

**Actividad antibacteriana de extractos de *Oxandra longipetala* R.E. Fr.  
(yaya morena) frente a algunas bacterias de interés clínico**

Antibacterial activity of *Oxandra longipetala* R.E. Fr. (yaya morena) extracts  
against some bacteria of clinical interest

Alberto Enrique Maestre Pacheco<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5289-1077>

Orfa Inés Contreras Martínez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5056-4335>

Alberto Antonio Angulo Ortíz<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4246-2284>

<sup>1</sup>Grupo de Química de los Productos Naturales, Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

\* Autor para la correspondencia: [Albertomaestre28@gmail.com](mailto:Albertomaestre28@gmail.com)

## RESUMEN

**Introducción:** Los productos vegetales representan una importante fuente de sustancias o metabolitos secundarios a los cuales se les ha encontrado una amplia actividad biológica (antiinflamatoria, antioxidante, antitumoral, antimicrobiana, entre otros). Son pocos los trabajos relacionados con la actividad antibacteriana de los extractos vegetales obtenidos de plantas del género *Oxandra*. De la especie *Oxandra longipetala* no existen reportes de actividad antibacteriana.

**Objetivo:** Evaluar la actividad antibacteriana *in vitro* de extractos de *O. longipetala* frente a algunas bacterias de interés clínico.

**Métodos:** Se obtuvieron extractos de hojas y corteza de *O. longipetala* por percolación. La actividad antibacteriana de los extractos acuosos, diclorometano y acetato de etilo contra las cepas *Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *S. aureus* ATCC 29213, *S. aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *E. faecalis* ATCC 700603 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 se evaluó mediante métodos de difusión en agar y microdilución.

**Resultados:** Se evidenció inhibición de crecimiento bacteriano con 3 de los 4 extractos empleados, siendo el extracto acuoso y el extracto acetato de etilo de corteza los que presentaron mayor efecto inhibitorio frente a las bacterias en estudio.

**Conclusiones:** Los extractos acuosos, diclorometano y acetato de etilo obtenidos de las hojas y la corteza de *O. longipetala* tienen un buen potencial antibacteriano y constituyen una base para futuros estudios encaminados al aislamiento, elucidación y caracterización de los compuestos responsables de esta actividad.

**Palabras clave:** *Oxandra longipetala*; Annonaceae; resistencia bacteriana; actividad antibacteriana.

## ABSTRACT

**Introduction:** Plant products represent an important source of secondary substances or metabolites in which a wide biological activity has been found (anti-inflammatory, antioxidant, antitumor, antimicrobial, among others). There are few works related to the antibacterial activity of plant extracts obtained from plants of the genus *Oxandra*. Of the species *Oxandra longipetala* there are no reports of antibacterial activity.

**Objective:** To evaluate the *in vitro* antibacterial activity of *O. longipetala* extracts against some bacteria of clinical interest.

**Methods:** Extracts of leaves and bark of *O. longipetala* were obtained by percolation. The antibacterial activity of aqueous extracts, dichloromethane and ethyl acetate, against the strains *Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *S. aureus* ATCC 29213, *S. aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *E. faecalis* ATCC 700603 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 was evaluated by agar and microdilution diffusion methods.

**Results:** Inhibition of bacterial growth was evidenced with 3 of the 4 extracts used, with the aqueous extract and the ethyl acetate extract of bark presenting the greatest inhibitory effect against the bacteria under study.

**Conclusions:** The aqueous extracts, dichloromethane and ethyl acetate obtained from the leaves and bark of *O. longipetala* have a good antibacterial potential and constitute a basis for future studies aimed at the isolation, elucidation and characterization of the compounds responsible for this activity.

**Keywords:** *Oxandra longipetala*; Annonaceae; bacterial resistance; antibacterial activity.

Recibido: 04/06/2021

Aceptado: 02/06/2022

## Introducción

El aumento progresivo de bacterias multirresistentes a los antibióticos convencionales se ha convertido en un problema de salud pública global, constituyendo un gran desafío para el sector médico y farmacológico.<sup>(1,2,3,4)</sup> Aunque la resistencia microbiana es un fenómeno natural, existen factores que han favorecido la aparición de nuevas cepas resistentes, siendo el uso generalizado e inadecuado de antibióticos uno de los más significativos.<sup>(5,6,7)</sup>

