

SEP

POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768



Núm. 55

Enero 2023



Enero 2023

Núm. 55

POLIBOTÁNICA



CONACYT

PÁG.

CONTENIDO

- 1 Clave para identificar las especies del género *Bursera* Jacq. ex L. (Burseraceae) en el estado de Michoacán, México.
Key for the identification of species of the genus Bursera Jacq. ex L. (Burseraceae) in the state of Michoacan, Mexico.
Rzedowski, J. | R. Medina-Lemos
- 11 Diversidad y estructura arbórea de un bosque templado bajo manejo en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México.
Diversity and tree structure of a managed temperate forest in the municipality of Pueblo Nuevo, Durango, Mexico.
Flores-Morales, E.A. | O.A. Aguirre-Calderón | E.J. Treviño-Garza | M.A. González- Tagle | E. Alanís-Rodríguez | G. Angeles-Pérez | F. Huizar-Ámezcuca.
- 27 Estructura, composición florística, biomasa aérea y contenido de carbono en la selva mediana perennifolia en Tizimín, Yucatán, México.
Structure, floristic composition, above-ground biomass and carbon content in tropical evergreen forest in Tizimin, Yucatan, Mexico.
Martínez-Gauna, C.A. | J.I. Yerena-Yamallel | L.G. Cuéllar-Rodríguez | E. Alanís-Rodríguez | E. J. Ortega-Arroyo.
- 51 Comparación de valores estructurales de manglar en diferentes condiciones de degradación ecológica.
Comparison of mangrove structural values in different conditions of ecological degradation.
Basáñez-Muñoz, A. de J. | A. Serrano | L. Cuervo-López | C. Naval-Avila | A. Capistrán-Barradas | A.G. Jordán-Garza.
- 71 Evaluación de una restauración mediante dron en el matorral espinoso tamaulipeco.
Evaluation of a restoration through drone in the tamaulipeco thornscrub.
Gutiérrez-Barrientos, M. | J.D. Marín-Solis | E. Alanís-Rodríguez | E. Buendía-Rodríguez.
- 87 Efecto de la cobertura y condiciones edáficas en la presencia de *Amoreuxia wrightii* A. Gray, en el noreste de México.
Effect of coverage and edaphic conditions on the presence of Amoreuxia wrightii A. Gray, in northeastern Mexico.
Patiño-Flores, Á.M. | E. Alanís-Rodríguez | V.M. Molina-Guerra | M.I. Yáñez-Díaz | A. Mora-Olivo | E. Jurado | H. González-Rodríguez
- 101 Componentes del rendimiento de *Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn. en Guerrero, México.
Yield components of Crotalaria longirostrata Hook. & Arn. in Guerrero, Mexico.
Salinas-Morales, J.L. | C.B. Peña-Valdivia | C. Trejo | M. Vázquez-Sánchez | C. López-Palacios | D. Padilla-Chacón.
- 123 Germinación y multiplicación de plantas *in vitro* de *Heimia salicifolia* (Lythraceae).
Germination and micropropagation in vitro of Heimia salicifolia (Lythraceae).
Ordoñez-Posadas, F. | M. de L. Martínez-Cárdenas | J.L. Rodríguez de la O.
- 139 Micropropagación de *Agave maximiliana* Baker por proliferación de yemas axilares.
Micropropagation of Agave maximiliana Baker by axillary shoot proliferation.
Santacruz-Ruvalcaba, F. | J.J. Castañeda-Nava | J.P. Villanueva-González | M.L. García-Sahagún | L. Portillo | M.L. Contreras-Pacheco.
- 153 Origen botánico y caracterización fisicoquímica de la miel de meliponinos (Apidae:Meliponini) de Teocelo, Veracruz, México.
Botanical origin and physicochemical characterization of meliponini honey (Apidae:Meliponini) from Teocelo, Veracruz, Mexico.
Ortiz-Reyes, L.Y. | D.L. Quiroz- García | M.L. Arreguín-Sánchez | R. Fernández-Nava.
- 171 Comparación anatómica de la lámina foliar de cinco especies leñosas nativas del noreste de México durante la época húmeda y seca.
Leaf blade anatomical comparison of five native woody species of northeastern Mexico during the wet and dry season.
Filio-Hernández, E. | H. González-Rodríguez | I. Cantú-Silva | T.G. Domínguez-Gómez | J.G. Marmolejo-Monsivais | M.V. Gómez-Meza.
- 185 Estudio anatómico e histoquímico de los órganos vegetativos de *Piper aduncum* L. (Piperaceae).
Anatomical and histochemical study of the vegetative organs of Piper aduncum L. (Piperaceae).
Arroyo, J. | P. Bonilla | M. Marín | G. Tomás | J. Huamán | G. Ronceros | E. Raez† | L. Moreno | W. Hamilton.
- 203 Evaluation of the hypoglycemic effect of *Tectaria heracleifolia* (Willd.) Underw. in mice with induced type 2 diabetes.
Evaluación del efecto hipoglucemiante de Tectaria heracleifolia (Willd.) Underw. en ratones con diabetes inducida tipo 2.
Luna-Rodríguez, A.K. | M.A. Zenil-Zenil | S. Cristians | A.M. Osuna-Fernández | H.R. Osuna-Fernández.
- 219 Árboles nativos de Sinaloa del sistema agroforestal huerto familiar.
Native trees of Sinaloa at the homegarden agroforestry system.
Avendaño-Gómez, A. | B. Salomón-Montijo | G. Márquez-Salazar.
- 241 Atributos tangibles e intangibles y diferenciación sensorial de la vainilla mexicana.
Tangible and intangible attributes and sensory differentiation of mexican vanilla.
Barrera-Rodríguez, A.I. | A. Espejel | M.G. Pérez | A.G. Ramírez-García.
- 257 Percepción local de los usos y situación ambiental y económica del toronjil (Lamiaceae) en tres comunidades del estado de Guerrero, México.
Local perception of the situation, environmental and economic uses of toronjil (Lamiaceae) in three communities of the state of Guerrero, Mexico.
Hernández-Ramírez, U. | M. Trujillo-Nájera | T. Romero-Rosales | A. Huicochea-Moctezuma | T. de J. Adame-Zambrano | M. A. Gruñtal-Santos.
- 271 Importancia relativa de las especies medicinales ofertadas en el mercado de Tepeaca, Puebla, México.
Relative importance of medicinal species offered in the Tepeaca market, Puebla, Mexico.
Reyes-Matamoros, J. | D. Martínez-Moreno | J.G. Fuentes-López | F. Basurto-Peña.

