

DOI: <https://doi.org/10.18359/rfcb.4896>



Estudio fitoquímico y actividad antimicrobiana de plantas medicinales empleadas para el control de infecciones urinarias*

Lida Vanessa Hernández Moreno^a ■ Ludy Cristina Pabón Baquero^b ■ Patricia Hernández Rodríguez^c

Resumen: las enfermedades infecciosas han sido un desafío para la humanidad. A pesar de los avances en la ciencia, aún muchas infecciones no tienen tratamientos efectivos o los microorganismos han generado resistencia a los antibióticos, de manera que las plantas medicinales son una alternativa de tratamiento y reducción de la resistencia. El objetivo de este estudio fue realizar un análisis fitoquímico preliminar y evaluar la actividad antimicrobiana de doce extractos etanólicos de plantas empleadas en la medicina tradicional colombiana como control de infecciones urinarias (IU). Las especies *Anthoxanthum odoratum* (grama), *Ureca caracasana* (ortigón), *Equisetum bogotenses* (cola de caballo), *Parietaria officinalis* (parietaria), *Achyrocline bogotensis* (vira vira), *Kohleria hirsuta* (caracola), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Sedum praealtum* (siempre viva), *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Petroselinum sativum* (perejil), *Zingiber officinale* (jengibre) y *Uncaria tomentosa* (uña de gato) fueron adquiridas en la plaza de mercado Soacha (Cundinamarca) y sometidas a maceración con etanol a temperatura ambiente. La actividad antimicrobiana se evaluó por difusión en agar, microdilución en placa y bioautografía frente a *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027). Se determinó que *S. aureus* y *P. aeruginosa* presentaron inhibición frente a cinco extractos en los tres métodos realizados, mientras que *E. coli* no fue inhibida por ningún extracto. Se estableció mediante bioautografía con reveladores específicos que los esteroides y/o triterpenoides, fenoles y flavonoides son los posibles metabolitos responsables de la actividad. Este tipo de investigaciones propicia estudios orientados al aislamiento de principios activos con utilidad en la elaboración de medicamentos para tratar IU.

* Artículo de investigación

a Bióloga. Universidad de La Salle, Bogotá D. C., Colombia.

Correo electrónico: lidavhernandez00@unisalle.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5427-4398>

b Magíster en Ciencias Químicas. Docente investigador Grupo Biomigen (Biología Molecular e Inmunogenética). Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de La Salle, Bogotá D. C., Colombia.

Correo electrónico: lupabon@unisalle.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8723-0436>

c Doctora en Agrociencias. Docente Investigador Grupo Biomigen (Biología Molecular e Inmunogenética). Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de La Salle, Bogotá D. C., Colombia.

Correo electrónico: phernandez@unisalle.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1730-9648>

Palabras clave: actividad antimicrobiana; plantas medicinales; *Escherichia coli*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Staphylococcus aureus*

Recibido: 09/06/2020

Aceptado: 13/08/2020

Disponible en línea: 19/03/2021

Cómo citar: L. V. Hernández Moreno, L. C. Pabón Baquero, y P. Hernández-Rodríguez, «Estudio fitoquímico y actividad antimicrobiana de plantas medicinales empleadas para el control de infecciones urinarias», Rev. Fac. Cienc. Básicas, vol. 16, n.º 1, mar. 2021.

Phytochemical Study and Antimicrobial Activity of Medicinal Plants Used for the Control of Urinary Tract Infections

Abstract: infectious diseases have been a challenge for humanity. Despite advances in science, many infections still do not have effective treatments or microorganisms have generated resistance to antibiotics, so that medicinal plants are an alternative for treatment and reduction of resistance. The objective of this study was to carry out a preliminary phytochemical analysis and evaluate the antimicrobial activity of twelve ethanolic extracts of plants used in traditional Colombian medicine to control urinary infections (UTI). The *Anthoxanthum odoratum* (weet vernal grass), *Ureca caracasana* (nettle), *Equisetum bogotense* (Andean horsetail), *Parietaria officinalis* (parietaria), *Achyrocline bogotensis* (vira vira), *Kohleria hirsuta* (Isoloma), *Taraxacum officinale* (dandelion), *Sed praealtum* (Green Cockscomb siempre viva), *Portulaca oleracea* (duckweed), *Petroselinum sativum* (parsley), *Zingiber officinale* (ginger) and *Uncaria tomentosa* (cat's claw) species were acquired in Soacha's (Cundinamarca) farmer's market and subjected to maceration with ethanol at temperature environment. Antimicrobial activity was evaluated by agar diffusion, plaque microdilution and bioautography against *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027). It was determined that *S. aureus* and *P. aeruginosa* showed inhibition against five extracts in the three methods performed, while *E. coli* was not inhibited by any extract. It was established by bioautography with specific developers that steroids and/or triterpenoids, phenols and flavonoids are the possible metabolites responsible for the activity. This type of research encourages studies aimed at the isolation of active principles useful in the development of medicines to treat UTI.

Keywords: antimicrobial activity; medicinal plants; *Escherichia coli*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Staphylococcus aureus*

Estudo fitoquímico e atividade antimicrobiana das plantas medicinais utilizadas para controlar infecções urinárias

Resumo: as doenças infecciosas são um desafio para a humanidade. Apesar dos avanços na ciência, ainda muitas infecções não têm tratamento efetivo ou os micro-organismos geram resistência aos antibióticos, de forma que as plantas medicinais são uma alternativa de tratamento e redução da resistência. O objetivo deste estudo foi realizar uma análise fitoquímica preliminar e avaliar a atividade antimicrobiana de 12 extratos etanólicos de plantas utilizadas na medicina tradicional colombiana como controle de infecções urinárias. As espécies *Anthoxanthum odoratum* (grama), *Ureca caracasana*

(urtica morifolia), *Equisetum bogotenses* (cola-de-cavalo), *Parietaria officinalis* (fura-parede), *Achyrocline bogotensis* (Kunth), *Kohleria hirsuta* (coléria), *Taraxacum officinale* (dente-de-leão), *Sedum praealtum* (suculenta), *Portulaca oleracea* (beldroega), *Petroselinum sativum* (salsinha), *Zingiber officinale* (gengibre) e *Uncaria tomentosa* (unha-de-gato) foram adquiridas na praça de mercado de Soacha (Cundinamarca, Colômbia) e submetidas à maceração com etanol a temperatura ambiente. A atividade antimicrobiana foi avaliada por difusão em ágar, microdiluição em placa e bioautografia ante *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027). Foi determinado que *S. aureus* e *P. aeruginosa* apresentaram inibição com relação a cinco extratos nos três métodos realizados, enquanto *E. coli* não foi inibida por nenhum extrato. Estabeleceu-se, mediante bioautografia com reveladores específicos, que os esteroides ou triterpenos, fenóis e flavonoides são os possíveis metabólitos responsáveis pela atividade. Esse tipo de pesquisa promove estudos orientados para o isolamento de princípios ativos com utilidade na elaboração de medicamentos para tratar infecção urinária.