La resistencia bacteriana está íntimamente relacionada con ambientes hospitalarios, especialmente con las unidades de cuidados intensivos (UCI), donde los pacientes son más vulnerables y propensos a infecciones causadas por bacterias multirresistentes debido al uso excesivo de antibióticos de amplio espectro, la presencia de comorbilidad e inmunosupresión, la aplicación de procedimientos y procesos invasivos, hospitalizaciones prolongadas, entre otros. La suma de todos esos factores genera consecuencias drásticas, como el aumento de la tasa de mortalidad y el aumento los costos médicos.<sup>(8,9,10,11,12)</sup>

Por otra parte, la falta de alternativas para mitigar infecciones, causadas por microorganismos multirresistentes constituye otro grave problema. Sin embargo, las plantas por su diversidad y riqueza en metabolitos secundarios constituyen un recurso de investigación alternativo, dado que representan una fuente interesante de moléculas con amplio potencial biológico como antibacteriano, antifúngico, antimalárico, anticancerígeno, antioxidante, entre otros. Por consiguiente, en los últimos años se ha incrementado el interés en la búsqueda de efectos antibacterianos de extractos de múltiples especies vegetales en diferentes partes del mundo.<sup>(13,14,15)</sup>

Colombia posee una de las más grandes reservas de flora de la tierra con más de 27,000 especies de plantas identificadas, en la cual se encuentran miles especies con diversas propiedades medicinales, muchas de las cuales deben sus efectos farmacológicos a moléculas químicamente diversas.<sup>(16)</sup>

Por esta razón, resulta especialmente importante el estudio de extractos obtenidos de vegetales, ya que de estos se han aislado un gran número de moléculas con significativa actividad terapéutica que pueden constituir la base de futuros medicamentos.<sup>(1,17)</sup>

Dentro de la gran diversidad de plantas reportadas con actividad biológica, se encuentra la familia Annonaceae que consta de aproximadamente 2 440 especies agrupadas en 130 géneros.<sup>(18)</sup> De algunas especies de esta familia han sido aislados numerosos metabolitos secundarios activos con propiedades farmacológicas diversas, como antitumorales, insecticidas, dopaminérgicos, larvicida, entre otros.<sup>(15,19,20,21)</sup> Sin embargo, son pocos los trabajos relacionados con la actividad antibacteriana de los extractos vegetales obtenidos de plantas del género *Oxandra*; de la especie *O. longipetala* (yaya morena). Solo existen reportes de estudio químico de extractos de hojas y corteza.<sup>(22,23)</sup> Por esta razón, esta investigación tuvo como objetivo evaluar la actividad antibacteriana *in vitro* de los extractos de *O. longipetala* frente a algunas bacterias de interés clínico.

## Métodos

### Material vegetal

La planta *O. longipetala*, fue colectada en el corregimiento Santa Isabel, Municipio de Montería, Departamento de Córdoba ubicada en las coordenadas: 08° 40' 17" latitud norte y 75° 52' 51" longitud oeste, altitud 50 m.s.n.m. Una muestra botánica fue clasificada por el Biólogo Álvaro Cogollo, del Jardín Botánico "Joaquín Antonio Uribe", Medellín, Colombia y se encuentra en esa colección con el número JAUM 037853. Constituye el primer reporte de esta especie en Colombia.<sup>(22,23)</sup>

### Obtención de extractos

Se utilizaron extractos de hojas y corteza de *O. longipetala*; el material vegetal seco y molido previamente, fue sometido a extracción por percolación con etanol al 96 % durante 5 días. Luego se filtró y concentró a presión reducida a 45 °C en un rotaevaporador (BÜCHI Rotavapor R-200) hasta obtener los extractos primarios. Estos extractos fueron sometidos a fraccionamiento por reparto empleando como disolventes diclorometano, acetato de etilo y agua. Luego fueron separados y concentrados a presión reducida hasta obtener los extractos a estudiar. Posterior a esto, se realizaron diluciones de cada uno de los extractos empleando como disolvente dimetilsulfóxido al 10 %. Las concentraciones evaluadas fueron de 5 000, 4 000, 3 000, 2 000 y 1 000 ppm.

