

Artículo original

Evaluación de la actividad antimicrobiana de plantas medicinales seleccionadas del Jardín Botánico del Orinoco, municipio Heres, Estado Bolívar.

Antimicrobial activity screening of selected medicinal plants from the Orinoco Botanical Garden, Heres municipality, Bolivar State

Rojas Janne^{1*}, Velasco Judith², Buitrago Alexis¹, Mender Tamara³, Rojas John⁴.

¹Grupo de Investigación "Biomoléculas Orgánicas", Instituto de Investigaciones, Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, ²Departamento de Microbiología y Parasitología, Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, ³Departamento de Ciencias, Unidad de Estudios Básicos, Universidad de Oriente, Bolívar C.P. 8001, ⁴Escuela de Bioanálisis, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, República Bolivariana de Venezuela.

Recibido febrero 2015 - Aceptado marzo 2016

RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron los extractos metanólicos de treinta y dos (32) especies botánicas seleccionadas y recolectadas en el jardín botánico del Orinoco, municipio Heres, Estado Bolívar frente a diferentes microorganismos de referencia internacional, por el método de difusión en agar con discos. En el análisis se observó inhibición del crecimiento principalmente de *Staphylococcus aureus* ATCC 29923 con valores de concentración inhibitoria mínima (CIM) entre 20 y 550 mg/mL en las especies *Arnica montana*, *Tabebuia avellanedae*, *Gossypium herbaceum*, *Kigelia africana*, *Uncaria tomentosa*, *Chrysophyllum cainito*, *Cnidioscolus chayamansa*, *Allamanda cathartica*, *Sansevieria trifasciata*, *Diphysa punctata* y *Ficus luschnathiana*. Las especies *Maytenus laevis*, *Caesalpinia coriaria* y *Viscum cruciatum* mostraron actividad frente a *S. aureus*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Por otro lado, *Licania pyrifolia* y *Couroupita guianensis* mostraron un amplio espectro de actividad, al inhibir el desarrollo de bacterias grampositivas y gramnegativas (*S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *Escherichia coli* ATCC 25922 y *Klebsiella pneumoniae* ATCC 23357). Además, *C. guianensis* mostró actividad antifúngica frente a *Candida albicans* CDC B-385 (CIM 380

mg/mL) y *Candida krusei* ATCC 6258 (CIM 340 mg/mL). De acuerdo a los resultados obtenidos se considera que el presente trabajo es un aporte al estudio de los productos naturales con potencial actividad antimicrobiana.

PALABRAS CLAVE

Actividad antimicrobiana, jardín botánico del Orinoco, Estado Bolívar, plantas medicinales, extractos metanólicos.

ABSTRACT

In present investigation, methanol extracts of thirty two selected plant species collected from the Orinoco botanical garden, Heres Municipality, Bolivar State were assayed against different bacterial strains by the agar diffusion method. Results showed growth inhibition mainly for *Staphylococcus aureus* with minimal inhibitory concentration (MIC) values between 20 to 550 mg/mL for *Arnica montana*, *Tabebuia avellanedae*, *Gossypium herbaceum*, *Kigelia africana*, *Uncaria tomentosa*, *Chrysophyllum cainito*, *Cnidioscolus chayamansa*, *Allamanda cathartica*, *Sansevieria trifasciata*, *Diphysa punctata* and *Ficus luschnathiana*. Furthermore, *Maytenus laevis*, *Caesalpinia coriaria* and *Viscum cruciatum* showed activity against three bacterial strains; *S.*

aureus, *E. faecalis* and *P. aeruginosa*. On the other hand, *Licania pyrifolia* and *Couroupita guianensis* exhibited wide range growth inhibition against *S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *E. coli* and *K. pneumoniae*. In addition, *C. guianensis* showed antifungal activity against *C. albicans* (380 mg/mL) and *C. krusei* (340 mg/mL). According to present results, this investigation is considered as a contribution to the research on natural products with potential antimicrobial activity.

KEY WORDS

Antimicrobial activity, Orinoco botanical garden, Bolívar State, medicinal plants, methanol extracts.

INTRODUCCIÓN

El Jardín Botánico del Orinoco, es una Institución sin fines de lucro, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Fue creado por la Gobernación del Estado Bolívar el 13 de Octubre de 1993, bajo los auspicios de un Consejo Superior integrado por la Gobernación del Estado Bolívar, la Corporación Venezolana de Guayana, la Alcaldía del municipio Heres y la Universidad Nacional Experimental de Guayana. Su fundador fue el Dr. Leandro Aristeguieta, ilustre profesor de la Universidad Central de Venezuela. Este jardín se encuentra ubicado en la calle Bolívar, módulos laguna El Porvenir, Ciudad Bolívar Estado Bolívar, Venezuela; y cuenta con una superficie de aproximadamente 60 hectáreas delimitadas por el Norte con la calle Bolívar; Este con la calle Caracas; Oeste con la avenida Cumaná y por el Sur con la avenida 5 de julio. Actualmente, está bajo la dirección de la Ing. Jennifer Jiménez y el Dr. Ricardo Aquino, gerente por la Secretaría de Turismo y Ambiente del Estado Bolívar. Cuenta con una curadora del Herbario, Lcda. Aida Velásquez y su asistente la Ing. Deiby García [1].

