



Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl.: Revisión de una Polygonaceae peruana de interés científico

Víctor E. Villarreal-La Torre; Juan K. Ramirez; Cristhian N. Rodríguez-Silva; Sharon Velasquez-Arevalo

Mini Review

Resumen

Antecedentes: *Muehlenbeckia volcanica* es una planta medicinal utilizada popularmente por sus propiedades antiinflamatorias y antialérgicas, sin embargo, existe escasa información científica que avale estas y otras propiedades atribuibles. Al ser una especie recomendada por el Seguro Social de Salud del Perú (EsSalud) es importante la unificación del conocimiento reportado tanto en bases de datos de artículos científicos como de repositorios de trabajos realizados en las universidades peruanas, a manera de enriquecer el conocimiento sobre esta especie vegetal y direccionar las futuras investigaciones.

Método: Se seleccionó información referente de la especie vegetal como de especies del mismo género proveniente de bases de datos como Scopus, ScienceDirect, Scielo, PubMed y GoogleScholar, búsqueda realizada con los términos *Muehlenbeckia volcanica* y *Muehlenbeckia*.

Resultado: En la búsqueda realizada en la base de datos Scopus, con los términos *Muehlenbeckia volcanica*, solo se encontró tres artículos científicos reportados, en ScienceDirect seis, Scielo solo uno y en bases de datos como PubMed no existe ningún reporte. Aunque existe información sobre su actividad antiinflamatoria, no hay identificación de componentes activos de relevancia científica, así como información que respalde otras actividades farmacológicas como antimicrobiana, antiviral, hipoglicémica y antioxidante.

Conclusiones: Hace falta realizar estudios de toxicidad para proporcionar un mayor sustento a su uso seguro tanto en adultos como en menores de

edad, dejando en claro que, si bien es cierto que se trata de una especie vegetal, los productos naturales no están exentos de presentar efectos secundarios ante un uso inadecuado.

Palabras clave: Polygonaceae, antioxidante, antiinflamatorio, antimicrobiano, diabetes, fitoterapia, medicina tradicional, etnobotánica.

Correspondence

Víctor E. Villarreal-La Torre*; Juan K. Ramirez; Cristhian N. Rodríguez-Silva; Sharon Velasquez-Arevalo

Facultad Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n. 13011. Trujillo-Perú

*Corresponding Author: email: villarreal@unitru.edu.pe

Ethnobotany Research & Applications
19:16 (2020)

Abstract

Background: *Muehlenbeckia volcanica* is a medicinal plant used popularly for its anti-inflammatory and antiallergic properties, however, there is not enough scientific information about these properties. Being a species recommended by the Seguro Social de Salud del Peru (EsSalud), it is important to unify the knowledge reported in both databases of scientific articles and repositories of work carried out in Peruvian universities, in order to enrich knowledge about this plant species and direct future research.

Methods: Information concerning to specie as the other species of the same genus from databases such as Scopus, ScienceDirect, Scielo, PubMed and

GoogleScholar was selected, search conducted with the term *Muehlenbeckia volcanica* and *Muehlenbeckia*.

Results: In the search carried out in the Scopus database, with the term *Muehlenbeckia volcanica*, only three scientific articles were found, in ScienceDirect six, Scielo only one and in databases such as PubMed there is no report. Although there is information about its anti-inflammatory activity, there is no identification of active components of scientific relevance, as well as information that supports other pharmacological activities such as antimicrobial, antiviral, hypoglycemic and antioxidant.

Conclusions: Toxicity studies are needed to provide greater sustenance for its safe use in both adults and minors, making it clear that, although it is true that it is a plant species, natural products are not exempt from have side effects due to improper use.

Keywords: Polygonaceae, antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, diabetes

Antecedentes

Perú es un país altamente conocido a nivel mundial por la alta biodiversidad que presenta (Gonzales & Valerio 2008; Nunes & Albuquerque 2018), gran parte de esta biodiversidad es utilizada con fines medicinales de manera popular (De-la-Cruz *et al.* 2007; Bussmann *et al.* 2010; Gonzales & Valerio 2008), tal es así que solo en la región norte, en los departamentos de Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca y San Martín son utilizadas más de 500 especies vegetales con fines medicinales (Bussmann & Sharon 2006). Perú ha sido lugar de nacimiento de medicamentos revolucionarios, como la Quinina del árbol de la Cinchona (Krettl *et al.* 2009), pero a la fecha se siguen encontrando plantas con actividades farmacológicas importantes (Nunes & Albuquerque 2018; Vásquez-Ocmín *et al.* 2018; Araujo *et al.* 2019). Esto ha hecho que sea introducido el uso de plantas medicinales en el sistema de salud (Aguirre *et al.* 2016) siendo la *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. (*M. volcanica*) una de las plantas medicinales recomendadas por EsSalud para problemas respiratorios, señalando que tiene propiedades antiinflamatoria y antialérgica (EsSalud 2015).