## Microorganismos usados

Se emplearon cepas de referencia: *Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *S. aureus* ATCC 29213, *S. aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *E. faecalis* ATCC 51299, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Todas las cepas bacterianas fueron crioconservadas a una temperatura de -20 °C en medio BHI (infusión cerebro corazón) que contenía 30 % (v/v) de glicerol y 0,6 % de agar. Las cepas de trabajo fueron mantenidas por subcultivos periódicos preservados a 4 °C. Para todo el estudio se siguió la normatividad ética establecida por el Ministerio de Salud de Colombia, en resolución N° 008430 de 1993.

## Evaluación de actividad antibacteriana

Se evaluó la actividad antibacteriana de los extractos de *O. longipetala* frente a bacterias de interés clínico mediante el método de difusión en agar y microdilución.

## Preparación y estandarización del inóculo bacteriano

A partir de un cultivo axénico, se tomaron de 3 a 5 colonias y se sembraron en 9 ml de caldo BHI (Merck) y se incubaron a 37 °C durante 24 h. Tras la incubación se realizaron diluciones seriadas de la suspensión bacteriana midiendo la densidad óptica de cada dilución a 630 nm en un espectrofotómetro (GENESYS™ 20, Thermo Spectronic) hasta alcanzar una absorbancia comprendida entre 0,08 y 0,13.<sup>(24)</sup> Esta absorbancia correspondió a  $1 \times 10^8$  UFC/mL y a una turbidez 0,5 en escala de MacFarland.<sup>(25,26)</sup>

## Método de difusión en agar empleando discos

Se realizaron siembras masivas de las bacterias purificadas en medio sólido (agar Mueller Hinton). Los discos estériles de papel filtro (Whatman N°3) se impregnaron con las diferentes concentraciones de los extractos a evaluar durante un periodo de 24 h. Bajo condiciones asépticas se depositaron sobre la superficie del agar en forma equidistante. De igual forma y bajo las mismas condiciones se depositaron discos con antibióticos comerciales como controles positivos y como control negativo se emplearon discos cargados con dimetilsulfóxido (DMSO) puro y al 10 %. Posteriormente, las cajas fueron selladas con adhesivos y se incubaron por un periodo de 24 h a 37 °C. Tras la incubación se midió el

diámetro de las zonas de inhibición del crecimiento bacteriano alrededor de los discos, estos resultados fueron comparados con los controles.<sup>(27)</sup>

### **Método de dilución en caldo (Microdilución)**

La actividad antibacteriana por el método de microdilución se evaluó siguiendo el protocolo implementado por *Valgas* y otros.<sup>(24)</sup> y teniendo en cuenta las recomendaciones del Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Una vez estandarizado el inóculo se emplearon microplacas de ELISA de 96 pozos, en las cuales se adicionó 50 µL del inóculo bacteriano y 50 µL de cada uno de los extractos en estudio a las concentraciones anteriormente mencionada. Como control de esterilidad se utilizaron pozos que contenían el extracto (sin microorganismos) y como control de crecimiento se utilizaron pozos con BHI sin el extracto, inoculados con microorganismos. Los controles positivos fueron antibióticos comerciales (vancomicina, ciprofloxacina y cloranfenicol) mientras que el negativo fue DMSO al 10 %. La bandeja de microdilución se incubó a 37 °C por 24 h. Tras la incubación el crecimiento bacteriano se detectó por medición de la densidad óptica a 630 nm en un lector de ELISA (ChroMate® 4300). Para evaluar la viabilidad celular se adicionaron 20 µL de una solución alcohólica (0,5 mg/ mL) de bromuro de 3-(4,5-dimetil-2-tiazolil)- 2,5-difeniltetrazolium (MTT). Todos los ensayos fueron realizados por triplicado. Para este caso, la bandeja se incubó a 37 °C durante media hora. En los pozos donde hubo crecimiento bacteriano se evidenció un cambio de color amarillo a púrpura.

Los resultados obtenidos se tabularon en tablas de Microsoft Excel 2010 y se desarrolló un diseño completamente al azar con estructura factorial. Se probaron los supuestos de independencia, normalidad y homogeneidad de varianzas y por último se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas mediante el paquete estadístico R versión 3.1.1. Todos los ensayos se realizaron por triplicados.

## **Resultados**

Los resultados por el método de difusión en agar revelan la actividad frente a las cepas en estudio, evidenciándose inhibición de crecimiento bacteriano en 3 de los 4 extractos evaluados (Tabla 1).