Palavras-chave: atividade antimicrobiana; plantas medicinais; *Escherichia coli*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Staphylococcus aureus*

Introducción

Actualmente se ha reportado que el porcentaje de resistencia de los microorganismos causantes de las IU, como, por ejemplo, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus saprophyticus* y *S. aureus*, supera el 20 %, frente a los antibióticos más empleados (p. ej., betalactámicos, cefalosporinas [1], fluoroquinolonas y trimetoprim-sulfametoxazol [2]). Esto ha llevado a que los tratamientos actuales no se consideran totalmente eficaces frente al microorganismo objetivo [3], convirtiéndose en una problemática de importancia en los sistemas de salud, pues cada vez es más frecuente el uso de antibióticos de última generación que, por lo general, tienen mayores efectos secundarios y un costo elevado que dificulta su acceso en países en desarrollo [4]. Esta problemática se ha atribuido a la utilización inadecuada de dosis, productos de mala calidad, falta de acceso, uso excesivo y automedicación [5].

Como una alternativa frente a los inconvenientes y efectos adversos generados por los antibióticos utilizados para el control de infecciones, las plantas medicinales se han utilizado como fuente de atención primaria, principalmente en comunidades que se ubican en zonas tropicales en todo el mundo [6]. La Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2001, reportó que el 80 % de la población mundial usa el conocimiento tradicional para el tratamiento de sus enfermedades en razón a las propiedades y los resultados efectivos que presentan las plantas medicinales en enfermedades infecciosas. En este sentido, se ha demostrado que las plantas son una fuente potencial de principios activos para el desarrollo de nuevos fármacos y que presentan un efecto positivo frente a una amplia gama de enfermedades, ya que estas sintetizan compuestos con importantes actividades biológicas, como, por ejemplo, antimicrobianos [7].

En Colombia, el conocimiento tradicional sobre el uso de estas plantas ha sido generado, sobre todo, por las tribus indígenas y la población del adulto mayor [8]. Se ha estimado que en el mundo existen aproximadamente 360 000 especies registradas de plantas, de las cuales 30 033 se encuentran en Colombia y 2404 se reconocen como de uso medicinal

[9]-[11]. Adicionalmente, el *Vademecum colombiano de plantas medicinales* [12] ha permitido establecer una variedad de plantas que se encuentran con propiedades biológicas importantes desde el control de IU. Esto hace que Colombia se posicione como un país con alto potencial en la producción de nuevos principios activos como una alternativa terapéutica. Entre las plantas que pueden considerarse para la obtención de principios activos con efecto antimicrobiano se encuentran aquellas que se usan de manera tradicional en el tratamiento de IU en Colombia. Por ejemplo, grama (*Anthoxanthum odoratum*), ortigón (*Urera caracasana*), cola de caballo (*Equisetum bogotenses*), parietaria (*Parietaria officinalis*), vira vira (*Achyrocline bogotensis*), caracola (*Kohleria hirsuta*), diente de león (*Taraxacum officinale*), siempre viva (*Sedum praealtum*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), perejil (*Petroselinum sativum*), jengibre (*Zingiber officinale*), y uña de gato (*Uncaria tomentosa*) [8], [13]-[17]. En algunas plantas, como, por ejemplo, grama, ortigón y vira vira, se ha reportado actividad antimicrobiana frente a un escaso número de microorganismos [13], [14], mientras que de otras se conoce su actividad diurética, desinflamatoria y antioxidante [18]-[20]. Sin embargo, son limitados los estudios que identifican los metabolitos en las plantas seleccionadas. Por tal razón, el objetivo de este estudio fue realizar el análisis fitoquímico preliminar y evaluar el potencial antimicrobiano de doce extractos de plantas, sobre todo empleadas en la medicina tradicional colombiana para el control de IU. De estas, en su mayoría, no se ha evaluado el potencial antimicrobiano y poco se ha explorado sobre la presencia de sus metabolitos secundarios.

Metodología

Caracterización del material vegetal

Selección y adquisición del material vegetal

Las plantas seleccionadas en el estudio fueron las reportadas por Pabón *et al.* 2017 [16] para el tratamiento de IU y se adquirieron en la plaza de mercado

principal del municipio de Soacha, Cundinamarca. Se colectó un ejemplar por cada planta para la caracterización taxonómica. Cada uno de estos se comparó con ejemplares que se encuentran en el Herbario Nacional Colombiano y en el Herbario del Jardín Botánico José Celestino Mutis, de acuerdo con las claves taxonómicas del libro de Gentry.

Obtención de extractos

Los extractos vegetales se obtuvieron a partir de las hojas y los tallos de las plantas, excepto en cacahaca y jengibre que se utilizó el rizoma, y en uña de gato la corteza. De todas las especies se tomaron 600 g de material fresco, el cual se secó y molió a temperatura ambiente (Bogotá 14 °C-23 °C), se realizó la extracción por el método de maceración con etanol al 96 %, y por cada 100 g de material seco se adicionaba, aproximadamente, 500 mL del solvente. La solución filtrada fue concentrada por destilación a presión reducida en un Rotavapor IKA RV10® [21]. Se realizó un total de ocho extracciones sucesivas y se determinó el rendimiento de extracción teniendo en cuenta (1).

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{g de extracto seco}}{\text{g de planta seca}} * 100. \quad (1)$$

Análisis fitoquímico preliminar

Se identificaron los diferentes grupos funcionales presentes en los extractos, tales como flavonoides, alcaloides, naftoquinonas y/o antraquinonas, esteroides y/o triterpenoides, taninos y saponinas, por medio de técnicas de coloración y precipitación, siguiendo la metodología descrita por Antonio Sanabria [21].

Evaluación del potencial antibacteriano de los extractos frente a microorganismos asociados con infecciones urinarias

Microorganismos y mantenimiento

Las cepas de referencia seleccionadas para la evaluación del potencial antibacteriano fueron: *E. coli*, *P. aeruginosa* y *S. aureus* ATCC 25922, 9027 y 25923,

respectivamente. A fin de conservar las características morfológicas, fisiológicas y genéticas de las cepas se empleó como método la congelación a 4 °C [22].

