

Artículo original

Estudio fitoquímico preliminar y evaluación de la actividad antibacteriana del extracto metanólico de las hojas de *Baccharis prunifolia* Kunt.

Preliminary phytochemical study and antibacterial activity evaluation of methanolic extract of *Baccharis prunifolia* Kunt. leaves.

Buitrago-Díaz Alexis Alberto^{1,2*}, Rojas-Vera Janne¹, Velasco-Carrillo Judith³, Meléndez-González Pablo Antonio⁴.

¹Grupo de Investigación “Biomoléculas Orgánicas”, Instituto de Investigaciones, Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, Venezuela. ²Departamento de Análisis y Control, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, Venezuela. ³Departamento de Microbiología y Parasitología, Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, Venezuela. ⁴Departamento de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos, Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, Venezuela.

Recibido: 14 de junio de 2024 –Aceptado: 25 de agosto de 2024

RESUMEN

El uso indiscriminado de los antibióticos es considerado una amenaza a la salud pública y un desafío para la medicina moderna en la búsqueda de nuevas moléculas activas de fuentes naturales. *Baccharis prunifolia* (Asteraceae), un arbusto recolectado en el páramo de Piñango del estado Mérida, fue sometido a un proceso de maceración a temperatura ambiente con metanol, posteriormente el concentrado alcohólico de las hojas (**HBp**) fue analizado cualitativamente aplicando diversas reacciones colorimétricas que permitieron establecer la presencia en cantidades moderadas de fenoles, flavonoides, taninos y cumarinas. De igual manera, mínimas proporciones de alcaloides, glicósidos cardiotónicos y esteroides, así como ausencia de saponinas y mucílagos. Por otra parte, el ensayo antibacteriano de **HBp** realizado por el método de difusión en agar con discos de papel (Kirby-Bauer) solo mostró efecto frente a la bacteria grampositiva *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) a una concentración inhibitoria mínima de 100 mg mL⁻¹.

PALABRAS CLAVE

Baccharis prunifolia, tamizaje fitoquímico, actividad antibacteriana, metabolitos secundarios.

ABSTRACT

The indiscriminate use of antibiotics is considered a threat to public health and it is challenging the modern medicine to carry on searching for new active molecules from natural sources. *Baccharis prunifolia* (Asteraceae), a shrub collected from Piñango paramo, Mérida State, was subjected to a room temperature maceration process with methanol, subsequently, the concentrated alcohol extract leaves (**HBp**) were qualitatively analyzed applying several colorimetric reactions that allowed to established the presence of moderate quantities of phenols, flavonoids, tannins and coumarins. Similarly, minimum amounts of alkaloids, cardiotonic glycosides and steroids, likewise, absence of saponins and mucilages. On the other hand, the antibacterial activity assay of **HBp** carried out through the disk diffusion agar method (Kirby-

Bauer) only showed effect against grampositive bacteria *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) at minimum inhibitory concentration of 100 mgmL⁻¹.

KEY WORDS

Baccharis prunifolia, phytochemical screening, antibacterial activity, secondary metabolites.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la resistencia a los antibióticos es considerada una amenaza a la salud pública y un desafío para la medicina moderna en la búsqueda de nuevas moléculas activas. Su alta incidencia se asocia al incremento de las infecciones causadas por bacterias multirresistentes presentes en las unidades de cuidados intensivos, así como al uso indebido de algunos fármacos [1,2]. Motivo por el cual los productos naturales continúan siendo una fuente inagotable para el descubrimiento de nuevos compuestos bioactivos con actividad antimicrobiana [3].

El género *Baccharis* (Asteraceae) se encuentra representado por 500 especies, ampliamente distribuidas en Brasil, Argentina, Colombia, Chile, Venezuela y México; descritas como arbustos perennes con indumento en tallos, hojas pubescentes y flores de color blanco o amarillento [4-6]. En Venezuela se encuentran las especies: *B. brachylaenoides* DC, *B. latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers., *B. meridensis* Steyer., *B. nitida* (Ruiz & Pav.) Pers., *B. pedunculata* (Miller) Cabrera, *B. prunifolia* Kunth, *B. tricuneata* (L.f.) Pers. y *B. trinervis* Pers, ampliamente distribuidas en los páramos de los estados Táchira, Mérida y Trujillo en altitudes superiores a los 2500 m s. n. m. De igual manera, se localizan algunas especies en las zonas montañosas de Amazonas, Barinas, Distrito Federal, Falcón, Miranda, Monagas y Lara [7].

Los estudios fitoquímicos para las especies del género *Baccharis* reportan altas concentraciones de diversos flavonoides y terpenos considerados marcadores quimiotaxonómicos. Asimismo, otras estructuras químicas relacionadas con los ácidos grasos, cumarinas, entclerodanos y chalconas [4,8-10]. En la medicina tradicional las diferentes partes

de la planta son utilizadas en cocimiento para el tratamiento de úlceras, fiebres, dolores musculares, anemias y trastornos digestivos [10,11]. La literatura especializada reporta diversos estudios sobre los ensayos biológicos para los extractos, compuestos aislados y aceites esenciales de algunas especies del género; destacando su acción antimicrobiana contra una variedad de microorganismos, a saber: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Cryptococcus neoformans*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Microsporium gypseum*, *Microsporium canis*, *Microsporium gypseum*, entre otros [5,6,9,11-16].