En un reporte periodístico emitido el año 2015, la directora del programa de Medicina Complementaria de EsSalud (PMC – EsSalud) menciona que la *M. volcanica* puede ser utilizada incluso en menores de 5 años debido a su sabor suave, sin embargo no se encontró mayor sustento científico, por lo que al mencionar un uso en menores de 5 años, el PMC – EsSalud probablemente se estaría basando en

conocimientos etnobotánicos, al ser una planta altamente comercializada en los mercados de la ciudad Lima, Cajamarca y Cusco (De-la-Cruz *et al.* 2007; Rehecho *et al.* 2011; Huamantupa *et al.* 2011; Orrillo Mejia 2018), sin medir como consecuencias los efectos no deseados que pueda conllevar el uso inadecuado de las plantas medicinales (Nasri 2013; Bussmann *et al.* 2011). Esta falta de sustento con mayor rigor científico hace que sea necesario la unificación del conocimiento reportado tanto en bases de datos de artículos científicos como de repositorios de trabajos realizados en las universidades peruanas, a manera de enriquecer el conocimiento sobre esta especie vegetal y direccionar las futuras investigaciones que se puedan realizar.

Materiales y Métodos

Se realizó la búsqueda en las bases de datos Scopus, ScienceDirect, Scielo, PubMed y GoogleScholar con el término *Muehlenbeckia volcanica* y *Muehlenbeckia*, seleccionándose información referente a la especie vegetal y de especies del mismo género, tanto artículos científicos originales y revisiones como trabajos de tesis realizados en universidades peruanas.

Resultados y Discusión

En la búsqueda realizada en la base de datos Scopus, con el término *Muehlenbeckia volcanica*, solo se encontró tres artículos científicos reportados, uno en 1996, otro en 2011 y un último en 2018, en ScienceDirect seis, Scielo solo uno y en bases de datos como PubMed no existe ningún reporte. Debido a esta falta de sustento con mayor rigor científico hizo necesario complementar con conocimientos provenientes de repositorios de trabajos realizados en las universidades peruanas, a manera de enriquecer el conocimiento sobre esta especie vegetal.

Descripción botánica

En el Perú existen 9 especies del género *Muehlenbeckia*, siendo *M. volcanica* (Tabla 1) una especie que crece en los departamentos de La Libertad, Cajamarca, Ancash, Lima, Huánuco, Ayacucho, Cusco, Junín y Puno (Teves & Torres 2011).

Bejiquillo, Mullak'a, Mullaca, Laura, Coca-Cola, Pasamullaca, LLamawali y Angoyuyo son nombres con los que comúnmente se le conoce a la *M. volcánica* (Figuras 1 y 2). Esta especie es un sub-arbusto que cubre grandes extensiones de terreno, crece en las alturas andinas (entre 2400 y 4200 m), es ramosa y semitrepadora de hasta 20 cm de altura. Nace preferentemente en terrenos rocosos y volcánicos, proviniendo de allí su apelativo. Se

caracteriza por ser glabro, con ramas de extensiones de hasta 30 cm de longitud, las hojas de esta hierba anual son carno-coriáceas y mayormente orbiculares, simples y alternas, de color verde intenso de entre 7 a 14 mm de longitud. Sus flores pentámeras, en forma de racimo, son hermafroditas y pequeñas, con pétalos polimórficos de color cremoso a blanco, y nacen en el mes de noviembre a la altura de las yemas axilares de las hojas; estas poseen un colorante azul intenso empleado en la antigüedad para teñir fibras de confección textil. El fruto es aplanado de color negruzco azulado y más o menos carnosos (Lagos & Quinto 2018; Arauco 2016; Infantes 2018; Rosso 2018; Teves & Torres 2011).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *M. volcanica* obtenido de Tropicos.org.

Taxonomía	
Orden	<i>Caryophyllales</i> Juss. ex Bercht. & J. Presl
Familia	<i>Polygonaceae</i> Juss.
Género	<i>Muehlenbeckia</i> Meisn.
Especie	<i>M. volcanica</i> (Benth.) Endlicher

Composición química

Muchas especies de la familia Polygonaceae presentan derivados de antraquinona, aunque estas sustancias están más frecuentemente presentes en Rumiceae, también se encuentran en todas las especies de *Rheum* y *Emex*, con menos frecuencia en *Rumex* y ausentes de *Oxyria*. Las Polygonaceae carecen de derivados de antraquinona, a excepción de algunas especies de *Atraphaxis* y *Oxygonum* (Brandbyge 1993), sin embargo, trabajos de investigación también reportan la presencia de estos componentes en *Muehlenbeckia* (Mellado *et al.* 2013; Martinod *et al.* 1973; Torres-Naranjo *et al.* 2016) sobre todo a nivel de la raíz (Mellado *et al.* 2012) además, Agapito & Sung (2005) menciona la presencia de emodina (Fig. 3) y glicósidos antraquinónicos en *M. volcanica*. Una serie de antraquinonas como la emodina, physcion y emodina-8- β -D-idopiranosida (Fig. 3), han sido aisladas de las hojas de *M. hastulata*, mientras que de las raíces de *M. tamnifolia*, se ha aislado antraquinonas como el ácido crisofánico (Fig. 3) y la emodina (Torres-Naranjo *et al.* 2016), no hay reportes estructurales de derivados de antraquinona en *M. volcanica*.