Preparación de la suspensión bacteriana

Se realizó una suspensión de dos a tres colonias de la bacteria activa en 5 mL de caldo Muller Hinton (MH), la cual se ajustó a una absorbancia entre 0,0-0,1 a 625 nm, que corresponde a una turbidez de 0,5 de la escala McFarland, equivalente a 1*10⁸ UFC/mL [23].

Perforación en agar

Las perforaciones de los pozos se realizaron en cajas de Petri en medio MH, con ayuda de una pipeta Pasteur previamente esterilizada y de una microespatula se realizó la remoción del agar sobrante. Posteriormente, se adicionaron 15 µL del medio MH en cada perforación y se dejó solidificar, para luego sembrar el inóculo previamente preparado a una concentración de 1*10⁸ UFC/mL con un hisopo estéril. Pasados 5 min después de la siembra se adicionaron, en cada uno de los pozos, 20 µL de cada extracto a una concentración de 60 mg/mL en dimetilsulfóxido (DMSO), y se dejó por media hora hasta su completa difusión. Posteriormente, a las 24 h de incubación a 37 °C se midieron los halos de inhibición para cada uno de los tratamientos. El ensayo se realizó por triplicado y se empleó como control de inhibición gentamicina 2 mg/mL y DMSO [24].

Microdilución en placa

En una placa de 96 pozos se adicionaron 100 µL del inóculo y 100 µL de cada extracto para obtener una concentración final de 60 mg/mL (en DMSO al 60 %). Asimismo, se realizaron los controles de crecimiento de la bacteria, de inhibición (gentamicina 2 mg/mL) y de esterilidad del medio, del solvente y de los extractos. A las 24 h se adicionaron 10 µL de una solución de resazurina de sodio (4 mg/mL) a cada uno de los pozos y se dejó incubar por cuatro horas. Transcurrido este tiempo se observaron los cambios de coloración que produce este revelador; las coloraciones oscuras o azules evidencian

inhibición y fucsia crecimiento de la bacteria. Adicionalmente, para corroborar el crecimiento de la bacteria en los pozos se realizó la técnica de goteo en placa, en la cual se aplicó 1 μL de los tratamientos en una caja de agar MH con los respectivos controles. Se dejó secar por veinte minutos y se incubó a 37 °C por 24 h. Posterior a este tiempo se determinó el crecimiento o no de colonias sobre el agar. Los ensayos se realizaron por triplicado [25].

Bioautografía

En la bioautografía se utilizaron las dos técnicas que se refieren en los dos puntos que se enlistan a continuación.

- *Sin elución.* Se sembraron 10 μL del extracto en placas de silica gel 60 (Machery-Nagel), las cuales fueron inmersas en una caja de Petri con agar MH solidificado y se sembró con un hisopo estéril cada uno de los microorganismos (*E. coli*, *S. aureus* y *P. aeruginosa*), ajustado a una turbidez de 0,5 de la escala McFarland equivalente a 1×10^8 UFC/mL. Luego se incubó a 37 °C por 24 h; pasado este tiempo, la placa se asperjó con una solución acuosa de resazurina (4 mg/mL) y se dejó incubar por un periodo adicional de 4 h [25].
- *Con elución.* Se emplearon seis placas de silica gel 60, en las cuales se sembraron 10 μL de cada

extracto a una concentración de 30 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ en etanol. Las placas fueron eluidas con cloroformo: metanol (9:1) (sistema de media-alta polaridad) y hexano: acetona (7:3) (sistema de media-baja polaridad). Cada placa se dejó secar durante 12 h y fue revelada de manera independiente con reactivos específicos tales como Dragendorff (alcaloides), cloruro férrico (fenoles), tricloruro de aluminio 1 % (flavonoides), vainillina-ácido-o-fosfórico (esteroles/triterpenoides), y yodo (universal de compuestos orgánicos). La última placa se empleó para la evaluación antimicrobiana descrita y en estas zonas de inhibición se compararon los Rf con los compuestos encontrados por cromatografía en capa fina (TLC) del análisis fitoquímico realizado previamente [25]. Los ensayos fueron realizados por duplicado.

Resultados

Rendimiento de los extractos obtenidos

En la Tabla 1 se muestran los porcentajes de rendimiento de los extractos etanólicos obtenidos y el lugar de origen de las plantas proporcionado por los vendedores de la plaza de mercado.

Tabla 1. Porcentajes de rendimiento de doce plantas medicinales

Nombre común	Nombre científico	Origen	Peso seco g	Peso extracto	% de Rendimiento
Ortigón	<i>Urera caracasana</i>	Cundinamarca, municipio de San Antonio del Tequendama	106,00	20,08	18,94
Grama	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Cundinamarca, municipio de Chipaque	170,00	16,88	9,93
Caracola	<i>Kholeria hirsuta</i>	Cundinamarca, Cachipay	98,00	7,59	7,75
Vira vira	<i>Acrylocline bogotensis</i>	Cundinamarca, Choachí	98,00	12,36	12,61
Cola de caballo	<i>Equisetum bogotenses</i>	Cundinamarca, municipio de Chipaque	300,00	2,07	0,69
Parietaria	<i>Parietaria officinalis</i>	Cundinamarca, municipio de Chipaque	823,00	10,71	1,30
Uña de gato	<i>Uncaria tomentosa</i>	Amazonas	22,00	4,95	22,50

Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>	Amazonas	120,56	7,41	6,15
Siempre viva	<i>Sedum praealtum</i>	Cundinamarca, Sabana de Bogotá	274,73	13,59	4,95
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Cundinamarca, Valle del Cauca, Cali	326,92	14,98	4,58
Perejil	<i>Petroselinum sativum</i>	Cundinamarca, Bogotá	41,24	6,04	14,65
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	Cundinamarca, Bogotá	43,97	3,73	8,48

Fuente: elaboración propia.

Identificación de grupos funcionales

Los grupos funcionales presentes en los doce extractos etanólicos se presentan en la Tabla 2; los más comunes son los esteroides y/o triterpenoides, los flavonoides y las saponinas.

Tabla 2. Análisis fitoquímico de doce extractos etanólicos de plantas medicinales utilizadas para IU

Metabolitos Planta	Alcaloides	Esteroides y/o triterpenos	Flavonoides	Nafto y antraquinonas	Taninos	Saponinas
<i>U. caracasana</i>	+	+	+	-	-	+
<i>A. odoratum</i>	+	+	+	+	-	+
<i>K. hirsuta</i>	+	+	+	+	+	+
<i>A. bogotensis</i>	-	+	+	+	+	-
<i>E. bogotenses</i>	+	+	+	+	-	+
<i>P. officinalis</i>	+	+	+	-	-	+
<i>U. tomentosa</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Z. officinale</i>	+	+	-	+	-	-
<i>S. praealtum</i>	+	+	+	+	+	-
<i>P. oleracea</i>	+	-	+	-	+	+
<i>P. sativum</i>	-	+	-	-	-	+
<i>T. officinale</i>	-	+	-	-	-	+

(+): Presencia, (-): Ausencia

Fuente: elaboración propia.