**Tabla 1** - Halos de inhibición antibacteriana de extractos de corteza y hojas de *Oxandra longipetala*

Bacterias	Concentración (ppm)					
	C. crec.	1000	2000	3000	4000	5000
Extracto acuoso de corteza (diámetro del halo en mm)						
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	25	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	30	4	5	11	16	25
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603	20	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i> ATCC 25922	27	-	-	7	17	19
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	22	3	7	12	14	22
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	30	-	-	-	-	-
<i>E. faecalis</i> ATCC 51299	22	-	-	-	14	25
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	19	-	-	-	-	10
Extracto de acetato de etilo de corteza (diámetro del halo en mm)						
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	25	-	-	4	10	20
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	30	-	-	-	15	24
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603	20	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i> ATCC 25922	27	-	-	11	12	13
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	22	-	-	-	-	5
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	30	-	-	-	-	-
<i>E. faecalis</i> ATCC 51299	22	-	-	-	-	23
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	19	-	-	-	5	6
Extracto de diclorometano de corteza (diámetro del halo en mm)						
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	25	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	30	-	-	-	-	-
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603	20	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i> ATCC 25922	27	-	-	-	-	-
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	22	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	30	-	-	-	-	-
<i>E. faecalis</i> ATCC 51299	22	-	-	-	-	-
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	19	-	-	-	-	-
Extracto de acetato de etilo de hojas (diámetro del halo en mm)						
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	25	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	30	-	-	-	8	17
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603	20	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i> ATCC 25922	27	-	-	-	-	10
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	22	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	30	-	-	-	-	-
<i>E. faecalis</i> ATCC 51299	22	-	-	-	-	19
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	19	-	-	-	-	7

C. crec: control de crecimiento.

Los extractos que presentaron mayor efecto inhibitorio frente a las cepas en estudio fueron el extracto acuoso y el extracto acetato de etilo de corteza. De este modo, las cepas más sensibles con el extracto acuoso fueron *S. aureus* ATCC 29213 y *E. faecalis* ATCC 29212 evidenciándose inhibición en todas las concentraciones evaluadas. Así mismo, las cepas *S.*

*aureus* ATCC 29213 y *E. faecalis* ATCC 51299 mostraron la mayor zona de inhibición (25 mm) a la concentración más alta (5000ppm). Esta zona de inhibición fue igual a la que mostró la cepa *E. faecalis* ATCC 51299 con el antibiótico control (cloranfenicol). Las cepas que no mostraron ser sensibles frente al extracto acuoso de corteza fueron *S. aureus* ATCC 25923, *K. pneumoniae* ATCC 700603 y *S. aureus* ATCC 43300.

Con el extracto acetato de etilo de corteza las cepas más sensibles fueron *S. aureus* ATCC 25923 y *E. coli* ATCC 25922. Mostraron un halo de inhibición de 20 mm y 13 mm a la concentración más alta. Las cepas que presentaron las mayores zonas de inhibición fueron *S. aureus* ATCC 29213 y *E. faecalis* ATCC 51299, mostrando halos de 24 mm y 23 mm, respectivamente a la concentración más alta evaluada (5000 ppm).

En el extracto acetato de etilo de hoja las cepas *S. aureus* ATCC 29213, *E. coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa* ATCC 27853 y *E. faecalis* ATCC 51299 mostraron ser sensibles a la concentración más alta evaluada, siendo esta última en mostrar la mayor zona de inhibición (19 mm).

Por último, el extracto diclorometano fue el único extracto que no mostró efecto inhibitorio frente a la cepas en estudio.

Los resultados obtenidos con el método de microdilución fueron consistentes con los resultados obtenidos por el método de difusión en agar, evidenciándose disminución en el crecimiento bacteriano frente a las concentraciones más altas evaluadas como se resume en la tabla 2. El disolvente usado (DMSO al 10 %) para los extractos no mostró resultados inhibitorios, lo que indica que este no influye en la actividad antibacteriana.

