presencia de taninos y cumarinas (Sangurime *et al.*, 2022).

Contenido de fenoles totales

Para la cuantificación del contenido fenólico de los frutos de *M. volcanica* se realizó una curva de calibración con ácido gálico, obteniéndose la recta $y = 0,009x + 0,009$; con un coeficiente de regresión lineal de $R^2 = 0,9962$. La concentración del extracto fue de $294,635 \pm 4,68$ mg EAG/L solución y en función

al extracto seco fue de $58,927 \pm 0,94$ mg EAG/g extracto seco (Tabla II). La concentración de fenoles totales encontradas en esta investigación es ligeramente superior que la reportada por Navarro (2018) ($53,306 \pm 0,57$ mg EAG/g extracto seco), por otro lado, la concentración encontrada en la investigación de Zegarra *et al.* (2023) sobre fenoles totales en frutos de *M. volcanica* ($1501,43 \pm 0,01$ mg EAG/L) fue significativamente superior a la encontrada en el presente estudio ($294,635 \pm 4,68$ mg EAG/L); estas diferencias en el contenido fenólico total de los frutos *M. volcanica* puede relacionarse con las variaciones entre las zonas de recolección de la especie vegetal o incluso con el tipo y tiempo de extracción utilizado en cada investigación.

TABLA II
CONTENIDO DE FENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DE DPPH DE LOS FRUTOS DE *Muehlenbeckia volcanica*

Muestra	Concentración del extracto en EAG/solución (mg/L)	Concentración del extracto en EAG/Extracto seco (mg/g)	Concentración extracto (µg/ml)	% Inhibición DPPH	Concentración del extracto en ET (mg/g Extracto seco)
Frutos de <i>M. volcanica</i>	294,635±4,68	58,927±0,94	13,33	39,504	13,9701± 0,16
			20,00	62,012	11,0618± 0,09
			26,67	81,204	9,4146± 0,04
			33,33	98,026	8,3185± 0,04
			IC ₅₀	16,4220	12,335

EAG: Equivalentes de Ácido Gálico, DPPH: 2, 2-difenil-1-picrilhidrazilo, ET: Equivalente Trolox.

Actividad antioxidante (ensayo DPPH)

Los resultados de la actividad antioxidante se obtuvieron usando el método de radicales libres, 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH). Las absorbancias obtenidas del ensayo antioxidante con DPPH fueron transformadas a porcentaje de inhibición y luego con un análisis de regresión lineal del porcentaje de inhibición vs. Concentración de DPPH se obtuvo la concentración que inhibía el 50% de la concentración de DPPH (IC_{50}) (ecuación de la recta: $y = 2,9213x + 2,0262$; $R^2 = 0,9958$). Para la transformación de las absorbancias en concentraciones se realizó una curva de calibración con el estándar Trolox (ecuación de la recta: $y = -0,679x + 0,761$; $R^2 = 0,996$). La actividad antioxidante (IC_{50}) de los frutos de *M. volcanica* fue de $16,422 \mu\text{g/ml}$ con un Equivalente Trolox de $12,335 \text{mg ET/g}$ de extracto seco para dicha concentración (Tabla II). Estos valores fueron inferiores a los obtenidos en otra investigación (Arosena y Chávez, 2018) ($17,7 \pm 0,61 \text{mg ET/g}$ de extracto seco); sin embargo, los valores de fenoles totales que reportaron ($46,3 \pm 0,05 \text{mg EAG/g}$ de extracto seco) son inferiores a los de nuestro estudio, esto haría suponer que, factores como la procedencia del material vegetal, tipo de cultivos, fecha de recolección, maduración de los frutos, etc., serían los responsables de esta variabilidad química.