Figura 1. *M. volcanica* en su hábito natural. Fotografía de R.W. Bussmann



Figura 2. Hojas y flor de *M. volcanica*. Fotografía de R.W. Bussmann

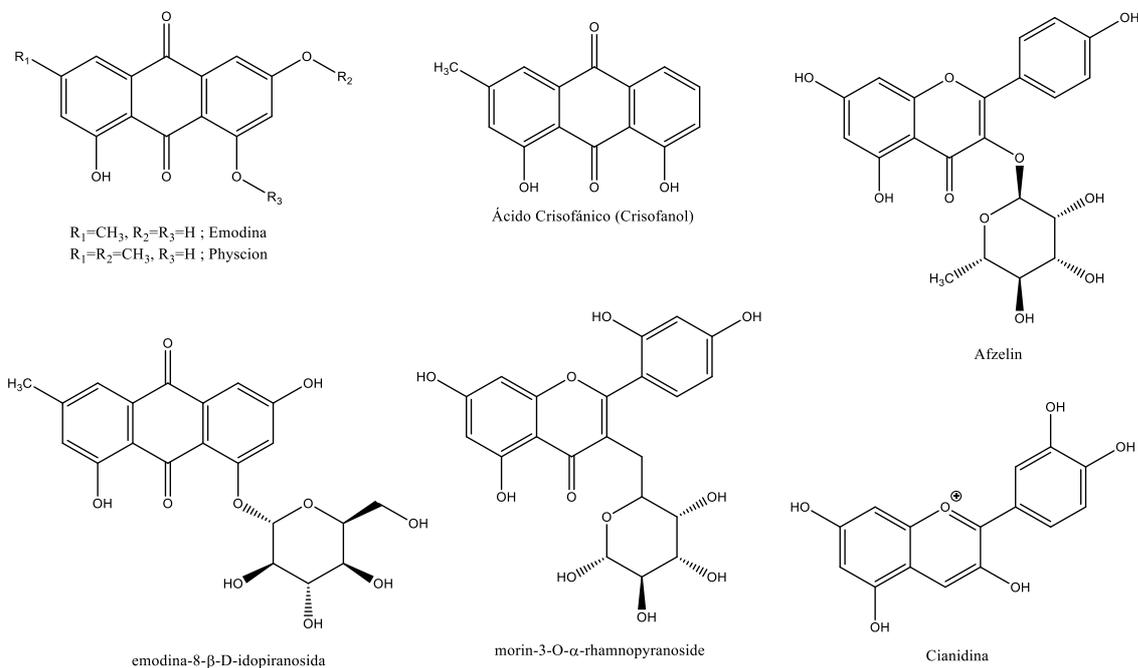


Figura 3. Componentes activos aislados del género *Muehlenbeckia*

Esta familia es rica en taninos (Brandbyge 1993), y en plantas pertenecientes al género *Muehlenbeckia* como *M. hastulata*, *M. platyclada* y *M. volcanica* se ha determinado que contienen este tipo de compuestos (Tamariz-Angeles *et al.* 2018; Mellado *et al.* 2012; Fagundes *et al.* 2010), encontrando en *M. hastulata* 1,03 mg ácido tánico/100 g de hojas por

el método de Lowenthal (Rosso 2018; Colina Ramos 2016). Las catequinas y las leucoantocianinas son los componentes más comunes en esta familia, pero también se producen taninos hidrolizables. El ácido cafeico y los flavonoles también están ampliamente distribuidos en las Polygonaceae (Brandbyge 1993) encontrándose que *M. volcanica* presenta 53,31 mg

de compuestos fenólicos expresados en ácido gálico por gramo de extracto hidroalcohólico de frutos, por el método de Folin y Ciocalteu (Navarro 2018). Teves *et al.* (2011) menciona que *M. volcanica* contiene 2000 mg de antocianinas totales/100 g en frutos secos.