**Tabla 2 - Absorbancias por el método de microdilución**

Bacterias	Concentración (ppm)					
	C.crec.	1000	2000	3000	4000	5000
Extracto acuoso de corteza						
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	1,46	1,45	1,45	1,44	1,44	1,43
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	1,47	0,98	0,90	0,87	0,84	0,76
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603	1,58	1,54	1,52	1,50	1,51	1,50
<i>E. coli</i> ATCC 25922	1,69	1,25	1,19	0,98	0,86	0,80
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	1,65	0,98	0,95	0,94	0,89	0,79
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	1,86	1,83	1,84	1,84	1,85	1,85
<i>E. faecalis</i> ATCC 51299	1,66	1,59	1,57	1,34	0,90	0,77
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	1,66	1,47	1,39	1,28	1,14	1,01
Extracto de acetato de etilo de corteza						
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	1,46	1,38	1,34	0,99	0,91	0,83
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	1,47	1,19	1,07	1,06	1,08	1,09

<i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603	1,58	1,54	1,54	1,53	1,52	1,51
<i>E. coli</i> ATCC 25922	1,69	1,37	1,42	0,94	0,89	0,80
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	1,65	1,47	1,34	1,27	1,11	1,02
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	1,86	1,85	1,84	1,83	1,82	1,82
<i>E. faecalis</i> ATCC 51299	1,66	1,65	1,58	1,35	1,19	0,92
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	1,66	1,34	1,23	1,11	1,05	1,04
Extracto de diclorometano de corteza						
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	1,46	1,46	1,45	1,44	1,43	1,42
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	1,47	1,46	1,44	1,42	1,41	1,40
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603	1,58	1,57	1,56	1,55	1,54	1,54
<i>E. coli</i> ATCC 25922	1,69	1,68	1,67	1,66	1,64	1,64
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	1,65	1,64	1,63	1,62	1,62	1,60
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	1,86	1,79	1,77	1,77	1,75	1,74
<i>E. faecalis</i> ATCC 51299	1,66	1,64	1,63	1,63	1,62	1,61
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	1,66	1,65	1,62	1,61	1,60	1,59
Extracto de acetato de etilo de hojas						
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	1,46	1,44	1,43	1,43	1,41	1,40
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	1,47	1,44	1,38	1,17	0,96	0,91
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 700603	1,58	1,56	1,56	1,55	1,52	1,52
<i>E. coli</i> ATCC 25922	1,69	1,44	1,33	1,21	1,19	0,99
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	1,65	1,57	1,56	1,56	1,55	1,55
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	1,86	1,81	1,81	1,78	1,75	1,75
<i>E. faecalis</i> ATCC 51299	1,66	1,44	1,32	1,19	1,10	0,95
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	1,66	1,48	1,37	1,28	1,15	1,02

C. crec: control de crecimiento.

El análisis estadístico arroja que se rechaza la hipótesis nula ya que el P valor resulta ser menor que el nivel de significancia  $\alpha=0,05$ . Es decir que todos los factores resultan ser significativos, indicando que las diferentes cepas bacterianas, los extractos utilizados de *O. longipetala* y las diferentes concentraciones afectan la absorbancia.

## Discusión

Algunas especies de plantas del género *Oxandra* son de importancia maderera, otras se utilizan como medicinales y en ocasiones también son empleadas para ritos ceremoniales por algunos grupos indígenas.<sup>(28)</sup> No obstante, la planta *Oxandra longipetala* conocida comúnmente como “yaya morena” en el departamento de Córdoba, ha sido muy poco estudiada en cuanto a sus propiedades medicinales o farmacológicas. Solo existe un reporte de estudio químico de alcaloides aporfinoideos en extracto crudo de hojas y alcaloides de tipo

azafluorenona en extracto crudo de corteza.<sup>(22,23)</sup> Sin embargo, la potencialidad biológica de estos metabolitos secundarios aún no ha sido estudiada.

La actividad antibacteriana de los extractos de corteza y hojas de *O. longipetala* evidenciada en este estudio puede ser atribuida a la gran variedad de alcaloides que se encuentran distribuidos en diferentes partes de la planta como isoursulina, ursulina, macondina, lysicamina, O-metilmoschatolina, entre otros. Estos han sido previamente aislados e identificados por Angulo y otros.<sup>(22,23)</sup> Este criterio coincide con el de Rabelo y otros,<sup>(29)</sup> donde la actividad biológica de la especie *Guatteria citriodora* (Annonaceae), es atribuida a la presencia de una gran variedad de alcaloides aislados de las hojas y corteza.

