



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,  
Volumen 8, Número 6.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i6](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6)

**ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA Y  
ANTIFÚNGICA DE KRAMERIA  
PAUCIFLORA ROSE**

**ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITY OF  
KRAMERIA PAUCIFLORA ROSE**

**Rodolfo Velasco Lezama**

Universidad Autónoma Metropolitana, México

**Fernanda Aguilar Carrillo**

Universidad Autónoma Metropolitana, México

**Rafaela Tapia Aguilar**

Universidad Autónoma Metropolitana, México

**Reyna Cerón Ramírez**

Universidad Autónoma Metropolitana, México

**Jorge Santana Carrillo**

Universidad Autónoma Metropolitana, México

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rem.v8i6.15596](https://doi.org/10.37811/cl_rem.v8i6.15596)

## Actividad Antibacteriana y Antifúngica de *Krameria Pauciflora* Rose

**Rodolfo Velasco Lezama<sup>1</sup>**[rodolfo\\_velasco2003@yahoo.com.mx](mailto:rodolfo_velasco2003@yahoo.com.mx)

División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
Iztapalapa. Ciudad de México  
Laboratorio de Microbiología  
Departamento de Ciencias de la Salud  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México

**Fernanda Aguilar Carrillo**[fercha5604@gmail.com](mailto:fercha5604@gmail.com)

División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
Iztapalapa. Ciudad de México  
Laboratorio de Microbiología  
Departamento de Ciencias de la Salud  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México

**Rafaela Tapia Aguilar**[farataguila@gmail.com](mailto:farataguila@gmail.com)

División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
Iztapalapa. Ciudad de México  
Laboratorio de Microbiología  
Departamento de Ciencias de la Salud  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México

**Reyna Cerón Ramírez**[reynis2004@yahoo.com.mx](mailto:reynis2004@yahoo.com.mx)

División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
Iztapalapa. Ciudad de México  
Herbario Metropolitano  
Ramón Riba y Nava Esparza  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México

**Jorge Santana Carrillo**[hmiz@xanum.uam.mx](mailto:hmiz@xanum.uam.mx)

División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
Iztapalapa. Ciudad de México  
Herbario Metropolitano  
Ramón Riba y Nava Esparza  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México

### RESUMEN

Se evaluó la capacidad de *Krameria pauciflora* para inhibir el crecimiento de bacterias y levaduras. a) Las hojas, b) el rizoma y c) tallo-hojas-rizoma planta completa), se pulverizaron y maceraron consecutivamente en; hexano, diclorometano, metanol y agua 48 h. Adicionalmente, se preparó una decocción de la planta completa. Se determinó la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) con diluciones dobles de 5 a 0.039 mg/mL de cada extracto. Las bacterias empleadas fueron; *Shigella flexneri*, *Salmonella typhi*, *Bacillus subtilis* y *Staphylococcus aureus* y la levadura *Candida albicans*. Los extractos metanólico y acuoso del rizoma y de la planta completa presentaron una CMI de 0.156 mg/mL sobre *S. typhi* y *S. flexneri*, respectivamente. El extracto hexánico de la planta completa inhibió a todas las cepas (MIC) 0.312 mg/mL sobre *S. typhi*. Los extractos del rizoma y de la hoja al igual que los diclorometánicos del rizoma, tallo y planta completa inhibieron solo a *S. typhi* y *S. flexneri*. Tres extractos de la planta completa inhibieron a *C. albicans*, en tanto que los extractos de rizoma y de hoja solo dos de ellos inhibieron a la levadura. La decocción de la planta completa presentó la mayor actividad antibacteriana con una CMI de 0.078 mg/mL.