Existe falencia de información sobre la identificación estructural de los compuestos químicos de *M. volcanica*. Autore (1996) determinó un nuevo derivado de acetofenona con actividad inhibitoria a nivel gastrointestinal (Autore *et al.* 1996), además de ello, Teves *et al.* (2011), mediante técnicas de HPLC, menciona la probable presencia de cianidina (Fig. 3) en los frutos de *M. volcanica*, adicional a estos no se ha determinado ninguna otra estructura en esta especie vegetal. Agapito & Sung (2005) refiere que *M. volcanica* contiene taninos, emodina, glicósidos antraquinónicos, saponinas, rutina, ceras, almidones, mucilagos, gomas, pectinas, flavonoides prenilados, fenoles y celulosa de forma general y en estudios en universidades peruanas, Navarro (2018) menciona que los frutos contienen flavonoides, compuestos fenólicos y taninos, así mismo, Arauco (2016) indica que las hojas contienen taninos, compuestos fenólicos, flavonoides, quinonas y terpenos, y Lagos (2018) comenta que las hojas contienen alcaloides, saponinas, taninos, quinonas y compuestos fenólicos.

Ante esta falencia de información, se recomienda realizar una mayor cantidad de estudios para determinar los componentes estructurales de cada parte botánica de *M. volcanica*, algo que ya se ha realizado con *M. tamnifolia* determinándose, mediante estudios *in vitro*, actividades inhibitorias sobre α -amilasa y α -glucosidasa y encontrando que el ácido linoleico era el compuesto más potente ($IC_{50} = 0,42 \mu M$) seguido de afzelin (Fig. 3), (+)-catequina y quercitrina (Torres-Naranjo *et al.* 2016). Las determinaciones estructurales nos permiten conocer y/o determinar los componentes químicos responsables de las actividades farmacológicas y, posiblemente, nuevos compuestos químicos que enriquezcan las bibliotecas de nuevas entidades químicas (NEQ).

Actividades farmacológicas

Actividad antiinflamatoria y analgésica

M. volcanica es recomendada por EsSalud al mencionar que esta planta presenta actividades antiinflamatorias (EsSalud 2015). Agapito & Sung (2005) menciona que esta planta presenta actividad antiinflamatoria, además Arauco (2016) realizó un trabajo de tesis en el que corroboró la actividad antiinflamatoria del extracto etanólico de las hojas de *M. volcanica* en pata de rata con inflamación inducida por carragenina, en esta investigación

concluyó que el *M. volcanica* presenta actividad antiinflamatoria en la dosis de 50 mg/kg y eficiencia analgésica a las 8 horas a dosis de 250 mg/kg, actividades que fueron atribuidas al contenido de flavonoides, taninos y compuestos fenólicos, sin embargo no se realizó una purificación de estos compuestos para corroborar dicha afirmación. Teves *et al.* (2011) atribuye la actividad antiinflamatoria al alto contenido de antocianinas que presenta el fruto de esta especie y compara su contenido con el fruto de otras especies vegetales, como Capuli (*Prunus serotina*) y aceitunilla (*Monnina salicifolia*), encontrando que *M. volcanica* sobrepasaba en contenido a estas especies en particular (Teves & Torres 2011).

Si bien es cierto que se ha corroborado la actividad antiinflamatoria y analgésica de *M. volcanica*, no se ha determinado aún los compuestos responsables de esta actividad, en el caso de *M. platyclada*, se ha determinado que los responsables de su actividad antiinflamatoria son flavonoles glicosilados, encontrándose en el año 2009 un nuevo flavonol, el morin-3-O- α -rhamnopyranoside (Fig. 3), al cual, junto con derivados de kaempferol, quercetina y catequina, se les atribuye una actividad antiinflamatoria más potente que del fluoruro de fenilmetilsulfonilo (Yen *et al.* 2009).

Actividad antimicrobiana

La búsqueda de NEQ con actividad antimicrobiana viene cada vez más en aumento por la resistencia que han generado los microorganismos hacia los antimicrobianos conocidos (McCarthy 2017; Sanchez & Gustot 2019). En el año 2018, Lagos *et al.* han realizado un trabajo de tesis en la que determinan que el extracto etanólico de las hojas de *M. volcanica* inhibe en un 52% (moderadamente activo) el crecimiento de *Staphylococcus aureus* ATCC6538 mediante la técnica de discos de inhibición. Además de ello, Tamariz-Angeles *et al.* (2018) determinó por la técnica de difusión que el extracto etanólico de hojas y tallos de *M. volcanica* presenta actividad antimicrobiana sobre *E. coli* ATCC25922, *S. aureus* ATCC25923, *B. subtilis* ATCC11774, and *P. aeruginosa* ATCC27853, pero no tuvo actividad sobre *C. albicans* ATCC90028, atribuyendo probablemente esta actividad a su alto contenido de taninos (Tamariz-Angeles *et al.* 2018), aunque los taninos no son los únicos componentes químicos a los que se pueda deber su actividad (Salim *et al.* 2008), siendo necesario la búsqueda de los componentes responsables pudiendo, a partir de ellos, generar compuestos modificados con capacidad antimicrobiana aumentada, generando NEQ que ayuden a contrarrestar la resistencia bacteriana.

