

PÉREZ ARBELAEZIA

Nº 20 - Diciembre de 2011

ISSN 0120-7717

 Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis
Centro de Investigación y Desarrollo Científico



Passiflora marikitensis Mutis

Archivo Real Jardín Botánico de Madrid, lámina 1542



ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ
1896 - 1972

Sacerdote - Investigador
Fundador del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

PÉREZ
ARBELÁEZ

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, dedicada a la memoria de su fundador, el doctor *Enrique Pérez Arbeláez*, quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de Colombia y a fomentar la investigación, divulgación y defensa de nuestros recursos naturales.



Planta ornamental nativa seleccionada como emblema del Jardín Botánico de Bogotá. Debe su nombre a la exaltación que el ilustre botánico *Linneo* quiso hacer en homenaje a *José Celestino Mutis*.

Es una planta trepadora con zarcillos, hojas tomentosas en tonalidades verde grisáceo y flores casi siempre pedunculares, que con su color rojo vivo atraen insectos y colibríes.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



GOBIERNO DE LA CIUDAD

CLARA LÓPEZ OBREGÓN
Alcaldesa Mayor de Bogotá D.C. (D)

Jardín Botánico de Bogotá «José Celestino Mutis»

Junta Directiva

JUAN ANTONIO NIETO ESCALANTE
Secretario Distrital de Ambiente

INOCENCIO BAHAMÓN CALDERÓN
Rector
Universidad Distrital
Francisco José de Caldas

NORA LEÓN RODRÍGUEZ
Directora
Instituto de Estudios Ambientales -IDEA-
Universidad Nacional de Colombia

ÁNGEL GUARNIZO VÁSQUEZ
Asesor

Comité Directivo

EDGAR MAURICIO GARZÓN GONZÁLEZ
Director

JULIA DEL AMPARO MORALES AMADOR
Secretaria General

CLAUDIA ALEXANDRA PINZÓN
Subdirectora Científica

TANIA ELENA RODRÍGUEZ ANGARITA
Subdirectora Educativa y Cultural

CLAUDIA MARCELA SERRANO
Subdirectora Técnica y Operativa

HUGO ALEJANDRO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ
Jefe Oficina Asesora Jurídica

ALEXANDER SÁENZ SIERRA
Jefe Oficina Asesora de Planeación

JAIME ÁLVARO HERNÁNDEZ CORREA
Jefe Oficina de Control Interno

MOISÉS PALACIOS
Jefe Oficina de Arborización

JUAN MUELAS TRÓCHEZ
Coordinador Programa Agricultura Urbana

PÉREZ ARBELAEZIA

Número 20 - Diciembre de 2011

PÉREZ ARBELAEZIA © 2011 - ISSN 0120-7717

La revista *Pérez Arbelaezia* es la publicación científica anual del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Está dirigida a investigadores, estudiantes, científicos y a todas las personas interesadas en los temas que esta aborda.

Publica artículos científicos originales e inéditos que desarrollan temas de botánica, biología de especies y ecología de ecosistemas altoandinos; a la vez, abre el espacio para la presentación de ensayos, reflexiones, revisiones y conferencias que aportan al conocimiento de dichas disciplinas, así como de otras áreas misionales de la entidad tales como la arborización urbana, la agricultura urbana y la educación ambiental.

Comité Editorial Jardín Botánico

La edición de las publicaciones del Jardín Botánico de Bogotá se realiza de manera participativa ascendente a través de Comités Operativos integrados por interlocutores válidos de cada subdirección y dependencia, la coordinación editorial, la firma editora externa y el nivel directivo de la entidad, que conforman el comité editorial.

Comité Editorial Honorario

Santiago Madriñán Restrepo

Profesor Departamento de Ciencias
Biológicas

Universidad de los Andes

Hernán Mauricio Romero

Profesor. Departamento de Biología

Universidad Nacional de Colombia

Andrés Etter Rothlisberger

Profesor - Investigador

Departamento de Biología y Territorio

Universidad Javeriana

Directora revista Pérez Arbelaezia

Claudia Alexandra Pinzón

Subdirectora Científica

Coordinación general editorial Jardín Botánico

José Celestino Mutis

Dubán Canal Gallego

Editores

Patricia Jaramillo M. - ComunicAcción

Dubán Canal Gallego

Corrección de rigor científico

Martha Yaneth Vallejo

Germán Ignacio Andrade Pérez

Corrección de estilo

Juan Carlos Gómez Amaya

Diseño y diagramación

Bibiana Andrea Alturo M.