**Palabras clave:** infecciones gastrointestinales, actividad antibacteriana, género krameria, candida albicans

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [rodolfo\\_velasco2003@yahoo.com.mx](mailto:rodolfo_velasco2003@yahoo.com.mx)

## Antibacterial and Antifungal Activity of *Krameria Pauciflora* Rose

### ABSTRACT

The ability of *Krameria pauciflora* to inhibit the growth of bacteria and yeast was evaluated. a) The leaves, b) the rhizome and c) stem-leaves-rhizome (whole plant), were pulverized and macerated sequentially in; Hexane, dichloromethane, methanol and water 48 h. Additionally a decoction of the entire plant was prepared. The Minimum Inhibitory Concentration (MIC) was determined with double dilutions of 5 to 0.039 mg/mL of each extract. The bacteria used were; *Shigella flexneri*, *Salmonella typhi*, *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus* and the yeast *Candida albicans*. The methanolic and aqueous extracts of the rhizome and the whole plant had a MIC of 0.156 mg/mL on *S. typhi* and *S. flexneri*, respectively. The hexanic extract of the whole plant inhibited all strains (MIC) 0.312 mg/mL on *S. typhi*. Rhizome and leaf extracts as well as dichloromethane from the rhizome, stem and whole plant inhibited only *S. typhi* and *S. flexneri*. Three extracts of the whole plant inhibited *C. albicans*, while the rhizome and leaf extracts inhibited only two of them inhibited yeast. The decoction of the whole plant showed the highest antibacterial activity with a MIC of 0.078 mg/mL

**Keywords:** gastrointestinal infections, antibacterial activity, genus *krameria*, *candida albicans*

*Artículo recibido 10 octubre 2024*  
*Aceptado para publicación: 16 noviembre 2024*



## INTRODUCCIÓN

En México las enfermedades infecciosas han sido un problema de salud pública desde la época prehispánica, por ello la población ha utilizado plantas con propiedades medicinales para curar dichos padecimientos, de ello dan cuenta los códices de la Cruz-Badiano, Florentino y El libro del Protomédico Real Francisco Hernández, escritos en el siglo XVI (Velasco, 2004). En el Códice Florentino se menciona que la cultura mexicana utilizaba alrededor de 79 plantas para tratar las infecciones gastrointestinales y 46 contra las enfermedades de la piel, mientras que en el Códice de la Cruz-Badiano se hace referencia al empleo de 40 y 29 plantas, respectivamente (Estrada, 1994). Las infecciones son tratadas con antibióticos, algunos han perdido efectividad debido a la resistencia de las bacterias por la expresión de genes que les confieren resistencia ante ellos (Martens, 2017). Situación que ha estimulado la búsqueda de antimicrobianos a partir de fuentes naturales como son las plantas medicinales y los organismos invertebrados marinos (Chandra, 2017).

En nuestro país, se emplean plantas del género *Krameria* para aliviar diversos padecimientos, estas plantas de la familia Krameriaceae, que cuenta con 18 especies y que suelen crecer principalmente como hierbas o arbustos semiparásitos de plantas perennes. Los arbustos alcanzan el metro de altura, el tallo en algunas especies es espinoso, las hojas son simples o alternadas, la inflorescencia es solitaria con flores axilares o terminales (Chevallier, 1996). Estas plantas son nativas del continente americano, crecen en regiones tropicales desde los 900 a 3,000 msnm en Ecuador, Perú y Bolivia, donde se las utiliza como enjuagues bucales o gárgaras en casos de periodontitis. Otros empleos medicinales son como; astringente, antiinflamatoria, contra cáncer de intestino, estómago y lengua. Además, como supositorio, hemostático y en el tratamiento de las hemorroides (Villarreal, 2014).

El uso medicinal de plantas del género *Krameria* en México, está ligado a los grupos indígenas del norte del país como los seris y los yaquis. Los primeros, emplean a *Krameria grayl* para regular la menstruación, como tónico y para limpiar los riñones. Mientras que, los Yaquis usan a *Krameria parvifolia* para purificar la sangre, contra las enfermedades venéreas en el hombre y para aumentar los glóbulos rojos (INI, 1994). Particularmente, en el Estado de Hidalgo (centro del país) se toma la decocción del rizoma de *Krameria pauciflora* para combatir infecciones gastrointestinales, algunos tipos de cáncer, infecciones cutáneas y anemia. *K. pauciflora* es una planta herbácea, perenne, de tallo



principal corto, de base leñosa, con hojas alternas simples o trifoliadas; flores solitarias y axilares. En estudios previos hemos reportado la capacidad de extractos del rizoma de la planta para inhibir el crecimiento de cinco enterobacterias asociadas con infecciones gastrointestinales (Velasco, 2023).