Con relación a las especies vegetales, el catálogo manejado por este centro supera las 4000 entre árboles, palmas, hierbas y arbustos, con tamaños que van desde unos pocos milímetros hasta más de 20 metros de altura. Existen aproximadamente 200 familias de plantas ornamentales y 100 usadas en la medicina tradicional. Es importante resaltar que, del total de estas familias de plantas, 250 son autóctonas de la flora de Guayana [2-4].

El archivo de este jardín guarda miles de muestras de especies que han sido identificadas en la región

por exploradores, científicos y botánicos. También se encuentran árboles traídos de África y Asia los cuales fueron donados a este centro [5]. Además, en este Jardín existe un área de reproducción y manejo forestal, donde se cultivan aproximadamente 25.000 plantas de tipo ornamental, destinadas para la venta a través de un vivero.

Por otra parte, las plantas han sido desde tiempos remotos fuentes inagotables de sustancias con diversas propiedades, tales como: antibacteriana, antifúngica, antiviral, antioxidante, anticancerígena, entre otras. Distintos tipos de extractos y aceites han sido utilizados a lo largo de la historia en forma empírica y constituyen la base de numerosas terapias homeopáticas [6-8]. Actualmente muchos investigadores se están dedicando a la búsqueda de nuevas sustancias de origen vegetal, las cuales podrían ser fuente de novedosos antibacterianos [9-20].

El propósito de la presente investigación fue evaluar el potencial como antimicrobiano de algunas plantas medicinales seleccionadas del Jardín Botánico del Orinoco, antes descrito, con el fin de determinar y comprobar los usos tradicionales que en la mayoría de los casos se les han atribuido a estas especies.

MATERIAL Y MÉTODOS

Selección y recolección del material botánico.

Todas las plantas usadas en el presente estudio fueron seleccionadas y recolectadas del Jardín Botánico del Orinoco. Dicha recolección fue realizada por Thamara Mender. Se escogieron 32 especies tomando en consideración los usos medicinales y aplicaciones terapéuticas más comunes, de acuerdo a encuestas realizadas a la población bolivarenses, así como, a la comunidad de Los Caribes, municipio Heres, Ciudad Bolívar. Las especies vegetales usadas en esta investigación incluyendo los nombres comunes, nombres botánicos, familias y usos populares se describen en la Tabla 1.

La parte experimental de esta investigación se realizó en la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes-Mérida, por lo que el material vegetal debió ser trasladado, cuidadosamente empacado en sobres manila sellados, desde Ciudad Bolívar. Para lograr este envío se solicitó permiso al Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras y al Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI) según oficio N° CPES/GUYN-001/2012 de fecha 13-11-2012.

TABLA 1
Especies botánicas seleccionadas del Jardín Botánico del Orinoco, Ciudad Bolívar [1-5].