Litta Buitrago Sandoval

La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente. Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas, tesis y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Av. Calle 63 No. 68-95 / Teléfono: 437 7060 / Fax: 630 5075 www.jbb.gov.co



Grupo de Árbitros

Ángela Parrado Rosselli	Docente –Investigadora	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Jorge Jácome	Profesor Asistente	Departamento de Biología Pontificia Universidad Javeriana
Antoine M. Cleef	Profesor – Doctor	Universidad de Amsterdam Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics
Zoraida Calle D.	Coordinadora	Área de Restauración Ecológica CIPAV
Luis David Gómez	Profesor	Departamento de Microbiología Pontificia Universidad Javeriana
Eduardo Calderón Sáenz	Docente privado y Asesor ambiental	
Alma Isabel Ariza R.	Candidata Doctorado	Universidad Estadual de Maringá
Dubán Canal Gallego	Máster C. Naturales	Jardín Botánico José Celestino Mutis

CONTENIDO

Presentación.....	11
Estructura y diversidad florística de los bosques y matorrales conformados por la especie endémica <i>Condalia thomasi</i> Fdez-A en el enclave seco del valle del río Checua (Nemocón-Cundinamarca-Colombia)	
Sandra Pilar Cortés Sánchez.....	15
Áreas Protegidas para Bogotá. Una tipología enfocada en la gestión de la conservación.	
Germán I. Andrade, Carolina Barrero, Elizabeth Valenzuela, Juan Manuel Pinzón.....	37
Lista de las orquídeas de la vereda Mesagrande del municipio de Guayabetal, Cundinamarca - Colombia	
Juan Camilo Ordóñez Blanco.....	61
Potencial sociodinámico en procesos de restauración ecológica. Estudio de caso en la microcuenca de quebrada Limas, Bogotá Colombia	
Andrés Ramírez H.	77
Evaluación antimicrobiana in vitro de extractos etanólicos de <i>Rubus megalococcus</i> Focke (morita de páramo) y <i>Fucsbia boliviana</i> Carriere (bananito) frente a microorganismos patógenos	
María Eugenia Torres C.	95
Evaluación de fuentes semilleras de <i>Buddleja bullata</i> (BUDDLEJACEAE) como especie potencial para restauración ecológica	
Olga Adriana León Moya.....	107
Usos potenciales de dos especies de plantas andinas en la cuenca del río Tunjuelo, Bogotá, Colombia.	
Mónica Pineda Forero.....	126

Caracterización del uso de la flora en el área rural de la localidad de Chapinero-Bogotá D.C. Mauricio Gutiérrez.....	142
Regeneración natural bajo el dosel de <i>Aegiphila bogotensis</i> , <i>Persea mutisii</i> y <i>Prunus buxifolia</i> en los bosques Altoandinos de la Sabana de Bogotá, Colombia. Carolina Alcázar caicedo.....	157



PRESENTACIÓN

Apreciado lector:

El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis en su calidad de Centro de Investigación Científica del Distrito Capital, continúa avanzando en la producción de conocimiento en torno a la flora de los ecosistemas altoandinos y hacia el fortalecimiento de una “Conciencia ambiental por un cambio cultural profundo, para el buen vivir de todas y todos” dado el enfoque social del quehacer de la institución.

A través del presente número de la revista Pérez Arbelaezia, órgano de divulgación científica de la entidad, me complace presentar los resultados de algunas de las investigaciones realizadas a partir de los diferentes procesos que se adelantan en torno a la conservación de la flora, la sostenibilidad ambiental y al aprovechamiento del patrimonio genético, en el marco del Plan de Desarrollo “Bogotá Positiva”.

En este sentido, en cumplimiento a las políticas institucionales del Jardín Botánico y del Distrito a favor del mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades sociales del sur de la ciudad mediante procesos de restauración ecológica, se realizó un estudio en el año 2006, como respuesta a la situación de emergencia producida por las inundaciones periódicas de la microcuenca de la quebrada Limas, con el fin de prevenir y mitigar los factores que incrementan estos riesgos ambientales.

El artículo: Potencial sociodinámico en procesos de restauración ecológica; estudio de caso en la microcuenca de quebrada Limas, Bogotá Colombia, realizado por el ecólogo Andrés Ramírez H. presenta los resultados de la investigación realizada en este territorio caracterizado por complejas dinámicas ambientales y sociales urbano rurales, por su población de bajos ingresos y múltiples usos productivos del paisaje. El artículo enfatiza el enfoque sociodinámico utilizado a través de una metodología experimental que determina el potencial social del territorio, el cual permitió zonificarlo junto al potencial biofísico.

En cuanto a la investigación en la flora de bosque andino y páramo, orientada a la conservación in situ de ecosistemas, comunidades y especies importantes de la flora del D.C. y la región, se presenta el artículo: Estructura y diversidad florística de los bosques y matorrales conformados por la especie endémica *Condalia thomasi* Fdez-A en el enclave seco del Valle del río Checua (Nemocón-Cundinamarca-Colombia), realizado por la bióloga Sandra Pilar Cortés Sánchez, como parte del proyecto de investigación «Estudio integral para la conservación de la especie endémica *C. thomasi*, enclave seco del valle del río Checua (municipio de Nemocón)».