Actividad antimicrobiana

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la actividad antimicrobiana de los doce extractos de plantas frente a *P. aeruginosa*, *E. coli* y *S. aureus*, obtenidos por los métodos de difusión en agar, microdilución en pozo y bioautografía. Los extractos que inhibieron el crecimiento bacteriano en las tres

técnicas se obtuvieron de las plantas *E. bogotenses*, *S. praealtum*, *P. oleracea*, *P. sativum* y *T. officinale*, frente a *P. aeruginosa*. En el caso de *S. aureus* las plantas que presentaron actividad fueron *A. bogotensis*, *E. bogotenses*, *S. praealtum*, *P. sativum* y *T. officinale*. Ningún extracto inhibió a *E. coli* con las tres técnicas realizadas.

Tabla 3. Actividad antimicrobiana de doce extractos de plantas medicinales frente a *E. coli*, *S. aureus* y *P. aeruginosa* por los tres métodos evaluados

Nombre científico	Bacteria								
	<i>P. aeruginosa</i>			<i>S. aureus</i>			<i>E. coli</i>		
	P	MD	B	P	MD	B	P	MD	B
<i>U. caracasana</i>	-	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>A. odoratum</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>K. hirsuta</i>	+	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>A. bogotensis</i>	+	+	-	+	+	+	-	-	-
<i>E. bogotenses</i>	+	+	+	++	+	+	-	-	-
<i>P. officinalis</i>	+	+	-	++	-	+	-	-	-
<i>U. tomentosa</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Z. officinale</i>	+	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>S. praealtum</i>	+++	+	+	+++	+	+	-	-	-
<i>P. oleracea</i>	++	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>P. sativum</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>T. officinale</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Gentamicina	+++	+	+	+++	+	+	++	+	+
DMSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-

P: perforación, halos mm: +: 6-8 mm, ++: 9-11 mm, +++: 12-15 mm

MD: microdilución en pozo; B: bioautografía sin elución; (+): inhibe; (-): no inhibe.

Fuente: elaboración propia.

Se determinó por bioautografía con elución que para *P. aeruginosa* y *E. coli* no se evidenciaron bandas de actividad, mientras que para *S. aureus* se determinaron zonas de inhibición para los extractos de *U. caracasana*, *E. bogotenses*, *P. officinalis*, *S. praealtum*, *P. sativum* y *T. officinale*. Cabe aclarar que si bien las

zonas de inhibición no corresponden a bandas definidas y, por ende, no se pudo determinar R_f, por la zona de aparición y las pruebas de coloración en placa se sugiere que los posibles metabolitos responsables de la actividad son esteroides y/o triterpenoides, fenoles y flavonoides (véase la Figura 1).

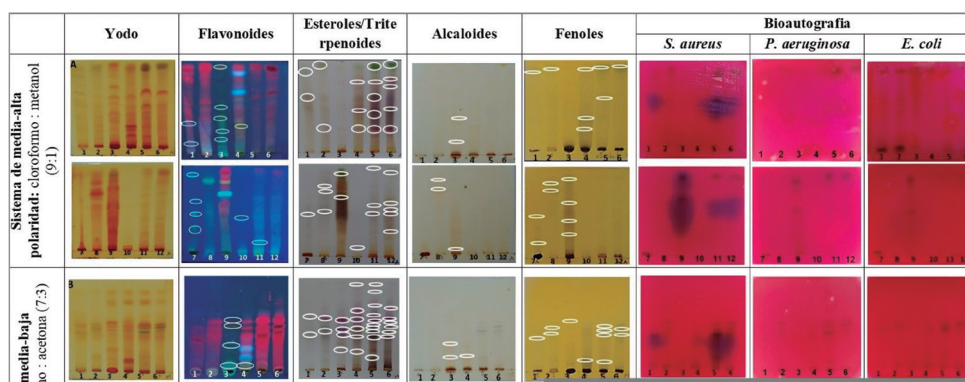


Figura 1. Perfil cromatográfico e identificación de grupos funcionales de doce extractos de plantas medicinales.

Fuente: elaboración propia.

Extractos: 1. *U. caracasana*, 2. *A. odoratum*, 3. *K. hirsuta*, 4. *A. bogotensis*, 5. *E. bogotenses*, 6. *P. officinalis*, 7. *U. tomentosa*, 8. *Z. officinale*, 9. *S. praealtum*, 10. *P. oleracea*, 11. *P. sativum*, 12. *T. officinale*.

Discusión

En este trabajo se realizó el análisis fitoquímico preliminar para identificar la presencia de grupos funcionales presentes en las plantas objeto de estudio, las cuales, en su mayoría, presentaron flavonoides, esteroides y/o triterpenoides. Para *U. caracasana* y *K. hirsuta* es el primer reporte en el que se indaga sobre los posibles metabolitos que están presentes en los extractos etanólicos.

Para otras especies ya existen reportes en los que se indaga sobre los posibles metabolitos que están presentes en los extractos etanólicos, como es el caso de *P. officinalis*, la cual reporta la presencia de fenoles y flavonoides [49], [50]; *S. praealtum* reporta flavonoides, alcaloides, cumarinas, compuestos carbonílicos y glucósidos [51]-[53]; *A. bogotensis* cumarinas y sesquiterpenlactonas [54], [55]; *E. bogotenses* cumarinas y leucoantocianidinas [56]; *Z. officinale* flavonoides, saponinas y glicosidos [43], [44]; *P. sativum* cumarinas, flavonoides, taninos, saponinas, triterpenos, fenoles, lactonas, cumarinas y alcaloides [57]; *T. officinale* fenoles, flavonoides, triterpenos, quinonas y saponinas [32]; *U. tomentosa* triterpenos, glicósidos, alcaloides, flavonoides y fenilpropanoides [58], [59]; y *P. oleraceae* alcaloides, flavonoides, taninos y saponinas [19], [58], [60], los cuales coinciden con lo encontrado en este trabajo.