Para el presente estudio se seleccionaron a *Shigella flexneri* y *Salmonella typhi* como bacterias causantes de infecciones gastrointestinales y a *Staphylococcus aureus* y la levadura *Candida albicans* como agentes causantes de infecciones mucocutáneas de moderadas a graves. *S. flexneri* y *S. typhi* son coccobacilos Gram negativos, se las asocia con contaminación fecal del agua y de los alimentos. A su vez, *Staphylococcus aureus* es una bacteria Gram positiva que causa infecciones en la piel y capas más profundas. Las infecciones por estafilococo pueden volverse mortales si las bacterias invaden el organismo e ingresan a la sangre, las articulaciones, huesos, pulmones o el corazón. Se le ubica también como contaminante de alimentos en donde libera una toxina que provoca intoxicación alimentaria. La capacidad de esta bacteria para formar biopelículas en diferentes partes del cuerpo la hace resistente a múltiples antibióticos. Hemos incluido en el estudio a *Bacillus subtilis*, bacilo largo Gram positivo, no causante de infecciones, pero resistente a los agentes químicos debido a que presenta endosporas que le confieren resistencia, lo hemos considerado como un control de resistencia (Slonczewski, 2009).

La decocción de la planta también se utiliza en forma de baños para tratar infecciones cutáneas, se seleccionó a *Candida albicans* causante de la candidosis, considerada una infección oportunista, aguda o crónica, en las mucosas, piel, uñas y tejidos profundos principalmente. *Candida* es una levadura comensal de la piel humana, las mucosas y tracto respiratorio superior. Su paso a organismo patógeno está determinado por la condición de salud del individuo. La diabetes, diferentes tipos de carcinomas, terapias inmunosupresoras, inmunodeficiencias y terapia con antibióticos facilitan su establecimiento y la infección (López-Martínez, 1995). Como se ha mencionado antes, las plantas del género *Krameria* se han empleado popularmente en el tratamiento de diversas infecciones, la parte más frecuentemente usada es la raíz. Sin embargo, en la zona de colecta de la planta se utiliza más frecuentemente el rizoma. En estudios previos mostramos que esta estructura inhibe el crecimiento de enterobacterias causantes de infecciones gastrointestinales. El propósito del presente estudio es determinar la capacidad de otras estructuras de la planta para inhibir el crecimiento de microorganismos causantes de infecciones gastrointestinales o cutáneas.



## **METODOLOGÍA**

### **Material vegetal**

La planta se colectó en Tepeji del Rio, Estado de Hidalgo, México, en julio de 2017. La identificación taxonómica de los ejemplares la realizaron los Profesores Jorge Santana y Reyna Cerón del Herbario Metropolitano “Ramón Riba y Nava Esparza” de la Universidad Autónoma Metropolitana.

### **Preparación de los extractos**

La planta se dejó secar a temperatura ambiente protegidas de la luz solar, se molieron por separado el rizoma, las hojas y la mezcla hojas-tallo-rizoma (planta completa). 100 g de los materiales pulverizados se maceraron por separado y consecutivamente 48 horas en cada uno de los siguientes disolventes: 1.2 litros de Hexano, diclorometano, metanol (J.T. Baker, USA) y agua destilada. Los extractos fueron filtrados y los disolventes orgánicos se eliminaron a presión reducida en un rotavapor (Buchii RII, Suiza) y el agua por evaporación en baño maría. Adicionalmente, se preparó la decocción de la planta completa. Con los extractos sólidos se prepararon disoluciones de 5 a 0.03 mg/mL en dimetilsulfóxido 10 % (DMSO)/H<sub>2</sub>O (J.T. Baker, USA). Para el ensayo con la levadura se prepararon diluciones dobles de los extractos partiendo de la concentración de 4 mg/mL. Se realizó un estudio fitoquímico preliminar (Alarcón, 2006).

