

## Artículo Original

# Potencial acción fitofarmacológica de *Porophyllum ruderale*, una fuente natural de compuestos polifenólicos

## Potential phytopharmacological action of *Porophyllum ruderale*, a natural source of polyphenolic compounds

Norma J. Ramos<sup>1,a</sup>

Recibido: 04/07/2024 Aceptado: 27/11/2024 Publicado: 30/12/2024

### Resumen

Las plantas medicinales adquieren cada día mayor relevancia como alternativas a diversas enfermedades frente a terapias químicas. La presente revisión bibliográfica tiene como objetivo identificar las características fitoquímicas de los compuestos fenólicos y actividades fitofarmacológicas de *Porophyllum ruderale*, responsable de sus propiedades alimenticias y su actividad antiinflamatoria, antileishmanial y antioxidante, para ello describimos algunas características fitoquímicas de *Porophyllum ruderale* que podrían ser las responsables de sus propiedades medicinales. A pesar de existir limitada información científica sobre todos los mecanismos de acción y actividades medicinales de *Porophyllum ruderale*, esta revisión reúne una serie de estudios que reportan su actividad antiinflamatoria, antileishmanial y antioxidante. De esta manera, mediante la revisión bibliográfica se recopiló importante información sobre las características fitoquímicas de los compuestos fenólicos que demuestran actividades fitofarmacológicas de *Porophyllum ruderale*, así como propiedades alimenticias y actividad antiinflamatoria, antileishmanial y antioxidante. Incentivando de esa manera a los futuros investigadores en realizar estudios experimentales que contribuyan al cuidado de la salud de la población.

**Palabras clave:** *Porophyllum ruderale*, actividades fitofarmacológicas, capacidad antioxidante.

### Abstract

Medicinal plants are becoming more important every day as alternatives to various diseases compared to chemical therapies. The present bibliographic review aims to identify the phytochemical characteristics of the phenolic compounds and phytopharmacological activities of *Porophyllum ruderale*, responsible for its nutritional properties and its anti-inflammatory, antileishmanial and antioxidant activity, for this we describe some phytochemical characteristics of *Porophyllum ruderale* that could be responsible of its medicinal properties. Despite there being limited scientific information on all the mechanisms of action and medicinal activities of *Porophyllum ruderale*, this review brings together a series of studies that report its anti-inflammatory, antileishmanial and antioxidant activity. In this way, through the bibliographic review, important information was collected on the phytochemical characteristics of the phenolic compounds that demonstrate phytopharmacological activities of *Porophyllum ruderale*, as well as nutritional properties and anti-inflammatory, antileishmanial and antioxidant activity. Thus, encouraging future researchers to carry out experimental studies that contribute to the health care of the population.

**Keywords:** *Porophyllum ruderale*, phytopharmacological activities, antioxidant capacity.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Lima, Perú.

a Autor para correspondencia: [qramosc@unmsm.edu.pe](mailto:qramosc@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4361-1330>

### Citar como:

Ramos N. (2024). Potencial acción fitofarmacológica de *Porophyllum ruderale*, una fuente natural de compuestos polifenólicos. *Ciencia e Investigación*, 26(2):43-49. doi: <https://doi.org/10.15381/ci.v26i2.30220>

## INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales de la amazonia albergan la mayor biodiversidad vegetal del mundo (1). La Amazonía es hogar de una amplia gama de especies botánicas, que han sido ampliamente empleadas en la medicina tradicional para tratar diversos síntomas y enfermedades (2-4). Además, esta región alberga una rica diversidad cultural que, implica un conjunto arraigado de valores, actitudes, creencias y formas de vida, los cuales influyen en la organización social y en el sistema de conocimientos, prácticas y usos de los recursos naturales (5). La selección de plantas medicinales que conforman el sistema médico de una cultura determinada es el resultado de un proceso cultural prolongado de validación (6). El conocimiento asociado a la medicina tradicional se define como una red compleja de interacciones entre las comunidades humanas y su entorno natural, que abarca una amplia gama de experiencias y conocimientos que permiten la adaptación al entorno y la subsistencia de las poblaciones (7). En las sociedades tradicionales, una función fundamental de la cultura ha sido preservar conocimientos, prácticas y creencias esenciales para la resiliencia cultural y ecológica, a través de la transmisión cultural entre generaciones (8,9). La utilización culturalmente arraigada de los recursos naturales como las plantas medicinales disponibles localmente, contribuye significativamente a mejorar la salud y el estado nutricional de estas poblaciones (10). Sin embargo, se ha observado una disminución en el conocimiento tradicional sobre plantas medicinales en todo el mundo (11). Esta pérdida de conocimiento cultural basado en la biodiversidad está ocurriendo tanto a nivel global como en las comunidades locales, a pesar de que las plantas representan recursos importantes para la salud de estas poblaciones y para sus medios de vida (12,13). La pérdida de recursos naturales ante una sociedad cada vez más globalizada y culturalmente homogenizada y el deseo de modernización son algunos de los factores asociados al declive general del conocimiento cultural sobre las plantas y la desaparición de prácticas tradicionales que involucran estos recursos (13,14), aunque en la actualidad se está retomando paulatinamente el interés por la herbolaria a partir de la abundancia de productos químicos utilizados en la industria farmacéutica, agrícola, alimentaria, entre otros.