De acuerdo con el estudio, esta vegetación subxerófila presenta entre tres y cuatro estratos, que pueden variar de acuerdo con la etapa sucesional. Cabe anotar que la flora presente define endemismos regionales y locales. A pesar de encontrarse en zonas atmosférica y edáficamente secas estos matorrales guardan buena humedad interior, especialmente en sus estratos bajos y de epífitas, lo cual es muy importante para la economía hídrica especialmente durante los largos períodos de sequía que se presentan en esta zona durante el año.

El artículo: Lista de las orquídeas de la vereda Mesagrande del municipio de Guayabetal, Cundinamarca – Colombia, del biólogo Juan Camilo Ordóñez Blanco, presenta la lista de las orquídeas de un bosque de la vereda Mesagrande de Guayabetal, Cundinamarca, región caracterizada por presentar clima templado-húmedo, con terreno quebrado, estructura estratificada, amplia cobertura y con predominancia de rubiáceas. Los muestreos se hicieron mediante recorridos aleatorios, teniendo en cuenta datos de georreferenciación, hábito, época de floración y evaluación de la distribución vertical.

En cuanto al aprovechamiento y uso sostenible de especies se presenta el artículo: Evaluación antimicrobiana *in vitro* de extractos etanólicos de *Rubus megalococcus* Focke (morita de páramo) y *Fuchsia boliviana* Carriere (bananito) frente a microorganismos patógenos, elaborado por la microbióloga María Eugenia Torres. Se evaluó la actividad antimicrobiana de 30 µg de extracto etanólico obtenidos a partir de las especies vegetales *Rubus megalococcus* y *Fuchsia boliviana* frente a los microorganismos patógenos *Streptococcus pyogenes*, *Candida albicans* y *Escherichia coli*, utilizando la técnica de susceptibilidad *in vitro* de Kirby & Bauer (1994), con el fin de establecer qué extracto presentaba mayor actividad frente a los microorganismos evaluados.

Sección adicional.

Finalmente, se incluye el reporte técnico elaborado por Germán I. Andrade, Carolina Barrero, Elizabeth Valenzuela, Juan Manuel Pinzón, en el que se presentan las bases de la propuesta de categorías de manejo para las áreas protegidas del orden distrital del Distrito Capital de Bogotá para la revisión del Plan de Ordenamiento Territorial. Para mejorar la gestión y generar objetivos de conservación en la escala del paisaje se propone una tipología que integra las áreas protegidas en bloques, mosaicos y complejos de conservación, usando además estándares internacionales. La tipología de áreas protegidas propuesta se basa en criterios de atributos de la naturaleza, regímenes de manejo y usos, y actividades permitidas.

Edgar Mauricio Garzón González

Jardín Botánico José Celestino Mutis

Director

Evaluación antimicrobiana *in vitro* de extractos etanólicos de *Rubus megalococcus* Focke (morita de páramo) y *Fuchsia boliviana* Carriere (*bananito*) frente a microorganismos patógenos.

Por

MARÍA EUGENIA TORRES CÁRCAMO

Recibido: 27 de agosto de 2010 / Aceptado: 23 de marzo de 2011

Resumen

En la actualidad no existe un método estandarizado para evaluar la capacidad inhibitoria de microorganismos en extractos vegetales; sin embargo, se han desarrollado bioensayos sencillos, económicos, rápidos y efectivos para medir la actividad antimicrobiana. Por esta razón, utilizando la técnica de susceptibilidad *in vitro* de Kirby & Bauer (1994) se evaluó la actividad antimicrobiana de 30 µg de extracto etanólico obtenidos a partir de las especies vegetales *Rubus megalococcus* y *Fuchsia boliviana* frente a los microorganismos patógenos *Streptococcus pyogenes*, *Candida albicans* y *Escherichia coli*, con el fin de establecer qué extracto presentaba mayor actividad frente a los microorganismos evaluados. Se llevó a cabo una prueba de análisis de varianza con un modelo factorial (Tukey HSD) que evaluó tres factores: extractos vegetales, microorganismos y métodos de análisis, donde se determinó que el extracto vegetal con más actividad antimicrobiana para *Fuchsia boliviana* fue el obtenido a partir de la flor y el microorganismo que presentó mayor porcentaje de inhibición correspondió a *Candida albicans*. Por otra parte se evidenció que el extracto que presentó más actividad para *Rubus megalococcus* fue extraído a partir del fruto y el microorganismo más inhibido correspondió a *Streptococcus pyogenes*.

Palabras clave

Actividad antimicrobiana, actividad biológica, extracto vegetal, microorganismo patógeno, *Rubus megalococcus*, *Fuchsia boliviana*.