POLIBOTÁNICA

Núm. 55

ISSN electrónico: 2395-9525

Enero 2023

Portada

Bidens pilosa L. Asteraceae. “Acahual”. Aquenios de 5 a 18 mm de largo, los interiores lineares y más largos, los exteriores más o menos comprimidos dorso-ventralmente y más cortos, negruzcos a café, vilano con 3-2 aristas amarillas, de 1 a 3 mm de largo. Planta con múltiples propiedades terapéuticas, considerada en medicina popular como diurética y febrífuga, estomacal y antiulcerosa, para curar catarros con fiebre, faringitis y amigdalitis.

Bidens pilosa L. Asteraceae. “Acahual”. Achenes 5 to 18 mm long, inner ones linear and longer, outer ones more or less dorso-ventrally compressed and shorter, blackish to brownish, pappus with 3-2 yellow awns, 1 to 3 mm long. Plant with multiple therapeutic properties, considered in folk medicine as diuretic and febrifuge, stomachic and anti-ulcerous, to cure colds with fever, pharyngitis, and tonsillitis.

por/by **Rafael Fernández Nava**





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Director General: *Dr. Arturo Reyes Sandoval*

Secretario General: *Ing. Arq. Carlos Ruiz Cárdenas*

Secretario Académico: *Mtro. Mauricio Igor Jasso Zaranda*

Secretario de Innovación e Integración Social: *M. en C. Ricardo Monterrubio López*

Secretario de Investigación y Posgrado: *Dra. Laura Arreola Mendoza*

Secretario de Servicios Educativos: *Dra. Ana Lilia Coria Páez*

Secretario de Administración: *M. en C. Javier Tapia Santoyo*

Director de Educación Superior: *Dra. María Guadalupe Ramírez Sotelo*

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Maestra Decana en Funciones de Dirección:

M. en C. Yadira Fonseca Sabater

Subdirectora Académica:

M. en C. Martha Patricia Cervantes Cervantes

Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación:

Dr. Gerardo Aparicio Ozores

Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social:

Biól. Gonzalo Galindo Becerril

POLIBOTÁNICA, Año 28, No. 55, enero-junio 2023, es una publicación semestral editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas C.P. 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F. Teléfono 57296000 ext. 62331. <http://www.herbario.encb.ipn.mx/>, Editor responsable: Rafael Fernández Nava. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título No. 04-2015-011309001300-203. ISSN impreso: 1405-2768, ISSN digital: 2395-9525, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de informática de la ENCB del IPN, Rafael Fernández Nava, Unidad Profesional Lázaro Cárdenas, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala s/n, Col. Santo Tomas CP 11340 Delegación Miguel Hidalgo México, D.F.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

REVISTA BOTÁNICA INTERNACIONAL DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

EDITOR EN JEFE

Rafael Fernández Nava

EDITORIA ASOCIADA

María de la Luz Arreguín Sánchez

COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

Christiane Anderson
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan, US

Edith V. Gómez Sosa
Instituto de Botánica Darwinion
Buenos Aires, Argentina

Heike Vibrans
Colegio de Postgraduados
Estado de México, México

Jorge Llorente Bousquets
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Graciela Calderón de Rzedowski
Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Mich., México

Delia Fernández González
Universidad de León
León, España

Theodore S. Cochran
University of Wisconsin
Madison, Wisconsin, US

Jerzy Rzedowski Rotter
Instituto de Ecología del Bajío
Pátzcuaro, Mich., México

Hugo Cota Sánchez
University of Saskatchewan
Saskatoon, Saskatchewan, Canada

Luis Gerardo Zepeda Vallejo
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Fernando Chiang Cabrera
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Claude Sastre
Muséum National d'Histoire Naturelle
Paris, Francia

Thomas F. Daniel
California Academy of Sciences
San Francisco, California, US

Mauricio Velayos Rodríguez
Real Jardín Botánico
Madrid, España

Francisco de Asis Dos Santos
Universidade Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana, Brasil

Noemí Waksman de Torres
Universidad Autónoma de Nuevo León
Monterrey, NL, México

Carlos Fabián Vargas Mendoza
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Julieta Carranza Velázquez
Universidad de Costa Rica
San Pedro, Costa Rica

José Luis Godínez Ortega
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

Tom Wendt
University of Texas
Austin, Texas, US

José Manuel Rico Ordaz
Universidad de Oviedo
Oviedo, España

DISEÑO Y FORMACIÓN ELECTRÓNICA

Luz Elena Tejeda Hernández

OPEN JOURNAL SYSTEM Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Pedro Aráoz Palomino

Toda correspondencia relacionada con la revista deberá ser dirigida a:

Dr. Rafael Fernández Nava

Editor en Jefe de

POLIBOTÁNICA

Departamento de Botánica

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional

Apdo. Postal 17-564, CP 11410, Ciudad de México

Correo electrónico:

polibotanica@gmail.com

rfernand@ipn.mx

Dirección Web

http://www.polibotanica.mx

POLIBOTÁNICA es una revista indexada en:

CONACYT, índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica
del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

SciELO - Scientific Electronic Library Online.

Google Académico - Google Scholar.

DOAJ, Directorio de Revistas de Acceso Público.

Dialnet portal de difusión de la producción científica hispana.

REDIB Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

LATINDEX, Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América
Latina, el Caribe, España y Portugal.

PERIODICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.



EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS EXTRACTOS DE *Bidens pilosa* Y *Eryngium foetidum*

IN VITRO* EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL EFFECT OF EXTRACTS OF *Bidens pilosa* Y *Eryngium foetidum

Chafla-Moina, A. L. y L. M. Silva-Déley

EVALUACIÓN *IN VITRO* DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS EXTRACTOS
DE *Bidens pilosa* Y *Eryngium foetidum*

IN VITRO EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL EFFECT OF EXTRACTS OF
Bidens pilosa Y *Eryngium foetidum*



Evaluación *in vitro* del efecto antibacteriano de los extractos de *Bidens pilosa* y *Eryngium foetidum****In vitro* evaluation of the antibacterial effect of extracts of *Bidens pilosa* and *Eryngium foetidum***A. L. Chafla-Moina / achafla@uea.edu.ecFacultad de Ciencias de la Tierra
Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador

L. M. Silva-Déley

Medicina Veterinaria
Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, EcuadorChafla-Moina, A. L.
y L. M. Silva-DéleyEVALUACIÓN *IN VITRO*
DEL EFECTO
ANTIBACTERIANO DE LOS
EXTRACTOS DE *Bidens*
pilosa Y *Eryngium foetidum**IN VITRO* EVALUATION OF
THE ANTIBACTERIAL
EFFECT OF EXTRACTS OF
Bidens pilosa Y *Eryngium*
foetidum

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 55: 109-119. Enero 2023

DOI:
10.18387/polibotanica.55.8

RESUMEN: El objetivo del estudio fue identificar cualitativamente los metabolitos secundarios y evaluar el efecto antimicrobiano *in vitro* de las plantas *Bidens pilosa* y *Eryngium foetidum* frente a *Staphylococcus aureus* (C44-02), *Escherichia coli* (D31-12) y *Salmonella typhimurium* (D31-15). Esta actividad se observó mediante la técnica modificado de difusión en pocillos en agar Müeller Hinton, se utilizó 5 y 10 mg/mL de extracto por especie vegetal. Se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CBM) mediante difusión en agar, con soluciones del extracto vegetal en concentraciones de 250, 125, 62.5, 31.25 y 15.62 mg/mL para la CMI. El mayor porcentaje de rendimiento del extracto fue con *B. pilosa* de 1.3% y para la *E. foetidum* de 0.21%. El análisis fitoquímico reveló la presencia de metabolitos secundarios alcaloides, glúcidos, saponinas, esteroides, fenoles, terpenoides, flavonoides y taninos. El extracto etanólico de *E. foetidum* (10 mg/mL) presentó mayor actividad antimicrobiana frente a *S. aureus* con halo de inhibición de $21,0 \pm 2,0$ mm. y fue más sensible con una CMI 15.62 mg/mL y CMB 31.25 mg/mL, Para *B. pilosa* frente a *S. aureus* con CMI 62.5 mg/mL y CMB 125 mg/mL *E. coli* y *S. typhimurium* fueron más resistentes con CMI 125 mg/mL y CMB 125 y 250 mg/mL respectivamente. Esta búsqueda sugiere que los principios activos presentes en las plantas pueden jugar un rol significativo en la acción inhibitoria contra el *S. aureus* y que el etanol presente como solvente no es el responsable de tal efecto.

Palabras clave: *Bidens pilosa*, *Eryngium foetidum*, actividad antibacteriana, tamizaje fitoquímico.

ABSTRACT: The objective of the study was to qualitatively identify secondary metabolites and evaluate the *in vitro* antimicrobial effect of *Bidens pilosa* and *Eryngium foetidum* plants against *Staphylococcus aureus* (C44-02), *Escherichia coli* (D31-12) and *Salmonella typhimurium* (D31-15). This activity was observed by the modified well diffusion technique in Müeller Hinton agar, using 5 and 10 mg/mL of extract per plant species. The minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) were determined by agar diffusion, with solutions of the plant extract at concentrations of 250, 125, 62.5, 31.25 and 15.62 mg/mL for MIC. The highest percentage extract yield was with *B. pilosa* of 1.3% and for *E. foetidum* of 0.21%. Phytochemical analysis revealed the presence of secondary metabolites alkaloids, glucids, saponins, sterols, phenols, terpenoids, flavonoids and tannins. The ethanolic extract of *E. foetidum* (10 mg/mL) showed higher antimicrobial activity against *S. aureus* with inhibition halo of 21.0 ± 2.0 mm and was more sensitive with MIC 15.62 mg/mL and CMB 31.25 mg/mL, For *B. pilosa* against *S. aureus* with MIC 62.5 mg/mL and CMB 125 mg/mL *E. coli* and *S. typhimurium* were more resistant with MIC 125 mg/mL and CMB 125 and 250 mg/mL respectively. This finding suggests that the active principles present in the plants may play a significant role in

the inhibitory action against *S. aureus* and that the ethanol present as solvent is not responsible for such effect.

Key words: *Bidens pilosa*, *Eryngium foetidum*, antibacterial effect, phytochemical screening.

INTRODUCCIÓN

Las plantas constituyen un recurso valioso en los sistemas de salud de los países en desarrollo. Aunque no existen datos precisos para evaluar la extensión del uso global de plantas medicinales, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013) ha estimado que más del 80% de la población mundial utiliza, rutinariamente, la medicina tradicional para satisfacer sus necesidades de atención primaria de salud y que gran parte de los tratamientos tradicionales implica el uso de extractos de plantas o sus principios activos (Gallegos-Zurita & Gallegos, 2017).

La información sobre las propiedades curativas de las plantas medicinales se ha transmitido a lo largo de los siglos entre generaciones de comunidades humanas; la existencia de la medicina tradicional depende sobre la diversidad de especies de plantas y el conocimiento de su uso como medicamento (Maldonado *et al.*, 2020), esto ha llevado a los científicos a evaluar extractos de plantas medicinales de semillas, cortezas, flores y hojas para aislar posibles antimicrobianos futuros, debido a que el creciente número de antibióticos comerciales están perdiendo su eficacia frente a los microorganismos que cada vez son más resistentes (Masqui *et al.*, 2022).

A nivel etnobotánico, en la amazonia ecuatoriana se cuenta con el conocimiento ancestral de los pobladores nativos del interior de la Amazonía y en particular de la Provincia de Pastaza que refieren el uso de los extractos con actividad farmacológica, entre ellas se encuentra la planta *Bidens pilosa*, que se caracteriza por su variedad de principios activos (Ruiz *et al.*, 2022), siendo el principal constituyente aislados los poliacetilenos conjugados como la fenilheptatrina y el a-tertienil que inhiben los organismos patógenos (Arroyo *et al.*, 2010).

Por su parte en la *Eryngium foetidum* se ha determinado numerosos compuestos aromáticos como la 2,4,5-trimetilbenzaldehído y 5 -decanona reportados por Hemachandra *et al.* (2021) y su estudio se ha orientado a sus efectos antimicrobianos para el control en el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* y *Salmonella* donde se evidenció la aparente sensibilidad de las bacterias gran-positivas y la resistencia de las gran-negativas (Malik *et al.*, 2016).