Actividad antioxidante

La *M. volcanica* tiene muy buena actividad antioxidante *in vitro*, el extracto de antocianinas del fruto de *M. volcanica* tiene un IC₅₀ de 2,22 µg/mL sobre el radical 2,2-difenilpicrilhidrazil (DPPH) (Teves and Torres 2011), el extracto hidroalcohólico crudo de frutos, presenta un IC₅₀ de 17,5 µg/mL (Navarro 2018) y el extracto etanólico de hojas y tallos tienen un IC₅₀ de 98,7 µg/L (Tamariz-Angeles *et al.* 2018). Teves *et al.* (2011) menciona que la actividad antioxidante presente en la *M. volcanica* se debe al alto contenido en antocianinas, lo cual puede ser confirmado al existir correlación entre el contenido de antocianinas y la actividad antioxidante en otras especies vegetales (Zhang *et al.* 2016), además de ser las antocianinas un tipo de componente activo con gran potencial antioxidante (Kähkönen & Heinonen 2003).

La actividad antioxidante de *M. volcanica* solo ha sido determinada bajo método *in vitro* sobre el radical DPPH, lo que hace insuficiente las fuentes referenciales para asumir que esta planta tenga actividad en organismos biológicos. Es necesario la realización de estudios sobre actividad antioxidante *in vivo*, ya que este tipo de estudios son los requeridos para una mayor comprensión bioactiva o, por lo menos, estudios *in vitro* que empleen diversos mecanismos de acción (es decir, capacidad de quelación de metales de transición, transferencia de un solo electrón y transferencia de átomos de hidrógeno) y no estudios con un único mecanismo, al emitir información bastante pobre sobre la comprensión de su actividad en un organismo biológico (Granato *et al.* 2018; Martins *et al.* 2016).

Actividad sobre la glicemia

Aunque su actividad sobre los niveles glicémicos es menos estudiada, Rosso (2018) realizó un estudio de tesis con el extracto hidroalcohólico de los frutos de *M. volcanica*, en el que encontró que a dosis de 220 mg/kg y 440 mg/kg, presenta efecto hipoglucemiante sobre *Rattus norvegicus* var. *albinus* con diabetes inducida por aloxano, logrando normalizar los niveles de glucosa con la dosis más alta al cabo de 14 días de administración (Rosso 2018).

La falta de más estudios realizados sobre esta actividad farmacológica, hace que no se conozca sobre los probables componentes responsables de esta actividad, además, de mayor información que sustente esta misma; por otro lado, Torres-Naranjo *et al.* (2016), menciona que los extractos hexánicos y metanólicos de las hojas de *M. tamnifolia* presenta actividad inhibitoria *in vitro* sobre α -amilasa y α -glucosidasa atribuyendo la mayor actividad al contenido de ácido linoleico en esta parte de la

especie vegetal (Torres-Naranjo *et al.* 2016), componente que probablemente pueda estar presente también en las hojas y/o frutos de *M. volcanica*.

Otras actividades farmacológicas

Popularmente, la *M. volcanica*, es utilizada para tratar afecciones como la inflamación hepática (Huamantupa *et al.* 2011) sin embargo, no hay estudios que avalen o corroboren esta actividad farmacológica. El alto contenido de vitamina C en el fruto de *M. volcanica* hace que el extracto etanólico del fruto tenga actividad antiescorbútica en *Cavia porcellus* a dosis de 200 mg/100 g de peso (Infantes 2018). El alto contenido de antocianinas y la actividad antioxidante *in vitro* que presenta la *M. volcanica* la hace un gran candidato a presentar actividades anticancerígenas (Gonzales & Valerio 2008) tomando a esta especie vegetal de gran interés para la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética por la probable presencia de estas tres actividades. Aunque no se ha reportado actividad anti-influenza en *M. volcanica*, si se ha reportado en *M. hastulata*, encontrándose que esta actividad se debe a tres componentes aislados del extracto clorofórmico de la planta entera, eoforbida a, hipericina y protohipericina (Yasuda *et al.* 2010); estos compuestos no han sido reportados en *M. volcanica* y es el primer informe sobre estos compuestos fuera del género *Hypericum*, pero probablemente puedan ser determinados en *M. volcanica* en futuros estudios.

Desafíos actuales y futuros

M. volcanica es una especie vegetal recomendada por EsSalud para problemas respiratorios, aunque hay cierto respaldo sobre su actividad antiinflamatoria, aún no se han identificado los componentes responsables de esta actividad, mucho más aún, si mencionamos otras actividades farmacológicas atribuibles a esta especie, por lo que aún es necesario realizar investigaciones científicas de identificación química de componentes e indagar sobre otras actividades farmacológicas como antimicrobianas, antivirales, hipoglicémica y antioxidante, dando soporte a estas mismas. Por otro lado, hace falta realizar estudios de toxicidad para proporcionar un mayor sustento a su uso seguro tanto en adultos como en menores de edad, dejando en claro que, si bien es cierto que se trata de una especie vegetal, los productos naturales no están exentos de presentar efectos secundarios ante un uso inadecuado.