Abstract

Antimicrobial test *in vitro* of *Rubus megalococcus* Focke (morita de páramo) and *Fuchsia boliviana* Carriere (bananito) ethanolic extracts against pathogens

Currently, there's not an standardized method to evaluate the inhibitory capacity of microorganisms on plant extracts. However, simple, inexpensive, fast and effective bioassays have been developed to measure the antimicrobial activity. That's why, using the *in vitro* susceptibility technique (Kirby & Bauer 1994), we evaluated the antimicrobial activity of 30 µg of ethanol extract obtained from *Rubus megalococcus* and *Fuchsia boliviana* against pathogens *Streptococcus pyogenes*, *Candida albicans* and *Escherichia coli*, to determine which extract showed more activity against the tested microorganisms. An analysis of variance was carried out by using a factorial model (Tukey HSD) evaluating these factors: plant extracts, microorganisms and analysis methods, we determined that must antimicrobial activity was obtained from the *Fuchsia boliviana* flower. *Candida albicans* showed the highest inhibition percentage. On the other hand the *Rubus megalococcus* fruit extract showed the most significant activity and *Streptococcus pyogenes* was the most inhibited microorganism.

Keywords

Antimicrobial activity, biological activity, plant extract, pathogen, *Rubus megalococcus*, *Fuchsia boliviana*.

INTRODUCCIÓN

Las sustancias de origen natural desde tiempo inmemorables se han constituido en fuente inagotable de fármacos para combatir enfermedades infecciosas (Domingo & López 2003); es el reino vegetal el que ofrece mayor cantidad de metabolitos secundarios útiles, con algún tipo de actividad biológica. Durante siglos los extractos vegetales de plantas superiores han sido utilizados como quimioterapéuticos descubriendo nuevos medicamentos efectivos para el tratamiento de enfermedades infectocontagiosas (Toribio *et al* 2005). Dentro del tipo de sustancias bioactivas de origen vegetal más estudiadas en

la actualidad se encuentran los compuestos antimicrobianos que controlan la prevalencia de enfermedades infecciosas, vencen los problemas de resistencia de microorganismos y los efectos colaterales que poseen los antimicrobianos sintéticos (Rangel *et al* 2001).

Se han aislado alrededor de 12.000 compuestos de origen vegetal con algún tipo de actividad biológica, de los cuales un porcentaje importante posee actividad frente a microorganismos, entre los que encontramos fenoles, heterósidos, quinonas, taninos, cumarinas, flavonas y alcaloides (Domingo & López 2003; Marquez *et al* 2003; Aricapa 2009). En la actualidad no existe un método estandarizado para evaluar la capacidad inhibitoria de microorganismos en extractos vegetales, como los que se establecen para medir la susceptibilidad de antibióticos; sin embargo se han desarrollado bioensayos sencillos, rápidos y efectivos, similares, variando la preparación del inóculo, el medio de cultivo, la temperatura y el tiempo de incubación (Shiva 2007).

Una de las técnicas más utilizada para medir la susceptibilidad *in vitro* de extractos vegetales es la descrita por Bauer *et al* (1994), cuyo principio de difusión por disco ha sido utilizado por más de 70 años, en donde se han probado minuciosamente todas las variables involucradas en el proceso, tales como los medios de cultivo, la temperatura y el espesor del agar (Cavalieri *et al* 2005).

El Jardín Botánico José Celestino Mutis, reconocido como Centro de Investigación y Desarrollo Científico, ha adelantando estudios de actividad antimicrobiana en extractos vegetales obtenidos de especies andinas presentes en los ecosistemas del Distrito Capital y la región. En este sentido y con el fin de conocer la posible actividad biológica que pueden presentar las especies vegetales se evaluaron los extractos obtenidos a partir de *Fuchsia boliviana* y *Rubus megalococcus*.

Fuchsia boliviana pertenece a la familia Onagraceae, originaria de Bolivia; actualmente se encuentra en Centro y Sudamérica. Autores como Hoyos (1994) describen que sus frutos son utilizados como comestible por su sabor agradable; sin embargo, según Jáuregui-Zúñiga & Moreno Cárcamo (2004) los frutos maduros y las hojas contienen cristales de oxalato de calcio, moléculas implicadas en la presencia de cálculos renales y patologías similares que perjudican la salud. Es por ello que en la búsqueda de alternativas de uso de la

especie se planteó la posibilidad de verificar si posee actividad antimicrobiana ya que estudios han reportado sustancias con actividad biológica en especies de su misma familia.

Otra especie de gran interés es *Rubus megalococcus*, de la familia Rosaceae. En Colombia, como en los demás países andinos, se encuentra en las zonas frías y frío moderadas, en alturas de los Andes comprendidas entre los 1.500 y los 3.200 msnm; numerosas especies son aprovechadas para el consumo humano en diferentes formas, siendo *Rubus glaucus* Benth conocida como «mora de Castilla», la de mayor uso agroindustrial. Adicionalmente la actividad antibacteriana del género *Rubus* ya fue evidenciada en la especie *Rubus pinfaensis* por Richards (1994) quien determinó la presencia de 5 tipos diferentes de componentes que demostraban actividad frente a la bacterias *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*.