El objetivo del presente trabajo fue identificar cualitativamente los metabolitos secundarios y evaluar la actividad antibacteriana *in vitro* de los extractos etanólicos de *B. pilosa* y *E. foetidum* determinando la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB) sobre cepas de *S. aureus*, *E. coli* y *S. typhimurium*

MATERIALES Y MÉTODOS

Material de estudio

Material vegetal: Las plantas de *B. pilosa* y *E. foetidum*, se recolectaron en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA), ubicado en el Cantón Arosemena Tola de la Provincia Napo, Ecuador (01° 11' 29" S, 77° 51' 25" O a una altura de 550 msnm, temperatura media de 25 °C, clima cálido húmedo, precipitación anual de 3538 mm y humedad relativa de 76%. Las especies fueron colectadas en los meses de mayo y noviembre de 2019 y se identificaron con base a sus características taxonómicas; posteriormente las hojas de cada planta se separaron de los materiales extraños, se pesaron y después se secaron a la sombra a temperatura ambiente durante ocho días hasta alcanzar un

peso constante y por diferencia de peso se determinó el contenido de humedad de 12%. Las muestras de 1,2 mm, se empacadas en frascos de 500 g y almacenaron en un lugar limpio y seco hasta su procesamiento (León Méndez *et al.*, 2015).

Tamizaje fitoquímico: Se pesaron 5 g del material vegetal seco para cuatro muestras por cada especie en estudio, empacadas con papel filtro y colocadas en vasos de precipitados de 150 ml. Se añadió 30 ml del disolvente (cloroformo, etanol al 96%, agua o HCl al 1%) a cada muestra, se taparon y calentaron en baño maría por 5 minutos (para HCl al 1%, fueron 10 minutos) (Rodríguez-Quezada *et al.*, 2021).

A los extractos de cada planta se les agregó el reactivo indicado para determinar cualitativamente el metabolito secundario siguiendo la metodología propuesta por Más Toro *et al.*, (2017). Se detectó la presencia de alcaloides, flavonoides, saponinas, taninos, terpenoides, glúcidos, fenoles totales y esteroides de acuerdo con los procedimientos propuestos por Pérez *et al.* (2021) y Rodríguez-Quezada *et al.* (2021).

Obtención de los extractos vegetales En el laboratorio de química de la Universidad Estatal Amazónica (UEA), se realizó la extracción con etanol al 98%, con la técnica de Soxhlet durante 48 h (Pimentel Ramírez *et al.*, 2015). El extracto etanólico se filtró y concentró en el rotaevaporador a presión reducida y temperatura constante de 80°C. Una vez evaporado el solvente, se obtuvo el extracto crudo de cada planta para su posterior almacenamiento a 4 °C. Se determinó la masa de cada uno de los extractos de las plantas estudiadas.

Microorganismos de ensayo: Se seleccionaron cepas bacterianas de referencia: una Grampositiva de *S. aureus* (C44-02) y dos Gramnegativas *E. coli* (D31-12) y *S. typhimurium* (D31-15) del cepario de colección de la UEA.

Preparación de los inóculos bacterianos: Se partió de cepas en estudio frescas y purificadas en un medio de cultivo básico. Con un asa de siembra en aro se tomó una pequeña cantidad de colonias para luego ser suspendidas en una solución de cloruro de sodio al 0,85% estéril hasta alcanzar la turbidez equivalente al 0,5 McFarland (1.5×10^8 UFC/mL). Se verificó la densidad correcta del estándar de turbidez midiendo la absorbancia con un espectrofotómetro Lengguang 759S en longitud de onda de 540 nm (Lage *et al.*, 2005).

Ensayo antibacteriano de extractos de hojas de *B. pilosa* y *E. foetidum* en organismos de prueba bacterianos

La actividad antibacteriana de los extractos *B. pilosa* y *E. foetidum* se determinó de acuerdo con la metodología descrita por (Torres *et al.*, 2017). Para evaluar la actividad antimicrobiana se utilizó el método modificado de difusión en pocillos en agar Müller Hinton para bacterias, se colocaron en las cajas Petri, 10 ml de agar, y se dejó en reposo hasta que solidifique, se adicionó 100 uL de inóculo de densidad celular de 1×10^7 UFC/mL y con la ayuda de un asa de Drigalsky se pasó de manera uniforme sobre la superficie del agar. En cada placa se realizaron los pocillos (5 mm de diámetro) con ayuda de un sacabocado estéril, donde se depositó el extracto con una concentración de 5 y 10 mg/pocillo a partir del extracto madre (100 mg/mL de alcohol al 98 %) todos los ensayos se realizaron por triplicado. Luego de una incubación a 37 °C por 24 h se realizó la lectura de los halos de inhibición con la ayuda de un calibrador Vernier. Las soluciones experimentales que actuaron como control negativo fue etanol al 98 % y control positivo Gentamicina (30µg/mL) se aplicaron en cantidades de 10 ul en discos de papel filtro Whatman # 3 (6mm de diámetro) con ayuda de una micropipeta marca Merck. Los ensayos se realizaron por triplicado.

Evaluación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) y mínima bactericida (CMB):

La CMI (concentración mínima inhibitoria) de los extractos se determinó por el método de dilución de agar (Pastrana *et al.*, 2017). Se tomó 5 colonias de las cajas de lacas Petri que cada microorganismo en estudio, para posteriormente ser diluidas en 5 mL de caldo triptosa hasta alcanzar la turbidez equivalente a 0.5 de la Escala Mac Farland, la cual equivale a una

concentración de 10^8 UFC/mL (Chukwujekwu E *et al.*, 2017). De esta solución se tomó 100 μ L y se inóculo en cada uno de los tubos menos en el tubo control, posteriormente se añadió cada extracto en una concentración de 250, 125, 62.5, 31.25 y 15.62 mg/mL. Los cultivos fueron incubados durante 24 h a 37 °C, sobre un agitador rotatorio, posteriormente el crecimiento bacteriano se examinó espectrofotométricamente. El tubo que no presentó turbidez o sea que se produce un crecimiento no visible fue tomada como la CMI de la sustancia para el microorganismo utilizado. Cada experimento se realizó por duplicado.

Para la determinación de la CMB, se tomaron alícuotas de los tubos en los que no se observó crecimiento en el ensayo de CMI y se sembraron en placas con gelosa sangre para Gram positivas y agar MacConkey para Gram negativas, las que se incubaron a 37 °C durante 24 h; la placa de menor concentración de extracto en la que no se observó crecimiento correspondió a la CMB. Los experimentos se realizaron por triplicado y sólo se validaron los resultados que mostraron coincidencia.