Conclusiones

Se evaluó el potencial antioxidante de los frutos de *M. volcanica* como un fruto de alto contenido fenólico ($58,927 \pm 0,94 \text{mg EAG/g}$ extracto seco); obteniendo un IC_{50} de $16,422 \mu\text{g/ml}$ y $12,335 \text{mg ET/g}$ de extracto seco en el ensayo de 2,2-difenil-1-(2,4,6-trinitrofenil)hidrazilo (DPPH). La identificación fitoquímica de metabolitos secundarios relaciona estos valores con la presencia de flavonoides,

esteroides, terpenoides y fenoles, esto confiere a *M. volcanica* una potencial fuente de moléculas antioxidantes.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Medicina Humana de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO), Trujillo, Perú, por la asistencia necesaria para llevar a cabo esta investigación.

REFERENCIAS

Acevedo MD, Soto EO, Centeno FP, Merino JM, Garcia AC, Jhong AP, Campos AV (2021) Estudio de Estabilidad de una pomada antiinflamatoria de uso tópico obtenida a partir del Extracto Etanólico de la *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. (mullaca). *Brazilian Journal of Health Review* 4: 14481-14496.

Adwas AA, Elsayed A, Azab AE, Quwaydir FA (2019) Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *J. Appl. Biotechnol. Bioeng* 6: 43-47.

Arauco KA (2016) *Efecto antiinflamatorio y analgésico del extracto etanólico de Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. (mullaca) sobre el granuloma inducido por carragenina en ratas. Tesis de maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 58 pp.

Arosena MA, Chavez RH (2018) *Evaluación del extracto del fruto de mullak'a (Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl.) sobre las características de calidad de la carne molida de alpaca (Vicugna pacos) en refrigeración*. Tesis. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 146 pp.

Bilbao M (1994) *Investigación fitoquímica*. Universidad del Quindío. Facultad de Ciencias Básicas y Tecnológicas. Programa de Química de Productos Vegetales. Pereira, Colombia.

Blanco CM, Olascuaga KA, Valdiviezo JE, Rubio S (2020) *Senecio tephrosioides* Turcz. (Asteraceae): A review of ethnobotany, phytochemistry and pharmacology. *Ethnobotany Research and Applications* 19: 1-14.

Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset WT (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology* 28: 25-30.

De la Cruz H, Vilcapoma G, Zevallos PA (2007) Ethnobotanical study of medicinal plants used by the Andean people of Canta, Lima, Peru. *Journal of Ethnopharmacology* 111: 284-294.

De la Torre L, Navarrete H, Muriel P, Macía MJ, Balslev H. (2008). *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador (con extracto de datos)*. Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus. 956 pp.

Di Meo S, Venditti P (2020) Evolution of the knowledge of free radicals and other oxidants. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2020: 9829176. <https://doi.org/10.1155/2020/9829176>

Fagundes LL, Vieira DV, De Pinho JR, Yamamoto CH, Alves MS, Stringheta PC, De Sousa OV (2010) Pharmacological properties of the ethanol extract of *Muehlenbeckia platyclada* (F. Muell.) Meisn. leaves. *Int. Journal of Molecular Sciences* 11: 3942-3953.

Gomberg M (1900) An instance of trivalent carbon: Triphenylmethyl. *Journal of the American Chemical Society* 22: 757-771.

Jacob J, John M (2022) Phytochemical screening, in-vitro antioxidant and anti-protease activities of various solvent extracts of *Muehlenbeckia platyclada* root (F. Muell.) Meisn. *International Journal of Herbal Medicine* 10: 23-28. <https://doi.org/10.22271/flora.2022.v10.i5a.834>

Justo-Chipana M, Moraes M (2015) Plantas medicinales comercializadas por las chifleras de La Paz y El Alto (Bolivia). *Ecología en Bolivia* 50: 66-90.

Lock O (1994) *Investigación fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. Lima, Perú. 300 pp.

Mellado M, Madrid A, Pena H, López R, Jara C, Espinoza L (2013) Antioxidant activity of anthraquinones isolated from leaves of *Muehlenbeckia hastulata* (je sm.) johnst (polygonaceae). *Journal of the Chilean Chemical Society* 58: 1767-1770.