Los diversos ensayos para determinar actividad antioxidante *In Vitro* realizados en algunas especies del género *Baccharis* establecen una elevada capacidad para estabilizar los radicales libres por la presencia de los compuestos oxigenados quercitrina, isoquercitrina, rutina, hispidulina, eupafolina y algunos derivados del ácido clorogénico [4,9,17].

Por otro lado, el estudio citotóxico realizado con el extracto metanólico de las partes aéreas de *Baccharis obtusifolia* y los compuestos aislados 5,4'-dihidroxi-7-metoxiflavanona y 5-hidroxi-7,4'-dimetoxiflavona mostraron un efecto marcado sobre la inhibición en la proliferación de las líneas celulares de próstata (PC-3), colon (RKO), astrocitos (D-384) y mamas (MCF-7) [8].

En otro estudio determinaron que la administración del extracto acuoso de las hojas de *Baccharis trimera* en ratones de la raza Swiss (80 mg/kg) sometidos a estímulos mecánicos (alodinia), calentamiento plantar (hiperalgesia) y edema podal, conllevó a un descenso progresivo del proceso noniceptivo, el cual detectaron por la variación en la concentración de los linfocitos en sangre al contrastarlo con los valores obtenidos con el fármaco de referencia Diclofenac sodico® [13].

Con los compuestos pectolinaringenina, hispidulina y ácido cafeico aislados del extracto etanólico de *Baccharis uncinella* realizaron un ensayo *In Vitro* contra tripomastigotes de varias cepas de *Leishmania* obteniendo valores de IC₅₀ inferiores a 61 mg mL⁻¹ [18]. Otro estudio llevado

a cabo con el flavonoide sakuranetina derivado de la fase clorofórmica de las hojas de *Baccharis retusa*, mostró acción contra promastigotes y amastigotes de *Leishmania amazonensis*, *Leishmania braziliensis* y *Leishmania* spp. con valores de IC₅₀ entre 43 a 52 µg mL⁻¹. De igual manera, un efecto inhibitorio sobre los tripomastigotes de *Tripanosoma cruzi* a un IC₅₀ de 20,17 µg mL⁻¹ [19].

La presente investigación tiene como objetivo determinar cualitativamente la presencia de algunos metabolitos secundarios en el extracto metanólico de las hojas de *Baccharis prunifolia* Kunt. y evaluar la actividad antibacteriana contra microorganismos grampositivos y gramnegativos de referencia internacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección del material vegetal: las hojas de *Baccharis prunifolia* (HBp) se recolectaron a una altitud de 4118 m s. n. m. (8°86'95" N-70°84'40" W), en el sector collado del Cóndor ubicado a 20 km de la población de Piñango, Municipio Miranda del estado Mérida.

Determinación taxonómica de la planta: la identificación de la muestra vegetal recolectada fue realizada por el Dr. Pablo Meléndez. Una muestra testigo con el código **JR 63** fue depositada en el Herbario "Dr. Luis Ruíz Terán" (MERF), Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Selección y tratamiento del material vegetal: una cantidad equivalente a 250 g de las hojas recolectadas se sometieron a un proceso de secado utilizando un horno eléctrico a la temperatura de 40°C durante al menos 72 horas. Transcurrido este tiempo, la muestra libre de humedad y quebradiza al tacto fue sometida a un proceso de molienda hasta obtener un polvo equivalente a 180 g de HBp, el cual fue colocado en un envase rotulado y conservado en un lugar fresco.

Extracción por maceración: con el polvo de HBp se realizó una extracción sólido-líquido por maceración en frío utilizando como solvente metanol durante dos ciclos continuos de cinco días. La solución resultante se filtró por gravedad y concentró destilando el solvente a presión reducida

utilizando un rotavapor a la temperatura de 40°C. El extracto con un peso de 16 g fue colocado en un frasco de color ámbar identificado y conservado bajo refrigeración hasta el día del análisis.

Tamizaje Fitoquímico: el ensayo cualitativo preliminar para el extracto metanólico de HBp se realizó aplicando diferentes reacciones colorimétricas y separaciones cromatográficas que permitieron identificar de manera cualitativa la presencia de alcaloides, antraquinonas, glicósidos, saponinas, flavonoides, cumarinas, mucílagos, taninos, esteroides y fenoles. Este procedimiento, consistió en tomar tres porciones del extracto colocados por separado en tubos de ensayo para luego disolverlos utilizando un solvente adecuado con la ayuda de un agitador tipo vortex. El contenido de cada tubo fue filtrado y su pH ajustado añadiendo gotas de ácido o base según los requerimientos para cada ensayo. Finalmente, se adicionó a la solución resultante el correspondiente reactivo y luego de algunos minutos de reacción se verificó la aparición de un color característico indicativo de la presencia de los metabolitos secundarios [20-23]. Los resultados para cada ensayo son descritos a continuación:

- a) Prueba para alcaloides: reactivo de Dragendorff: precipitado rojo-pardo.
- b) Pruebas para antraquinonas: ácido sulfúrico concentrado: rojo (quinonas). Hidróxido de amonio concentrado: rojo (antraquinonas).
- c) Pruebas para glicósidos y glicósidos cardiotónicos: solución de hidróxido de sodio 2 N: amarillo (glicósidos). Reactivo de Keller-Killiani interfase marrón (azúcares 2-desoxigenados).
- d) Pruebas para saponinas: altura de la espuma entre 8-10 mm estable por 30 minutos con la adición de bicarbonato de sodio. Formación de espuma con estructura en forma de panel de abeja (saponinas).
- e) Pruebas para flavonoides: reacción de Shinoda: rojo (auronas, flavonas, flavonoles y/o chalconas), anaranjado a rojo, (flavonas) y magenta (flavononas). Reacción de Pew's: rojo púrpura o rojo cereza (dihidroflavonas), rosa o café (flavanonas y/o dihidrochalconas). Solución de hidróxido de sodio 10%: amarillo a rojo (xantonas y/o flavonas), café a púrpura rojizo (chalconas) y azul (antocianinas).

- f) Prueba para cumarinas: hidróxido de amonio concentrado: fluorescencia de color azul, verde o amarillo a una longitud de onda de 365 nm.
- g) Pruebas para taninos: solución de gelatina al 1% y solución de gelatina 1% con cloruro de sodio al 10%: precipitado blanco (taninos). Solución de tricloruro férrico al 10%: rojo-vino (compuestos fenólicos), verde intenso (taninos pirocatecólicos) y azul (taninos pirogalactánicos). Solución de ferricianuro de potasio al 1%: azul (compuestos fenólicos).
- h) Prueba para mucilagos: enfriamiento a 0-5°C: consistencia gelatinosa.
- i) Pruebas para esteroides y triterpenoides: reacción de Lieberman Bouchard: interfase azul o verde (esteroides), interfase amarillo-anaranjado (triterpenoides). Reacción de Rosenthaler vainillina: Interfase violeta (triterpenoides). Ensayo de Salkowski: interfase marrón-rojizo (anillo esteroideo).
- j) Prueba para fenoles: solución de tricloruro de hierro en cloruro de sodio 0,9% m/v: rojo vino, verde o azul.

Actividad antibacteriana: se evaluó aplicando el método de difusión en agar con discos de papel descrito por Velasco y cols., (2005); utilizando las bacterias de referencia internacional *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 23357) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853); las cuales fueron reactivadas desde su medio de conservación a temperatura ambiente y verificadas en cuanto a su pureza [24,25].

Posteriormente, cada inóculo bacteriano se preparó en solución salina al 0,85% m/v ajustando el grado de turbidez con el patrón McFarland N° 0,5 equivalente a 10^{6-8} UFC/mL.

Los inóculos se sembraron por separado de manera confluyente en la superficie del agar Müller Hinton utilizando un hisopo estéril, luego se colocaron los discos de papel de filtro con un diámetro de 6 mm impregnados con 20 µL de: extracto metanólico de **HBp**, solvente (control negativo) y fármacos de referencia para cada microorganismo (controles positivos).

Los medios de cultivo inoculados se preincubaron durante 18 h a 4°C para favorecer la difusión de los compuestos presentes en la muestra de **HBp**. Posteriormente, se incubaron a 37°C durante 24 h para luego realizar las lecturas de los halos de inhibición expresadas en milímetros. Finalmente, se determinó la concentración inhibitoria mínima (**CIM**) frente a aquellos microorganismos que mostraron sensibilidad, preparando las correspondientes diluciones del **HBp** en el rango de concentración de 100 µg mL⁻¹ a 600 µg mL⁻¹ [26].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan en la Tabla 1 para el ensayo preliminar cualitativo permitieron establecer para el extracto metanólico de **HBp** la presencia principalmente de compuestos aromáticos oxigenados. En ese sentido, la reacción de óxido reducción con la sal férrica determinó una elevada concentración de compuestos fenólicos.

TABLA 1
Tamizaje fitoquímico del extracto metanólico de *Baccharis prunifolia*.

Metabolito secundario	Pruebas	Resultados HBp	Metabolito secundario	Pruebas	Resultados HBp
Alcaloides	Dragendorff	+	Mucilagos	Enfriamiento a 0-5°C	-
Glicósidos y glicósidos cardiotónicos	NaOH 2N	+	Fenoles	FeCl ₃ / NaCl 0,9%	+++
	Keller Killiani	+		Esteroides y triterpenoides	Lieberman Bouchard
Antraquinonas	H ₂ SO ₄ (conc)	-	Rosenthaler		+
	NH ₄ OH (conc)	-	Salkowski		+
Flavonoides	Reacción de Pew's	+	Taninos	Gelatina al 1%	-
	Shinoda	-		Gelatina 1% / NaCl 10%:	-
	NaOH 10%	++		FeCl ₃ 10%	++
Cumarinas	NH ₄ OH (conc)	+++	Saponinas	K ₃ Fe(CN) ₆ 1%	-
				H ₂ O	-
				NaHCO ₃	-

HBp: hojas *Baccharis prunifolia*., ausente(-), baja: (+), moderada: (++) , alta: (+++)

De igual manera, la aparición del color azul intenso observado bajo la luz UV a la longitud de 365 nm producto de la reacción con el hidróxido de amonio fue indicativo de un alto contenido de estructuras con núcleos relacionados con las benzopironas.