*Porophyllum ruderale*, conocido como quirquiña, cilantro boliviano y como rupay wachi en Perú, es una especie perteneciente a la familia de las asteráceas que se distribuye por casi todo el continente americano. Según Correa Et al. (1984) mencionan que la especie *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. es una planta no deseada que se encuentra ampliamente distribuida en la región subtropical de América. Además, de otros usos históricos, se le atribuye a *P. ruderale* la capacidad de aliviar la inflamación genital y también se ha mencionado su posible efecto beneficioso en el tratamiento de la epilepsia (15). Sus hojas son utilizadas para sazonar y resaltar ensaladas y salsas picantes, en términos generales se puede usar en actividades culinarias. Por otra parte, *Porophyllum ruderale* posee una variedad de

actividades biológicas y farmacológicas, y las tinturas o extractos etanólicos de las hojas de esta planta se aplican tópicamente en la medicina popular como agentes curativos o antiinflamatorios para tratar cortes, heridas y abrasiones (16,17). Los estudios fitoquímicos de esta planta han revelado la presencia de quercetina, un flavonoide glicosídico, además de taninos, saponinas, resinas y aceites esenciales (18). Conde-Hernández et al. (2014) determinaron que el extracto de *P. ruderale* contiene una gran cantidad de ácidos polifenólicos totales.

### Acción fitofarmacológica de especies del género *Porophyllum*

Entre todas las especies examinadas, *P. gracile*, *P. linaria*, *P. obscurum*, *P. tagetoides* y *P. ruderale* han sido objeto de mayor atención en términos de investigación fitoquímica (28). Respecto a la parte de la planta más estudiada, se ha observado que, en general, se utilizan todas las partes vegetativas debido a su uso común en la medicina popular (29, 30). Aunque la mayoría de los compuestos son conocidos desde el punto de vista químico, su mecanismo de acción farmacológico suele permanecer desconocido. Se han informado diversas clases de compuestos orgánicos de interés medicinal, que incluyen compuestos de azufre como los bitiofenos, terpenos, fenoles, aldehídos y flavonoides. Sin embargo, cabe destacar que los monoterpenos, como el sabineno, el  $\beta$ -pineno, el  $\alpha$ -felandreno, el terpinen-4-ol y el limoneno, junto con otros compuestos como los bitiofenos, son los más abundantes identificados en este género (31).

Un factor crucial que puede explicar la variabilidad en la disponibilidad de metabolitos secundarios, son las diferentes condiciones ambientales que afectan directamente la composición química de las plantas, siendo la nutrición el factor más significativo que influye en el contenido y la diversidad de las sustancias bioactivas (32,33). Se identificaron compuestos ditienilacetilénicos en las partes aéreas de plantas del género *Porophyllum* (34). En tanto, el aceite esencial extraído de *Porophyllum tagetoides* está compuesto principalmente por monoterpenos oxigenados, con un alto porcentaje de citronelal (29%) (35). Otro aspecto relevante de los estudios fitoquímicos relacionados con el género *Porophyllum* es el análisis de la bioactividad de los compuestos aislados. Se han identificado efectos sinérgicos entre algunas moléculas presentes en las plantas, lo que podría ser muy útil si se investigaran a fondo sus mecanismos de acción para su posible aplicación como plantas medicinales (36).

Durante mucho tiempo, se ha considerado en la medicina tradicional que las infusiones de ciertas plantas del género *Porophyllum* podrían tener propiedades insecticidas y antifúngicas (37, 38). Respecto con la actividad insecticida del aceite esencial extraído de las flores y hojas de *P. ruderale* y *P. gracile* contra las larvas de *Aedes aegypti*, estaría relacionada con la presencia de monoterpenos como (E)- $\beta$ -ocimeno, mirceno y  $\beta$ -pineno (39,40). Estos compuestos, como el 1,8-cineol, anisol, limoneno,  $\beta$ -pineno, linalol, mentona,  $\alpha$ -pineno,

pulegona y mirceno, tienen la capacidad de inhibir la acetilcolinesterasa y causar intoxicación neurotóxica, lo que lleva a una excitación extrema y la muerte de los insectos (41, 42). Además, se han identificado y caracterizado otros compuestos monoterpénicos con actividad insecticida en el aceite esencial de *P. linaria*, incluyendo  $\beta$ -mirceno, d-limoneno y estragol (43). En resumen, los datos experimentales respaldan la idea de que diferentes tipos de metabolitos secundarios naturales presentes en las hojas, tallos y raíces de ciertas especies de *Porophyllum*, como  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno,  $\alpha$ -terpineol y mirceno, poseen propiedades insecticidas (44, 45).

Algunas especies de plantas del género *Porophyllum*, especialmente *P. obscurum* y *P. linaria*, son ampliamente empleadas en la medicina tradicional debido a sus propiedades antifúngicas destacadas. La detección de actividad antifúngica sensible a la luz en estas plantas, particularmente contra la cepa ATCC 10231 de *Candida albicans*. Los compuestos responsables de esta actividad antifúngica son los tiofenos, específicamente el 2,2':5',2''-tertiofeno y el 5-(4-hidroxi-1-butenil)-2,2'-bitiofeno, este último el más potente en concentraciones de 0,24 a 3,90  $\mu\text{g/ml}$ . Estudios realizados sobre el mecanismo de acción de un tiofeno, el  $\alpha$ -tertienilo, presentan estructura similar a los tiofenos identificados en *P. obscurum*, además de ser extremadamente tóxico para las membranas fúngicas (46-48).

