**CIENCIAMATRIA**
**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**
Año XII. Vol. XII. N°2. Edición Especial 2. 2026
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela



DOI 10.35381/cm.v12i2.2362

# Evaluación *in vitro* de la actividad antimicrobiana de extractos esenciales botánicos frente a bacterias patógenas

# *In vitro* Evaluation of the Antimicrobial Activity of Botanical Essential Oil Extracts Against Pathogenic Bacteria

Nathaly Del Cisne Morales-Quezada
nathaly.morales@est.ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Azuay
Ecuador
https://orcid.org/0009-0000-9438-9907

Byron David Arbaiza-Arana
byron.arbaiza@est.ucacue.edu.ec
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Azuay
Ecuador
https://orcid.org/0009-0002-5561-3405

Recepción: 15 de diciembre 2025
Revisado: 26 de febrero 2026
Aprobación: 15 de marzo 2026
Publicado: 01 de abril 2026

**CIENCIAMATRIA**
**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**
Año XII. Vol. XII. N°2. Edición Especial 2. 2026
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela



## RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar *in vitro* la actividad antibacteriana de los extractos de *Citrus paradisi*, *Origanum vulgare*, *Eucalyptus globulus* y *Psidium guajava*, así como sus combinaciones, frente a cepas de referencia de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*. El estudio fue de enfoque cuantitativo y se utilizó el método de difusión en disco (Kirby-Bauer). Los resultados mostraron una actividad antibacteriana que variaba según la especie de bacteria y el tipo de extracto vegetal analizado. Se registró una mayor inhibición contra *Staphylococcus aureus*, destacando *Eucalyptus globulus* y *Origanum vulgare* por presentar los mayores halos de inhibición frente a esta bacteria. En conclusión, los extractos vegetales analizados presentaron actividad antibacteriana *in vitro*, con una mayor respuesta frente a *Staphylococcus aureus*.

**Descriptores:** Bacterias; bacteriología; microorganismo; botánica; etnobotánica (Tesauro UNESCO).

## ABSTRACT

The objective of the study was to analyze in vitro the antibacterial activity of extracts from Citrus paradisi, Origanum vulgare, Eucalyptus globulus, and Psidium guajava, as well as combinations thereof, against reference strains of Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, and Pseudomonas aeruginosa. The study took a quantitative approach and utilized the disk diffusion method (Kirby-Bauer). The results showed antibacterial activity that varied depending on the bacterial species and the type of plant extract analyzed. Greater inhibition was observed against Staphylococcus aureus, with Eucalyptus globulus and Origanum vulgare standing out for exhibiting the largest inhibition zones against this bacterium. In conclusion, the plant extracts analyzed exhibited antibacterial activity in vitro, with a greater response against Staphylococcus aureus.

**Descriptors:** Bacteria; bacteriology; microorganism; botany; ethnobotany (UNESCO Thesaurus).

## INTRODUCCIÓN

La resistencia antimicrobiana constituye uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial. Se produce cuando los microorganismos desarrollan mecanismos que reducen o anulan la eficacia de los antimicrobianos, lo que dificulta el tratamiento de las infecciones y aumenta el riesgo de complicaciones (World Health Organization,2023). La propagación de bacterias resistentes también puede comprometer procedimientos médicos en los que la prevención y el control de infecciones son fundamentales (World Health Organization,2023). Además, los análisis recientes de carga global muestran que la resistencia bacteriana continúa asociándose con una elevada mortalidad y que su impacto podría aumentar durante las próximas décadas (GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators,2024).

El uso excesivo o inadecuado de antimicrobianos favorece la selección y propagación de microorganismos resistentes. La utilización de estos medicamentos sin una indicación adecuada puede disminuir progresivamente las opciones disponibles para tratar determinadas infecciones. Por esta razón, el uso responsable de los antimicrobianos constituye una medida importante para limitar el avance de la resistencia bacteriana (World Health Organization,2023).

En 2024, la Organización Mundial de la Salud actualizó su lista de patógenos bacterianos prioritarios, en la que se consideran combinaciones específicas entre microorganismos y resistencia a determinados antibióticos. Entre ellas se incluyen los Enterobacterales, *Pseudomonas aeruginosa* resistente a carbapenémicos y *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina. La presencia de estos mecanismos de resistencia representa un problema de importancia clínica, ya que puede limitar las opciones terapéuticas disponibles y dificultar el tratamiento de las infecciones (World Health Organization,2023).