La adición de la base fuerte que interaccionó con los grupos hidroxilos proporcionó una coloración roja de moderada intensidad asociada a la presencia de compuestos del tipo xantona y/o flavonas. Por su parte, la reacción de la muestra de **HBp** con la sal de tricloruro férrico preparada en solución salina originó la aparición de un color azul para cantidades moderadas de taninos pirogalatánicos.

Con relación a las pruebas colorimétricas de Pew's, Dragendorff, Keller Killiani, Lieberman-Bouchard, Rosenthaler y Salkowski; la baja percepción para las correspondientes coloraciones evidenció la presencia en pequeñas cantidades de especies químicas relacionadas con: dihidroflavonas, alcaloides, glicósidos, esteroides y triterpenoides. Finalmente, se comprobó la ausencia de mucílagos y saponinas.

Las plantas del género *Baccharis* se caracterizan principalmente por la presencia de terpenos, cloredanos, labdanos, cumarinas y flavonoides, los cuales, son considerados como marcadores quimiotaxonómicos dentro de la familia Asteraceae y poseen importantes propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, citotóxicas, entre otras. [8,10,14,27]. En contraste con los resultados obtenidos en el tamizaje fitoquímico para el extracto metanólico de **HBp**, se puede confirmar la presencia en cantidades representativas de este tipo de estructuras cíclicas con algunas funciones oxigenadas.

Algunos investigadores reportan para el género *Baccharis* la presencia de una variedad de compuestos químicos, en ese sentido, Herrera y cols. (2017), realizaron un cribado fitoquímico con los extractos preparados en solventes de diferentes polaridades con las hojas de *B. latifolia*, encontrando mayor cantidad de compuestos fenólicos para las muestras en etanol, cloroformo y ácido clorhídrico al 25% m/v. De igual manera, este último medio de extracción proporcionó la mayor presencia de compuestos del tipo flavonoides y alcaloidales [28].

Diversas muestras colectadas en el valle de Zongo ubicado al noroeste de la ciudad de La Paz-Bolivia a una altitud de 4800 m s. n. m. fueron utilizadas por Ibáñez-Calero y cols. (2016), para determinar en los extractos etanólicos de las diferentes partes aéreas sus propiedades como colorantes y fotoprotectores. El ensayo colorimétrico preliminar para el concentrado alcohólico de las flores de *B. pentlandii* arrojó una mayor proporción de fenoles, flavonoides, taninos, chalconas y quinonas, asimismo, ausencia de cumarinas, antocianinas y esteroides. De igual manera, la presencia de los diferentes compuestos aromáticos oxigenados proporcionó para el ensayo espectroscópico una elevada absorción para la región **Uv-A** y **Uv-B** a la concentración de 10 µg mL⁻¹ [29].

Otro estudio de prospección fitoquímica realizado con ocho plantas colectadas en la población de Mato Grosso al sur de Brasil, mostró que el extracto etanólico de *B. dracunculifolia* contenía principalmente fenoles, taninos, esteroides y flavonoides; con un efecto tóxico de moderado a bajo contra los nauplios de *Artemia salina* a la concentración de 347 µg mL⁻¹ [30]. Por otra parte, la administración oral de una mezcla de los extractos etanólicos de *B. genistelloides* y *Chuquiraga spinosa* a un grupo de ratas machos albinos con hiperplasia prostática benigna condujo a una disminución de la lesión tumoral y mejoras en algunos marcadores bioquímicos, efecto relacionado con la presencia para ambas especies, de considerables concentraciones de fenoles, flavonoides, esteroides y taninos, los cuales, se presume puedan ser los responsables de la actividad antioxidante y antiinflamatoria [31].

En otro orden de ideas, los resultados para la actividad antibacteriana que se presentan en la Tabla 2, indican que el extracto metanólico de **HBp** inhibió de manera selectiva el crecimiento de *S. aureus* con un halo de inhibición de 8 mm. Con esta información se realizaron sucesivas diluciones del concentrado vegetal en metanol para determinar la **CIM** la cual fue de 100 µg mL⁻¹.

Considerando la clasificación para la actividad antimicrobiana en los extractos y compuestos puros establecida por Kuete (2010), donde los valores de **CIM** inferiores a 100 µg mL⁻¹ se consideran como fuerte inhibición bacteriana, concentraciones entre

100 µg mL⁻¹ a 625 µg mL⁻¹ su efecto es moderado; mientras que los valores superiores a 625 µg mL⁻¹ la acción es mínima [32]. El resultado obtenido en la presente investigación para el extracto

metanólico de **HBp** indica una acción inhibitoria entre alta a moderada contra la bacteria *S. aureus* [33,34].

TABLA 2.
Actividad antibacteriana del extracto metanólico de *Baccharis prunifolia*.