Las especies *A. odoratum*, *U. caracasana*, *E. bogotenses*, *P. officinalis*, *A. bogotensis*, *K. hirsuta*, *T. officinale*, *S. praealtum*, *P. oleracea*, *P. sativum*, *Z. officinale* y *U. tomentosa* no presentan estudios fitoquímicos o de actividad antimicrobiana frente a los tres microorganismos evaluados, por lo cual este trabajo contribuyó al conocimiento químico y biológico de estas plantas utilizadas por la población colombiana para el tratamiento de IU.

Este es el primer reporte en la literatura de actividad antimicrobiana para los extractos etanólicos obtenidos de *S. praealtum*, *K. hirsuta*, *P. officinalis* y *U. caracasana*. El mayor potencial de inhibición lo presentó *S. praealtum* por el método de perforación (15 mm halo de inhibición), actividad que tuvo correspondencia con los otros tres métodos evaluados. De esta planta se ha reportado potencial por difusión en disco para el extracto hidroalcohólico [26].

Para especies del mismo género *Kohleria*, como es el caso del extracto etanólico de *K. trianae*, se reporta que tiene actividad inhibitoria frente a bacterias como *E. coli*, *S. aureus* y *Streptococcus faecalis*, pero no frente a *P. aeruginosa* en el método de dilución en agar [27], similar a lo encontrado en este estudio para *K. spicata*.

El extracto etanólico de *U. caracasana* presentó actividad inhibitoria frente a *S. aureus* por el método de perforación (9 mm) y solo se ha reportado la susceptibilidad para el extracto etanólico de otra especie del mismo género, *U. baccifera*, por el método de difusión en disco frente a *E. coli* (11 mm), *P. aeruginosa* (10 mm) y *S. aureus* (13 mm) [28]. *P. aeruginosa* presentó susceptibilidad frente *P. officinalis* por microdilución y perforación (10 mm); mientras que esta misma especie inhibió a *S. aureus* por perforación (10 mm). Las especies del género *Parietaria* han presentado resultados variables en cuanto a su susceptibilidad frente a *S. aureus*; como ejemplo se reporta que el extracto hidroalcohólico de *P. debilis* no presenta inhibición, mientras que el extracto etanólico de *P. diffusa* presenta inhibición por difusión en disco frente a *E. coli* (6 mm), *P. aeruginosa* (6 mm) y *S. aureus* (6 mm) [29], [30], similar a lo encontrado en este trabajo.

Adicionalmente, los extractos etanólicos que presentaron actividad antimicrobiana en este trabajo frente a *P. aeruginosa* y *S. aureus*, y que presentan reportes previos son: *E. bogotenses*, *A. bogotensis*, *T. officinale*, *P. oleracea*, *P. sativum*, *Z. officinale* y *U. tomentosa*. En este sentido, se determinó que los mejores resultados fueron obtenidos para *E. bogotenses* por el método de perforación, microdilución y bioautografía, frente a *P. aeruginosa* (9 mm) y *S. aureus* (11 mm), los cuales son consistentes con lo reportado por Sanabria *et al.* para *S. aureus* [31]. Sin embargo, no hay reportes de su evaluación frente a *P. aeruginosa*.

Los resultados de actividad intermedia se presentaron para *A. bogotensis*, *T. officinale* y *P. sativum*. Los resultados obtenidos con *A. bogotenses* concuerdan con reportes previos sobre el extracto etanólico frente a *S. aureus* (10-18 mm) por el método de perforación [13], [14]. Adicionalmente, se ha reportado la evaluación de otros extractos, tales como acuoso, etéreo y una fracción de acetato

de etilo; los dos últimos son los que presentan mejor actividad [13], [14]. Los resultados de *T. officinale* son consistentes con reportes previos [32], a pesar de emplearse una concentración inferior a la reportada 1000-125 mg/mL frente a *P. aeruginosa* (12 mm), *S. aureus* (8mm) y *E. coli* (11 mm) por el método de perforación. Para *P. sativum* concuerda con un estudio previo [33], en el cual diferentes tipos de extractos (éter de petróleo, etanol y acuoso) presentan inhibición por el método de perforación frente a *P. aeruginosa* (13mm) y *S. aureus* (13 mm), y por el método de microdilución frente *E. coli*, de modo que es el extracto etanólico el de mayor actividad y el extracto acuoso el único que presenta actividad frente a *E. coli*. Asimismo, los resultados frente a *S. aureus* concuerdan con lo reportado por Luján García [34] mediante el método de microdilución, y cabe aclarar que este potencial no se evidencia para otros extractos, como n-hexano, diclorometano y metanol.

En cuanto a las especies que presentaron un menor efecto inhibitorio se encuentran *P. oleracea* y *A. odoratum*. Los resultados de la primera especie corroboran lo encontrado por Oraibi *et al.* [35], en los que el extracto etanólico presentó inhibición frente a *P. aeruginosa* (9 mm) y *S. aureus* (7 mm) por el método de perforación, lo que es similar a nuestros resultados. A su vez, presentó inhibición del extracto acuoso y etanólico frente a *E. coli* por el método de microdilución. *A. odoratum* presentó inhibición frente a *P. aeruginosa* y a *S. aureus*, de modo que este es el primer reporte en cuanto actividad antimicrobiana; sin embargo, se conoce que especies de la familia a la que pertenece (Poaceae) han tenido efecto antibacteriano frente a diversos patógenos [36]-[38].

Los extractos que presentaron actividad leve lo hicieron frente a *U. tomentosa* y *Z. officinale*, de manera que estos resultados son consistentes para la primera especie con estudios previos realizados con este mismo tipo de extractos por el método de difusión en disco [39]-[41]. El extracto etanólico y acuoso de *Z. officinale* no inhibe a *E. coli* y *S. aureus* [42], mientras que el extracto metanólico presenta actividad inhibitoria frente a los tres microorganismos seleccionados en este estudio [43]; los extractos de cloroformo, metanol y n-hexano

presentan actividad inhibitoria frente a *E. coli* y *S. aureus* [42]-[46]. De acuerdo con esto, se evidencia que los extractos obtenidos con solventes diferentes al etanol presentan mejores resultados de actividad en esta planta.

En el método de bioautografía, las dos técnicas empleadas (sin y con elución) no fueron consistentes debido a que los extractos de *E. bogotenses*, *Z. officinale*, *S. praealtum*, *P. oleraceae*, *P. sativum* y *T. officinale* solo inhibieron a *P. aeruginosa* al utilizar la técnica sin elución. Esto se puede explicar porque los extractos sin eluir pueden presentar interacción sinérgica entre los compuestos que constituyen el extracto, y porque al ser separados algunas sustancias pierden especificidad [47].