### **Cepas bacterianas**

Las bacterias empleadas fueron *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Shigella flexneri* ATCC 29003, *Salmonella typhi* ATCC 6539 y la levadura *Candida albicans*. Se determinó Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) de los extractos, siguiendo el protocolo de Drummond y Waigh, modificado por Satyajit, empleando la resazurina como indicador de viabilidad. Este método se basa en la capacidad de reducción de la resazurina a resorufina por las enzimas óxido-reductasas de las bacterias sobrevivientes, cuando el extracto inhibe el crecimiento bacteriano no hay actividad de óxido-reductasas bacterianas, por lo que la resazurina permanece de color azul, mientras que cuando sobreviven la reducción a resorufina da un color rosa al medio de cultivo por el viraje del indicador (Sarker, 2007).



### **Actividad antibacteriana de los extractos**

Las bacterias se sembraron por estría cruzada en placas de medio Müeller-Hinton, (Bioxón, Mex) e incubaron por 24 h a 37°C. Se tomó una colonia y se sembró por duplicado en 50 ml de caldo Müeller-Hinton (Bioxón, Mex), el cultivo se incubó 24 horas a 37°C, después se tomó una alícuota de 2.5 ml, se centrifugó (SOL-BAT, Mex.) a 2500 g durante 5 minutos. Posteriormente, se eliminó el sobrenadante y el paquete celular se suspendió en el mismo volumen de solución salina fisiológica estéril (S.S.F.). Se ajustó la concentración bacteriana a  $4 \times 10^6$  UFC/mL, con el patrón de turbidez de 0.5 del Nefelómetro de McFarland y se incubó por 24 horas a 37°C. Con los extractos sólidos se prepararon por separado, diluciones dobles a partir de la concentración 5 mg/mL/dimetilsulfóxido (DMSO, J.T. Baker, USA) al 0.8 %. Se adicionaron 10 µl de la suspensión bacteriana ( $4 \times 10^6$  UFC/mL), 10 µl de resazurina sódica (0.675% p/v en agua destilada estéril y 30 µl de medio de cultivo Müeller-Hinton 3X (Bioxón, Mexico). Como control negativo se utilizó DMSO 0.8% en agua destilada estéril y como control positivo solución de penicilina-estreptomicina  $1 \times 10^4$  UI/mL- $1 \times 10^4$  mg/mL (Sigma Chemical Co. Saint Louis MO, USA).

En forma similar se cultivó *Candida albicans* en medio de Dextrosa de Sabouraud. Se depositaron 50 µL/pozo en placas 96 multipozos (Nunclon, Alemania), se hicieron diluciones dobles a partir de una concentración de 4 mg/mL del extracto. Se utilizó solución de Antifun (In vitro, México) como testigo positivo. Las placas de cultivo se incubaron durante 22 horas a 37°C y 28 °C, respectivamente. Cada extracto se probó al menos en tres ocasiones por triplicado.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El análisis fitoquímico preliminar de los extractos hexánico y diclometánico reveló la presencia de compuestos de tipo terpenoide y ácidos grasos, mientras que en los extractos metanólico y acuoso se detectaron taninos solubles y flavonoides.

#### ***Actividad antibacteriana y antifúngica del rizoma***

En la Tabla 1 puede observarse que la concentración mínima inhibitoria (MIC) fué 0.156 mg/mL, se obtuvo con los extractos de hexano, metanol y agua al inhibir el crecimiento de *Bacillus subtilis*, *Salmonella typhi* y *Shigella flexneri*, respectivamente.