Análisis Estadístico: Los datos obtenidos en el estudio fueron estadísticamente analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de rango múltiple de Duncan (DMRT) para determinar la diferencia entre medios de tratamiento. $P < 0.05$ fue considerado como significativo.

RESULTADOS

El análisis fitoquímico preliminar de *B. pilosa* y *E. foetidum* revelaron la presencia algunos metabolitos secundarios (Cuadro 1) alcaloides, glucósidos, saponinas, terpenoides, fenoles, esteroides, flavonoides y taninos.

Cuadro 1. Componentes fitoquímicos de los extractos de *B. pilosa* y *E. foetidum*

Grupo de compuestos	Prueba	<i>B. pilosa</i>	<i>E. foetidum</i>
Alcaloides	Dragendorff/Mayer	+	-
Flavonoides	Cloruro férrico	+	+
Glúcidos	Keller-Killiani	+	+
Saponinas	Prueba de espuma	+	-
Taninos	Cloruro Férrico	+	+
Terpenoides	Liebermann-Buchard	+	+
Fenoles	Cloruro Férrico	+	+
Esteroides/esteroides	Salkowski	+	+

+ = presencia; - = ausencia

Como resultado del proceso de extracción a partir de aproximadamente 450 g de vegetal de *B. pilosa* y *E. foetidum*, se obtuvieron 5.8 ± 0.2 y 0.91 ± 0.7 g del extracto de interés. En el cuadro 2 se muestran los porcentajes de rendimiento de los extractos en estudio *B. pilosa* y *E. foetidum*. El mejor porcentaje de rendimiento fue obtenido con las hojas de *B. pilosa* de 1.3 % y para la *E. foetidum* de 0.21 % en noviembre.

Cuadro 2. Porcentaje de rendimiento del extracto etanólico de *B. pilosa* y *E. foetidum*.

Mes de recolección	Porcentaje de rendimiento %	
	<i>B. pilosa</i>	<i>E. foetidum</i>
Mayo	0.24	0.14
Noviembre	1.3	0.21

En el cuadro 3 se observa la acción de los extractos bioactivos que inhibieron el crecimiento de las cepas de *S. aureus*, *E. coli* y *S. typhimurium*.

Cuadro 3. Halo de inhibición de los extractos etanólicos, de *B. pilosa* y *E. foetidum* frente a *S. aureus*, *E. coli* y *S. typhimurium*

Bacterias	Halo de inhibición (mm)					
	<i>B. pilosa</i>		<i>E. foetidum</i>		G	Etanol
	5 mg/mL	10 mg/mL	5 mg/mL	10 mg/mL	30 µg/mL	98 %
<i>S. aureus</i>	8,8 ± 1,4 ^d	11,3 ± 1,6 ^c	15,0 ± 1,2 ^b	21,0 ± 2,0 ^a	21 ± 1.5 ^a	-
<i>E. coli</i>	5,7 ± 0,7 ^c	7,8 ± 0,9 ^b	10,0 ± 1,2 ^a	11,7 ± 0,7 ^a	18 ± 0.8 ^a	-
<i>S. typh.</i>	7,0 ± 0,3 ^c	8,3 ± 0,6 ^c	11,7 ± 0,7 ^b	12,3 ± 0,3 ^b	23 ± 1.6 ^a	-

^{a,b,c,d} Medias con letras diferentes dentro de filas difieren significativamente

± desviación estándar

G: Gentamicina

La interacción entre las concentraciones de los extractos de *B. pilosa* y *E. foetidum* y el crecimiento de las cepas *S. aureus*, *E. coli* y *S. typhimurium* muestran un comportamiento definido a la razón de un incremento de la concentración y el halo de inhibición. Los datos obtenidos presentan un nivel de significancia menor de α 0.05. (P-valor). La concentración de 10 mg/mL del extracto de *E. foetidum* para las tres cepas en estudio fue la que presentó valores superiores frente al extracto de *B. pilosa* (*S. aureus*: 21,0 ± 2,0, *E. coli*: 11,7 ± 0,7 y *S. typhimurium*: 12,7 ± 0,3). La media del diámetro del halo de inhibición indicó que el halo del extracto etanólico de la *E. foetidum* se encontró por debajo del control gentamicina. No se observó la formación de halo alrededor del alcohol, lo que elimina que los halos formados puedan deberse al etanol empleado para la preparación de los extractos.

Las CMI de los extractos analizados de *B. pilosa* y *E. foetidum* aparecen en el cuadro 4. Se observa que los extractos etanólicos de ambas plantas, a concentraciones altas, tienen una acción inhibitoria sobre las tres especies bacterianas utilizadas.

Cuadro 4. Evaluación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) de los extractos de *B. pilosa* y *E. foetidum* frente a 3 especies bacterianas.

Bacterias	<i>B. pilosa</i> (mg/mL)	<i>E. foetidum</i> (mg/mL)
<i>S. aureus</i>	62.5	15.6
<i>E. coli</i>	125.0	62.5
<i>S. typhimurium</i> .	125.0	62.5

El extracto etanólico de *E. foetidum* mostró actividad inhibitoria contra *S. aureus*, comprobado por la mínima concentración requerida para su inhibición. Por el contrario, al realizar el enfrentamiento de las cepas de *E. coli* y *S. typhimurium* se evidenció que requieren mayor concentración de extracto para su inhibición siendo mayor la concentración de *B. pilosa*. Se puede suponer que los extractos etanólicos de las plantas probadas, tienen baja actividad sobre bacterias gramnegativas, posiblemente, porque las bacterias presentan compuestos anfipáticos que operan como bombas de expulsión de diversas sustancias, por lo cual, el antibacteriano es expulsado de manera inmediata, sin alcanzar a cumplir el efecto (Argote *et al.*, 2017). Por otro lado, de acuerdo con nuestros datos este primer estudio, *E. auerus*, *E. coli* y *S. typhimurium* mostraron tener mayor sensibilidad a causa de algún compuesto fitoquímico presente en los extractos en estudio, como se muestra en cuadro 1 se puede establecer la presencia de Taninos,

Esteroides, Fenoles y Flavonoides en el extracto etanólico de *E. foetidum*. En las pruebas fitoquímicas preliminares se analizó la presencia o ausencia de aquellos metabolitos secundarios que están ampliamente distribuidas en los extractos de *B. pilosa* y *E. foetidum* y que están relacionadas con alguna o varias actividades biológicas. Se puede deducir que estos metabolitos secundarios son sintetizados como respuesta a la influencia de diferentes factores relacionados con su hábitat, como son la temperatura, el pH, la salinidad, presencia de otros organismos (Sotero *et al.*, 2017)

Cuadro 5. Evaluación de la Concentración Mínima Bactericida (CMB) de los extractos de *B. pilosa* y *E. foetidum* frente a 3 especies bacterianas.