#### Composición química de *P. ruderale*

Existen diversos estudios científicos sobre la composición química de esta especie. Souza *et al.* (2021) registraron la presencia de trans-b-ocimeno (53%), mirceno (16%) y limoneno (13%) fue notable en el aceite extraído de *P. ruderale*, seguido de 1-undeceno y  $\alpha$ -pineno. Por otro lado, el aceite obtenido de *C. bonariensis* exhibió una alta proporción de limoneno (46%) y trans-b-ocimeno (13%) como sus componentes principales. En cuanto a los rendimientos de extracción, en *P. ruderale* variaron del 0,03% al 0,09% al emplear la planta entera, pero aumentaron significativamente a 0,29% al utilizar solo las hojas. Se observó una mínima diferencia en el perfil cromatográfico de ambos aceites, indicando que las hojas son la principal fuente de aceite en la planta. A lo largo de varios años, la proporción de terpenos acíclicos (b-mirceno y trans-b-ocimeno) fluctuó entre el 64% y el 74%, mientras que los pinenos y el limoneno variaron entre el 6,8% y el 12% y entre el 5,0% y el 14%, respectivamente (49, 50).

Cada vez hay más evidencia que sugiere que los compuestos terpénicos como el mirceno, el limoneno, el linalool y el cariofileno representan una opción prometedora para ser utilizados como alternativas efectivas en programas de control de enfermedades transmitidas por vectores. Debido a su considerable potencial como repelentes y larvicidas, su bajo nivel de toxicidad para los mamíferos y su limitado impacto ambiental (51). En un estudio realizado por Fontes-Jr *Et al.* (2012), se determinó la composición química del aceite esencial

de las flores y hojas de *P. ruderale*. Los principales compuestos identificados en el aceite fueron (E)- $\beta$ -ocimeno (93,95%), mirceno (3,37%), (Z)- $\beta$ -ocimeno (1,38%) y  $\beta$ -pineno (0,27%) (52, 53).

#### Actividad antiinflamatoria de *P. ruderale*

Entre los diversos efectos que se han podido observar es la capacidad antiinflamatoria del aceite esencial *Porophyllum ruderale* en un modelo murino, al cual se le indujo previamente una condición de pleuresía inducida por zimósán (500 microg/cavidad) y lipopolisacárido (LPS) (250 ng/cavidad) (20). Previo, se identificaron los principales componentes monoterpénicos del aceite de *Porophyllum ruderale* que fue el beta-mirceno. También se analizó la acción inmunomoduladora, la cual disminuyó los valores de óxido nítrico y producción de citocinas, principalmente interferón gamma e IL-4. El aceite esencial de *Porophyllum ruderale* al ser administrado oralmente inhibió el cuadro inflamatorio inducido por LPS, incluida la migración celular. Por otro lado, cuando se testó el beta-mirceno puro, este fue eficaz disminuyendo la producción de óxido nítrico, inhibió la producción de interferón gamma e IL-4 (20). Varios estudios experimentales han indicado que ciertos agentes fitoterapéuticos son efectivos para acelerar la curación de las quemaduras y procesos inflamatorios subyacentes (54, 55). *P. ruderale* se emplea en la medicina tradicional debido a sus propiedades cicatrizantes y antiinflamatorias (56). En un estudio donde se evaluó el efecto de la irradiación láser sola y en combinación con *P. ruderale* en la capacidad regenerativa, se observó que esta planta contribuyó a reducir los granulocitos durante el proceso de reparación, lo que sugiere una posible acción antiinflamatoria de esta planta nativa, que es ampliamente utilizada en la medicina tradicional, pero ha sido poco estudiada experimentalmente (16).

La identificación y cuantificación minuciosa de los componentes químicos de las partes aéreas de *Porophyllum ruderale* mediante la técnica UHPLC, permitió detectar y caracterizar veinticinco compuestos por UV-Vis y MS. Así, se aislaron e identificaron completamente diez compuestos fenólicos principales mediante el método de RMN. En el extracto examinado se confirmó la presencia de tres raros ácidos cafeoil-metileritrónicos. En tanto, a partir del material vegetal en estudio, se logró aislar un nuevo producto natural siendo identificado como 1-O-(4-hidroxi-3,5-dimetoxi) benzoil-6-O-galoil- $\beta$ -D-glucosa. La actividad antiinflamatoria del extracto se confirmó mediante el modelo de neutrófilos *in vitro*, demostrando que los compuestos polifenólicos, principalmente los derivados del ácido cafeico contribuyen de forma significativa a la bioactividad del extracto crudo y podrían influir positivamente en la salud al aumentar la ingesta de componentes antiinflamatorios (30)(57).