Los extractos de *U. caracasana*, *E. bogotenses*, *A. bogotensis*, *P. officinalis*, *S. praealtum*, *P. sativum* y *T. officinale* presentaron actividad inhibitoria frente a *S. aureus* por las dos metodologías. Los posibles compuestos responsables del efecto inhibitorio pueden ser esteroides y/o triterpenoides, fenoles y flavonoides; esto se puede inferir de la comparación de las pruebas de coloración en placa con las zonas de inhibición, pues no fue posible determinar bandas definidas por solapamiento entre las zonas de inhibición. Estos resultados concuerdan con estudios en los que se ha encontrado que la presencia de metabolitos secundarios en plantas tales como terpenos, fenoles, flavonoides, taninos y otros compuestos fenólicos son los responsables de la actividad antimicrobiana [48]. Para la especie *A. bogotensis* se encontró que el extracto fue activo de forma sinérgica, ya que al ser separado su actividad no fue muy evidente. Este resultado concuerda con lo reportado por [13], según lo cual la actividad del extracto etéreo de las flores frente a *S. aureus* y *S. epidermidis* se atribuye a una mezcla de terpenoides insaturados, oxigenados.

Conclusión

Este estudio permitió aportar al conocimiento químico y biológico de las especies *S. praealtum*, *P. officinalis*, *U. caracasana*, *A. odoratum* y *K. spicata*, las cuales no cuentan con reportes previos. Se evidenció que once extractos presentaron actividad inhibitoria frente a *S. aureus* y *P. aeruginosa*. El análisis fitoquímico permitió identificar que los esteroides

y/o triterpenoides, fenoles y flavonoides son los posibles metabolitos que están relacionados con la actividad antimicrobiana de los extractos obtenidos de estas plantas, sin embargo, se recomienda realizar estudios adicionales para cuantificar este tipo de metabolitos. La técnica de difusión en agar por perforación presentó los mejores resultados para evaluar la actividad antimicrobiana de extractos frente a las otras técnicas empleadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de La Salle y al Departamento de Ciencias Básicas por el apoyo y la financiación de esta investigación en sus instalaciones.

Referencia

- [1] B. López-Martínez *et al.*, “Susceptibilidad antimicrobiana de microorganismos causantes de infección de vías urinarias bajas en un hospital pediátrico”, *Bolet. Méd. Hosp. Inf. Méx.*, vol. 71, n.º 6, pp. 339-345, 2014, doi: 10.1016/j.bmhix.2015.01.001
- [2] E. Martínez *et al.*, “Infecciones del tracto urinario bajo en adultos y embarazadas: consenso para el manejo empírico”, *Infectio*, vol. 17, n.º 3, pp. 122-135, 2013, doi: 10.1016/S0123-9392(13)70719-7
- [3] C. Rocha, N. D. Reynolds y M. P. Simons, Resistencia emergente a los antibióticos: una amenaza global y un problema crítico en el cuidado de la salud”, *Rev. Per. Med. Exper. Sal. Púb.*, vol. 32, n.º 1, pp. 139-145, 2015, doi: 10.17843/rpmesp.2015.321.1586
- [4] E. Ortega, “Usos tradicionales de las plantas de la Orinoquia colombiana”, *UGCiencia*, vol. 21, pp. 16-28, 2015.
- [5] Á. V. Pérez Gómez, J. A. Aponte González, M. I. Schotborgh y S. M. Corredor, “Plan nacional de respuesta a la resistencia a los antimicrobianos”, Ministerio de Salud y Protección Social, pp. 1-66, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/MET/plan-respuesta-resistencia-antimicrobianos.pdf>. [Accedido: 19-may-2020]
- [6] M. Gallegos Zurita, “Las plantas medicinales: principal alternativa para el cuidado de la salud, en la población rural de Babahoyo, Ecuador”, *Anal. Facul. Med.*, vol. 77, n.º 4, p. 327, 2016, doi: 10.15381/anales.v77i4.12647
- [7] M. Bahmani, K. Saki, S. Shahsavari, M. Rafeian-Ko-paei, R. Sepahvand y A. Adineh, “Identification of medicinal plants effective in infectious diseases in Urmia, northwest of Iran”, *As. Pac. J. of Trop.l Bio-med.*, vol. 5, n.º 10, pp. 858-864, 2015, doi: 10.1016/j.apjtb.2015.06.004
- [8] P. C. Carreño Hidalgo, “La etnobotánica y su importancia como herramienta para la articulación entre conocimientos ancestrales y científicos. Análisis de los estudios sobre las plantas medicinales usadas por las diferentes comunidades del Valle De Sibundoy, Alto Putumayo”, trabajo de grado, Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3523/1/CarreñoHidalgoPabloCesar2016.pdf>
- [9] SiB Colombia, “Biodiversidad en Cifras 2019”, *Biodiver. Cif.*, 2019, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://cifras.biodiversidad.co/>
- [10] “Catalogue of Life-2020-04-16 Beta : total de especies”. [En línea]. Disponible en: <http://www.catalogueoflife.org/col/info/totals>
- [11] H. Y. Bernal, H. García y F. Quevedo, *Pautas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31427>
- [12] Ministerio de la Protección Social de Colombia, *Vademécum colombiano de plantas medicinales*. 2008. [En línea]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/vademecum-colombiano-plantas-medicinales.pdf>
- [13] M. Cárdenas Castelblanco, E. Sánchez Bravo y R. D. Torrenegra, “Sustancias responsables de la actividad antimicrobiana presentes en *Achyrocline bogotensis* H. B. K.”, trabajo de grado, Bacteriología, Pontificia Universidad Javeriana, 1990.
- [14] D. Chitiva Vargas, A. Restrepo Romero y R. Torrenegra, “Actividad antibacteriana y antifúngica de *Achyrocline bogotensis* H.B.K.”, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 1988.
- [15] S. G. Oliveira, F. R. de Moura, F. F. Demarco, P. S. Nascente, F. A. Pino y R. G. Lund, “An ethnomedicinal survey on phytotherapy with professionals and patients from Basic Care Units in the Brazilian Unified Health System”, *J. Ethnopharmacol.*, vol. 140, n.º 2, pp. 428-437, 2012, doi: 10.1016/j.jep.2012.01.054