En este contexto, los productos derivados de plantas han despertado interés por la presencia de compuestos bioactivos con posible actividad antimicrobiana. Diversos estudios y revisiones han reportado actividad antibacteriana en especies como *Origanum vulgare*, *Eucalyptus globulus*, *Psidium guajava* y *Citrus paradisi*, aunque la

magnitud del efecto puede variar según el tipo de extracto, su concentración y el microorganismo evaluado (Tejada-Muñoz et al.,2024; Mohammed, Alrasheid, Ayoub, 2024).

La técnica de Kirby-Bauer, permite evaluar la actividad antimicrobiana mediante la medición del diámetro del halo de inhibición alrededor de un disco impregnado con el agente de estudio. Otros estudios han evaluado la actividad antimicrobiana de productos vegetales mediante ensayos in vitro como la difusión en agar y la determinación de la concentración mínima inhibitoria (Tejada-Muñoz et al.,2024; Montero-Recalde et. al,2019).

Se ha descrito actividad antibacteriana de *Origanum vulgare* frente a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (Tejada-Muñoz et al.,2024, Pinto et al.,2024). De igual manera, diferentes estudios han descrito la actividad de *Eucalyptus globulus* frente a bacterias grampositivas y gramnegativas, con resultados que varían según las concentraciones y condiciones experimentales (Montero-Recalde et. al,2019; Ait Benlabchir et. al, 2024). También se ha evaluado la actividad antibacteriana de *Psidium guajava* y *Citrus paradisi* en diferentes modelos experimentales. Estos antecedentes justifican continuar evaluando el potencial antibacteriano de productos vegetales bajo condiciones controladas (Irigoyen Fuentes, 2021; Mohammed, Alrasheid, Ayoub, 2024).

Con base en los antecedentes mencionados y teniendo en cuenta la necesidad de alternativas frente a la resistencia antimicrobiana, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar *in vitro* la actividad antibacteriana de los extractos vegetales de *Citrus paradisi*, *Origanum vulgare*, *Eucalyptus globulus* y *Psidium guajava*, así como sus combinaciones, frente a cepas bacterianas de referencia de interés clínico, utilizando el método de difusión en disco.

## MÉTODO

Se realizó un estudio experimental in vitro de enfoque cuantitativo y corte transversal, orientado a evaluar la actividad antibacteriana de extractos vegetales frente a cepas bacterianas de referencia de interés clínico.

### Extractos vegetales

Se emplearon extractos vegetales de toronja (*Citrus paradisi*), orégano (*Origanum vulgare*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y guayaba (*Psidium guajava*), adquiridos en casas comerciales autorizadas y certificadas. Los extractos fueron conservados en frascos de vidrio ámbar, a temperatura ambiente y protegidos de la luz y la humedad hasta su uso.

### Cepas bacterianas

Se utilizaron cepas bacterianas de referencia *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Las cepas fueron reactivadas en agar nutritivo e incubadas a 37 °C durante 18–24 horas antes del ensayo y posteriormente empleadas para la realización de las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana.

Pruebas de susceptibilidad antibacteriana

Preparación del inóculo bacteriano

Las suspensiones bacterianas se ajustaron visualmente hasta alcanzar una turbidez equivalente al estándar 0,5 de McFarland, mediante comparación con el patrón de referencia. Esta estandarización se realizó con el propósito de mantener una concentración bacteriana similar en todos los ensayos.

### Ensayo de difusión en disco (Kirby-Bauer)

La actividad antibacteriana se determinó mediante el método de difusión en agar Mueller-Hinton. El inóculo bacteriano se sembró sobre la superficie del agar utilizando un hisopo estéril, procurando una distribución homogénea.

Se colocaron discos estériles de papel filtro de 6 mm de diámetro, impregnados con 10 µL de extracto vegetal para los tratamientos individuales. Para los tratamientos combinados (Mix), cada disco fue impregnado con 5 µL de cada extracto vegetal, completando un volumen total de 10 µL por disco, como se muestra en la Figura 1.

Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas.

Se incluyeron controles negativos y positivos en cada ensayo. Como control negativo se utilizaron discos estériles sin impregnación de extracto vegetal, con el fin de descartar inhibición asociada al material del disco. Como controles positivos se emplearon antibióticos de referencia para cada cepa bacteriana: cefoxitina para *Staphylococcus aureus*, gentamicina para *Klebsiella pneumoniae*, ciprofloxacina para *Escherichia coli* y piperacilina/tazobactam para *Pseudomonas aeruginosa*.