El trabajo evaluó la actividad antimicrobiana de los extractos obtenidos a partir de *Fuchsia boliviana* y *Rubus megalococcus* frente a *Streptococcus pyogenes*, *Candida albicans* y *Escherichia coli*, microorganismos patógenos, utilizando la técnica de susceptibilidad *in vitro*, buscando establecer qué extracto presentaba mayor actividad frente a los microorganismos evaluados y de esta manera contribuir al conocimiento de la actividad biológica de especies vegetales que se encuentran en ecosistemas de la región andina de Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

El estudio planteó un diseño experimental cuantitativo; el utilizado fue descrito por Lizcano & Vergara (2007) para buscar la mayor actividad antimicrobiana medida en halos de inhibición que tuvieran los extractos obtenidos.

- Por cada extracto evaluado se realizaron cinco (5) replicas por microorganismo.
- Se llevó a cabo una prueba de análisis de varianza con un modelo factorial que comprende tres factores: extractos vegetales, microorganismos y métodos de análisis.

Se realizó la prueba estadística Tukey HSD a cada especie mediante un análisis

de varianza multifactorial. En todos los ensayos la lectura de los halos de inhibición (mm) de la actividad antimicrobiana se determinó de la siguiente manera:

$$C = A - B$$

C = Tamaño del halo de inhibición (mm)

A = Tamaño del halo + disco de papel

B = Tamaño del disco de papel

Una vez realizados los ensayos biológicos se determinó el porcentaje de inhibición para cada caso utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ inhibición} = \frac{dm \times 100}{dc}$$

dm = Promedio del halo de inhibición de la muestra

dc = Diámetro promedio del halo de inhibición del control positivo (Alonso G. N. 1996)

Obtención de extractos: se colectaron 2 kg de material vegetal para cada especie. Para *F. boliviana* se colectaron hojas, tallos, frutos y flores y para *R. megalococcus* se colectaron solo hojas y frutos en el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Posteriormente fue clasificado y seleccionado para ser sometido a un proceso de secado a temperatura ambiente durante un período de 8 días, se disminuyó el tamaño de la partícula del material seco y se realizó maceración en frío durante 48 horas en etanol al 96 por ciento, se filtró separando la parte sólida de la líquida para medir su concentración en un rotovapor Laborota 4.000 Efficient a presión reducida.

Activación de microorganismos: para cada microorganismo se determinaron las características macroscópicas mediante la observación del crecimiento en medios selectivos y microscópicas utilizando la tinción de Gram. En el caso de las bacterias se realizó la activación mediante la siembra por agotamiento en agar nutritivo y se incubaron a 37 °C durante 24 horas. Para la levadura *Candida albicans* se sembró por agotamiento en agar PDA y se incubó a 20 °C durante 48 horas. Pasado el período de incubación se realizó una siembra por agotamiento en medios selectivos: para *E. coli* se utilizó agar violeta cristal-rojo neutro-bilis para microbiología (VRB), *Streptococcus pyogenes* Baird Parker y *Candida albicans* en Papa dextrosa agar (PDA). Los medios de cultivo utilizados fueron marca Merck.

Prueba de susceptibilidad antimicrobiana: se utilizó la técnica para medir la susceptibilidad *in vitro* de microorganismos patógenos frente a una sustancia o a la mezcla de varias sustancias desconocidas de origen vegetal con potencial antimicrobiano descrita por Lizcano *et al* (2008). Para bacterias, luego de tener las cepas totalmente aisladas en sus respectivos medios, se tomó por cada microorganismo de 4 a 5 colonias y se puso en 5 ml de solución salina al 0,85 por ciento, se ajustaron las concentraciones con el Tubo No. 0,5 Mc Farland ($1,5 \times 10^6$ UFC); la suspensión ajustada se sembró masivamente con escobillón estéril en agar Muller Hilton.

Posteriormente se tomaron los discos de papel estériles a los cuales se les adicionaron 10 μ l de extracto con una concentración de 30 mg/ml de acetona. El control positivo fue un disco con cloramfenicol (10 mg/ml) y el control negativo fue agua estéril. Se dejó incubando a 37 °C durante 24 horas; luego del período de incubación se realizó la lectura de los halos de inhibición (mm). Se hicieron 5 réplicas para cada ensayo de actividad antimicrobiana por extracto y microorganismo evaluado. Para el caso de la levadura con *Candida albicans* se hizo el mismo tratamiento que en bacterias, pero el medio utilizado fue agar PDA y como control positivo se utilizó griseofulvina (10 mg/ml).