- [16] L. C. Pabón, M. F. Rodríguez y P. H. Hernández-Rodríguez, “Plantas medicinales que se comercializan en Bogotá (Colombia) para el tratamiento de enfermedades infecciosas”, *Bolet. Latinoamer. Car. Plan. Med. Arom.*, vol. 16, n.º 6, pp. 529-546, 2017.
- [17] B. M. Vallejo Díaz, N. S. Torres Pabón, J. E. Rivera Penagos, M. F. Carvajal y D. C. Bolívar, “Estudio descriptivo de los subsectores productores y comercializadores de medicamentos y fitoterapéuticos en Bogotá”, *Rev. Colomb. Cien. Quím.-Farmac.*, vol. 36, n.º 2, pp. 175-191, 2007.
- [18] R. A. Ricco, I. Agudelo, M. Garcés, P. Evelson, M. L. Wagner y A. A. Gurni, “Polifenoles y actividad antioxidante en *Equisetum giganteum* L. (Equisetaceae)”, *Bolet. Latinoamer. Car. Plan. Med. Arom.*, vol. 10, n.º 4, pp. 325-332, 2011.
- [19] B. S. A. Kumar *et al.*, “Pharmacognostical studies of *Portulaca oleracea* Linn”, *Re. Bras. Farmacogn.*, vol. 18, n.º 4, pp. 527-531, 2008, doi: 10.1590/S0102-695X2008000400005
- [20] B. León, “La cola de caballo (*Equisetum*, Equisetaceae) comercializada y exportada del Perú”, *Rev. Per. Biol.*, vol. 19, n.º 3, pp. 345-346, 2012, doi: 10.15381/rpb.v19i3.1053
- [21] A. Sanabria, *Análisis fitoquímico preliminar: metodología y su aplicación en la evaluación de 40 plantas de la familia Compositae*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1983.
- [22] D. Barragán y A. Lesmes, “Comparación de dos métodos de conservación, liofilización y microsecado sobre tres especies bacterianas: elección del mejor método”, tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 2009. [En línea]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8468/tesis432.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [23] L. C. Sánchez Leal y L. C. Corrales Ramírez, “Evaluación de la congelación para conservación de especies autóctonas bacterianas”, *Nova*, vol. 3, n.º 4, p. 21, dic. 2005, doi: 10.22490/24629448.333
- [24] J. A. Calderón Hernández, “Caracterización fitoquímica, actividad antibacteriana y antioxidante de extractos de plantas medicinales utilizadas en Pereira y Santa Rosa de Cabal (Risaralda)”, tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2265/54764C146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [25] E. Sánchez-García, S. L. Castillo-Hernández y P. García-Palencia, “Actividad antimicrobiana”, en *Investigación en plantas de importancia médica*. OmniaScience, 2016, pp. 77-100 doi: <http://dx.doi.org/10.3926/oms.334>
- [26] M. Bueno Marques, “Triagem fitoquímica e avaliação da sensibilidade antimicrobiana e da genotoxicidade de *Sedum praealtum* DC. (Bálsamo)”, tesis de maestría, Universidade de José Do Rosário Vellano, Alfenas, 2015. [En línea]. Disponible en: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNFE_7d9b9d5151c68cceb-54967d0372a83f3
- [27] C. L. Gracia de Garcia, E. Correa y N. Rojas, “Estudio fitoquímico preliminar y evaluación de la actividad antimicrobiana de algunas plantas superiores colombianas”, *Rev. Colomb. Cien. Quím.-Farmac.*, vol. 23, 1995.
- [28] F. V. Guamán Pilco y F. Andueza, “Determinación y comparación de la actividad antibacteriana *in vitro* de extractos de dos especies de Ortiga sobre bacterias de importancia clínica”, tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamaba, Ecuador, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4575>
- [29] M. S. Toribio, S. D. Oriani, R. E. Toso, C. A. Tortone y J. G. Fernández, “Suceptibilidad de *Staphylococcus aureus* a extractos vegetales obtenidos de plantas nativas y naturalizadas de la provincia de la pampa, Argentina”, *Bolet. Latinoamer. Car. Plan. Med. Arom.*, vol. 6, n.º 6, pp. 367-368, 2007.
- [30] M. S. Ali-Shtayeh, R. M. R. Yaghmour, Y. R. Faidi, K. Salem y M. A. Al-Nuri, “Antimicrobial activity of 20 plants used in folkloric medicine in the Palestinian area”, *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 60, n.º 3, pp. 265-271, 1998, doi: 10.1016/S0378-8741(97)00153-0
- [31] A. Sanabria, L. Cárdenas y M. Parroquiano, “Actividad antimicrobiana y examen fitoquímico preliminar de siete angiospermas y una muestra de propóleo”, *Rev. Colomb. Cien. Quím.-Farmac.*, vol. 31, pp. 36-42, 2002.
- [32] C. Rodríguez, A. Zarate y L. Sánchez, “Actividad antimicrobiana de cuatro variedades de plantas frente a patógenos de importancia clínica en Colombia”, *Nova*, vol. 15, n.º 27, p. 119-129, 2017, doi: 10.22490/24629448.1963
- [33] A. O. Bakhiet *et al.*, “Antimicrobial activity of *Petroselinum sativum* and *Coriandrum sativum* Seeds”, *Res. Journal of Microbiol.*, vol. 1, n.º 4, pp. 346-352, abr. 2006, doi: 10.3923/jm.2006.346.352