Microorganismos	HBp	Zona de inhibición (mm)*					CIM µg/mL
		Antibióticos					
		LI	VA	CE	AZ	PI	
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 25923)	8*	46*					100
<i>Enterococcus faecalis</i> (ATCC 29212)	NA		22*				NE
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922)	NA			36*			NE
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (ATCC 23357)	NA				46*		NE
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC 27853)	NA					26*	NE

LI: Linezolid® (30µg; Oxoid™); VA: Vancomicina® (30µg; Liofilchem s.r.l.); CE: Cefuroxima® (30µg; Oxoid™); AZ: Aztreonam® (30µg; BD BBL™); PI: Piperacilina® (100µg; Oxoid™) CIM: Concentración Inhibitoria Mínima; NA: No activo NE: No ensayado; *mm: milímetros de los halos de inhibición (disco de 6 mm de diámetro) / promedio 2 ensayos.

El posible efecto inhibitorio contra *S. aureus* se encuentra relacionado con las altas concentraciones de fenoles, taninos y flavonoides. Diversos estudios en el campo de los productos naturales ubican a los compuestos fenólicos como las principales estructuras bioactivas presentes en las plantas medicinales. La acción antibacteriana se asocia con la presencia de los diferentes grupos hidroxilos, los cuales tienen la capacidad de modificar la permeabilidad celular al unirse a varios sitios responsables de la síntesis enzimática en la pared celular de las bacterias grampositivas [35,36]. Por otra parte, la inocuidad del extracto contra las bacterias gramnegativas se debe posiblemente a la alta selectividad de su membrana celular constituida por una bicapa asimétrica de lipopolisacáridos y fosfolípidos que controlan la difusión y transporte de ciertas moléculas [37].

La elevada capacidad mostrada por el extracto de **HBp** contra *S. aureus* es comparable con algunos ensayos reportados para los aceites y extractos obtenidos de las especies *B. boliviensis*, *B. darwinii*, *B. dentata*, *B. erioclada*, *B. latifolia*, *B. oreophila*, *B. arvidentata*, *B. psiadioides*, *B. reticulata*, *B. semiserrata*, *B. tola*, *B. trinervis*, *B. trimera* y *B. uncinella*. Sin embargo, algunas de estas especies también mostraron efecto contra *Pseudomonas aeruginosa*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella enteritidis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter*

cloacae, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, entre otras [10,11].

La especie *B. dracunculifolia* es motivo de interés para varios investigadores, en ese sentido, Barbosa y cols., (2022); encontraron en el extracto hidroalcohólico una acción inhibitoria contra *Staphylococcus pseudintermedius* a la CIM de 0,312 mg mL⁻¹ y concentración bactericida mínima (CBM) de 2,5 mg mL⁻¹ [38]. Otro estudio realizado con el extracto metanólico de las partes aéreas permitió determinar el potencial desinfectante contra *S. aureus* y *Trichophyton mentagrophytes* a la CIM de 200 µg mL⁻¹ [39]. Assumpção y cols., (2022); ensayaron el extracto hidroalcohólico de la especie *B. dracunculifolia* frente a cepas de *S. aureus*, aisladas de lesiones de mastitis en ganado bovino, estableciendo el efecto inhibitorio a una CIM de 1,25 mg mL⁻¹ [40]. Por su parte, Bonin y cols., (2020); estudiaron la citotoxicidad y la actividad antibacteriana del extracto etanólico al 70% v/v de esta misma especie, el cual fue activo contra las bacterias grampositivas *S. aureus*, *B. subtilis*, *B. cereus* en un rango de CIM entre 125 µg mL⁻¹ y 250 µg mL⁻¹ [41].

Otra investigación realizada por Calle y cols., (2017); evaluaron el efecto de los extractos etanólicos de *B. latifolia*, *B. papillosa*, *B. tola*, *B. pentlandii* y *B. boliviensis* contra nueve cepas ATCC. Los mismos a la concentración de 10 mg/0,2 mL solo presentaron actividad contra las variantes *S. aureus* (ATCC 25923) y *S. aureus*

subsp. *aureus* (ATCC 29213) [14]. Por otra parte, el ensayo antimicrobiano realizado con el extracto etanólico de las partes aéreas de *Baccharis concava* proporcionó una elevada capacidad inhibitoria para las bacterias *S. aureus* (CIM: 2,17 mg mL⁻¹), *S. epidermidis* (CIM: 6,95 mg mL⁻¹) y *S. pyogenes* (CIM: 6,95 mg mL⁻¹). Además, observaron su efecto contra la cepa gramnegativa *Salmonella Typhimurium* (CIM: 83,33 mg mL⁻¹), así como también para las levaduras *Candida albicans* (CIM: 27,78 mg mL⁻¹) y *Candida neoformans* (CIM: 41,67 mg mL⁻¹) [15]. Silva y cols., (2012); realizaron la comparación entre el efecto inhibitorio de los extractos metanólicos y los aceites esenciales de varias plantas medicinales. Los concentrados alcohólicos de *B. dracunculifolia* (CIM: 5,4 mg mL⁻¹), *V. polyanthes* (CIM: 3,3 mg mL⁻¹) y *M. chamomilla* (CIM: 1,2 mg mL⁻¹); mostraron una elevada acción contra *S. aureus*. De igual manera, el estudio reveló efecto inhibitorio frente a la cepa *E. coli* pero a concentraciones superiores a los 24 mg mL⁻¹, mostrando mayor resistencia de esta cepa frente a los extractos ensayados [42].