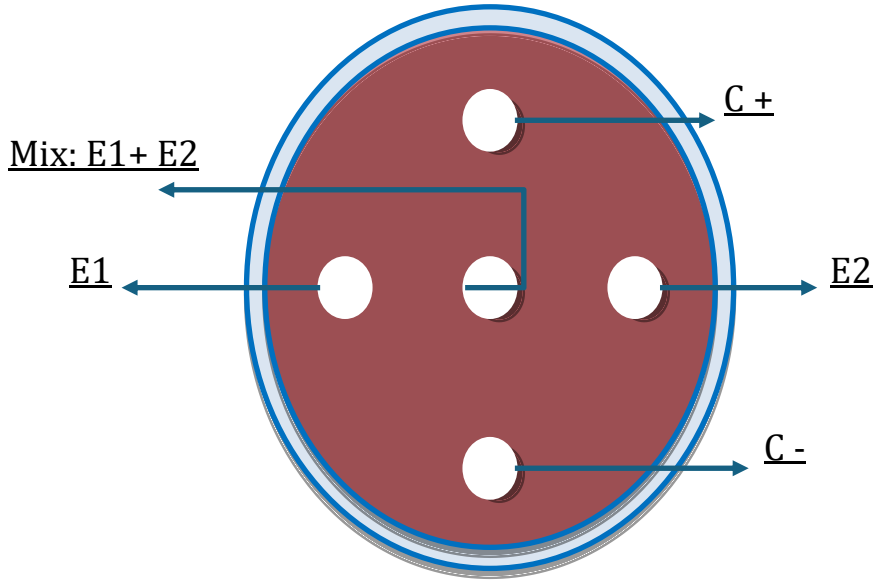



**Figura 1:** Representación del ensayo de difusión en disco (Kirby-Bauer), donde C+ corresponde al antibiótico empleado como control positivo; C- representa el disco blanco estéril (control negativo); E1 corresponde al extracto vegetal 1; E2 al extracto vegetal 2; y E1 + E2 a la combinación de ambos extractos en un solo disco (Mix).
Lectura e interpretación de resultados
**Elaboración:** Los autores.

Transcurrido el periodo de incubación, se midió el diámetro de los halos de inhibición en milímetros (mm) utilizando un calibrador. Los halos producidos por los antibióticos empleados como controles positivos se utilizaron para verificar la respuesta de las cepas bacterianas bajo las condiciones del ensayo. En el caso de los extractos vegetales, la actividad antibacteriana se evaluó mediante la presencia o ausencia de halos de inhibición y el diámetro observado en milímetros (mm).

## RESULTADOS

La actividad antibacteriana de los extractos vegetales evaluados, determinada mediante el método de difusión en disco (Kirby-Bauer), se expresó como el diámetro del halo de inhibición en milímetros (mm). Los resultados mostraron diferencias en la respuesta bacteriana según la especie y el tipo de extracto empleado, con una mayor actividad frente a *Staphylococcus aureus* en comparación con las bacterias gramnegativas evaluadas.

En *Klebsiella pneumoniae, Escherichia coli y Pseudomonas aeruginosa*, la actividad antibacteriana fue variable y generalmente limitada, destacándose únicamente con determinados extractos vegetales y combinaciones. Los valores detallados de los diámetros de inhibición se presentan en las Tablas 1 y 2, mientras que la evidencia visual de los halos de inhibición se muestra en las Figuras 2 y 3.

**Tabla 1.**
Actividad antibacteriana de los extractos vegetales de *Citrus paradisi* y *Origanum vulgare* frente a bacterias patógenas, evaluada mediante el método de difusión en disco (Kirby-Bauer).

| **Especie Bacteriana** | **E1: Toronja (*Citrus paradisi*)** | **E2: Orégano (*Origanum vulgare*)** | **Mix: E1+E2** |
|---|---|---|---|
| **A)** *Staphylococcus aureus* | 12 mm | 24 mm | 25 mm |
| **B)** *Klebsiella* | - | 18 mm | 11 mm |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *pneumoniae* | | | |
| **C)** *Escherichia coli* | - | 11 mm | 13 mm |
| **D)** *Pseudomonas aeruginosa* | 11 mm | - | 10 mm |

**Elaboración:** Los autores.

Nota: No actividad (-), mm (milímetros).