Bacterias	<i>B. pilosa</i> (mg/ml)	<i>E. foetidum</i> (mg/ml)
<i>S. aureus</i>	125	31.25
<i>E. coli</i>	125	125
<i>S. typhimurium.</i>	250	125

En el cuadro 5, se muestra la CMB por las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *B. pilosa* y *E. foetidum*, observándose que la concentración de 31.25 mg/mL del extracto de *E. foetidum* impide la formación de unidades formadoras de colonias de *S. aureus*. Mientras que el extracto de *B. pilosa* frente a *S. typhimurium*. La inhibición se logra con una concentración de 250 mg/mL. Se puede decir que a medida que aumenta la concentración del extracto disminuye el recuento de unidades formadoras de colonias.

DISCUSIÓN

Los metabolitos secundarios identificados en los extractos de la *B. pilosa* se incluyen dentro del estudio realizado por Xuan & Khanh, (2016) quienes determinaron 301 compuestos pertenecientes a poliacetilenos, glucósidos de poliacetileno, flavonoides, glucósidos de flavona, auronas, chalconas, glucósidos de okanina, ácidos fenólicos, terpenos, feofitinas, ácidos grasos, taninos y fitoesteros de los diferentes partes de esta planta, siendo considerados muchos de los metabolitos como los compuestos bioactivos que son potencialmente responsables por las acciones farmacológicas.

Respecto a la evaluación de metabolitos secundarios del extracto de *E. foetidum*, la identificación cualitativa permitió corroborar los estudios realizados Paul *et al.* (2011) quienes determinaron la presencia de flavonoides, taninos, saponina y varios triterpenoides; pero no se informaron la presencia de alcaloides. Los estudios farmacológicos de las partes aéreas de la planta han demostrado actividad antihelmíntica debido a la acción erylal, antiinflamatoria gracias a las fracciones de fitoesteros, actividad anticonvulsiva en los modelos respectivos y actividad antibacteriana selectiva contra las especies de *Salmonella* y el género de bacterias *Erwinia* (Paul *et al.*, 2011).

Respecto a la actividad antibacteriana, los extractos de *B. pilosa* fueron efectivos para inhibir *S. aureus* tal como se observa en los diámetros de inhibición de $11,3 \pm 1,6$ mm en comparación con *E. coli* que mostraron halos de $7,8 \pm 0,9$ mm y para *S. typhimurium* $8,3 \pm 0,6$ mm. Los resultados obtenidos fueron superiores a los reportados por Cruz *et al.*, (2010) quienes demostraron la acción bactericida del extracto de *B. pilosa* contra *S. aureus* con formación de halos de inhibición de 17,6 mm y negativo para *E. coli*. Otro estudio mostró halos de inhibición de $15,66 \pm 0,25$ mm para *S. aureus* y para *E. coli* halos de inhibición de $18,2 \pm 0,25$ mm (Singh *et al.*, 2017). En el presente estudio se encontró que *E. coli* (bacteria Gram negativa) es más resistente al extracto etanólico de la *B. pilosa* que *S. aureus* (bacteria Gram positiva), esto se reafirma con los estudios de Panda *et al.* (2019) quienes demostraron que los patógenos

Gram-positivos fueron claramente más susceptibles a la mayoría de los extractos en comparación con las especies Gramnegativas, esto debido a que los extractos presentan fitocompuestos como fenoles, flavonoides, taninos, saponinas, esteroides y terpenos. Estudios realizados por da Silva *et al.* (2014) quienes utilizaron las hojas de *B. pilosa* presentaron diámetros medios de los halos de inhibición significativamente mayores que la clorexidina 0,12% y el extracto fue más activos frente a *S. aureus* ATCC ($p < 0,05$).

El extracto de *E. foetidum* por su parte generó significativamente mayor halo de inhibición que la *B. pilosa* para las tres cepas siendo la cepa de *S. aureus* la de mayor halo de inhibición ($21,0 \pm 2,0$ mm). Begum *et al.* (2018) determinaron halos de inhibición para *S. aureus* de $19,54 \pm 1,5$ valores muy cercanos a los encontrados en el presente estudio, sin embargo, para *E. coli* los valores determinados por los autores fueron superiores ($28,77 \pm 1,3$). (Brito & Silva, 2022) estudiaron diferentes extractos de especies vegetales del Norte de Brasil y encontraron resistencia antimicrobiana para *S. aureus* ($10 \pm 1,4$ mm) y negativo para *E. coli* con *E. foetidum*, Lingaraju *et al.* (2016) al examinar el efecto antibacteriano de la *E. foetidum* encontraron halos de inhibición de 15 para *E. coli* y 20 para *E. aureus*. Estudios farmacológicos realizados por Paul *et al.* (2011) de las partes aéreas de *E. foetidum* demostraron actividad antibacteriana selectiva contra las especies de *Salmonella* debido a las fracciones de fitoesteroides.

CMI y CMB de los microorganismos frente al extracto de *B. pilosa* y *E. foetidum*, la metodología fue dirigida inicialmente a la determinación de la actividad de los antibióticos, pero ha sido modificado para determinar la actividad antimicrobiana; adaptándose para determinar la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales y los extractos de plantas (Sun *et al.*, 2021). La CMI se define como la menor concentración del extracto que produce el 90% de reducción en el crecimiento de las colonias. La CMB se define como la mínima concentración del extracto que produce al menos un 99,9% de reducción en el crecimiento de las colonias (Stan *et al.*, 2021).