#### Actividad antileishmanial de *P. ruderale*

*Porophyllum ruderale* es un arbusto de tamaño mediano con hierbas aromáticas ruderales que posee una fragancia intensa. Utilizado en la medicina tradicional para tratar la leishmaniasis, así como, para promover la

cicatrización, aliviar el dolor general y tratar hematomas internos (25,58). En diversas regiones amazónicas se han utilizado partes aéreas de *P. ruderale* para el tratamiento de lesiones causadas por *Leishmania sp.* (25). Se ha podido observar que el extracto crudo de *P. ruderale* tuvo actividad leishmanial frente a las formas promastigote y amastigote axénico de *L. amazonensis*, con dosis efectivas de 60,3 y 77,7 µg/mL, respectivamente; mientras que, sus metabolitos secundarios presentaron mejor actividad frente a las formas promastigote y amastigote, y mayor selectividad contra protozoos que contra células de macrófagos (27).

También se informó de la capacidad antiproliferativa en promastigotes y formas amastigotes axénicos de *Leishmania amazonensis* tratados con 5-metil-2,2':5',2''-tertiofeno y 5'-metil- [5- (4-acetoxi-1-butilil)]-2,2'-bi-tiofeno aislado de las partes aéreas de *Porophyllum ruderale*. Se demostró la actividad antileishmanial de ambos compuestos cuyos valores de inhibición fueron 37 y 51 µg/mL, respectivamente. Así mismo, ninguno de estos compuestos representó peligro para células humanas, incluso en las concentraciones más altas (índice hemolítico <10 % a 500 µg/ml). Los promastigotes tratados con -metil-2,2':5',2''-tertiofeno mostraron una alteración en la membrana mitocondrial y alteraciones en la morfología celular (26). *Porophyllum ruderale* tiene propiedades anti protozoarias y contiene compuestos fenólicos extraíbles por métodos convencionales. Por ello, se ha evaluado diversas formas de producción de un extracto de *P. ruderale* y observar su efectividad antiprotozoaria frente a *Entamoeba histolítica*. Demostrándose que existen diferencias en la composición de compuestos fenólicos producto de la forma de extracción (solventes, agua o mezclas). Todos los extractos contienen floretina, ácido cafeico 4-O-glucósido, todolactol A, quercetina 3-O-glucósido, quercetina 3-O-ramnósido, luteolina y 3,7-dimetilquercetina, y afectaron el crecimiento de *E. histolytica*. Sin embargo, los extractos con maceración y por ultrasonido fueron los más eficaces (59).

#### Actividad antioxidante de *P. ruderale*

El creciente interés por sustituir los antioxidantes sintéticos por naturales, obtenidos de partes de plantas, ha impulsado la investigación para la obtención e identificación de nuevos antioxidantes para ser utilizados en los alimentos, y en este grupo de alternativas *P. ruderale* podría encajar perfectamente. Los valores de la actividad antioxidante oscilaron entre 14,82 ± 2,88 y 64,99 ± 3,97 mg equivalentes de trolox/g para *P. ruderale* (18), observándose una mayor actividad antioxidante en el extracto etanólico de *P. ruderale*. El extracto de *P. ruderale* contiene una lata cantidad de compuestos fenólicos lo que le confiere una gran capacidad. La eficacia de las propiedades antioxidantes depende en gran medida de las condiciones de oxidación, cuando se utilizó el método ABTS sólo se obtuvo una aproximación de la capacidad antioxidante de *P. ruderale* (18).

La alta capacidad antioxidante de *P. ruderale* mediante la prueba de DPPH, ha sido corroborada. Se conoce

que, el contenido fenólico total está asociado con la actividad antioxidante total en diversas especies botánicas, y el análisis de correlación entre componentes no confirma que la riqueza de antioxidantes está fuertemente relacionada con la presencia de polifenoles totales en *P. ruderale*, lo que sugiere la presencia de otros componentes antioxidantes como antocianinas, vitaminas o carotenoides, lo que requiere más investigación. Así mismo, el ácido clorogénico fue el ácido hidroxicinámico dominante en *P. ruderale*, en el perfil polifenólico realizado se indica que esta especie posee otros compuestos bioactivos como antioxidantes especialmente flavonoides que aportó un poder antioxidante moderado (60).

También se investigó el efecto protector-antioxidante del extracto de *P. ruderale* en la nefrotoxicidad inducida. El extracto mostró una alta actividad antioxidante y fue capaz de estabilizar los radicales libres, mostrando el mayor efecto sobre ABTS+ seguido por el radical DPPH, 16116,03 ± 0,038 y 1502,40 ± 0,04 µmol TE/100g, respectivamente; también fue capaz de producir un efecto antioxidante reductor férrico. En cuanto a los biomarcadores séricos de lesión renal, se reporta que el extracto de *P. ruderale* disminuyó considerablemente los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo. Además, el extracto provocó una leve disminución en el nivel de creatinina en suero; sin embargo, este efecto no fue estadísticamente significativo en comparación con el grupo de control. Por último, se observó una reducción en los niveles de glucosa en suero en comparación con la quercetina (61). Se infiere que el daño renal está relacionado con mecanismos prooxidantes que afectan la estructura y función de los glomérulos renales, activando vías apoptóticas y provocando lesiones inflamatorias glomerulares mediadas por moléculas como citocinas y quimiocinas, lo que desencadena la activación leucocitaria, la producción de ROS y un aumento en el daño glomerular (62, 63). Estos hallazgos sugieren que las ROS estimulan la liberación de moléculas inflamatorias, que a su vez inducen efectos mediados por las ROS, creando un ciclo que perpetúa la respuesta inflamatoria. Por lo tanto, la actividad nefroprotectora del extracto de *P. ruderale* se atribuye a la presencia de compuestos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (61).

#### CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica permitió recopilar información importante de estudios relacionados con las características fitoquímicas de los compuestos fenólicos que demuestran actividades fito farmacológicas de *Porophyllum ruderale*, así como propiedades alimenticias y actividad antiinflamatoria, antileishmanial y antioxidante. Siendo una especie vegetal usada por los pobladores de las regiones altoandinas del Perú en especial del departamento de Ancash, provincia de Bolognesi, distrito de Chiquian, donde fue colectada esta especie, comercializadas de forma cotidiana en las ferias y mercados por el aroma característico, dándole un sabor más agradable a sus potajes que consumen los

pobladores, así como la venta en las diferentes capitales de provincia en especial Lima. El interés por esta planta nos llevará a investigar, por ejemplo, las propiedades citoprotectoras, antioxidantes, antiinflamatorias y antiapoptóticas en células intestinales Caco-2, también esperamos evaluar la capacidad del extracto acuoso de *Porophyllum ruderale* frente a la muerte celular inducida por t-BOOH a través de la actividad de caspasa 3/7, disminuir la expresión molecular de genes de inflamación y del complejo inflamasoma inducidas por t-BOOH a través de qPCR. Esta revisión bibliográfica nos permitirá evidenciar que el uso continuo de plantas medicinales desde tiempos ancestrales sea garantizado con un estudio científico demostrado para asegurar la salud de la población.

## REFERENCIAS

- Cardoso D, Särkinen T, Alexander S, Amorim AM, Bittrich V, Celis M, Daly DC, Fiaschi P, Funk VA, Giacomini LL, Goldenberg R, Heiden G, Iganci J, Kelloff CL, Knapp S, Cavalcante de Lima H, Machado AFP, Dos Santos RM, Mello-Silva R, Michelangeli FA, Mitchell J, Moonlight P, de Moraes PLR, Mori SA, Nunes TS, Pennington TD, Pirani JR, Prance GT, de Queiroz LP, Rapini A, Riina R, Rincon CAV, Roque N, Shimizu G, Sobral M, Stehmann JR, Stevens WD, Taylor CM, Trovó M, van den Berg C, van der Werff H, Viana PL, Zartman CE, Forzza RC.. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2017;114(40):10695-10700.
- Valença MM, da Silva AA, Bordini CA. Headache research and medical practice in Brazil: an historical overview. *Headache*. 2015;55 Suppl 1:4-31.
- Kffuri CW, Lopes MA, Ming LC, Odonne G, Kinupp VF. Antimalarial plants used by Indigenous people of the Upper Rio Negro in Amazonas, Brazil. *J Ethnopharmacol*. 2016; 178:188-98.
- Odonne G, Houël E, Bourdy G, Stien D. Treating leishmaniasis in Amazonia: A review of ethnomedicinal concepts and pharmaco-chemical analysis of traditional treatments to inspire modern phytotherapies. *J Ethnopharmacol*. 2017; 199:211-230.
- Albuquerque UP, Andrade LHC. 2002. Uso dos recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do Estado de Pernambuco. *Interciencia*, 2002; 27: 336-345.
- Araújo TAS, Melo JG, Albuquerque UP. Plantas medicinais. In: ALBUQUERQUE UP (Org), *Introdução à etnobiologia*. Recife: Nupeea, 2014, p. 91-98.
- Berkes F. *Sacred ecology*, 2014, 4th ed., New York, USA: Taylor and Francis, and Routledge.
- Cavalli-Sforza LL, Feldman MW. *Cultural transmission and evolution: a quantitative approach*. 1981, Princeton, USA: Princeton University Press.
- Posey DA. Indigenous knowledge in the conservation and use of world Forest. In: RAMAKRISHNA K & WOODWELL G. *World Forest for the future, their use and conservation*, 1993, New York, USA: Yale University Press, p. 59-77.
- Reyes-García V. The relevance of traditional knowledge systems for ethnopharmacological research: theoretical and methodological contributions. *J Ethnobiol Ethnomedicine*, 2010, 6: 32.
- Case RJ, Pauli GE, Soejarto DD. Factors in maintaining Indigenous knowledge among ethnic communities of Manus Island. *Econ Bot*, 2005, 59: 356-365.
- Phillips O, Gentry AH. The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Econ Bot*, 1993, 47: 33-43.
- Zent S, Zent EL. On biocultural diversity from a Venezuelan perspective: Tracing the interrelationships among biodiversity, culture change and legal reforms. In: MCMANIS CR (Ed), *Biodiversity & the Law: Intellectual property, biotechnology & traditional knowledge*, 2007, London, UK: Earthscan, p. 91-114.
- Balick MJ. Traditional knowledge: Lessons from the past, lessons for the future. In: MCMANIS CR (Ed), *Biodiversity & the Law: Intellectual property, biotechnology & traditional knowledge*, 2007, London, UK: Earthscan, p. 280-296.
- Correa, P.: *Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas*, Imprensa Nacional, vol. I, p. 82 and vol. IV, p.134, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1984
- Jácomo A, de Andrade Velozo K, Lotti, R, Neves L, de Gaspi, F, Esquisatto M, dos Santos G. Activity of *Porophyllum ruderale* leaf extract and 670-nm InGaP laser during burns repair in rats. *BMC complementary and alternative medicine*. 2015, 15(1): 1-9.
- Fonseca MCM, Meira RMSA, Caçali VWD. Anatomía de órganos vegetativos e histolocalización de lípidos y compuestos fenólicos en *Porophyllum ruderale* (Asteraceae) Planta Daninha. 2006, 24: 707-713.
- Conde-Hernández LA, Guerrero J, Beltrán A. Fenólicos totales y actividad antioxidante de *Piper auritum* y *Porophyllum ruderale*. *Food Chem*. 2014, 142: 455-460.
- Lu Q, Sun Y, Ares I, Anadón A, Martínez M, Martínez-Larrañaga MR, Martínez MA. Deltamethrin toxicity: A review of oxidative stress and metabolism. *Environmental research*, 2019, 170: 260-281.
- Lima GM, Bonfim RR, Silva MR, Thomazzi SM, Santos MRV, Quintans-Júnior LJ, et al. Assessment of antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass., Asteraceae, aqueous extract. *Rev Bras Farmacogn [Internet]*. 2011 [cited 2024 Mar 12];21(3):486-90. Available from: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/SNMyp5St33CBLjztMvnJbRd/>
- Guillet G, Lorenzetti F, Belanger A, Arnason JT, Bernays EA. Production of glands in leaves of *Porophyllum spp.* (Asteraceae): Ecological and genetic determinants, and implications for insect herbivores. *J Ecol [Internet]*. 1997;85(5):647. Available from: <http://www.jstor.org/stable/2960535>
- Lima-Neto DA. *Estudo fitoquímico e efeitos analgésicos da Planta Porophyllum ruderale* Tesis doctoral: Estado de la Universidad de Campinas; 1999, Piracicaba, Brasil. pág. 92.
- Rondón ME, Delgado J, Velaco J, Rojas J, Rojas LB, Morales A, Carmona J. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de partes aéreas de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. recolectados en Venezuela. 2008, *Ciência*. 16: 5-9.
- Rosa MB, Oliveira TG, Carvalho CA, Dias FD, Carvalho LM, Nascimento PC, Peres RL. 2008. Estudio espectrofotométrico de la actividad fotoprotectora de *Achillea millefolium*, *Brassica oleracea* var. capitata, *Cyperus rotundus*, *Plectranthus barbatus*, *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass y extractos acuosos de *Sonchus oleraceus*. *Granja Rev. Eletrônica*. 2008, 1: 101-1