CONCLUSIONES

El estudio fitoquímico preliminar para el extracto de **HBp** evidenció la presencia en concentraciones moderadas de fenoles, flavonoides, taninos y cumarinas. Compuestos químicos que poseen núcleos aromáticos sustituidos con diversas funciones oxigenadas que son biosintetizados en la planta durante alguna etapa del estadio, así como por la influencia de los factores bióticos y abióticos. Por otra parte, el análisis antibacteriano llevado a cabo con **HBp** mostró actividad contra *S. aureus* a una CIM de 100 mg mL⁻¹. La especie *B. prunifolia* se puede considerar una fuente de nuevas moléculas bioactivas por aislar y elucidar con posible efecto antibiótico frente a ciertas enfermedades infecciosas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Li HY, Yang WQ, Zhou XZ, Shao F, Shen T, Guan HY, Zheng J, Zhang LM. Antibacterial

and antifungal sesquiterpenoids: Chemistry, resource, and activity. *Biomolecules*. 2022; 12(9): 1271. doi: 10.3390/biom12091271

- [2] Khameneh B, Iranshahy M, Soheili V, Fazly Bazzaz BS. Review on plant antimicrobials: a mechanistic viewpoint. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2019; 8: 118. doi: 10.1186/s13756-019-0559-6
- [3] Fikri H, Fechtali T, Timinouni, M, Zouheir Y, Mamoumi M. Structure activity modeling of essential oils compounds and plant secondary metabolites: a Mini review of Antimicrobial Activity. *Arab J Med Aromat Plants*. 2020; 6(1):85-91. doi: 10.48347/imist.prsm/ajmap- v6i1.20396
- [4] Retamozo MH, Silva CC, Tamayose CI, Carvalho JCS, Romoff P, Fávero OA, Ferreira MJP. Chemical constituents from Leaves of *Baccharis sphenophylla* (Asteraceae) and their antioxidant effects. *Plants (Basel)*. 2023; 12(6): 1262. doi.org/10.3390/plants12061262
- [5] Prada J, Ordúz-Díaz LL, Coy-Barrera E. *Baccharis latifolia*: una Asteraceae poco valorada con potencialidad química y biológica en el neotrópico. *R F C B*. 2016; 12(1): 92-105. doi.org/10.18359/rfcb.1858
- [6] Pinto AA, Ruano-González A, Ezzanad A, Pinedo-Rivilla C, Sánchez-Maestre R, Amaro-Luis JM. Bio-guided isolation of new compounds from *Baccharis* spp. as antifungal against *Botrytis cinerea*. *Metabolites*. 2022; 12(12): 1292. doi: 10.3390/metabo12121292
- [7] Briceño B, Morillo G. Catálogo abreviado de las plantas con flores de los páramos de Venezuela. Parte I. Dicotiledóneas (Magnoliopsida). *Acta Bot Venez*. 2002; 25(1): 1-46.
- [8] Romero-Benavides JC, Ortega-Torres GC, Villacis J, Vivanco-Jaramillo SL, Galarza-Urgilés KI, Bailon-Moscoso N. Phytochemical study and evaluation of the cytotoxic properties of methanolic extract from *Baccharis obtusifolia*. *Int J Med Chem*. 2018; 2018: 8908435. doi: 10.1155/2018/8908435
- [9] Rodríguez A, Óscar E, Roa A, Virginia P, Palacios O, Édgar A. Actividad antibacteriana