Número de Identificación	Nombre Botánico / Familia	Nombre común	Usos medicinales	Número de Identificación	Nombre Botánico / Familia	Nombre común	Usos medicinales
JT001	<i>Gossypium herbaceum</i> L./ Malvaceae	Algodón	Diarrea, diurético, antiinflamatorio	JT017	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd./Fabaceae	Dividive	Amigdalitis, diarrea
JT002	<i>Amaranthus dubius</i> Mart. ex Thell. / Amaranthaceae	Pira Roja	Diarrea, úlceras en la piel, fiebre	JT018	<i>Couropita guianensis</i> Aubl. / Lecythidaceae	Bala de cañón	Dolor de estómago, astringente
JT003	<i>Melissa officinalis</i> L. / Lamiaceae	Toronjil	Bronquitis hipertensión	JT019	<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain. / Asparagaceae	Lengua de suegra	abscesos, afecciones de la piel
JT004	<i>Arnica montana</i> L. / Asteraceae	Árnica	Antiinflamatorio, heridas, úlceras de piel	JT020	<i>Amaranthus tricolor</i> L. / Amaranthaceae	Pira blanca	Diarrea, úlceras en la piel, fiebre
JT005	<i>Retama sphaerocarpa</i> (L.) Boiss. / Fabaceae	Retama	Purgante, reumatismo, artritis	JT021	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf. / Poaceae	Citronera	Somnolencias, digestivo, tranquilizante y caminativa
JT006	<i>Diphysa punctata</i> Rydb. / Fabaceae	Sarrapia	Dolor de estómago	JT022	<i>Allamanda cathartica</i> L. / Apocynaceae	Jasmin falcon	Neuralgias, convulsiones, debilidad, somnolencias y temblores
JT007	<i>Lithospermum fruticosum</i> L. / Boraginaceae	Chincha mochina	Fiebre	JT023	<i>Solanum ovigerum</i> Dunal. / Solanaceae	Huevo escondido	Antidiabético
JT008	<i>Uncaria tomentosa</i> (Willd. DC. / Rubiaceae	Uña de gato	Antiinflamatorio, Antihipertensivo, Antidiarreico	JT024	<i>Licania pyrrofolia</i> Griseb. / Chrysobalanaceae	Merecure	No reportada
JT009	<i>Jatropha curcas</i> L. / Euphorbiaceae	Piñón	Hemostático, curar heridas	JT025	<i>Persea americana</i> Mill. / Lauraceae	Aguacate	Frutos: alimento y las hojas: condimento
JT010	<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult. / Boraginaceae	Caujaroó	Tos,	JT026	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq. / Moraceae	Lombricera	Ornamental
JT011	<i>Costus allenii</i> Maas. / Costaceae	Caña de la India	Cálculos renales	JT027	<i>Nerium oleander</i> L. / Apocynaceae	Tacamajaca	Asma, epilepsia, cáncer
JT012	<i>Stachys officinalis</i> (L.) Trevis. ex Briq. / Lamiaceae	Bretonicoá escoba negra	Hemorragias intestinales, analgésico	JT028	<i>Tabebuia avellanedae</i> Lorentz ex Griseb. / Bignoniaceae	Palo de arco	Antibacteriano, antifúngico, antioxidante antiinflamatorio
JT013	<i>Carapaguianensis</i> Aubl. / Meliaceae	Carapa	Antiséptico, antiinflamatorio, insecticida	JT029	<i>Viscum cruciatum</i> Sieber ex Boiss. / Santalaceae	Guate de pajarito	Dispepsia, molestias y dolores de estómago,
JT014	<i>Cnidocolus chayamansa</i> McVaugh / Euphorbiaceae	Chaya	Abscesos, úlceras y tumores	JT030	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. / Malvaceae	Guasimo	Hemorroides, disenteria, quemaduras, úlceras de la piel,
JT015	<i>Kigelia africana</i> (Lam.) Benth. / Bignoniaceae	Árbol de la salchicha	Reumatismo, sífilis, mordeduras de serpientes	JT031	<i>Melia azedarach</i> L. / Meliaceae	Aleli	Antialérgico, insecticida
JT016	<i>Maytenus laevis</i> Reissek / Celastraceae	Chuchuguaza	Afrodisíaco, analgésico	JT032	<i>Chrysophyllum cainito</i> L. / Sapotaceae	Caimito	Diabetes, reumatismo, antioxidante

Tratamiento previo de las muestras.

De cada especie seleccionada se recolectaron aproximadamente 500 g de la planta fresca, las cuales se sometieron, por separado, al secado en estufa a una temperatura máxima de 40 °C (Tabla 2). Una vez seco el material botánico, se procedió a molerlo y determinar su peso. Cada especie de planta usada en este estudio tiene un código de identificación (Tabla 1) y los especímenes se encuentran depositados en el herbario del Jardín Botánico del Orinoco, municipio Heres, Estado Bolívar.

Extracción por maceración. El material vegetal seco y molido de cada especie se sometió, por separado, al proceso de extracción por maceración a temperatura ambiente usando metanol como solvente. Los extractos alcohólicos fueron concentrados a presión reducida en un rotavapor a una temperatura máxima de 50 °C. Una vez obtenidos los extractos concentrados, fueron pesados y almacenados en

frascos color ámbar a una temperatura de 4 °C hasta la realización de los análisis. En la Tabla 2 se detallan los pesos del material seco de partida y los extractos concentrados obtenidos de cada especie en estudio.

Ensayos de actividad antimicrobiana. En la tabla 3 se describen los microorganismos y los compuestos de referencia utilizados en el presente trabajo.

Actividad antibacteriana. Este ensayo se realizó siguiendo el método de difusión en agar con discos descrito por Velasco *et al.*, 2005 [21] usando un cultivo de 18 horas de cada microorganismo crecido en 2,5 mL de caldo Müeller-Hinton a 37 °C. El inóculo bacteriano se ajustó con solución salina fisiológica al patrón de turbidez de Mac Farland N° 0,5 (10⁶⁻⁸ UFC/mL). Cada inóculo se sembró en forma confluyente con un hisopo sobre la superficie de una placa conteniendo agar Müeller-Hinton. Luego se colocó sobre la superficie un disco de papel

de filtro (6 mm diámetro) previamente impregnado con 20 µL del extracto y como control negativo se utilizó metanol. Adicionalmente se colocó un disco estándar del antibiótico de referencia como control positivo (Tabla 3) correspondiente a cada microorganismo. El medio de cultivo inoculado se preincubó durante 18 horas a 4 °C y luego se incubó a 37 °C durante 24 horas. Las lecturas de los halos de inhibición se realizaron a las 24 y 48 horas. Transcurrido este tiempo, se midió la zona de inhibición alrededor del disco, y se expresó en milímetros (mm). La CIM se determinó solo en las cepas donde se observaron zonas de inhibición. Para determinar la CIM se preparó una dilución del extracto, en un rango de concentración de 550-20 mg/mL y se impregnaron los discos de papel de filtro con 20 µL de cada dilución. La CIM fue definida como la concentración más baja capaz de inhibir el crecimiento bacteriano visible [22]. Los ensayos se realizaron por duplicado.