25. Jorge AS, Silveira TGV, Lonardon MVC, Arraes SMAA, Zan-zarini PD, Silva CM, Mello JCP, Bertolini DA. Extracto crudo de "cravinho" [*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.] muestran actividad contra Leishmania (Viannia) Braziliensis y Leishmania (Leishmania) amazonensis. 1998, Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 93: 298.
26. Takahashi HT, Britta EA, Longhini R, Ueda-Nakamura T, de Mello JCP, Nakamura CV. Antileishmanial activity of 5-methyl-2, 2': 5', 2"-terthiophene isolated from *Porophyllum ruderale* is related to mitochondrial dysfunction in Leishmania amazonensis. *Planta médica*. 2013, 79(05): 330-333.
27. Takahashi HT, Novello CR, Ueda-Nakamura T, Palazzo de Mello JC, Nakamura CV. Thiophene derivatives with antileishmanial activity isolated from aerial parts of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. *Molecules*. 2011, 16(5): 3469-3478.
28. García de Alba García, J.E.; Ramírez Hernández, B.C.; Robles Arellano, G.; Zañudo Hernández, J.; Salcedo Rocha, A.L.; García de Alba Verduzco, J.E. Conocimiento y uso de las plantas medicinales en la zona metropolitana de Guadalajara. *RAS* 2012, 39, 29–44.
29. Milán, P.; Hayashi, AH; Appezzato-da-Glória, B. Appezzato-da-Glória, B. Morfología y anatomía comparada de las hojas de tres especies de Asteraceae. *Braz. Arco. Biol. Tecnología*. 2006, 49, 135-144.
30. Alonso-Castro, A.J.; Domínguez, F.; Maldonado-Miranda, J.J.; Castillo-Pérez, L.J.; Carranza-Álvarez, C.; Solano, E.; Isordia-Espinoza, M.A.; Juárez-Vázquez, M.C.; Zapata-Morales, J.R.; Argueta-Fuertes, M.A.; et al. Use of medicinal plants by health professionals in Mexico. *J. Ethnopharmacol*. 2017, 198.
31. Postigo, A.; Funes, M.; Petenatti, E.; Bottai, H.; Pacciaroni, A.; Sortino, M. Actividad fotosensible antifúngica de *Porophyllum obscurum* (Spreng.) DC.: Correlación de la composición química del extracto de hexano con la bioactividad. *Fotodiagnóstico Photodyn. El r*. 2017, 20, 263–272.
32. Estrada, AS; Ortíz, E.; Villaseñor, JL; Espinosa-García, FJ La distribución de especies cultivadas de *Porophyllum* (Asteraceae) y sus parientes silvestres bajo el cambio climático. *Sistema. Biodiversores*. 2016, 14, 1–11.
33. Rodríguez, DS; Leporini, N.; Raggi, L.; Zara, KR; Young, MCM Influencia de la nutrición mineral en el desarrollo de las plantas y composición química de los aceites volátiles de la subespecie *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. *África. J. Agrícola. Res*. 2019, 14, 1870–1877.
34. Bohlman, F.; Jakupovic, J.; Robinson, H.; King, R.: *Phytochemistry* 19,2760(1980)
35. Gutierrez, R.M.P.; Gutierrez, S.P.; Sanchez, M.A.Z.; Gonzales, C.P.: *Rev. Mex. Cienc. Farm.* 27, 30 (1996); *Chem. Abstr*. 125, 284311z (1996)
36. Guillet, G.; Bélanger, A.; Arnason, JT Monoterpenos volátiles en *Porophyllum gracile* y *P. ruderale* (Asteraceae): identificación, localización y sinergismo insecticida con  $\alpha$ -terthienyl. *Fitoquímica* 1998, 49, 423–429.
37. Andrade-Ochoa, S.; Sánchez-Torres, L.E.; Nevárez-Moorillón, G.V.; Camacho, A.D.; Noguera-Torres, B. Aceites esenciales y sus componentes como una alternativa en el control de mosquitos vectores de enfermedades. *Biomédica* 2017, 37, 224–243.