Navarro AJ (2018) *Cuantificación de los compuestos polifenólicos y evaluación de la actividad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de Anacardium*

occidentale L, *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. y *Gamochoaeta purpurea* (L.) Cabrera. Tesis. Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 73 pp.

Nimse SB, Pal D (2015) Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC advances* 5: 27986-28006.

Olascuaga-Castillo K, Rubio-Guevara S, Valdiviezo-Campos, JE, Blanco-Olano C. (2020). *Desmodium molliculum* (Kunth) DC (Fabaceae); Ethnobotanical, phytochemical and pharmacological profile of a Peruvian Andean plant. *Ethnobotany Research and Applications* 19: 1-13.

Paniagua-Zambrana, NY, Bussmann RW (2020) *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. Polygonaceae. In *Ethnobotany of the Andes*. Springer International Publishing. Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28933-1_195. pp. 1245-1249.

Rivero KC, Tejada MV, Ferchau KV, Ferchau IV (2021) Actividad Antibacteriana y Citotoxicidad de Cinco Especies Vegetales de la Zona Altoandina y Amazónica de la Región del Cusco. *Ambiente, Comportamiento y Sociedad* 4: 135-154.

Rojas E, Torrejón L, Muñoz LD, Medina M, Mori D, Castro-Alayo EM (2021) Antioxidant capacity, total phenolic content and phenolic compounds of pulp and bagasse of four Peruvian berries. *Heliyon* 7: e07787.

Sadiq IZ (2023) Free radicals and oxidative stress: signaling mechanisms, redox basis for human diseases, and cell cycle regulation. *Curr Mol Medicine* 23: 13-35.

Sangurima VA (2022) *Review of anti-inflammatory activity and chemical composition of Muehlenbeckia tamnifolia, Baccharis latifolia, Senecio canescens, and Cestrum peruvianum native plants to Ecuador*. Tesis. Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay, Ciudad del conocimiento Yachay, Ecuador. 57 pp.

Tamariz C, Olivera P, Santillán M (2018) Antimicrobial, antioxidant and phytochemical assessment of wild medicinal plants from Cordillera Blanca (Ancash, Peru). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 17: 270-285.

Torres M, Suárez, A, Gilardoni G, Cartuche L, Flores P, Morocho

- V. (2016). Chemical constituents of *Muehlenbeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn (Polygonaceae) and its in vitro α -amilase and α -glucosidase inhibitory activities. *Molecules* 21: 1461.
- Villarreal VE, Ramirez JK, Rodríguez CN, Velasquez S (2020) *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl.: Revisión de una Polygonaceae peruana de interés científico. *Ethnobotany Research and Applications* 19: 1-9.
- Wang Z, Hwang SH, Quispe NG, Arce HG, Lim SS (2017) Investigation of the antioxidant and aldose reductase inhibitory activities of extracts from Peruvian tea plant infusions. *Food chemistry* 231: 222-230.
- Yilmaz Y, Toledo RT (2006) Oxygen radical absorbance capacities of grape/wine industry byproducts and effect of solvent type on extraction of grape seed polyphenols. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 41-48.
- Zegarra RB, Rodríguez JFB (2023) Cuantificación de Antocianinas y Compuestos Fenólicos en *Muehlenbeckia Volcanica* (Benth.) Endlicher (Mullaca)-Recuay, Ancash. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 7: 7711-7726.
- Zhang S, Ma Q, Dong L, Jia X, Liu L, Huang F, Liu G, Sun Z, Chi J, Zhang M, Zhang R (2022) Phenolic profiles and bioactivities of different milling fractions of rice bran from black rice. *Food Chemistry* 378: 132035.
- Zuo GL, Kim HY, Guillen Quispe YN, Wang ZQ, Hwang SH, Shin KO, Lim SS (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: 224.