Actividad antifúngica. Este análisis se realizó

siguiendo el método de difusión en agar con discos descrito por la NCCLS, 2004 [22], con algunas modificaciones las cuales se describen a continuación. Se mezclaron 20 mL de agar Müeller-Hinton (BBLTM®) suplementado con glucosa (2%, p/v) y azul de metileno (0,5 µg/mL) con 1 mL de cada inóculo fúngico que previamente se ajustó al patrón de turbidez de Mac Farland N° 1 (3×10^8 UFC/mL). Luego se colocó sobre la superficie un disco de papel de filtro (6 mm diámetro) previamente impregnado con 20 µL del extracto y como control negativo se utilizó metanol. Adicionalmente se colocó un disco estándar del antifúngico de referencia como control positivo (Tabla 3) correspondiente a cada hongo ensayado. El medio de cultivo inoculado se preincubó durante 18 horas a 4 °C y luego se incubó a 37 °C durante 24 horas. La lectura de los halos de inhibición se realizó a las 24 y 48 horas. Transcurrido este tiempo, se midió la zona de inhibición alrededor del disco, y se expresó en mm. Los ensayos se realizaron por duplicado.

TABLA 2
Material vegetal usado en los ensayos de actividad antimicrobiana.

Número de Identificación	Parte Usada	Material molido y seco (gramos)	Extracto metanólico concentrado (gramos)	Rendimiento (%)	Número de Identificación	Parte usada	Material molido y seco (gramos)	Extracto metanólico concentrado (gramos)	Rendimiento (%)
JT001	Partes Aéreas	32,1	3,4	10,6	JT017	Semillas	53,0	5,0	9,4
JT002	Hojas	69,0	5,7	8,3	JT018	Hojas	31,6	3,2	10,1
JT003	Partes Aéreas	37,0	2,1	5,7	JT019	Hojas	48,0	3,0	6,3
JT004	Hojas	65,0	4,0	6,2	JT020	Hojas	44,0	3,8	8,6
JT005	Tallos	43,4	2,4	5,5	JT021	Hojas	64,0	4,6	7,2
JT006	Semillas	76,1	4,4	5,8	JT022	Hojas	27,0	4,0	14,8
JT007	Hojas	42,1	2,1	5,0	JT023	Hojas	45,0	1,4	3,1
JT008	Hojas	84,3	6,5	7,7	JT024	Semillas	79,0	5,7	7,2
JT009	Hojas	53,6	3,1	5,8	JT025	Semillas	78,5	3,7	4,7
JT010	Hojas y semillas	25,6	1,6	6,3	JT026	Hojas	34,2	2,5	7,3
JT011	Tallos	58,0	6,0	10,3	JT027	Hojas	23,50	1,8	7,7
JT012	Partes Aéreas	38,2	1,4	3,7	JT028	Corteza	34,8	2,4	6,9
JT013	Semillas	68,5	5,6	8,2	JT029	Fruto	24,0	1,3	5,4
JT014	Hojas	22,0	3,0	13,6	JT030	Semillas	27,2	1,2	4,4
JT015	Fruto	20,2	1,2	6,0	JT031	Semillas	29,0	1,9	6,6
JT016	Corteza	56,0	8,1	14,5	JT032	Partes aéreas	35,0	2,6	7,4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluaron los extractos metanólicos de las 32 especies botánicas antes descritas (Tablas 1 y 2) frente a diferentes microorganismos de referencia internacional (Tabla 3), observándose inhibición del crecimiento principalmente de *S. aureus* con valores de CIM entre 20 y 540 mg/mL en las especies *Arnica montana* y *Tabebuia avellanedae* (50 mg/mL), *Gossypium herbaceum* (123 mg/mL), *Kigelia africana* (138 mg/mL), *Uncaria tomentosa* (200

mg/mL), *Chrysophyllum cainito* (220 mg/mL), *Cnidioscolus chayamansa* (280 mg/mL), *Allamanda cathartica* (304 mg/mL), *Sansevieria trifasciata* (385 mg/mL), *Diphysa punctata* (450 mg/mL) y *Ficus luschnathiana* (540 mg/mL), (Tabla 3). Por su parte, las especies *Maytenus lavis*, *Caesalpinia coriaria* y *Viscum cruciatum* mostraron actividad frente a tres especies bacterianas; *S. aureus* (*M. lavis* 140 mg/mL; *V. cruciatum* 50 mg/mL; *C. coriaria* 20 mg/mL), *E. faecalis* (*M. lavis* 343 mg/mL; *C. coriaria* 290 mg/mL) y *P. aeruginosa* (*C. coriaria* 270 mg/mL; *V. cruciatum* 190 mg/mL).

TABLA 3
Actividad antimicrobiana de las especies de plantas medicinales seleccionadas del Jardín Botánico del Orinoco.