El extracto metanólico presentó la mejor actividad con una MIC promedio 0.351 mg/mL sobre las cuatro cepas bacterianas, seguido por los extractos acuoso, hexánico y diclorometánico con una MIC 0.58 1.95 y 3.12 mg/mL, respectivamente. La cepa más sensible fue *Bacillus subtilis* con una MIC promedio de 1.05 mg/mL seguida por *S. typhi*, *S. flexneri* y *Staphylococcus aureus* con MICs de 1.36, 2.07 y 1.56 mg/mL, respectivamente. Esto es, las cepas Gram positivas fueron más sensibles a los extractos de la planta.

**Tabla 1.** Actividad antibacteriana y antifúngica de los extractos del rizoma *Krameria pauciflora*.

Extracto mg/mL	Shigella flexneri	Salmonella typhi	Bacillus subtilis	Staphylococcus aureus	Candida albicans
1. Hexánico	5	2.5	0.156	0.156	-
2. Diclorometánico	2.5	2.5	2.5	5	-
3. Metanólico	0.625	0.156	0.312	0.312	0.125
4. Acuoso	0.156	0.312	1.25	0.625	0.5

- Significa negativo, sin actividad antibacteriana o antifúngica

#### Actividad antibacteriana y antifúngica de la hoja

La cepa bacteriana más sensible fué *B. subtilis* con una MIC promedio de los cuatro extractos de 0.58 mg/mL, seguida de *S. aureus*, *S. typhi* y *S. flexneri*, con MICs de 0.62, 1.40 y 1.95 mg/mL. Con el extracto acuoso se observó la mejor actividad antibacteriana, con una MIC promedio de 0.62 mg/mL, seguido de los extractos metanólico, hexánico y diclorometánico con MICs de 0.92, 1.36 y 1.69 mg/mL, respectivamente. La levadura fue inhibida por los extractos diclorometánico y metanólico, este último actuando con el doble de concentración del correspondiente de rizoma. Tabla 2.

**Tabla 2.** Actividad antibacteriana de los extractos de la hoja de *Krameria pauciflora*.

Extracto mg/mL	Shigella flexneri	Salmonella typhi	Bacillus subtilis	Staphylococcus aureus	Candida albicans
1. Hexánico	2.5	2.5	0.156	0.312	-
2. Diclorometánico	2.5	2.5	0.312	1.25	0.5
3. Metanólico	2.5	0.312	0.625	0.312	0.25
4. Acuoso	0.312	0.312	1.25	0.625	-

- Significa negativo, sin actividad antibacteriana o antifúngica.

#### Actividad antibacteriana y antifúngica de los extractos y de la decocción rizoma-hoja-tallo



**(planta completa) de *Krameria pauciflora*.**

La concentración mínima inhibitoria fue 0.156 mg/mL, obtenida con los extractos acuoso, metanólico y diclorometánico al inhibir a *S. flexneri*, *S. typhi* y *B. subtilis*, respectivamente. Con *S. aureus* se tuvo una MIC de 0.312 mg/mL de los extractos hexánico y metanólico. *B. subtilis* presentó la MIC promedio más baja que fue 0.58 mg/mL, seguida de *S. aureus* con 0.62 mg/mL. Por otra parte, *S. flexneri* presentó la menor sensibilidad, ya que tuvo una MIC promedio de 1.95 mg/mL, esto es, 3.3 veces mayor que la más sensible.

En referencia a la levadura, se observa que a diferencia de las Tablas 1 y 2 donde solo dos de los cuatro extractos inhibe su crecimiento, en el caso de la planta completa son tres los extractos inhibidores. Tabla 3.

**Tabla 3.** Actividad antibacteriana de los extractos y decocción de rizoma-hoja-tallo (planta completa) de *Krameria pauciflora*.