**Tabla 2.**
Actividad antibacteriana de los extractos vegetales de *Eucalyptus globulus* y *Psidium guajava* frente a bacterias patógenas, evaluada mediante el método de difusión en disco (Kirby-Bauer).

| **Especie Bacteriana** | **E1: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)** | **E2: Guayaba (*Psidium guajava*)** | **Mix: E1+E2** |
|---|---|---|---|
| **A)** *Staphylococcus aureus* | 25 mm | 9 mm | 11 mm |
| **B)** *Klebsiella pneumoniae* | - | - | - |
| **C)** *Escherichia coli* | - | - | - |
| **D)** *Pseudomonas aeruginosa* | 8 mm | - | 7 mm |

**Elaboración:** Los autores.

Nota: No actividad (-), mm (milímetros).

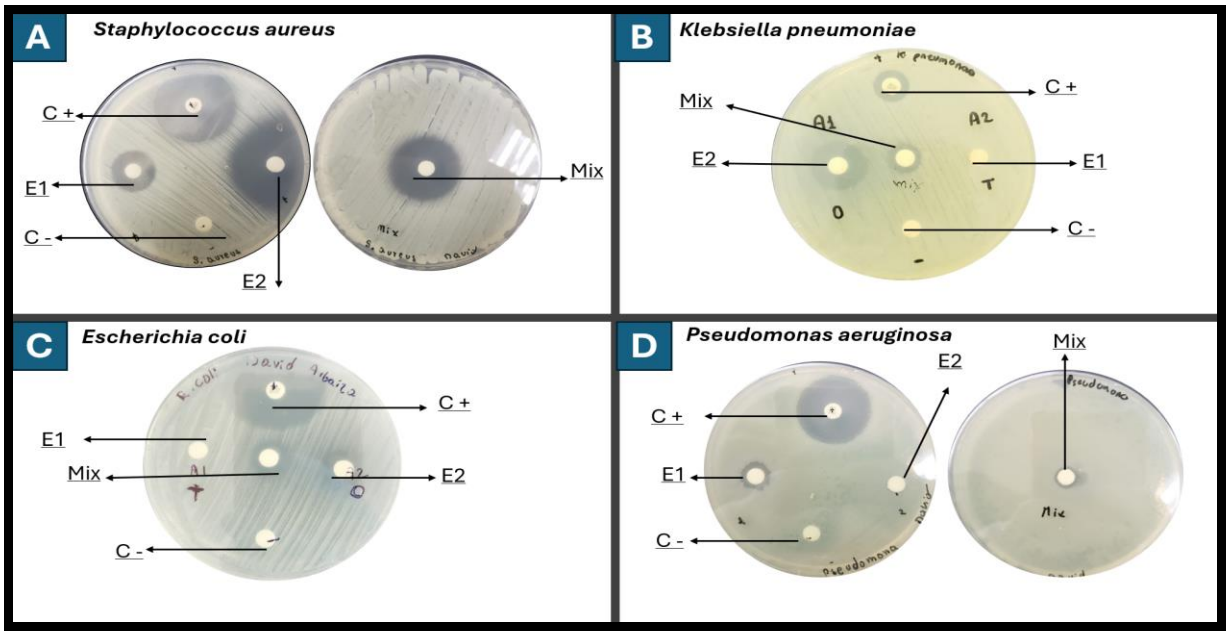



**Figura 2:** Ensayo de difusión en disco (Kirby-Bauer) que muestra la actividad antibacteriana de *Citrus paradisi* (E1), *Origanum vulgare* (E2) y su combinación (Mix) frente a *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.
**Elaboración:** Los autores.

En los resultados correspondientes a *Citrus paradisi* y *Origanum vulgare* se observó una mayor actividad de *O. vulgare*, particularmente frente a *S. aureus*, donde alcanzó un halo de inhibición de 24 mm. *O. vulgare* también presentó actividad frente a *K. pneumoniae* (18 mm) y *E. coli* (11 mm), mientras que no se observó inhibición frente a *P. aeruginosa*. *Citrus paradisi* presentó una actividad más limitada, con halos de 12 mm frente a *S. aureus* y 11 mm frente a *P. aeruginosa*, sin inhibición frente a *K. pneumoniae* ni *E. coli*. La combinación de ambos extractos mostró resultados variables y no produjo un aumento de la actividad antibacteriana en todas las cepas evaluadas.