Respecto a la concentración mínima inhibitoria (CMI) los resultados obtenidos en la presente investigación mostraron inhibición para *E. aureus* de 15,62 mg/ml con extracto de *E. foetidum* y para gramnegativas se requiere de mayor concentración (62,5 mg/ml). En referencia al extracto de *B. pilosa* la inhibición se alcanzó con concentraciones de 62,5 mg/ml para *E. aureus* y 125 mg/ml para las gramnegativas. Lingaraju *et al.* (2016) reportaron CMI para las bacterias grampositivas y gramnegativas en estudio, concentraciones de 2,5 mg/ml en extracto de *E. foetidum*. Lawal *et al.* (2015) determinaron que los extractos metanólicos de la *B. Pilosa* inhiben las bacterias de *E. coli* a concentraciones de 200 (μ g/ml) y para *E. aureus*. Cruz *et al.* (2010) demostraron el efecto del extracto etanólico de la *B. pilosa* para *E. aureus* de 12 μ g/ml. La diferencia de polaridad de los extractos parece ser un factor para considerar debido a que los compuestos altamente polares extraen la mayor cantidad de principios bioactivos; estudios realizados han demostrado que los compuestos polares tienen efectos antimicrobianos, aunque compuestos no polares como naftoquinonas también han demostrado este efecto (Lawal *et al.*, 2015). Falowo *et al.* (2016) demostraron que el ensayo antibacteriano de los extractos de *B. pilosa* reveló una apreciable actividad de amplio espectro frente a las bacterias examinadas (*E. coli*) con concentraciones inhibitorias mínimas utilizando rangos entre 0,6 y 10,0 mg/mL. En la determinación de la CMB, el extracto etanólico de *E. foetidum* (10 mg/mL) presentó mayor actividad antimicrobiana frente a *S. aureus* con CMB 31.25 mg/mL, Para *B. pilosa* frente a *S. aureus* una CMB de 125 mg/mL *E. coli* y *S. typhimurium* fueron más resistentes con CMB 125 y 250 mg/mL respectivamente. En el presente estudio, se demostró que el etanol utilizado como solvente de los extractos en crudo no es el responsable de la actividad antimicrobiana, debido a que se encontró que la CMI y la CMB del etanol negativos. Con ello se aclara que el etanol es sólo utilizado como un solvente de esta resina y no como coadyuvante y, aunque está demostrado que los extractos etanólicos de las plantas en estudio son efectivas que las acuosas.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se pudo encontrar que los extractos etanólicos obtenidos a partir de las plantas *B. pilosa* y *E. foetidum* presentaron actividad *in vitro* frente a *S. aureus*, *E. coli* y *Salmonella typhimurium*. Sobre *S. aureus*, el extracto de *Eryngium foetidum* fue el que tuvo mayor acción antibacteriana, clasificándose como sensibles. Las plantas estudiadas, en particular *E. foetidum*, por la actividad demostrada ante *S. aureus*, pueden constituir una alternativa contra bacterias Gram positivas.

LITERATURA CITADA

- Argote, E., Suárez, Z., Tobar, M., Pérez, J., Hurtado, A., & Delgado Johannes. (2017). Evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2, 52–60. [https://doi.org/doi://dx.doi.org/10.18684/bsaa\(v15\)EdiciónEspecialn2.578](https://doi.org/doi://dx.doi.org/10.18684/bsaa(v15)EdiciónEspecialn2.578)
- Arroyo, J., Bonilla, P., Ráez, E., Barreda, A., & Huamán, O. (2010). Efecto quimioprotector de *Bidens pilosa* en el cáncer de mama inducido en ratas. In *Anales de la Facultad de Medicina* (Vol. 71, Issue 3). Facultad de Medicina San Fernando de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832010000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Begum, S., Ahmaruzzaman, M., & PradipAdhikari, P. (2018). Ecofriendly bio-synthetic route to synthesize ZnO nanoparticles using *Eryngium foetidum* L. and their activity against pathogenic bacteria. *Materials Letters*, 228, 37–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matlet.2018.05.091>
- Brito, A. E. de O., & Silva, C. S. M. da. (2022). Atividade antimicrobiana de extratos vegetais de especiarias do norte do Brasil. *Research, Society and Development*, 11(2), e52011226047. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.26047>
- Chukwujekwu E, J. O., Ntale, M., Ogbonnia, S. O., Agwu, E., Kihdze Tanayen, J., Iceland Kasozi, K., Onyeka Okonkwo, C., Shodunke, A., Amamchukwu Akunne, A., Ephraim Dafiewhare, O., Chibuogwu Ebosie, J., & Byarugaba, F. (2017). *In vitro* Antibacterial Efficacy of *Bidens pilosa*, *Ageratum conyzoides* and *Ocimum suave* Extracts against HIV/AIDS Patients' Oral Bacteria in South-Western Uganda. *Pharmacology & Pharmacy*, 08(09), 306–323. <https://doi.org/10.4236/pp.2017.89023>
- Cruz, A., Rodríguez, N., & Rodríguez, C. (2010). Evaluación *in vitro* del efecto antibacteriano de los extractos de *Bidens pilosa*, *Lantana camara*, *Schinus molle* y *Silybum marianum*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 13(2), 117–124. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262010000200014&lng=en&nrm=iso&tlng=
- da Silva, J., Cerdeira, C. D., Chavasco, J. M., Cintra, A. B. P., da Silva, C. B. P., de Mendonça, A. N., Ishikawa, T., Boriollo, M. F. G., & Chavasco, J. K. (2014). Triagem *in vitro* da atividade antibacteriana de *Bidens pilosa* Linné e *Annona crassiflora* Mart. contra *Staphylococcus aureus* resistente à oxacilina (ORSA) provenientes do ambiente aéreo na clínica odontológica. *Revista Do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 56(4), 333–340. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652014000400011>
- Falowo, A. B., Muchenje, V., Hugo, C. J., & Charimba, G. (2016). Actividades antimicrobianas *in vitro* de extractos de hoja de *Bidens pilosa* y *Moringa oleifera* y sus efectos en la calidad de ternera triturada durante el almacenamiento en frío. *CYTA - Journal of Food*, 14(4), 541–546. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1162847>
- Gallegos-Zurita, M., & Gallegos, D. (2017). Plantas medicinales utilizadas en el tratamiento de enfermedades de la piel en comunidades rurales de la provincia de Los Ríos – Ecuador. *Anales de La Facultad de Medicina*, 78(3), 315. <https://doi.org/10.15381/anales.v78i3.13767>