Extracto mg/mL	<i>Shigella flexneri</i>	<i>Salmonella typhi</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>
1. Hexánico	2.5	0.312	0.312	0.312	0.5
2. Diclorometánico	5	2.5	0.156	0.625	-
3. Metanólico	1.25	0.156	0.312	0.312	0.125
4. Acuoso	0.156	0.312	1.25	1.25	0.5
5. Decocción	0.078	0.156	0.312	0.312	0.5

- Significa negativo, sin actividad antibacteriana o antifúngica

En las tablas 1, 2 y 3 puede apreciarse que las bacterias Gram positivas fueron mayormente inhibidas que las Gram negativas. En esa tabla también se puede apreciar que la decocción de la planta completa presentó la mejor actividad inhibitoria con concentración inhibitoria de 0.078 mg/mL, la más baja del estudio. Respecto a *Candida albicans*, se observa que tres de los cuatro extractos inhibieron a la levadura, en tanto que de los extractos de rizoma y de hoja solo dos inhibieron su crecimiento. Los extractos metanólicos inhibieron el crecimiento de la levadura en todos los tipos de preparaciones.

Neto y colaboradores (2002) estudiaron el efecto de un extracto etanólico de *Krameria trianda* y sus fracciones de hexano, acetato de etilo y metanol sobre el crecimiento de 18 cepas bacterianas. El extracto crudo inhibió a *Escherichia coli*, pero la fracción hexánica no inhibió a ninguna cepa. En estudios previos mostramos que *E. coli* es inhibida por el extracto del rizoma de *K. pauciflora* (Velasco, 2023). En el presente trabajo, los extractos hexánicos de rizoma, hoja y de la planta completa inhibieron a las cuatro cepas bacterianas. La diferencia de actividad entre nuestros resultados y los de Neto y



colaboradores, podría atribuirse a que en el estudio de ellos, la fracción hexánica procede de un extracto etanólico, disolvente que extrae algunos compuestos químicamente no polares que se disuelven en hexano, en tanto que, en nuestro trabajo, el extracto hexánico se obtuvo directamente empleando al hexano como primer disolvente de extracción y por tanto con un mayor número y variedad de compuestos.

Por otra parte, Bussmann y colaboradores evaluaron el efecto de los extractos etanólicos y una decocción acuosa de 52 plantas del norte de Perú sobre el crecimiento de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, estos autores reportaron que 38 de los extractos etanólicos inhibieron a *S. aureus* y solo dos a *E. coli*, uno de ellos el de *K. lappacea*. La decocción inhibió a *S. aureus*, pero no a *E. coli*. Dichos resultados contrastan con nuestros estudios al evaluar el efecto de *K. pauciflora* sobre el crecimiento de enterobacterias, como *E. coli* cuyo crecimiento fue inhibido por los extractos acuosos y metanólicos del rizoma, hoja y de la planta completa con la concentración de 5 mg/mL (Aguilar, 2017). Esto es, a diferencia de *K. lappacea*, *K. pauciflora* sí inhibe a *E. coli* y a *S. aureus*.

En referencia a *K. lappacea*, Genovese y colaboradores reportaron sensibilidad de *S. aureus* meticilina-multirresistente (MRSA) a los extractos acuoso y etanólico de la raíz de dicha planta, disminuyendo las propiedades adhesivas de la bacteria y su capacidad de formar biopelículas. Nuestros resultados respaldan la capacidad de las plantas del género *Krameria* para inhibir el crecimiento de *S. aureus*, confirmando la susceptibilidad de *S. aureus* a especies del género *Krameria*.

La actividad antibacteriana y antifúngica de algunas especies del género *Krameria* se ha asociado con compuestos como los lignanos y neolignanos de la raíz de la planta. Además, se han reportado taninos catéquicos, ácido ratanítico, N-metiltirosina (ratanina) y cicloartanos entre otros compuestos (Achenbach, 2009). Los lignanos y neolignanos son compuestos químicamente no polares, que pudieran afectar preferentemente a los lípidos de la membrana externa de las bacterias Gram negativas, logrando desorganizarla, lo cual explicaría la actividad antibacteriana de nuestros extractos de hexano y diclorometano (Moreno, 1996, Kuklinsky, 2003).