Código	Nombre científico	Bacterias (CIM mg/mL)					Hongos (CIM mg/mL)	
		<i>S. aureus</i> ATCC 29923	<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	<i>E. coli</i> ATCC 25922	<i>K. pneumoniae</i> ATCC 23357	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	<i>C. albicans</i> CDC B-385	<i>C. krusei</i> ATCC 6258
JR001	<i>Gossypium herbaceum</i>	123	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR002	<i>Amaranthus dubius</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR003	<i>Melissa officinalis</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR004	<i>Arnica montana</i>	50	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR005	<i>Retama sphaerocarpa</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR006	<i>Diphysa punctata</i>	450	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR007	<i>Lithospermum fruticosum</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR008	<i>Uncaria tomentosa</i>	200	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR009	<i>Jatropha curcas</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR010	<i>Cordia alba</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR011	<i>Costus allenii</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR012	<i>Stachys officinalis</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR013	<i>Carapaguianensis</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR014	<i>Cnidioscolus chayamansa</i>	280	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR015	<i>Kigelia africana</i>	138	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR016	<i>Maytenus lavis</i>	140	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR017	<i>Caesalpinia coriaria</i>	20	290	NA	NA	270	NA	NA
JR018	<i>Couropita guianensis</i>	150	416	NA	NA	190	380	340
JR019	<i>Sansevieria trifasciata</i>	385	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR020	<i>Amaranthus tricolor</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR021	<i>Cymbopogon citratus</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR022	<i>Allamanda cathartica</i>	304	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR023	<i>Solanum ovigerum</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR024	<i>Licaniapyrifolia</i>	50	460	450	450	170	NA	NA
JR025	<i>Persea americana</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR026	<i>Ficus luschnathiana</i>	540	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR027	<i>Nerium oleander</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR028	<i>Tabebuia avellanedae</i>	50	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR029	<i>Viscum cruciatum</i>	50	NA	NA	NA	190	NA	NA
JR030	<i>Guazuma ulmifolia</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR031	<i>Melia azedarach</i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JR032	<i>Chrysophyllum cainito</i>	220	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Compuestos de referencia								
	Oxacilina® (1 µg)	19*	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	Vancomicina® (30 µg)	NE	29*	NE	NE	NE	NE	NE
	Tobramicina® (10/30 µg)	NE	NE	32*	NE	NE	NE	NE
	Aztreonam® (30 µg)	NE	NE	NE	32*	NE	NE	NE
	Ceftazidima® (30 µg)	NE	NE	NE	NE	52*	NE	NE
	Fluconazol® (100 µg)	NE	NE	NE	NE	NE	36*	NE
	Voniconazol® (400 µg/mL)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	28*

CIM: concentración mínima inhibitoria; NA: no activo; NE: no ensayado; *mm de los halos de inhibición (disco de 6 mm de diámetro)/ promedio 2 ensayos.

De todas las especies ensayadas solo *Licania pyrifolia* (LP) y *Couroupita guianensis* (CG) mostraron un amplio espectro de inhibición frente a todas las bacterias ensayadas (grampositivas y gramnegativas), con los siguientes valores de CIM según el caso: *S. aureus* (LP, 50 mg/mL; CG, 150 mg/mL), *E. faecalis* (LP, 460 mg/mL; CG, 416 mg/mL), *E. coli* (LP, 450 mg/mL), *K. pneumoniae* (LP, 450 mg/mL) y *P. aeruginosa* (LP, 170 mg/mL; CG, 190 mg/mL). Por su parte, *C. guianensis* mostró, además, actividad antifúngica frente a *C. albicans* y *C. krusei*, con una CIM de 380 mg/mL y 340 mg/mL, respectivamente.

Es importante hacer mención que en los análisis realizados con extractos alcohólicos de plantas es difícil predecir cuál(es) serían los compuestos responsables de la actividad antibacteriana observada, ya que se trata de mezclas complejas de sustancias químicas que van desde pigmentos, ceras y carbohidratos hasta metabolitos secundarios posiblemente activos. Sin embargo, estudios previos realizados en extractos de las especies antes mencionadas han reportado actividad antibacteriana principalmente frente a *S. aureus*. El extracto hexánico de *T. avellanedae* recolectada en Brasil presentó actividad frente a cepas de *S. aureus* resistentes a la meticilina [23]. Otro estudio realizado con las naftoquinonas, α -lapachona y α -xiloidona aisladas de esta especie, mostró que estos compuestos pueden ser los responsables de dicha actividad, ya que exhibieron valores de CIM entre 0,78 y 6,25 μ g/mL frente a cepas de *S. aureus* y *Bacillus subtilis* [24].

Por su parte, *G. herbaceum* presenta varios usos medicinales entre los que se encuentran actividad antibacteriana, antiviral y tratamiento de enfermedades de la piel [25]. En un estudio realizado con las semillas de esta especie Chaturvedi y col. reportaron actividad frente a *S. aureus* y *S. Typhimurium* comprobándose de esta manera algunos de sus usos tradicionales [26].

Estudios realizados con la especie *K. africana* han revelado actividad frente a *B. subtilis*, *S. aureus* y *E. coli* [27]. El extracto metanólico de esta especie mostró actividad frente a *S. aureus* a la dosis de 50 mg/mL [28]. Otro estudio realizado con el extracto etanólico de *K. africana* reveló actividad no solo frente a *S. aureus* sino también frente a *C. albicans* con zonas de inhibición entre 15 y 20 mm [29]. Las actividades reportadas para esta especie soportan los usos medicinales como antibacteriano y antifúngico

que se le han atribuido popularmente [30].