RESULTADOS

Se determinó que los extractos etanólicos evaluados para las especies vegetales *Rubus megalococcus* y *Fuchsia boliviana* presentaron actividad inhibitoria frente a *E. coli*, *Candida albicans* y *S. Pyogenes*. El experimento logró medir frente a los controles positivos la capacidad que tuvieron los extractos vegetales para inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos involucrados en enfermedades infectocontagiosas (ver Figura 1).

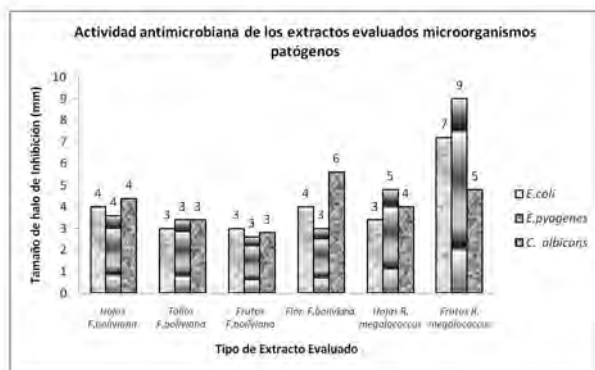


Figura 1. Actividad antimicrobiana medida en tamaño de halo de inhibición (mm) de los extractos de *Rubus megalococcus* y *Fuchsia boliviana* frente a microorganismos patógenos.

Los resultados arrojados permiten determinar que todos los extractos empleados presentaron actividad antimicrobiana frente a los tres microorganismos evaluados, en donde el mínimo porcentaje de inhibición corresponde al 10 por ciento y el máximo porcentaje de inhibición fue del 23 por ciento.

% inhibición de los seis (6) extractos vegetales evaluados			
Microorganismos / tipo de extracto	<i>E. coli</i>	<i>E. pyogenes</i>	<i>C. albicans</i>
Hojas <i>F. boliviana</i>	10%	14%	18%
Tallos <i>F. boliviana</i>	10%	14%	14%
Frutos <i>F. boliviana</i>	10%	10%	11%
Flor <i>F. boliviana</i>	10%	14%	22%
Hojas <i>R. megalococcus</i>	9%	12%	16%
Frutos <i>R. megalococcus</i>	18%	23%	19%

Tabla 1. Actividad antimicrobiana de los extractos de *Rubus megalococcus* y *Fuchsia boliviana* frente a microorganismos patógenos.

Por otra parte a partir del análisis estadístico se evidenció que hay diferencias significativas entre el comportamiento de inhibición de los extractos obtenidos de los diferentes órganos de las especies *Fuchsia boliviana* y *Rubus megalococcus* (ver Tabla 1), indicando que todos los extractos presentaron actividad inhibitoria frente a los microorganismos patógenos estudiados, encontrándose diferencias para cada extracto y tipo de microorganismo evaluado.

Especie	Varianza de dos factores de los extractos evaluadas					
	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	Significancia
<i>F. boliviana</i>	PART	67,6	3	22,5458333	15,7525473	8,87E-08
	MICR	13,2	3	4,4125	3,08296943	0,03348093
	PART * MICR	64,5	9	7,16805556	5,00824842	4,17E-05
	Error	91,6	64	1,43125		
<i>R. megalococcus</i>	Corrected	237,0	79			
	PART	67,6	1	67,6	24,3603604	2,42E-05
	MICR	36,9	3	12,3	4,43243243	0,0102716
	PART * MICR	32,6	3	10,8666667	3,91591592	0,01727911
	Error	88,8	32	2,775		
	Corrected	225,9	39			

PART: Extracto del órgano de las especies vegetales evaluadas. MICR:

Tabla 2. Prueba de análisis de varianza con un modelo factorial del experimento realizado.

Microorganismo. En la Tabla 1 se muestra el nivel de significancia para los efectos de los dos factores (microorganismo – extracto) y de la interacción de los extractos obtenidos con las especies investigadas.

Los resultados de la prueba estadística de Tukey HSD determinan que la parte con más actividad antimicrobiana del extracto evaluado de *F. boliviana* fue obtenido a partir de la flor. Adicionalmente, entre los órganos de hojas, frutos y tallos no presentó una diferencia significativa determinando que existe una leve inhibición para los microorganismos evaluados. Por otra parte el microorganismo que presentó mayor porcentaje de inhibición a los extractos de *F. boliviana* correspondió a *Candida albicans*, lo que se correlaciona con que el extracto inhibió en un porcentaje cercano al control positivo utilizado en el experimento. Con base en lo anterior se puede inferir que el extracto etanólico de la flor de *F. boliviana* inhibe el crecimiento de *Candida albicans* a una concentración de 30 µg. En la especie *Rubus megalococcus* se determinó que de los dos extractos evaluados el que mayor actividad antimicrobiana presentó fue el obtenido a partir del fruto, lo que indica que existieron diferencias significativas entre el comportamiento de inhibición de los extractos obtenidos por los diferentes órganos de la especie. Adicionalmente se evidenció que el microorganismo con más porcentaje de inhibición fue *Streptococcus pyogenes* (ver tabla 3).