Otros compuestos detectados en el género *Krameria* son los taninos, reportados en los extractos metanólicos, acuosos y en la decocción. Los taninos son compuestos solubles en agua y en compuestos orgánicos polares, es posible que la actividad de dichos extractos esté relacionada con la presencia de



estos compuestos, ya que precipitan proteínas estructurales o enzimáticas, impidiendo al microorganismo nutrirse y reproducirse (Salih, 2014). Sus grupos OH- también pueden afectar la estabilidad del ADN cuando interacciona con grupos amino y carbonilo de las bases púricas y pirimidicas, formando nuevos puentes de hidrógeno, impidiendo la funcionalidad de los microorganismos, además de desorganizar los lípidos de las membrana bacteriana (Amanlou, 1986). En la Tabla 3, se puede observar que el extracto hexánico de la planta completa inhibe a *C. albicans* en la concentración 0.5 g/mL, mientras que los correspondientes del rizoma de las hojas no afectaron el crecimiento de la levadura. En las Tablas 1,2 y 3 se muestra que extractos metanólicos y acuosos inhibieron a la levadura. Los antifúngicos más frecuentemente usados para tratar la candidiasis son; Nistatina, Anfotericina B, Clotrimazol, Miconazol, Intraconazol, Fluconazol y Ketoconazol, mismos que han ido perdiendo efectividad ante *Candida*, cuya resistencia es resultado de mutaciones puntuales de enzimas blanco o de genes reguladores, lo que impulsa la búsqueda de nuevos compuestos a partir de extractos de plantas o de sus aceites esenciales, que constituyen una excelente alternativa en la búsqueda de sustancias útiles en el desarrollo de nuevos antimicóticos. La presencia de flavonoides y terpenos de las plantas, podrían determinar su toxicidad por las interacciones con los constituyentes membranales de los hongos (Rodríguez, 2020).

En la literatura, principalmente se reporta actividad antibacteriana y antifúngica del género *Krameria* en extractos de la raíz. En el presente estudio, mostramos que otros órganos de la planta también tienen actividad antibacteriana y antifúngica. En la medicina popular mexicana se recomienda la decocción del rizoma de *K. pauciflora* para el tratamiento de infecciones gastrointestinales. Sin embargo, se observa que la actividad antibacteriana mejora cuando el extracto se complementa con las otras partes de la planta y que la hoja tiene actividad equivalente a la del rizoma. Dicha actividad es aún mayor si en lugar de preparar el extracto acuoso se utiliza la decocción de la planta completa (rizoma-hojas-tallo), sugiriendo su posible uso en forma de baños o tinturas en el tratamiento de afecciones cutáneas. Nuestros resultados son acordes con el uso popular de la planta en la zona de la colecta.



## CONCLUSIONES

La concentración mínima inhibitoria se obtuvo con la decocción rizoma-tallo-hojas. El extracto metanólico de las diferentes estructuras empleadas presentó la mejor actividad antibacteriana y antifúngica.

## Conflicto de interés

Los autores manifiestan que no existe conflicto de interés

## Financiamiento

El trabajo se realizó con el financiamiento otorgado por la Universidad Autónoma Metropolitana al grupo de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Achenbach H., Utz W., Lozano B., Guajardo T. ESCOP Monographs Supplement. (2009). *Georg Thieme Verlag*: Stuttgart, pp. 213 -216.
- Aguilar CMF., Tapia AR., Velasco LR. (2017). Evaluation of antibacterial activity of rhizome of *Krameria prostrata* Brandege. *XVII Reunión Internacional de Ciencias Médicas*. León, Gto. México.
- Alarcón AF., Vega AE., Almanza PJ., Velasco LR., Vázquez CL., Román RR. (2006). Hypoglycemic effect of *Plantago major* seeds in healthy and alloxan-Diabetic mice. *Proceedings Western Pharmacology Society*. 41: 51 -54.
- Amanlou M., Beitollahi JM., Abdollahzadeh S., Tohidast-Ekhrad Z. (2006). Miconazole gel compared with *Zataria multiflora* Boiss. gel in the treatment of denture stomatitis. *Phytotherapy Research*. 20(11): 966-969. doi:10.1002/ptr.1986.
- Bussmann RW., Glenn A., Meyer K., Rothrock A., Townesmith A., et al., (2009). Antibacterial activity of medicinal plants of Northern Peru-Part II. *Arnaldoa* 6 (1): 93 – 103.
- Chandra H, Bishnoi P, Patni B, Mishra AP, Kregiel and Nautiyal AR. (2017). Antimicrobial resistance and the alternative resources with special emphasis on plants-based antimicrobials. A Review. *Plants* 6 (16): 1-11.
- Chevallier A. (1996). The encyclopedia of medicinal plants. Atlas de la. *DK Publishing Inc*. New York. USA. p.223.