- y antioxidante de *Baccharis revoluta* Kunth. Nova. 2016; 14(25): 57-65.
- [10] Verdi LG, Brighente IM, Pizzolatti MG. Género *Baccharis* (Asteraceae): aspectos químicos, econômicos e biológicos. Quím Nova. 2005; 28(1): 85-94.
- [11] Gou J, Lu Y, Xie M, Tang X, Chen L, Zhao J, Li G, Wang H. Antimicrobial activity in Asteraceae: The selected genera characterization and against multidrug resistance bacteria. Heliyon. 2023; 9(4): e14985. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14985
- [12] Zampieri P, Tamayose CI, Fávero OA, Romoff P, Ferreira M. Two new flavonoids from the leaves of *Baccharis oblongifolia* (Ruiz and Pav.) Pers. (Asteraceae). Molecules. 2019; 24(17): 3198. doi:10.3390/molecules24173198
- [13] de Almeida NS, Ferraz A, Pedron C, Correa DS, Vieira LB, Antunes F, de Souza A. *Baccharis trimera* aqueous extract modulates inflammation and nociception in mice. Clin Phytosci. 2021; 7: 82. doi.org/10.1186/s40816-021-00309-w
- [14] Calle A, San Martín Á, Melgarejo M, Flores Y, Almanza GR. Evaluation of flavonoid contents and antibacterial activity of five Bolivian *Baccharis* species. Rev Bol Quím. 2017; 34(4): 112-122.
- [15] Rodriguez-Diaz M, Perez Acevedo F, Manosalva PM, Cerda JI, Martinez-Contreras C, Mora AY, Villagra NA, Bucarey SA, Barriga A, Escobar J, Martínez JL, Hidalgo AA. Antimicrobial activity and phytochemical characterization of *Baccharis concava* Pers., a native plant of the central Chilean coast. Molecules 2024, 29(7): 1654. doi.org/10.3390/molecules29071654
- [16] Lam-Gutiérrez A, Winkler R, Garrido-Ramírez ER, Rincón-Rosales R, Gutiérrez-Miceli FA, Peña-Ocaña BA, Guzmán-Albores JM, Ruíz-Valdiviezo VM. Antifungal activity of root extracts from *Baccharis salicina* on germination of uredospores of *Hemileia vastatrix*. Intl J Agric Biol, 2021; 25(5): 1075-1084. doi: 10.17957/IJAB/15.1766
- [17] Agudelo IJ, Isolabella SA, Filip R, Wagner ML, Ricco RA. *Baccharis spicata* (Lam) Baill: Polyphenol screening, determination of their antioxidant activity and their main polyphenolic metabolites. J Pharmacogn Phytochem. 2016; 5(6): 278-285.
- [18] Grecco SS, Félix MJP, Lago JHG, Pinto EG, Tempone AG, Ferreira MJP, Romoff P, Sartorelli P. Anti-trypanosomal phenolic derivatives from *Baccharis uncinella* C. DC. (Asteraceae). Nat Prod Commun. 2014; 9: 171-173.
- [19] Grecco SS, Reimão JQ, Tempone AG, Sartorelli P, Cunha OR, Ferreira MJP, Romoff P, Fávero OA, Lago JHG. *In vitro* antileishmanial and antitrypanosomal activities of flavanones from *Baccharis retusa* DC. (Asteraceae). Exp Parasitol. 2012; 130: 141-145
- [20] Rojas-Vera J, Buitrago-Díaz AA, Velasco-Carrillo J. Estudio fitoquímico preliminar y evaluación de la actividad antibacteriana del extracto metanólico de los bulbos de *Crinum moorei* Hook F. Rev Fac Farm. 2021; 63(2): 18-26. doi.org/10.53766/REFA/2021.63.02.03
- [21] Tiwari P, Kumar B, Kaur M, Kaur G, Kaur H. Phytochemical screening and extraction: A review. IPS. 2011; 1: 98-106.
- [22] Trease GE, Evans WC. Pharmacognosy. London, England: Saunders Publishers; 2002.
- [23] Shyamala-Gowri S, Vasantha K. Phytochemical screening and antibacterial activity of *Syzygiumcumini* (L.) (Myrtaceae) leaves extracts. Int J Pharm Tech Res. 2010; 2: 1569-1573.
- [24] Velasco J, Contreras E, Buitrago D, Velasco E. Efecto antibacteriano de *Virola sebifera* sobre *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina. Ciencia. 2005; 13(4): 411-415.
- [25] Weng-Alemán Z, Álvarez MI, Díaz OE, Rodríguez M. Recobrado de *Salmonella* sp. conservadas por método simple a temperatura ambiente. Vaccimonitor. 2003; 12(3): 5-10.
- [26] Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI). Performance Standards for antimicrobial susceptibility testing, 34th [Página Web] 2024 [acceso: 20 de junio de 2024]. Disponible en: <https://clsi.org/standards/products/microbiolog>