Conclusiones

A pesar de la unificación de información entre bases de datos y repositorios, la información sobre *M. volcanica* sigue siendo escasa y deja vacíos

científicos, esto hace necesario realizar mayores investigaciones sobre esta especie, tratándose más aún de una planta medicinal utilizada por el PMC – EsSalud y evitar un uso inadecuado de las plantas medicinales que podría impedir la recuperación de la salud del paciente e incluso generar eventos adversos al tratamiento fitoterapéutico.

Declaraciones

Lista de Abreviaturas: EsSalud-Seguro Social de Salud del Perú; PMC – EsSalud-Programa de Medicina Complementaria de EsSalud; IC₅₀-Concentración inhibitoria 50; NEQ-Nueva Entidad Química; ATCC-American Type Culture Collection; DPPH-2,2-difenilpicrilhidrazil.

Aprobación de ética y consentimiento para participar: No aplica.

Concentimiento para la publicación: La presente revisión no contiene información de personas.

Disponibilidad de datos y materiales: La información presentada no ha sido publicada previamente en repositorios

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de autores: VEVL realizó el primer borrador. JKR revisó el borrador y agregó nuevos párrafos actividades farmacológicas. CNRS analizó la estructura y revisó la redacción y ortografía. SVA realizó búsqueda de información y adaptó el formato a la revista.

Agradecimientos

Los autores agradecen los aportes invaluable del Dr. Rainer W. Bussmann y a los colegas del grupo de investigación del doctorado en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Literatura citada

Agapito F, Sung I. 2005. Fitomedicina: 1100 plantas medicinales. Editorial Isabel, Perú.

Aguirre LG, Pereyra-Aguilar P, Silva-Arrieta-Ontaneda I, Alarcón-Urbina M, Palacios-Quintana M, Medina-Salazar H, Luján-Carpio E, Mayor-Vega A, Medrano-Canchari K, Mazuelos-Rivas M, Lizárraga-Castañeda Z, Zarzosa-Norabuena E, Ortega-Aldave A, Parodi JF, Salazar-Granara A. 2016. Consumo de plantas medicinales en usuarios del “Centro Integral Del Adulto Mayor” de La Punta-Callao (Perú). Revista de Fitoterapia 16:165-75.

Arauco K. 2016. Efecto antiinflamatorio y analgésico del extracto etanólico de *Muehlenbeckia volcanica* (Bentham) Endlincher (mullaca) sobre el granuloma inducido por carragenina en ratas. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Araujo B, Ramos-Abensur G, Flores M. 2019. Plantas medicinales utilizadas en la salud reproductiva de las mujeres del Perú. Dominguezia 35:5-74.

Autore G, De Tommasi N, Aquino R, Garofalo L, Borrelli F, Tartaglia D, Mascolo N. 1996. A new acetophenone derivative and inhibitory action of *Muehlenbeckia volcanica* on gastrointestinal transit in mice. Phytotherapy Research 10:s202-s206.

Brandbyge, J. 1993. Polygonaceae. In Flowering plants dicotyledons. The families and genera of vascular plants, vol 2. Edited by K Kubitzki, JG Rohwer & V Bittrich. Springer, Berlin, Heidelberg, Pp. 531-544.

Bussmann RW, Malca-García G, Glenn A, Sharon D, Chait G, Díaz D, Pourmand K, Jonat B, Somogy S, Guardado G, Aguirre C, Chan R, Meyer K, Kuhlman A, Townesmith A, Effio-Carbajal J, Frías-Fernandez F, Benito M. 2010. Minimum inhibitory concentrations of medicinal plants used in northern Peru as antibacterial remedies. Journal of Ethnopharmacology 132:101-8. doi: 10.1016/j.jep.2010.07.048.

Bussmann RW, Malca G, Glenn A, Sharon D, Nilsen B, Parris B, Dubose D, Ruiz D, Saleda J, Martinez M, Carillo L, Walker K, Kuhlman A, Townesmith A. 2011. Toxicity of medicinal plants used in traditional medicine in northern Peru. Journal of Ethnopharmacology 137:121-40. doi: 10.1016/j.jep.2011.04.071.

Bussmann RW, Sharon D. 2006. Traditional medicinal plant use in northern Peru: tracking two thousand years of healing culture. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 2:60-70. doi: 10.1186/1746-4269-2-47.

Colina Ramos AC. 2016. Análisis fitoquímico, determinación cualitativa y cuantitativa de flavonoides y taninos, actividad antioxidante, antimicrobiana de las hojas de *Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm) I.M. Johnst de la zona de Yucay (Cusco). Tesis de Título. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

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 111:284-94. doi: 10.1016/j.jep.2006.11.018.