Otras biomoléculas a las cuales se les atribuye actividad antibacteriana en diversas especies de la familia Annonaceae son los flavonoides y terpenoides.<sup>(30)</sup> En el trabajo de Rabelo y otros<sup>(31)</sup> es evidenciada la actividad antioxidante y antimicrobiana de los extractos etanólicos, metanólicos y hexánico de *Atemoia* (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) frente bacterias de interés clínico. La mayor actividad biológica fue evidenciada en los extractos polares (etanólico y metanólico), lo cual es consistente con la literatura debido a que cuanto más polares son los extractos se espera que mayor sea la cantidad de flavonoides en su composición. Esto coincide con nuestros reportes, donde los extractos más polares (acuoso y acetato de etilo), mostraron mayor efecto inhibitorio frente a la mayoría de las cepas bacterianas empleadas, mientras que el extracto diclorometano de menor polaridad no mostró efecto inhibitorio frente a las bacterias.

Por otro lado, en ensayos anteriores realizados con el extracto acuoso de las hojas de *Annona squamosa*, no se evidenció actividad frente a *P. aeruginosa*. En las cepas de *E. faecalis* y *E. coli* si se evidenciaron actividad inhibitoria. Este resultado contrasta con nuestro estudio, donde todas las cepas incluyendo *P. aeruginosa* ATCC 27853 fueron sensibles frente a el extracto acuoso de corteza. Asimismo, se resalta que la potencialidad de muchos extractos vegetales se debe a la presencia no solo de alcaloides sino de otros compuestos bioactivos como taninos y flavonoides. Esto ratifica el papel de los polifenoles en la actividad antibacteriana de muchos extractos obtenidos de diversas especies de plantas.<sup>(32)</sup>

Los extractos vegetales son una mezcla compleja de muchas sustancias, por esto se prevé que el potencial antibacteriano de los extractos evaluados en este estudio puede ser debido a efectos específicos o sinérgicos de varios de los compuestos presentes en los mismo.<sup>(15,17)</sup> Hasta la fecha no hay estudios que evalúen la actividad antibacteriana de los extractos acuoso,

acetato de etilo y diclorometano de *O. longipetala* frente a bacterias de interés clínico. Por ello, este trabajo constituye el primer reporte de actividad antibacteriana de los extractos obtenido de hojas y corteza de esta planta. De esta forma, nuestros resultados reportan que los extractos de esta especie vegetal tienen un buen potencial antibacteriano y constituyen una base para futuros estudios encaminados en el aislamiento, elucidación y caracterización de los compuestos responsables de esta actividad.

### Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Córdoba.

### Referencias bibliográficas

1. Dholvitayakhun A, Trachoo N, Narkkong NA, Cushnie TP. Using scanning and transmission electron microscopy to investigate the antibacterial mechanism of action of the medicinal plant *Annona squamosa* Linn. J Herb Med. 2017;7:31-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2016.10.003>
2. De Zoysa MH, Rathnayake H, Hewawasam RP, Wijayarathne WM. Determination of *in Vitro* Antimicrobial Activity of Five Sri Lankan Medicinal Plants against Selected Human Pathogenic Bacteria. Int J Microbiol. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/7431439>
3. Da Cruz RM, Zelli R, Benshain S, Siqueira JP, Luc Décout J. Synthesis and evaluation of new 2-aminothiophene derivatives as *Staphylococcus aureus* efflux pump inhibitors. Chem Med Chem. 2020;15(8):716-25. DOI: <https://doi.org/10.1002/cmdc.201900688>
4. El Shazely B, Yu G, Johnston PR, Rolff J. Resistance Evolution Against Antimicrobial Peptides in *Staphylococcus aureus* Alters Pharmacodynamics Beyond the MIC. Front Microbiol. 2020;11:103. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00103>
5. Wikaningtyas P, Sukandar EY. The antibacterial activity of selected plants towards resistant bacteria isolated from clinical specimens. Asian Pac J Trop Biomed. 2016;6(1):16-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.08.003>
6. Elshamy AA, Aboshanab KM. A review on bacterial resistance to carbapenems: Epidemiology, detection and treatment options. Future Sci OA. 2020;6(3):FSO438. DOI: <https://doi.org/10.2144/fsoa-2019-0098>