- y/documents/m100/
- [27] Grecco SS, Ferreira MJP, Romoff P, Favero OA, Lago JHG. Phenolic derivatives from *Baccharis retusa* DC. (Asteraceae). *Biochem Syst Ecol.* 2012; 42: 21-24. doi.org/10.1016/j.bse.2011.12.014.
- [28] Loja-Herrera B, Alvarado-Yarasca Á, Salazar-Granara A, Ramos-Yica E, Jurado B. Cribado fitoquímico del *Baccharis latifolia* (R&P.) Pers. (chilca). *Rev Cubana Plant Med.* 2017; 22 (1): 1-7.
- [29] Ibáñez-Calero SL, Loayza-Afonso KE, Yapu-Tapia EL, Lizarazu J, Zeballos-Espinoza R, Solares-Girona T. A screening for natural colorants in the Zongo valley with probable antioxidant and/or photo-protector activities. *Investigación & Desarrollo.* 2016; 1(16): 5-24.
- [30] Mendonça LABM, Matias R, Zanella DFP, Porto KRA, Guilhermino JF, Moreira DL, Roel AR, Pott A, Carvalho CME. Toxicity and phytochemistry of eight species used in the traditional medicine of sul-mato-grossense, Brazil. *Braz J Biol.* 2020; 80(3): 574-581. doi: 10.1590/1519-6984.216406
- [31] Palomino-De-La-Gala R, Justil-Guerrero H, Arroyo-Acevedo J, Rojas-Armas J, Aguilar-Carranza C, Martínez-Heredia J, Cieza-Macedo E, García-Bustamante C, Herrera-Calderon O, Enciso-Roca E, Roberto Chávez- A, Dominguez-Huarcaya L. Protective effect of the ethanolic extracts of leaves of *Chuquiraga spinosa* Less and *Baccharis genistelloides* on benign prostatic hyperplasia in rats. *Pharmacogn J.* 2019; 11(5): 858-865. doi:10.5530/pj.2019.11.138
- [32] Kuete V. Potential of Cameroonian plants and derived products against microbial infections: a review. *Planta Med.* 2010; 76(14): 1479-1491. doi: 10.1055/s-0030-1250027
- [33] Silva DM, Costa PAD, Ribon AOB, Purgato GA, Gaspar DM, Diaz MAN. Plant extracts display synergism with different classes of antibiotics. *An Acad Bras Cienc.* 2019; 91(2): e20180117. doi: 10.1590/0001-3765201920180117
- [34] Dzoyem JP, Guru SK, Pieme CA, Kuete V, Sharma A, Khan IA, Saxena AK, Vishwakarma RA. Cytotoxic and antimicrobial activity of selected Cameroonian edible plants. *BMC Complement Altern Med.* 2013; 13: 78. doi: 10.1186/1472-6882-13-78
- [35] Vaou N, Stavropoulou E, Voidarou C, Tsigalou C, Bezirtzoglou E. Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: A review study on challenges and future perspectives. *Microorganisms.* 2021; 9(10): 2041. doi.org/10.3390/microorganisms9102041
- [36] Alibi S, Crespo D, Navas J. Plant-derivatives small molecules with antibacterial activity. *Antibiotics (Basel).* 2021; 10(3): 231. doi: 10.3390/antibiotics10030231
- [37] Zgurskaya HI, López CA, Gnanakaran S. Permeability barrier of gram-negative cell envelopes and approaches to Bypass it. *ACS Infect Dis.* 2015; 1(11): 512-522. doi: 10.1021/acsinfecdis.5b00097
- [38] Barbosa EV, Assumpção YM, Teixeira IM, Pereira RFA, Ribeiro VP, Bastos JK, Cardoso CV, Liberal MHT, Penna BA, Rocha LM. In vitro comparison between antimicrobial and antibiofilm effects of Green Propolis and *Baccharis dracunculifolia* against *Staphylococcus pseudintermedius* isolate. *An Acad Bras Cienc.* 2022; 94(3): e20211103. doi: 10.1590/0001-3765202220211103
- [39] Bernardes CTV, Ribeiro VP, de Carvalho TC, Furtado RA, Furtado JC, Bastos JK. Disinfectant activities of extracts and metabolites from *Baccharis dracunculifolia* DC. *Lett Appl Microbiol.* 2022; 75(2): 261-270. doi:10.1111/lam.13725
- [40] Assumpção Y, Barbosa E, Pereira R, Rocha, Penna B. Comparative analysis between the in vitro performances of the hydroalcoholic extracts of green propolis and *Baccharis dracunculifolia* against *Staphylococcus aureus*. *J Adv Vet Res.* 2022; 12(1): 68-72
- [41] Bonin E, Carvalho VM, Avila VD, dos Santos, NCA, Zanqueta ÉB, Lancheros CAC, Santos Previdelli IT, Ueda-Nakamura T, de Abreu Filho BA, Nunes do Prado I. *Baccharis dracunculifolia*: Chemical constituents, cytotoxicity and antimicrobial activity. *JSFT.*

2020; 120: 108920.
doi:10.1016/j.lwt.2019.108920

- [42] Silva NC, Barbosa L, Seito LN, Fernandes A Jr. Antimicrobial activity and phytochemical analysis of crude extracts and essential oils from medicinal plants. *Nat Prod Res.* 2012; 26(16): 1510-1514. doi: 10.1080/14786419.2011.564582.

Buitrago Díaz, Alexis: Farmacéutico, MSc en Química Analítica, Dr. en Química de Medicamentos, Profesor Asociado adscrito al Departamento de Análisis y Control de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela e Investigador activo del grupo “Biomoléculas Orgánicas”. Correo electrónico: albertbuitre@gmail.com. **Orcid, ID: Díaz, <https://orcid.org/0000-0001-6482-5907>**

Rojas Vera, Janne: Farmacéutica, MSc. en Química de Medicamentos, PhD. en Fitoquímica, profesora Titular adscrita al Instituto de Investigaciones de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida- Venezuela. Coordinadora del grupo de

investigación “Biomoléculas Orgánicas”. Correo electrónico: janne.rojas24@gmail.com. **Orcid, ID: Rojas, <https://orcid.org/0000-0001-5161-6778>**

Velasco, Judith: Licenciada en Bioanálisis, Esp. en Microbiología Clínica, PhD en Ciencias Médicas Fundamentales, profesora Titular adscrita a la Cátedra de Bacteriología, Dpto. de Microbiología y Parasitología, Escuela de Bioanálisis, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. Correo electrónico: judithvelasco2005@yahoo.es. **Orcid, ID: Velasco, <https://orcid.org/0000-0002-4579-2772>**

Meléndez González, Pablo: Doctor en Botánica Sistemática, Profesor Titular adscrito a la Cátedra de Farmacognosia, Departamento de Farmacognosia y Medicamentos orgánicos, Escuela de Farmacia, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. Correo electrónico: pablitoimerf@gmail.com. **Orcid, ID: Meléndez, <https://orcid.org/0009-0009-8034-2089>**