Por su parte, los flavonoides artochamina C, 5'-hidroxicudraflavona A y Dihidrocudraflavona B, aislados de *U. tomentosa* mostraron actividad frente a *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *B. subtilis*. Artochamina C mostró ser el más activo con valores de CIM entre 4,1 μ g/mL a 6,7 μ g/mL [31]. Otro estudio realizado con esta misma especie recolectada en Brasil reveló actividad frente a *B. cereus*, *Micrococcus luteus*, *S. aureus* y *Streptococcus pyogenes* con valores de CIM entre 20 y 30 mg/mL [32].

El extracto etanólico de *A. cathartica* L. presenta actividad frente a *B. subtilis*, *E. coli*, *Shigella flexneri*, *Salmonella Typhimurium* y *Microsporium gypseum* [33]. Los extractos acuoso y metanólico de las hojas de *C. albidum* mostraron actividad frente a *S. aureus*, *E. coli*, *S. Typhimurium* y *Shigella spp.* a las concentraciones de 125 μ g/mL, 250 μ g/mL y 500 μ g/mL, respectivamente. El análisis fitoquímico preliminar reveló que estos extractos contienen antraquinonas, taninos y glucósidos cardiotónicos [34]. La especie *C. conitifolius* también ha mostrado actividad antimicrobiana frente a *E. coli* y *P. aeruginosa* [35].

Por su parte, la especie *C. guianensis* ha sido objeto de diversas investigaciones con el propósito de comprobar su uso tradicional como antibiótico, antifúngico y antiséptico [36]. En este sentido, el extracto en cloroformo de las hojas mostró actividad contra cepas de *P. aeruginosa* a la concentración de 2 mg/mL [37]. Además, los frutos mostraron actividad frente a *E. coli*, *B. subtilis*, *S. aureus* y *P. aeruginosa* a la concentración de 1 mg/mL.

Las flores de esta misma especie también han sido objeto de estudio, mostrando actividad frente a *S. aureus*, *E. coli*, *K. pneumoniae* y *Proteus vulgaris*. [38]. El análisis fitoquímico preliminar reveló la presencia de terpenos, alcaloides y derivados fenólicos, los cuales pudieran estar relacionados con la actividad de amplio espectro mostrada por esta especie [39].

Por otro lado, *S. aureus* es un patógeno humano importante que coloniza e infecta a pacientes hospitalizados y a personas tanto inmunocompetentes como inmunodeprimidas en la comunidad. Su desarrollo conlleva a diversas patologías que varían desde las más sencillas, como infecciones en la piel hasta septicemias que pueden ser mortales. Es importante resaltar que *S. aureus* forma parte de la microbiota habitual en las vías

respiratorias superiores, piel, intestino y vagina donde cumple funciones de protección contra organismos patógenos externos. En esta microbiota habitual convive en equilibrio con otras bacterias, sin embargo, el crecimiento descontrolado de alguna de estas, conlleva a las infecciones antes descritas [40].