- [34] C. Luján García, “Actividad antibacteriana de extractos vegetales en cepas hospitalarias de *Staphylococcus aureus* con resistencia múltiple”, tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, España, 2006 [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=13743>
- [35] A. G. Oraibi, A. A. Alshammari, R. A. Mohsien y W. J. Obaid, “Investigation the antibacterial activity of *Portulaca oleracea* L. tissue cultures *in vitro*”, *J. Pharmac. Res. Int.*, vol. 18, n.º 5, pp. 1-7, 2017, doi: 10.9734/JPRI/2017/36071
- [36] J. A. A. Zago, P. I. Ushimaru, L. N. Barbosa y A. Fernandes, “Sinergismo entre óleos essenciais e drogas antimicrobianas sobre linhagens de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isoladas de casos clínicos humanos”, *Rev. Bras. Farmacogn.*, vol. 19, n.º 4, pp. 828-833, 2009, doi: 10.1590/S0102-695X2009000600005
- [37] T. Dasgupta, A. Ganguly, M. Asaduzzaman y N. Qais, “Evaluation of anti-microbial, hypoglycemic and anti-diarrheal activities of *Setaria italica* seeds”, *Dhaka Univ. J. Pharmac. Sci.*, vol. 15 n.º 1, pp. 31-35, 2016, doi: 10.3329/dujps.v15i1.29190
- [38] C. Lambrecht Gonçalves *et al.*, “Actividad antibacteriana de los extractos de *Cymbopogon citratus*, *Elionurus* sp. y *Tagetes minuta* contra bacterias que causan mastitis”, *Rev. Cub. Plan. Med.*, vol. 18, n.º 3, pp. 487-494, 2013.
- [39] C. D. Romero, S. F. Chopin, G. Buck, E. Martinez, M. Garcia y L. Bixby, “Antibacterial properties of common herbal remedies of the southwest”, *J. Ethnopharmacol.*, vol. 99, n.º 2, pp. 253-257, jun. 2005, doi: 10.1016/j.jep.2005.02.028
- [40] R. A. Ccahuana-Vasquez, S. S. F. Dos Santos, C. Y. Koga-Ito y A. O. C. Jorge, “Antimicrobial activity of *Uncaria tomentosa* against oral human pathogens”, *Braz. Oral Res.*, vol. 21, n.º 1, pp. 46-50, 2007, doi: 10.1590/S1806-83242007000100008
- [41] R. W. Bussmann, A. Glenn y D. Sharon, “Antibacterial activity of medicinal plants of Northern Peru. Can traditional applications provide leads for modern science?”, *Ind. J. Trad. Knowl.*, vol. 9, n.º 4, pp. 742-753, 2010.
- [42] R. A. Onyeagba, O. C. Ugbogu, C. U. Okeke y O. Iroakasi, “Studies on the antimicrobial effects of garlic (*Allium sativum* Linn), ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and lime (*Citrus aurantifolia* Linn)”, *Afr. J. Biotechn.*, vol. 3, n.º 10, pp. 552-554, 2004, doi: 10.5897/AJB2004.000-2108
- [43] S. Bhargava, K. Dhabhai, A. Batra, A. Sharma y B. Malhotra, “Zingiber officinale : chemical and phytochemical screening and evaluation of its antimicrobial activities”, *J. Chem. Pharmac. Res.*, vol. 4, n.º 1, pp. 360-364, 2012.
- [44] S. F. Bashir, S. Gurumayum y S. Kaur, “*In vitro* antimicrobial activity and preliminary phytochemical screening of methanol, chloroform, and hot water extracts of ginger (*Zingiber Officinale*)”, *As. J. Pharmac. Clin. Res.*, vol. 8, n.º 1, pp. 176-180, 2015.
- [45] H. Hasan, A. Rasheed, B. Abd y B. Rasool, “Chemical composition and antimicrobial activity of the crude extracts isolated from *Zingiber officinale* by different solvents”, *Pharmac. Anal. Acta*, vol. 03, n.º 09, pp. 1-6, 2012, doi: 10.4172/2153-2435.1000184
- [46] S. H. Abd-alrahman y M. M. Salem-bekhit, “Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Various Crude Extracts of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe)”, *J. of Pure App. Microbiol.*, vol. 7, pp. 309-316, 2013.
- [47] L. Botz, S. Nagy y B. Kocsis, “Detection of microbiologically active compounds”, en *Planar chromatography*. Budapest: Springer, 2001, pp. 489-516.
- [48] S. P. Tan, L. O’Sullivan, M. L. Prieto y G. E. Gardiner, “Extraction and bioautographic-guided separation of antibacterial compounds from *Ulva lactuca*”, *J. App. Phyc.*, vol. 24, n.º 3, pp. 513-523, 2012, doi: 10.1007/s10811-011-9747-3
- [49] J. Budzianowski, L. Skrzypczak y D. Walkowiak, “Flavonoids of *parietaria officinalis*”, *J. App. Phyc.*, vol. 48, n.º 2, pp. 336-337, 1985, doi: 10.1021/np50038a033
- [50] A. E. Jaramillo, “Evaluación de la relación del contenido de fenoles determinados por dos técnicas analíticas con su capacidad citotóxica en doce especies vegetales de Ecuador”, tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador, 2014. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1400>
- [51] P. Estrada-Salas y V. Flores-Morales, “Siempre viva: un espermicida natural y avances de su caracterización fitoquímica”, *Rev. Inv. Cient.*, vol. 4, n.º 2, pp. 8-16, 2008.
- [52] M. del C. Beltrán-Orozco, J. J. Ocampo Rascón, F. D. Cedillo y R. S. Torres, “Chemical composition and antioxidant ability of the crude extract of *Sedum praealtum* flowers”, *Emir. J. Food Agricul.*, vol. 25, n.º 10, pp. 778-784, 2013, doi: 10.9755/ejfa.v25i10.17002
- [53] T. Warashina y T. Miyase, “Flavonoid glycosides from *Sedum bulbiferum*”, *Chem. Pharmac. Bull.*, vol. 65, n.º 12, pp. 1199-1204, 2017, doi: 10.1248/cpb.c17-00678

- [54] N. Lara, J. Rincón y M. F. Guerrero, "Alpha antiadrenergic effect of *Achyrocline bogotensis* extract ("vira vira") in isolated rat aortic ring", *Vitae*, vol. 24, n.º 1, pp. 30-37, 2017, doi: 10.17533/udea.vitae.v24n1a04
- [55] M. A. Téllez, A. N. Téllez, F. Vélez y J. C. Ulloa, "In vitro antiviral activity against rotavirus and astrovirus infection exerted by substances obtained from *Achyrocline bogotensis* (Kunth) DC. (Compositae)", *BMC Complem. Med. Therap.*, vol. 15, n.º 1, p. 428, dic. 2015, doi: 10.1186/s12906-015-0949-0
- [56] W. Barranco, "Especies vegetales de uso antiofidico en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta: inventario etnobotánica y evaluación biológica", tesis de grado, Universidad de Colombia, sede Medellín, 2010 [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7351>
- [57] M. Delgado, "Caracterización y cuantificación de flavonoides en dos especies de *Petroselinum* con diferentes tratamientos térmicos", tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2015 [En línea]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/11335>
- [58] Y. Zhou, H. Xin, K. Rahman, S. Wang, C. Peng y H. Zhang, "*Portulaca oleracea* L.: a review of phytochemistry and pharmacological effects", *Biomed. Res. Int.*, vol. 2015, n.º 925631, 2015, doi: 10.1155/2015/925631
- [59] J. E. Valdiviezo-Campos, C. Blanco-Olano, K. Olascuaga-Castillo y S. Rubio-Guevara, "*Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. (Rubiaceae): especie nativa del Perú, medicamento herbolario reconocido por la medicina tradicional", *Ethnobot. Res. Appl.*, vol. 19, 2020, doi: 10.32859/era.19.13.1-15
- [60] L. Guzmán, V. García, O. Cuesta, G. Jaramillo y G. E. Ramón, "Composición química y actividad antiinflamatoria de extracto de partes aéreas de *Portulaca oleracea* (verdolaga)", *Rev. Cub. Farm.*, vol. 51, n.º 1, pp. 1-13, 2017.