Prueba de comparación de medias de Tukey para microorganismos y los extractos

Especie	MICR	N	Subset 1	Subset 2
<i>F. boliviana</i>	<i>E. coli</i>	20	3,5	3,5
	<i>Streptococcus pyogenes</i>	20	3,9	3,9
	<i>Candida albicans</i>	20	4,05	
	Significancia		0,09150702	0,47115397
<i>R. megalococcus</i>	<i>E. coli</i>	10	5,3	5,3
	<i>Candida albicans</i>	10	5,4	5,4
	<i>Streptococcus pyogenes</i>	10	6,9	
	Sig.		0,38710308	0,1600368

Tabla 3. Comparación de la prueba de Tukey para la evaluación antimicrobiana de los extractos de *F. boliviana* y *Rubus megalococcus*.

MICR: Microorganismo. N: Número de muestras evaluadas. En la Tabla 2 se muestran los resultados arrojados de la prueba estadística Tukey HSD.

DISCUSIÓN

Según Domingo & López (2003) solo se han descubierto hasta el momento alrededor del 10 por ciento de las sustancias naturales con algún tipo de actividad biológica. Es por esta razón que los resultados arrojados en el presente estudio contribuyen al conocimiento de nuevas especies con posible actividad antimicrobiana frente a microorganismos patógenos Gram positivos, negativos y levaduras, los cuales se encuentran involucrados en diferentes patologías en seres humanos y animales.

Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación con los reportados por Silva & Siquera (2005) en donde determinan que los extractos obtenidos a partir de *Rubus urticaefolius* presentaron actividad antimicrobiana frente a *Bacillus subtilis*, *Bacillus sp.*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* y no presentan actividad frente a *Streptococcus pyogenes*, son similares a los obtenidos en el presente trabajo en cuanto a la actividad antimicrobiana presentada por los extractos de las hojas y frutos de *Rubus megalococcus* frente a *E. coli* y difieren en la actividad presentada por el extracto de los frutos de la morita de páramo frente a *Streptococcus pyogenes* y *Candida albicans*.

Dichas discrepancias pueden surgir, ya que aunque las dos especies pertenecen al género *Rubus* son especies diferentes, colectadas en regiones con condiciones climáticas distintas, las cuales podrían incidir en la concentración o ausencia de algunos metabolitos secundarios que pueden estar involucrados en la inhibición del crecimiento de *Streptococcus pyogenes* y de *C. albicans*. Por otra parte al comparar los resultados con los obtenidos por Richards (1994) también se corrobora la actividad antimicrobiana que presentan los extractos del género *Rubus* frente a *E. coli*.

El resultado obtenido para la actividad antimicrobiana presentada por el extracto de los frutos de *Rubus megalococcus* frente a *Streptococcus pyogenes*, microorganismo involucrado en enfermedades de las vías respiratorias como faringitis o problemas infecciosos de garganta (Brooke 1999), puede justificar el uso tradicional de esta especie en la comunidades rurales del Distrito Capital y la región que, de acuerdo con los usos reportados para las especies del género *Rubus* por Guzmán *et al* (2007), se indica que los frutos de las especies son utilizados como jarabe expectorante para combatir problemas de garganta.

En este sentido se sugiere realizar el estudio fitoquímico de los frutos maduros de la especie para identificar y purificar la molécula responsable de la actividad antimicrobiana frente a *Streptococcus pyogenes* y de esta manera poder verificar y validar mediante un ensayo biodirigido *in vivo* la actividad antimicrobiana presentada en el presente estudio con el fin de poder contribuir a validar científicamente el uso tradicional que se le da a la especie en el Distrito Capital. Los resultados obtenidos para los extractos etanólicos evaluados de la especie *Rubus megalococcus* determinan que su actividad antimicrobiana presenta un amplio espectro, pues pueden inhibir a microorganismos Gram negativos, Gram Positivos y a *Candida albicans*.

En la actualidad no se reportan estudios realizados para medir la actividad antimicrobiana de la especie *F. boliviana*, por lo tanto los resultados obtenidos en este trabajo aportan al conocimiento de la posible actividad biológica que puede tener la especie y puede incidir en otros estudios que pretendan determinar diferentes formas de uso de la especie.