**CIENCIAMATRIA**
**Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología**
Año XII. Vol. XII. N°2. Edición Especial 2. 2026
Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721
ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X
Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela



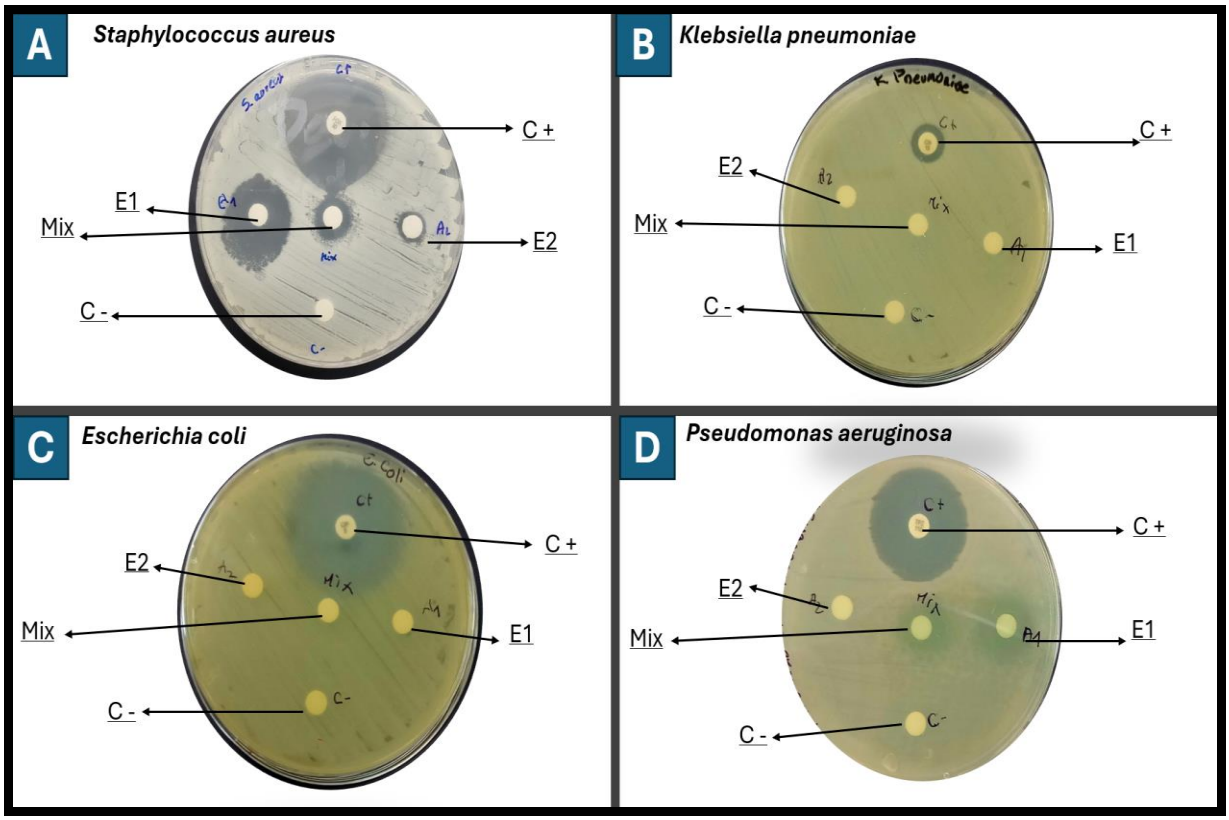



**Figura 3:** Ensayo de difusión en disco (Kirby-Bauer) que muestra la actividad antibacteriana de *Eucalyptus globulus* (E1), *Psidium guajava* (E2) y su combinación (Mix) frente a *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.
**Elaboración:** Los autores.

Se evidenció actividad antibacteriana de *Eucalyptus globulus* frente a *S. aureus*, mientras que su efecto frente a *Pseudomonas aeruginosa* fue reducido y no se observó inhibición frente a *Klebsiella pneumoniae* ni *Escherichia coli*.

De manera general, se observó una respuesta heterogénea entre las cepas y los tratamientos evaluados. Algunos extractos produjeron inhibición únicamente frente a determinadas bacterias y las combinaciones no mostraron un incremento uniforme de la actividad antibacteriana respecto a los extractos individuales.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó la actividad antibacteriana de los extractos vegetales de *Citrus paradisi*, *Origanum vulgare*, *Eucalyptus globulus* y *Psidium guajava*, así como de sus combinaciones, frente a cepas bacterianas de referencia de interés clínico mediante el método de difusión en disco (Kirby-Bauer). Los resultados mostraron una respuesta variable según la especie bacteriana y el extracto empleado, lo que indica que el efecto observado no fue uniforme bajo las condiciones del ensayo.