- Hemachandra, G. H. T. K., Thuvaragan, S., & Sanmugarajah, V. (2021). Pharmacological screening of *Eryngium foetidum* Linn – A Review. *Borneo Journal of Pharmacy*, 4(4), 248–259. <https://doi.org/10.33084/bjop.v4i4.2377>
- Lage, L., Panizo, M. M., Ferrara, G., & Reviakina, V. (2005). Validación del inóculo por densitometría para las pruebas de susceptibilidad a los antifúngicos en especies del género *Fusarium*. In *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología* (Vol. 33, Issue 1). Sociedad Venezolana de Microbiología. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562013000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Lawal, O., Amisu, K., Akinyemi, S., Sanni, A., Simelane, M., Mosa, R., & Opoku, A. (2015). *In vitro* Antibacterial Activity of Aqueous Extracts of *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) from Nigeria. *British Microbiology Research Journal*, 8(4), 525–531. <https://doi.org/10.9734/bmrj/2015/17900>
- León Méndez, G., Osorio Fortich, M. del R., & Martínez Useche, S. R. (2015). Comparación de dos métodos de extracción del aceite esencial de *Citrus sinensis* L. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(4), 0–0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152015000400014&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Lingaraju, D., Sudarshana, M., Mahendra, C., & Poornachandra, K. (2016). Phytochemical Screening And Antimicrobial Activity Of Leaf Extracts Of *Eryngium Foetidum* L. (Apiaceae). *Indo American Journal of Pharmaceutical Research*, 6(2), 4339–4344. www.iajpr.com
- Maldonado, C., Paniagua-Zambrana, N., Bussmann, R. W., Zenteno-Ruiz, F. S., & Fuentes, A. F. (2020). La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (COVID-19). *Ecología En Bolivia*, 55(1), 1–5. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282020000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Malik, T., Pandey, D. K., Roy, P., & Okram, A. (2016). Evaluation of phytochemicals, antioxidant, antibacterial and antidiabetic potential of *Alpinia galanga* and *Eryngium foetidum* plants of Manipur (India). *Pharmacognosy Journal*, 8(5), 459–464. <https://doi.org/10.5530/pj.2016.5.8>
- Más Toro, D., Martínez Aguilar, Y., Rodríguez Bertot, R., Pupo Torres, G., Rosabal Nava, O., & Olmo González, C. (2017). Análisis preliminar de los metabolitos secundarios de polvos mixtos de hojas de plantas medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 22(1), 0–0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962017000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=pt
- Masqui, M., Gaviláñez, J., Pilco, K., & Jácome, C. (2022). Essential oils with antimicrobial effect obtained from citrus fruits for food preservation. *Journal of Agro-Industry Sciences*, 4(1), 37–44. <https://doi.org/10.17268/jais.2022.005>
- OMS. (2013). Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. (http://Www.Who.Int/about/Licensing/Copyright_form/En/Index.Html).
- Panda, S., Mohanta, Y., Padhi, L., & Luyten, W. (2019). Antimicrobial activity of select edible plants from Odisha, India against food-borne pathogens. *LWT - Food Science and Technology*, 113(1), 175–184. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.06.013>
- Pastrana, Y., Acevedo Correa, D., & Durango, A. (2017). Efecto Antimicrobiano del Clavo y la Canela sobre patógenos. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 56. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)56-65](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)56-65)
- Paul, J. H. A., Seaforth, C. E., & Tikasingh, T. (2011). *Eryngium foetidum* L.: A review. *Fitoterapia*, 82(3), 302–308. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.11.010>
- Pérez, Y., Amaro, D., Robledo, L., Martínez, M., & Rondón, A. (2021). Caracterización fitoquímica y antibacteriana de cinco plantas arvenses presentes en la provincia de Matanzas, Cuba. *Centro Agrícola*, 48(3), 32–42.
- Pimentel Ramirez, E., Castillo Andamayo, D., Quintana Del Solar, Maurtua Torres, D., Villegas Vilchez, L., & Díaz Santisteban, C. (2015). Efecto antibacteriano de extractos etanólicos de plantas utilizadas en las tradiciones culinarias andinas sobre microorganismos de la cavidad bucal. *Revista Estomatológica Herediana*, 25(4), 268–

Recibido:
3/agosto/2022

Aceptado:
12/enero/2023

277. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552015000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Rodríguez-Quezada, M., Gamarra-Torres, O. A., & Romel Pérez-Azahuanche, F. (2021). Tamizaje fitoquímico y actividad antibacteriana de los extractos de seis plantas medicinales usadas en Amazonas. In *MEDICINA NATURALISTA* (Vol. 15).
- Ruiz, E., Mendoza, M., Polanco, A., Segovia, D., Alcivar, U., & Dueñas, A. (2022). Phytochemical study of the plant species *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) and *Croton floccosus* (Euphorbiaceae). *F1000Research*, 11, 702. <https://doi.org/10.12688/f1000research.112653.1>
- Singh, G., Passsari, A., Singh, P., Leo, V., Subbarayan, S., Kumar, B., Singh, B., Lahlennawia, H., & Kumar, N. (2017). Pharmacological potential of *Bidens pilosa* L. and determination of bioactive compounds using UHPLC-QqQLIT-MS/MS and GC/MS. *BMC Complement Altern Med.*, 17(1), 492.
- Sotero, F., Arreguin, S., García, A., Fernández, L., López, M., Morales, C., Flores, A., & Salazar, J. (2017). Evaluación de dos extractos de *Stevia rebaudiana* Bertoni sobre enterobacterias resistentes a antibióticos. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 48(3), 74–80. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57956616009>
- Stan, D., Enciu, A. M., Mateescu, A. L., Ion, A. C., Brezeanu, A. C., Stan, D., & Tanase, C. (2021). Natural Compounds With Antimicrobial and Antiviral Effect and Nanocarriers Used for Their Transportation. In *Frontiers in Pharmacology* (Vol. 12). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.723233>
- Sun, L., Li, S., Wang, L., & Song, X. (2021). A semiparametric mixture model approach for regression analysis of partly interval-censored data with a cured subgroup. *Statistical Methods in Medical Research*, 30(8), 1890–1903.
- Torres, J., León-Quispe, J., & Tomas-Chota, G. (2017). Actividad antibacteriana y antifúngica de extractos de hojas de *Luma chequen* (Molina) A. Gray (arrayán) frente a patógenos de origen clínico. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, 37(1), 10–16. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562017000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Xuan, T. D., & Khanh, T. D. (2016). Chemistry and pharmacology of *Bidens pilosa*: an overview. In *Journal of Pharmaceutical Investigation* (Vol. 46, Issue 2, pp. 91–132). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s40005-016-0231-6>