Además, las infecciones intrahospitalarias representan una problemática para las instituciones de salud ya que pueden ocasionar la muerte de los pacientes más vulnerables, especialmente los inmunodeficientes (pacientes con cáncer, SIDA, diabetes, quemaduras, entre otros) [41]. De igual manera, a quienes se les han colocado sondas, catéteres venosos o urinarios, tubos endotraqueales, prótesis valvulares o articulares [42]. En la presente investigación se observó principalmente actividad frente a *S. aureus* en 16 de las 32 especies analizadas, por lo que se considera un aporte al estudio de los productos naturales con potencial actividad antibacteriana.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se determinó el potencial antibacteriano de 16 especies de las 32 analizadas. En este estudio se observó actividad principalmente frente a *S. aureus*, importante patógeno humano responsable de una serie de infecciones cutáneas. Por otro lado, las especies *L. pyrifolia*, *C. coriaria* y *C. guianensis* mostraron actividad de amplio espectro al inhibir bacterias grampositivas y gramnegativas. Además, *C. guianensis*, inhibió el crecimiento de las dos especies de levadura: *C. albicans* y *C. krusei*. Por su parte, la especie *L. pyrifolia* no posee usos tradicionales reportados. De acuerdo a los resultados obtenidos se considera que el presente trabajo es un aporte importante al estudio de los productos naturales con potencial actividad antimicrobiana.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al personal del Jardín Botánico del Orinoco por permitir hacer la selección y recolección de las muestras usadas en la presente investigación. Además agradecen a la comunidad Los Caribes por compartir sus conocimientos teóricos sobre los usos medicinales de las especies botánicas seleccionadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ascencio E. Jardín Botánico ciudad Bolívar. [Página Web] 2014 [acceso: 30 de julio de 2015]. Disponible en: <http://www.jardinbotanicobolivar.com.ve/>
- [2] Steyermark JA, Berry P, Yatskievych K, Holst BK. Flora of the Venezuelan Guayana. St. Louis: Missouri Botanical Garden; 1997.
- [3] Aristeguieta L. La ciudad de los árboles. Puerto Ordaz: Dirección de Cultura, Gobernación del Estado Bolívar; 1995.
- [4] Steyermark JA, Huber O. Flora del Ávila: Flora y vegetación de las montañas del Ávila, de la silla y del Naiguatá. Caracas: Vollmer Foundation; 1978.
- [5] Ossa O. Jardín Botánico del Orinoco, reserva genética de la flora guayanesa. [Página Web] 2012 [acceso: 23 de julio de 2015]. Disponible en: <http://www.avn.info.ve/contenido/jardin-botanico-del-orinococonsultado>.
- [6] Capote EP, Rodríguez-Gutiérrez GM, Suárez NT, Nápoles NE, Calderón JB. La terapia homeopática y su aplicación en la estomatología. Rev AMC. 2009; 13 (1): 1-11.
- [7] Goldacre, B. Benefits and risks of homeopathy. The Lancet. 2007; 370(9600): 1672-1673.
- [8] Sagar SM. Homeopathy: Does a teaspoon of honey help the medicine go down?. Curr Oncol. 2007; 14(4): 126-127.
- [9] Buitrago A, Rojas J, Rojas L, Velasco J, Morales A, Peñaloza Y, Díaz C. 2015. Essential oil composition and antimicrobial activity of *Vismia macrophylla* leaves and fruits collected in Táchira-Venezuela. Nat Prod Commun. 2015; 10(2), 375-377.
- [10] Vizcaya M, Pérez C, Rojas J, Rojas L, Plaza C, Morales A, Pérez P. Composición química y evaluación de la actividad antifúngica del aceite esencial de corteza de *Vismia baccifera* var. *dealbata*. RSVM. 2014; 34: 86-90.
- [11] Nuñez R, Rojas J, Lucena M, Roa A. Evaluación de la actividad antibacteriana y efecto citotóxico de extractos obtenidos de la especie *Vismia guianensis* (Aubl.) Pers. (Hypericaceae). Rev Fac Farm. 2013; 55 (2): 29-34.
- [12] Araujo L, Moujir LM, Rojas J, Carmona J, Rondón M. Chemical composition and biological activity of *Conyza bonariensis* (L) Cronquist essential oil collected in Mérida-Venezuela. Nat Prod

Commun. 2013; 8(8):1175-1178.

[13] Morales A, Rojas J, Moujir LM, Araujo L, Rondón M. Chemical composition, antimicrobial and cytotoxic activities of *Piper hispidum* Sw. essential oil collected in Venezuela. JAPS. 2013; 3(6): 16-20.

[14] Torres L, Rojas J, Morales A, Rojas L, Lucena M, Buitrago A. Chemical composition and evaluation of antibacterial activity of essential oils of *Ageratina jahnii* and *Ageratina pichinchensis* collected in Mérida-Venezuela. BLACPMA. 2013; 12(1): 92-98.

[15] Rojas J, Suárez F, Bueno D, Buitrago A, Rojas LB, Velazco E. Comparative study on the Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Chromolaena laevigata* (Lam.) R. M. King & H. Rob. collected from Mérida-Venezuela. Ciencia. 2012; 20(3): 193-199.

[16] Cárdenas J, Rojas J, Rojas Fermin L, Lucena M, Buitrago A. Essential oil composition and antibacterial activity of *Monticalia greenmaniana* (Asteraceae). Nat Prod Commun. 2012; 7(2): 243-244.

[17] Akın M, HT. Saraçoğlu D, Başer KHC, Küçüködük M. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from different parts of *Bupleurum rotundifolium* L. Rec Nat Prod. 2012; 6(3): 316-320.

[18] Bachir-Raho G, Benali M. Antibacterial activity of the essential oils from the leaves of *Eucalyptus globulus* against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Asian Pac J Trop Biomed. 2012; 2: 739-742.

[19] Elansary HO, Salem MZM, Ashmawy NA, Yacout MM. Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of leaves essential oils from *Syzygium cumini* L., *Cupressus sempervirens* L. and *Lantana camara* L. from Egypt. J Agri Sci. 2012; 4(10): 144-152.

[20] Rojas J, Mender T, Rojas L, Guillén E, Buitrago A, Lucena M, Cárdenas N. Estudio comparativo de la composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Ruta graveolens* L. recolectada en los Estados Miranda y Mérida. Avances en Química. 2011; 6(3): 89-93.

[21] Velasco J, Contreras E, Buitrago D, Velazco E. Efecto antibacteriano de *Virola sebifera* sobre *Staphylococcus aureus* resistente a Meticilina. Ciencia. 2005; 13(4): 411-415.

[22] Clinical and Laboratory Standars Institute. Performance standards for antimicrobial.

Sucestibility Testing; Twenthy Fifth, information suplement, M100-S25. [Página Web] 2000 [acceso: 19 de agosto de 2015]. Disponible en: http://shop.clsi.org/c.1253739/site/Sample_pdf/M100S25_sample.pdf.