- Estrada E. (1994). Memorias del Séptimo Diplomado Internacional de Plantas Medicinales de México. *Universidad Autónoma de Chapingo*. pp. 35 – 55
- Genovese C., D'Àngeli F., Bellia F., Distefano A., Spampinato M., Attanasio F., et al. (2021). *In vitro* antibacteria, anti-adhesive and anti-biofilm activities of *Krameria lappacea* (Dombery) Burdet & B.B Simpson root extract against Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains. *Antibiotics*. 428. <https://doi.org/103390/antibiotics10040428>.
- Instituto Nacional Indigenista. (1994). Flora Medicinal Indígena de México I. INI, México. p. 214, 284.
- Kuklinski C. (2003). Farmacognosia.. *Ediciones Omega*. Barcelona, España
- Landrum, JT. (2010). Carotenoids: Physical, Chemical and Biological Functions and Properties. CRC Press, *Taylor and Francis Group*. Boca Raton, FL, USA.
- López MR., Méndez TLJ., Hernández HF., Castaño OR. (1995). Micología médica: Procedimientos para el diagnóstico de laboratorio. *Editorial Trillas*, México. Pp. 99 – 107.
- Martens E., Demian AL. (2017). The antibiotic resistance crisis, with a focus on the United States. *Journal of Antibiotics*. 70: 520 - 526.
- Moreno SE. (1996). Lignans and neolignans from *Krameria parvifolia*. *Phytochemistry* 43 (5): 1093 – 1095.
- Neto CC, Owens CW, Langfield RD, Comeau AB, Onge JSt, Vaisberg AJ, Hammond GB. (2002). Antibacterial activity of some peruvian medicinal plants from the Callejon de Huaylas. *Journal of Ethnopharmacology*. 79: 133 -138.
- Rodríguez PI., Díaz AIE., Raposo CS., (2020). Uso de terapias alternativas en la Candidiasis oral. *REDOE. Revista Europea de Odontoestomatología*. 15:11:38
- Salih, NA., Arif, ED., Ali, DJ. (2014). Antibacterial effect of nettle (*Urtica dioica*). AL-Qadisiya Journal of Veterinary Medicine Sciences. Vol./13 (1): 1-6.
- Sarker DS., Nahar L., Kumarasamy Y. (2007). Microtitre plate-based antibacterial assay incorporating resazurin as an indicator of cell growth, and its application in the *in vitro* antibacterial screening of phytochemicals. *Methods*. 42 (4): 321-324.



- Slonczewski JL., & Foster JW. (2009). *Microbiology. An Evolving Science*. *W.W. Norton*. New York.
- Velasco LR., Tapia AR., Vega AE. (2004). Aspectos históricos para el estudio de las plantas medicinales. *Contactos* 51: 11 – 20. *Universidad Autónoma Metropolitana, México*.
- Velasco LR., Aguilar CMF., Tapia AR., Velázquez VML., Cerón RR., Santana CJ. (2023). Determination of antibacterial activity of *Krameria pauciflora* (Rose). *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*. 13 (3): 105 – 109.
- Villarreal GL. (2014). Potencial antibacterial, actividad citotóxica y mutagénica de *Krameria ramosissima*, *Larrea tridentata*, *Jatropha dioica* y *Leucophyllum frutescens*. Tesis de Doctorado. *Universidad Autónoma de Nuevo León*. pp. 68-71.