7. Chatzopoulou M, Reynolds L. Role of antimicrobial restrictions in bacterial resistance control: a systematic literature review. *J Hosp Infect.* 2020;104(2):125-36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2019.09.011>
8. Al-Mousa HH, Omar AA, Rosenthal VD, Salama MF, Aly NY, El-Dossoky Noweir M, *et al.* Device-associated infection rates, bacterial resistance, length of stay, and mortality in Kuwait: International Nosocomial Infection Consortium findings. *Am J Infect Control.* 2016;44(4):444-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajic.2015.10.031>
9. Khan HA, Baig FK, Mehboob R. Nosocomial infections: Epidemiology, prevention, control and surveillance. *Asian Pac J Trop Biomed.* 2017;7(5):478-82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2017.01.019>
10. Saxena S, Priyadarshi M, Saxena A, Singh R. Antimicrobial consumption and bacterial resistance pattern in patients admitted in I.C.U at a tertiary care center. *J Infect Public Health.* 2019;12(5):695-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2019.03.014>
11. Bonnet V, Dupont H, Glorion S, Aupée M, Kipnis E, Gérard JL, *et al.* Influence of bacterial resistance on mortality in intensive care units: a registry study from 2000 to 2013 (IICU Study). *J Hosp Infect.* 2019;102(3):317-24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2019.01.011>
12. Callejas A, Fernández C, Ramos A, Múñez E, Sánchez I, Vargas JA. Impact of *Pseudomonas aeruginosa* bacteraemia in a tertiary hospital: Mortality and prognostic factors. *Med Clin (Barc).* 2019;152(3):83-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.medcle.2018.12.003>
13. Aminimoghadamfarouj N, Nematollahi A, Wiart C. Annonaceae: Bio-resource for tomorrow's drug discovery. *J Asian Nat Prod Res.* 2011;13(5):465-76. DOI: <https://doi.org/10.1080/10286020.2011.570265>
14. Ambé AS, Guessenn NK, Ouattara D, Konan FK, Kanga Y, Béné K, *et al.* Botanical Survey, Phytochemical Investigation, and Antibacterial Activity of Aqueous Extract of *Enantia polycarpa* (DC) Engl. and Diels Stem Bark against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Phytothérapie.* 2017;15(5):267-73. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10298-016-1057-4>
15. Etame R, Mouokeu R, Poundedu F, Voukeng I, Cidjeu C, Tiabou A, *et al.* Effect of fractioning on antibacterial activity of n-butanol fraction from *Enantia chlorantha* stem bark methanol extract. *BMC Complement Altern Med.* 2019;19(1):56. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2459-y>

16. Bernal R, Gradstein SR, Celis M. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. 1ª ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2016 [acceso: 07/08/2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/S-Gradstein/publication/328415051\\_Catalogo\\_de\\_plantas\\_y\\_liquenes\\_de\\_Colombia/links/5ca3c4bb92851c8e64aeb9fa/Catalogo-de-plantas-y-liquenes-de-Colombia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/S-Gradstein/publication/328415051_Catalogo_de_plantas_y_liquenes_de_Colombia/links/5ca3c4bb92851c8e64aeb9fa/Catalogo-de-plantas-y-liquenes-de-Colombia.pdf)
17. Méndez NA, Angulo A, Contreras O. Actividad antibacteriana *in vitro* de *Curcuma longa* (Zingiberaceae) frente a bacterias nosocomiales en Montería, Colombia. Rev Biol Trop. 2016;64(3):1201-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v64i3.20848>
18. Santos AR, Benghi TG, Nepel A, Marques FA, Lobão AQ, Duarte MC, *et al.* *In vitro* Antiproliferative and Antibacterial Activities of Essential Oils from Four Species of *Guatteria*. Chem Biodivers. 2017;14(10). DOI: <https://doi.org/10.1002/cbdv.201700097>
19. Cortes D, Moreno L, Párraga J, Galán A, Cabedo N. Nuevos fármacos inspirados en Annonáceas. Rev Bras Frutic. 2014;36(Spec1):22-31. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500003>
20. Rinaldi MV, Díaz IE, Suffredini IB, Moreno PR. Alkaloids and biological activity of beribá (*Annona hypoglauca*). Brazilian J Pharmacogn. 2017;27(1):77-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.08.006>
21. Doddapaneni SJ, Amgoth C, Kalle AM, Suryadevara SN, Alapati KS. Antimicrobial and anticancer activity of AgNPs coated with Alphonsea sclerocarpa extract. 3 Biotech. 2018;8(3):156. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1155-9>
22. Angulo A, Cuca Suarez LE, Santafe G. Aporfinoides en hojas de *Oxandra longipetala* R. E. FR. (Annonaceae). Scientia et Technica. 2007;1(33). DOI: <https://doi.org/10.22517/23447214.5821>
23. Angulo A, Cuca Suarez LE, Santafe G, Torres O. Azafluorenonas en corteza de *Oxandra longipetala* R. E. FR. (Annonaceae). Scientia et Technica. 2007;1(33). DOI: <https://doi.org/10.22517/23447214.6105>
24. Valgas C, De Souza SM, Smânia EF, Smânia A. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. Brazilian J Microbiol. 2007;38(2):369-80. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000200034>
25. Clinical and Laboratory Standards Institute. Métodos para Pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos por dilución para bacterias que crecen en condiciones aeróbicas. Documento CLSI M07-A8. CLSI. 2009 [acceso: 07/08/2021];29(2):100. Disponible en:

<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2009/susceptibilidad-antimicrobiana-manual-pruebas-2009.pdf>

26. Alves E, Guzman D, Figueroa J, Tello J, De Olivera D. Caracterización antimicrobiana y fisicoquímica de propóleos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) de la región andina colombiana. Acta Biológica Colombiana. 2011 [acceso: 07/08/2021];16(1):175-84. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-548X2011000100013](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000100013)
27. Bauer A, Kirby W, Sherris J, Turck M. Antibiotic susceptibility testing by standardized single disk method. Am J Clin Pathol. 1966;45:149-58. DOI: [https://doi.org/10.1093/ajcp/45.4\\_ts.493](https://doi.org/10.1093/ajcp/45.4_ts.493)
28. Murillo J. Las Annonaceae de Colombia. Biota Colombiana. 2001;2(1). DOI: <https://doi.org/10.21068/bc.v2i1.89>
29. Rabelo D, Belém M, Barison A, Salomé K, Costa E, Araujo Da Silva FM, et al. Alcaloides isoquinolínicos e investigação das atividades antiplasmódica e antibacteriana de *Guatteria citriodora* (Annonaceae). Quim Nova. 2014;37(9). DOI: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140233>
30. Pereira F, Madureira AM, Sancha S, Mulhovo S, Luo X, Duarte A, et al. *Cleistochlamys kirkii* chemical constituents: Antibacterial activity and synergistic effects against resistant *Staphylococcus aureus* strains. J Ethnopharmacol. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2015.12.009>
31. Rabêlo S, Da Costa M, Libório, R, Guedes da Silva J. Atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.). Rev Bras Frutic. 2014;36(1):265-71. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500031>
32. El-Chaghaby G, Ahmad A, Ramis E. Evaluation of the antioxidant and antibacterial properties of various solvents extracts of *Annona squamosa* L. leaves. Arab J Chem 2014;7(2):227-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.06.019>

### Conflicto de intereses

Los autores refieren que no tienen conflictos de intereses.

### Contribuciones de los autores

*Conceptualización:* Orfa Inés Contreras Martínez, Alberto Antonio Angulo Ortíz, Alberto Enrique Maestre Pacheco.

*Curación de datos:* Alberto Enrique Maestre Pacheco, Orfa Inés Contreras Martínez.

*Análisis formal:* Alberto Enrique Maestre Pacheco, Orfa Inés Contreras Martínez, Alberto Antonio Angulo Ortíz.

*Adquisición de fondos:* Alberto Antonio Angulo Ortíz.

*Investigación:* Alberto Enrique Maestre Pacheco, Orfa Inés Contreras Martínez, Alberto Antonio Angulo Ortíz.

*Metodología:* Alberto Enrique Maestre Pacheco, Orfa Inés Contreras Martínez, Alberto Antonio Angulo Ortíz.

*Administración del proyecto:* Alberto Antonio Angulo Ortíz.

*Recursos:* Alberto Antonio Angulo Ortíz, Orfa Inés Contreras Martínez.

*Supervisión:* Orfa Inés Contreras Martínez, Alberto Antonio Angulo Ortíz.

*Validación:* Orfa Inés Contreras Martínez.

*Redacción del borrador original:* Alberto Enrique Maestre Pacheco.

*Redacción, revisión y edición:* Alberto Enrique Maestre Pacheco, Orfa Inés Contreras Martínez, Alberto Antonio Angulo Ortíz.