[23] Jiménez-González FJ, Veloza LA, Sepúlveda-Arias JC. Anti-infectious activity in plants of the genus *Tabebuia*. Univ Sci. 2013; 18(3): 257-267.

[24] Pereira EM, Machado T de B, Leal IC, Jesus DM, Damaso CR, Pinto AV, Giambiagi-de Marval M, et al. *Tabebuia avellanedae* naphthoquinones: activity against methicillin-resistant staphylococcal strains, cytotoxic activity and *in vivo* dermal irritability analysis. Ann Clin Microbiol Antimicrob. 2006; 5(5): 1-7.

[25] Khaleequr R, Arshiya S, Shafeequr R. *Gossypium herbaceum* Linn: An ethnopharmacological review. JPSI. 2012; 1(5): 1-5.

[26] Chaturvedi A, Singh S, Nag TN. Antimicrobial activity of flavonoids from *in vitro* tissue culture and seeds of *Gossypium* species. Rom Biotechnol Lett. 2010; 15(1): 4959-4963.

[27] Idris A, Al-tahir I, Idris E. Antibacterial activity of endophytic fungi extracts from the medicinal plant *Kigelia africana*. Egypt Acad J Biolog Sci. 2013; 5(1): 1-9.

[28] Abdulkadir MN, Adedokun A, John E. Phytochemical composition and antimicrobial evaluation of *Kigelia africana* LAM. Asian J Plant Sci. 2015; 5(1):14-17.

[29] Owolabi OJ, Omogbai EKI, Obasuyi O. Antifungal and antibacterial activities of the ethanolic and aqueous extract of *Kigelia Africana* (Bignoniaceae) stem bark. Afr J Biotechnol. 2007; 6 (14): 1677-1680.

[30] Saini S, Kaur H, Verma B, Ripudman S, Singh K. *Kigelia africana* (Lam.) Benth. An Overview. Nat Prod Radiance. 2009; 8(2): 190-197.

[31] White G, Bourbonnais-Spear N, Garner F. Antibacterial constituents from *Uncaria tomentosa*. Phytopharmacology. 2011; 1(2): 16-19.

[32] Silva e Sá Diego, Esteves Ribeiro G, Alves Rufino LR, Silva Oliveira N; Fiorini JE. Atividade Antimicrobiana da *Uncaria tomentosa* (Willd) D.C. Rev Ciênc Farm Básica Apl. 2014; 35(1):53-57.

[33] Suganda AG, Elin Sukandar Y, Rahman dan AA. Aktivitas antibakteri dan antifungi ekstrak etanol daun *Allamanda cathartica* L. dan *Allamanda neriifolia* Hook. JBAI. 2003; 2(3): 85-88.

[34] Uyilemi OP, Lawal IO. Antibacterial activity

and phytochemical screening of *Chrysophyllum albidum* leaves. As J Food Ag-Ind. 2009: Special Issue: S75-S79.

[35] Adeniran OI, Olajide O, Igwemmar NC, Orishadipe AT. Phytochemical constituents, antimicrobial and antioxidant potentials of tree spinach [*Cnidoscolus aconitifolius* (Miller) I. M. Johnston]. J Med Plant Res. 2013; 7(19): 1317-1322.

[36] Gousia SK, Kumar KA, Kumar TV, Latha JNL. Biological activities and medicinal properties of *Couroupita guianensis*. IJPSR. 2013; 3(4): 140-143.

[37] Al-Dhabi NA, Balachandran C, Raj MK, Duraipandiyar V, Muthukumar C, Ignacimuthu S, Khan IA, Rajput VS. Antimicrobial, antimycobacterial and antibiofilm properties of *Couroupita guianensis* Aubl. fruit extract. BMC Complement Altern Med. 2012; 12:242, 1-8.

[38] Shah GN, Shete SA, Patil VS, Patil KD, Killedar SG. Standardization and antibacterial activity of *Couroupita guianensis* fruit pulp extract. Int J Pharmacognosy and Phytochem Res. 2013; 4(4): 185-189.

[39] Ramalakshmi C, Ranjitsingh AJA, Kalirajan K, Kalirajan A, Athinarayanan G, Mariselvam R. A preliminary screening of the medicinal plant. *Couroupita guianensis* for its antimicrobial potential against clinical and fish-borne pathogens. Elixir Appl Bio. 2013; 57: 14055-14057.

[40] Washington W, Stephen A, William J, Elmer K, Gary P, Paul S, et al. Koneman. Diagnóstico Microbiológico. Texto y atlas en color. 6ta ed, México: Editorial Médica Panamericana, 2013. pp. 593-638.

[41] Pujol M, Limón E. Epidemiología general de las infecciones nosocomiales. Sistemas y programas de vigilancia. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2013; 31(2):108-113.

[42] Sievert DM, Ricks P, Edwards JR, Schneider A, Patel J, Srinivasan A, et al. Antimicrobial-resistant pathogens associated with healthcare-associated infections: summary of data reported to the national healthcare safety network at the centers for disease control and prevention, 2009-2010. Infect Control Hosp Epidemiol. 2013; 34:1-14.