EsSalud. 2015. EsSalud recomienda recetas naturales para prevenir infecciones respiratorias. Seguro Social de Salud. <http://www.essalud.gob.pe>.

Fagundes LL, Del Vechio Vieira G, de Pinho JRRG, Yamamoto CH, Alves MS, Stringheta PC, de Sousa OV. 2010. Pharmacological properties of the ethanol extract of *Muehlenbeckia platyclada* (F. Muell.) Meisn. Leaves. International Journal of Molecular Sciences 11:3942-53. doi: 10.3390/ijms11103942.

- Gonzales G, Valerio L. 2008. Medicinal plants from Peru: a review of plants as potential agents against cancer. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry* 6:429-444. doi: 10.2174/187152006778226486.
- Granato D, Shahidi F, Wrolstad R, Kilmartin P, Melton LD, Hidalgo FJ, Miyashita K, Camp JV, Alasalvar C, Ismail AB, Elmore S, Birch GG, Charalampopoulos D, Astley SB, Pegg R, Zhou P, Finglas P. 2018. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents: should we ban in vitro screening methods?. *Food Chemistry* 264:471-745. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.04.012.
- Huamantupa I, Cuba M, Urrunaga R, Paz E, Ananya N, Callalli M, Pallqui N, Coasaca H. 2011. Richness, use and origin of expended medicinal plants in the markets of the Cusco city. *Revista Peruana de Biología* 18:283-291.
- Infantes C. 2018. Efecto antiescorbútico del extracto etanólico del fruto de *Muehlenbeckia volcanica* (Beth.) Endl (mullaca) en *Cavia porcellus*. Tesis de Título. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Trujillo, Perú.
- Kähkönen MP, Heinonen M. 2003. Antioxidant activity of anthocyanins and their aglycons. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:628-633. doi: 10.1021/jf025551i.
- Krettli, AU. 2009. Antimalarial drug discovery: screening of brazilian medicinal plants and purified compounds. *Expert Opinion on Drug Discovery* 4:95-108. doi: 10.1517/17530050802678127.
- Lagos D, Quinto R. 2018. Efecto antibacteriano del extracto etanólico de las hojas de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. (Mullaca) en cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *in vitro*. Tesis de Título. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima, Perú.
- Martinod P, Garcia L, Hidalgo J, Guevara C. 1973. Anthraquinone pigments in *Muehlenbeckia tamnifolia* and *Muehlenbeckia vuleanica*. *Politécnica* 3:111-122.
- Martins N, Barros L, Ferreira ICFR. 2016. *In vivo* antioxidant activity of phenolic compounds: facts and gaps. *Trends in Food Science and Technology* 48:1-12. doi: 10.1016/j.tifs.2015.11.008.
- McCarthy M. 2017. Woman dies after infection with bacteria resistant to all antibiotics available in US. *BMJ* 356:j254. doi: 10.1136/bmj.j254.
- Mellado M, Madrid A, Jara C, Espinoza L. 2012. Antioxidant effects of *Muehlenbeckia hastulata* J. (Polygonaceae) extracts. *Journal of the Chilean Chemical Society* 57:975-99. doi: 10.4067/s0717-97072012000300022.
- Mellado M, Madrid A, Peña-Cortés H, López R, Jara C, Espinoza L. 2013. Antioxidant activity of anthraquinones isolated from leaves of *Muehlenbeckia hastulata* (J.E. SM.) Johnst. (Polygonaceae). *Journal of the Chilean Chemical Society* 58:1767-1770. doi: 10.4067/S0717-97072013000200028.
- Nasri H, Shirzad H. 2013. Toxicity and Safety of Medicinal Plants. *Journal of HerbMed Pharmacology* 2:21-22.
- Navarro A. 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 *Gamochaeta purpurea* (L.) Cabrera. Tesis de Título. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Nunes AT, Albuquerque UP. 2018. South American biodiversity and its potential in medicinal and aromatic plants. In *Medicinal and aromatic plants of south america. medicinal and aromatic plants of the world*. Edited by U Albuquerque, U Patil & Á Máthé, vol 5. Springer, Dordrecht, Pp. 289-298.
- Orrillo Mejia R. 2018. Etnobotánica de Las Plantas Medicinales Expendidas En Los Mercados de Cajamarca y San Marcos. Tesis de Título. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Rehecho S, Uriarte-Pueyo I, Calvo J, Vivas LA, Calvo MI. 2011. Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Nor-Yauyos, a part of the Landscape Reserve Nor-Yauyos-Cochas, Peru. *Journal of Ethnopharmacology* 133:75-85. doi: 10.1016/j.jep.2010.09.006.
- Rosso Y. 2018. Efecto del extracto hidroalcohólico del fruto de *Muehlenbeckia volcanica* (Benth) Endl. (Mullaca) sobre la glicemia en *Rattus norvegicus* var. albinus con diabetes inducida. Tesis de Título. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Trujillo, Perú.
- Salim AA, Chin YW, Kinghorn AD. 2008. Drug discovery from plants. In *Bioactive molecules and medicinal plants*. Springer, Berlin, German, Pp. 1-24.
- Sanchez LO, Gustot T. 2019. Multidrug-resistant bacterial infection in patients with cirrhosis. A review. *Current Hepatology Reports* 18:28-35. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30263-8.
- Tamariz-Angeles C, Olivera-Gonzales P, Santillán-Torres 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.
- Teves F, Torres R. 2011. Estudio comparativo de la actividad antioxidante in vitro de los extractos antocianínicos y caracterización de las antocianidinas en los frutos de las especies vegetales *Prunus serotina* (Capuli), *Muehlenbeckia volcanica* (Benth.) Endl. (Mullak'a), *Monnina sal.* Tesis de Título. Universidad Nacional de San Antonio Abad del