38. Juárez, ZN; Hernández, LR; Bach, H.; Sánchez-Arreola, E.; Bach, H. Actividad antifúngica de los aceites esenciales extraídos de Agastache mexicana ssp. xolocotziana y *Porophyllum linaria* contra patógenos poscosecha. *Indiana Cultivo. Pinchar. Rev*. 2015, 74, 178–182.
39. Dambolena, JS; Zuñino, diputado; Herrera, JM; Pizzolito, RP; Areco, Virginia; Zygadlo, JA Terpenos: Productos naturales para controlar insectos importantes para la salud humana: un estudio de la relación estructura-actividad. *Psique J. Entomol*. 2016, 2, 1–17.
40. Chantraine, JM; Dominique, L.; Ballivian, C.; Saavedra, G.; Ibáñez, R.; Vilaseca, LA Actividad insecticida de los aceites esenciales sobre larvas de *Aedes aegypti*. *Fitoter. Res*. 1998, 12, 350–354.
41. Jiménez, M.; Guzmán, AP; Azuara, E.; García, O.; Mendoza, señor; Beristain, CI Compuestos volátiles y actividad antioxidante de extractos de *Porophyllum tagetoides*. *Zumbido de alimentos vegetales. Nutrición. Rev*. 2012, 67, 57–63.
42. Bohlmann, F.; Baruah, RN; Domínguez, X. Otro derivado de ditienilo de *Porophyllum scoparia*. *J. Med. Planta Nat. Pinchar. Res*. 1984, 77, 77–78.
43. Hummelbrunner, Luisiana; Isman, MB Efectos agudos, subletales, antialimentarios y sinérgicos de los compuestos de aceites esenciales monoterpénoides en el gusano cortador del tabaco, *Spodoptera litura* (Lep., Noctuidae). *J. Agrícola. Química de los alimentos*. 2001, 715–720.
44. Bohlmann, F.; Zdero, C.; Rey, RM; Robinson, H. Derivados de timol de *Porophyllum riedelii*. *Fitoquímica* 1983, 22, 1035–1036.
45. Zarrad, K.; Hamouda, AB; Chaieb, I.; Laarif, A.; Jemâa, JM Composición química, actividad fumigante y antiacetilcolinesterasa de los aceites esenciales tunecinos de *Citrus aurantium* L. *Cultivo de Indiana. Pinchar*. 2015, 76, 121-127.
46. Bakker, J.; Gommers, FJ; Nieuwenhuis, I.; Wynberg, H. Fotoactivación del compuesto nematocida alfa-tertienilo de raíces de caléndulas (especie *Tagetes*). Un posible papel del oxígeno singlete. *J. Biol. Química*. 1979, 25, 1841–1844.
47. Nivsarkar, M.; Cherian, B.; Padh, H. Alpha-Terthienyl: un insecticida de nueva generación derivado de plantas. *actual. Ciencia*. 2001, 81, 667–672.
48. Postigo, A.; Cardoso, SP; Funes, M.; Sortino, M. Estudios mecanicistas de la inactivación fotodinámica de *Candida albicans* con extracto hexánico de *Porophyllum obscurum* y sus compuestos tiofénicos aislados. *Fotodiagnóstico Photodyn. El r*. 2019, 26, 420–429.
49. Souza MC, Siani AC, Ramos MFS, Ramos MFS, Menezes-de-Lima O Jr, Henriques MGMO. Evaluation of anti-inflammatory activity of essential oils from two Asteraceae species. *Pharmazie* [Internet]. 2003;58(8):582–6. Available from: <https://www.ingentaconnect.com/content/govi/pharmaz/2003/00000058/00000008/art00014>
50. Domingues Passero LF, Laurenti MD, Santos-Gomes G, Soares Campos BL, Sartorelli P, G. Lago JH. Plants used in traditional medicine: Extracts and secondary metabolites exhibiting antileishmanial activity. *Curr Clin Pharmacol* [Internet]. 2014;9(3):187–204. Available from: <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/ccp/2014/00000009/00000003/art00002>