En cuanto a la naturaleza de los microorganismos evaluados es importante mencionar que cada uno de ellos representó un grupo característico según su morfología, pues la actividad antimicrobiana evaluada en el presente estudio permitió comparar la capacidad de repuesta del extracto frente a microorganismos Gram negativos, Gram positivos y levaduras. Según Lizcano *et al* (2008) el tipo de respuesta de los microorganismos frente a los extractos se debe a mecanismos de resistencia: para el caso de bacterias Gram negativas la pared celular presenta estructuras como el peptidoglicano y la bicapa lipídica, compuesta de lipopolisacáridos ricos en fosfolípidos, polisacáridos y proteínas, los cuales contribuyen a mecanismos de resistencia mucho más efectivos si se compara a la pared celular de los organismos Gram negativos.

Los mecanismos de resistencia de las bacterias pueden presentarse como alteración del sitio blanco o diana de antimicrobianos, disminución de la permeabilidad de la pared por poseer una pequeña capa de péptidoglicano, la cual es más sensible, adquisición del mecanismo de flujo y cambio de vía metabólica externa. *E. coli* fue el microorganismo más resistente a los extractos evaluados, por ser una bacteria Gram negativa que presenta más mecanismos de resistencia que los otros dos microorganismos estudiados.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se debe realizar la evaluación in vivo de los extractos para verificar si son estables frente a factores medio ambientales y de esta manera determinar su modo de uso y aplicación a nivel medicinal e industrial. Este tipo de resultado puede contribuir al descubrimiento de nuevos principios activos para posteriores investigaciones de productos terapéuticos de origen vegetal (Lizcano *et al* 2007).

Bibliografía

- Aricapa, D.** 2009. *Actividad antimicrobiana de plantas sobre microorganismos cariogénicos*. Facultad de Ciencias Básicas. Pontificia Universidad Javeriana. Trabajo de pregrado. Bogotá, D.C.
- Bauer, A. W., Kirby W. M., Sherris J. C. & Turck, M.** 1994. *Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method*. Am J Clin Pathol.
- Brooke, J.** 1999. 8ª ed. *Biología de los microorganismos*. Editorial Prentice Hall. Madrid, España. 1125 pp.
- Cavalieri, S., Harbeck, R., McCarter, Y., Ortez, J., Rankin, I., Soutter, R., Sharp, S. & Spiegel, C.** 2005. *Manual de pruebas de susceptibilidad antimicrobiana*. American Society for Microbiology.
- Domingo, D., López-Brea, M.** 2003. *Plantas con actividad antimicrobiana*. Revista Española de Quimioterapia. 16(4): 385 – 393.
- Guzmán-C, J., Córdoba, S., Zúñiga - Upegui, P., Torres-C, M., Pérez-M, B., Mesa, L., Pacheco, R. & Córdoba, C.** 2007. *Especies útiles en la región Andina de Colombia*. Tomo I. Jardín Botánico José Celestino Mutis. 243 p
- Jáuregui-Zúñiga & Moreno Cárcamo.** 2004. *Bio-mineralización del oxalato de calcio en plantas: Retos y Potencial*. REB 23 (1): 18-23.
- Lizcano, A. & Vergara, J.** 2007. *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos o aceites esenciales de las especies vegetales Valeriana pilosa, Hesperomeles ferruginea, Myrcianthes rhopaloides y Passiflora manicata frente a microorganismos patógenos y fitopatógenos*. Facultad de Ciencias Básicas. Pontificia Universidad Javeriana. Trabajo de grado. Bogotá, D.C.
- Lizcano, R. A., Torres, C. M. & Vergara, G. J.** 2008 *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos o aceites esenciales de las especies vegetales Valeriana pilosa, Hesperomeles ferruginea, Myrcianthes rhopaloides y Passiflora manicata frente a microorganismos patógenos*. Pérez Arbelaezia No 1 9: 161-185.

- Márquez, F., Galeano, E. & Martínez, M.** 2003. *Productos naturales con actividad antimicrobiana*. Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Volumen 10 número 2: 61-72.
- Noriega, P. & Dacarro.** 2008. *Aceite foliar de Ocotea quixos (Lam.) Kosterm: Actividad antimicrobiana y antifúngica*. La Granja 7(1): 3-8 Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.
- Rangel, D., García, I., Velasco, J., Buitrago, D. & Velazco, E.** 2001. *Actividad antimicrobiana de los extractos etanólico, acetónico y acuoso de Baccharis nitida (Ruiz et Pavon) Pers.* Revista de la Facultad de Farmacia Vol. 42: 43-46.
- Richards Durham Dg, Liu X.** 1994 *A triterpene from Rubus pinfaensis*. Amsterdam: Phytochemistry:1469-72.
- Shiva, C. M.** 2003. *Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos*. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Silva, J. & Siqueira.** 2005. *Acción antibacteriana de extractos hidroalcohólicos de Rubus urticaefolius*. Revista Cubana Plantas Medicinales 2000; 5(1): 26-9.
- Toribio, M. S. , Oriani, D. S., Fernández, J. G. & Skliar, M. I.** 2005. *Actividad antimicrobiana de Verbesina encelioides*. 7(1): 41-45.