Cusco, Cusco, Perú.

Torres-Naranjo 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. doi: 10.3390/molecules21111461.

Vásquez-Ocmín P, Cojean S, Rengifo E, Suyyagh-Albouz S, Amasifuen Guerra CA, Pomel S, Cabanillas B, Mejía K, Loiseau PM, Figadère B, Maciuk A. 2018. Antiprotozoal activity of medicinal plants used by Iquitos-Nauta road communities in Loreto (Peru). *Journal of Ethnopharmacology* 210:372-385. doi: 10.1016/j.jep.2017.08.039.

Yasuda T, Yamaki M, Imura A, Shimotai Y, Shimizu K, Noshita To, Funayama S. 2010. Anti-influenza virus principles from *Muehlenbeckia hastulata*. *Journal of Natural Medicines* 64:206-211. doi: 10.1007/s11418-009-0386-9.

Yen CT, Hsieh PW, Hwang TL, Lan YH, Chang FR, Yang-Chang WU. 2009. Flavonol glycosides from *Muehlenbeckia platyclada* and their anti-inflammatory activity. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 57:280-282. doi: 10.1248/cpb.57.280.

Zhang SI, Deng P, Xu YC, Lü SW, Wang JJ. 2016. Quantification and analysis of anthocyanin and flavonoids compositions, and antioxidant activities in onions with three different colors. *Journal of Integrative Agriculture* 15:2175-2181. doi: 10.1016/S2095-3119(16)61385-0.

Ulloa G, Aguilar MA, De Lama MD, Camarena J, Del Valle J. 2015. Antibacterial activity of five Peruvian medicinal plants against *Pseudomonas aeruginosa*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 5(11):928-931.

Urdanibia I, Taylor P. 2018. *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Schult.) DC. and *Uncaria guianensis* (Aubl.) JF Gmel. In *Medicinal and Aromatic Plants of South America* 453-463

USP. 2016. *Farmacopea de los Estados Unidos*, Convención de Farmacopea de los Estados Unidos, Uña de Gato, Rockville (MD)

Valente LM, Bizarri CH, Liechocki S, Barboza RS, Paixão DD, Almeida MB, Siani AC. 2009. Kaempferitrin from *Uncaria guianensis* (Rubiaceae) and its potential as a chemical marker for the species. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 20(6):1041-1045.

Valerio LG, Gonzales GF. 2005. Toxicological aspects of the South American herbs cat's claw (*Uncaria tomentosa*) and maca (*Lepidium meyenii*). *Toxicological Reviews* 24(1):11-35.

Van Ginkel A. 1996. Identification of the alkaloids and flavonoids from *Uncaria tomentosa* bark by TLC in quality control. *Phytotherapy Research* 10:18-19.

Vilches L. 1997. Género *Uncaria*: Estudios botánicos, químicos y farmacológicos de *Uncaria tomentosa* y *Uncaria guianensis*. 3.ed. Lima-Perú: editora, 169.

Zhang Q, Zhao JJ, Xu J, Feng F, Qu W. 2015. Medicinal uses, phytochemistry and pharmacology of the genus *Uncaria*. Revisión. *Journal of Ethnopharmacology* 173:48-80.

Zevallos PA, Flores Y. 2003. Caracterización morfológica de plántulas de "uña de gato" *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Roemer & Schultes) DC y *U. guianensis* (Aubl.) Gmelin del Bosque Nacional Alexander von Humboldt. *Ecología Aplicada* 2(1):41-46.

Zevallos PA, Tomazello M. 2006. Anatomia do lenho de *Uncaria guianensis* y *U. tomentosa* (Rubiaceae) do estado do acre, Brasil *Acta del Amazonas*, 36:169-175.

Zevallos PA, Tomazello M. 2010. Levantamento y característica de duas espécies do gênero *Uncaria* schreb. (Rubiaceae) correntes no Estado do Acre, Brasil *Ecología Aplicada* 9(1):19-30.