51. Sultana, N.; Saify, ZS Biotransformación enzimática de terpenos como agentes bioactivos. J. Enzima. Inhibir. Medicina. Química. 2012, 28, 1113–1128.
52. Fontes, UR, Jr.; Ramos, CS; Serafini, señor; Cavalcanti, SCH; Alves, PB; Lima, GM; Andrade, PHS; Bonjardim, LR; Quintans, LJ, Jr; Araújo, AAS Evaluación de la letalidad del aceite esencial de *Porophyllum ruderale* contra *Biomphalaria glabrata*, *Aedes aegypti* y *Artemia salina*. África. J. Biotecnología. Rev. 2012, 11, 3169–3172.
53. Rattan, RS Mecanismo de acción de metabolitos secundarios insecticidas de origen vegetal. Prot. de cultivos. 2010, 29, 913–920.
54. Ashani-Esfahani S, Imanieh MH, Khosneviszadeh M, Meshksar A, Noorafshan A, Geramizadeh B, Ebrahimi S, Handjani F, Tanideh N. The healing effect of *Arnebia euchroma* in second degree burn wounds in rat as an animal model. Iran Red Crescent Med J. 2012; 14:70–4.
55. Chen S, Sun MZ, Wang B, Hao L, Zhang C, Xin Y. Wound healing effects of cactus extracts on second degree superficial burned mice. J Med Plants Res. 2011; 5:973–8.
56. Lima GM, Bonfim RR, Silva MR, Thomazzi SM, Santos MRV, Quintans-Júnior LJ, Bonjardim LR, Araújo AAS. Assessment of antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass., Asteraceae, aqueous extract. Rev. bras. Farmacogn. 2011; 21:486–90.
57. Pawłowska KA, Baracz T, Skowrońska W, Piwowarski JP, Majdan M, Malarz J, Stojakowska A, Zidorn C, Granica S. The contribution of phenolics to the anti-inflammatory potential of the extract from Bolivian coriander (*Porophyllum ruderale* subsp. *runderale*). Food chemistry, 2022, 371, 131116.
58. Marquesini NR. Máster Thesis. UFPR; Curitiba, Brazil: 1995. Plantas usadas como medicinais pelos indios do Parana e Santa Catarina, Sul do Brasil: Guarani, Kaingang, Xokleng, Ava-Guarani, Krao e Cayua; p. 361.
59. Renovato-Núñez J, Cobos-Puc LE, Ascacio-Valdés JA, Rodríguez-Herrera R, Iliná A, Barrón-González MP, Sierra-Rivera CA, Silva-Belmares SY. Polyphenolic characterisation and antiprotozoal effect of extracts obtained by maceration, ultrasound, microwave, and ultrasound/microwave of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. Natural product research, 2023, 1–5.
60. Fukalova T, García-Martínez MD, Raigón MD. Nutritional Composition, Bioactive Compounds, and Volatiles Profile Characterization of Two Edible Undervalued Plants: *Portulaca oleracea* L. and *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. Plants (Basel, Switzerland), 2022, 11(3), 377.
61. Vázquez-Atanacio MJ, Bautista M, González-Cortazar M, Romero-Estrada A, De la O-Arciniega M, Castañeda-Ovando A, Sosa-Gutiérrez CG, Ojeda-Ramírez D. Nephroprotective Activity of Papaloquelite (*Porophyllum ruderale*) in Thioacetamide-Induced Injury Model. Plants (Basel, Switzerland), 2022, 11(24), 3460.
62. Castillo R, Huerta P, Carrasco R, Rodrigo R. Estrés oxidativo y daño renal. CIMEL Ciencia Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana. 2003; 8:44–53.
63. Ruiz DH, Fernández Caraballo D, Rodríguez JA, Ballesteros-Hernández M. Oxidative stress in hypertension-related renal failure. Revista Cuba. Plantas Med. 2012; 31:16–25.
64. Vargas-Madriz ÁF, Luzardo-Ocampo I, Moreno-Celis U, Roldán-Padrón O, Chávez-Servín JL, Vergara-Castañeda HA, Martínez-Pacheco M, Mejía C, García-Gasca T, Kuri-García A. Comparison of Phytochemical Composition and Untargeted Metabolomic Analysis of an Extract from *Cnidioscolus acornifolius* (Mill.) I. I. Johnst and *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. and Biological Cytotoxic and Antiproliferative Activity In Vitro. Plants (Basel, Switzerland), 2023, (10), 1987.
65. Vargas-Madriz AF, Luzardo-Ocampo I, Chávez-Servín JL, Moreno-Celis U, Roldán-Padrón O, Vargas-Madriz H, Vergara-Castañeda HA, Kuri-García A. Comparison of Phenolic Compounds and Evaluation of Antioxidant Properties of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass (Asteraceae) from Different Geographical Areas of Queretaro (Mexico). Plants (Basel, Switzerland), 2023, 12(20), 3569.

#### Conflictos de interés

El autor declara no tener conflictos de interés en la publicación de este artículo.

#### Fuente de financiamiento

Autofinanciado.