De manera general, *Staphylococcus aureus* presentó los mayores diámetros de inhibición en comparación con las bacterias gramnegativas evaluadas. *O. vulgare* produjo un halo de 24 mm y *E. globulus* de 25 mm, mientras que *C. paradisi* y *P. guajava* alcanzaron 12 y 9 mm, respectivamente. Esta diferencia podría estar relacionada, entre otros factores, con características estructurales propias de las bacterias grampositivas y gramnegativas, especialmente con la presencia de una membrana externa en estas últimas, que puede dificultar el ingreso de determinados compuestos (Jubeh et al., 2022).

La actividad observada con *O. vulgare* frente a *S. aureus* coincide con antecedentes que han reportado efecto antibacteriano de esta especie vegetal frente a *S. aureus* y *E. coli* (Tejada-Muñoz et al.,2024; Pinto et al.,2024). Esta actividad ha sido relacionada en la literatura con componentes característicos del orégano, entre ellos el carvacrol y el timol, cuyos mecanismos antimicrobianos incluyen alteraciones de la membrana bacteriana y otros procesos celulares (Gan et al.,2025; Arcila-Lozano et al.,2004). *Eucalyptus globulus* también mostró una actividad importante frente a *S. aureus*, con un halo de inhibición de 25 mm, resultado que guarda relación con estudios anteriores que han descrito actividad antibacteriana de *Eucalyptus spp.* frente a esta especie bacteriana y otros patógenos de interés clínico (Montero-Recalde et al., 2019; Ait Benlabchir et al., 2024).

En las bacterias gramnegativas se observó, en general, una menor actividad de los extractos evaluados. *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* presentaron halos reducidos o ausencia de inhibición en varios tratamientos. Este comportamiento puede estar relacionado con características propias de la envoltura celular de las bacterias gramnegativas, particularmente con la membrana externa, que actúa como una barrera de permeabilidad frente a distintos compuestos (Klobucar & Brown,2022). En el caso de *P. aeruginosa*, además, se han descrito distintos mecanismos asociados con su elevada capacidad de resistencia frente a agentes antimicrobianos (Liao et al., 2022; Fernández-Billón et al., 2023).

A pesar de la menor actividad observada de manera general frente a las bacterias gramnegativas, algunos tratamientos produjeron halos de inhibición. *O. vulgare* alcanzó 18 mm frente a *K. pneumoniae* y 11 mm frente a *E. coli*. Por su parte, *C. paradisi* produjo un halo de 11 mm frente a *P. aeruginosa*, aunque no presentó actividad frente a *K. pneumoniae* ni *E. coli*. Estos resultados muestran que la respuesta frente a los extractos no fue igual para todas las especies bacterianas evaluadas.

En los tratamientos combinados se observaron respuestas diferentes según la cepa evaluada. La combinación de *C. paradisi* y *O. vulgare* produjo un halo de 25 mm frente a *S. aureus* y de 13 mm frente a *E. coli*. Sin embargo, este comportamiento no se mantuvo en todas las bacterias. Por ejemplo, la combinación de *E. globulus* y *P. guajava* produjo un halo de 11 mm frente a *S. aureus*, mientras que *E. globulus* utilizado de forma individual alcanzó 25 mm. Por lo tanto, a partir de los resultados obtenidos mediante difusión en disco no se puede establecer la existencia de un efecto sinérgico entre los extractos. Para determinar de manera específica posibles interacciones se requieren metodologías diseñadas para evaluar combinaciones, como ensayos de mezcla o métodos basados en concentraciones inhibitorias (Abu-Hussien et al., 2025; Ayari et al.,2020).

En conjunto, los resultados obtenidos muestran que los extractos vegetales evaluados presentaron una actividad antibacteriana variable, con una mayor inhibición frente a *S. aureus* y una respuesta más limitada frente a las bacterias gramnegativas. Debido a que el presente trabajo corresponde a una evaluación *in vitro* mediante difusión en disco, estos hallazgos deben considerarse como una aproximación inicial y no permiten establecer por sí solos una eficacia terapéutica. Estudios posteriores podrían incluir la caracterización química de los extractos, la determinación de la concentración mínima inhibitoria y la evaluación de posibles interacciones con otros agentes antimicrobianos.

## CONCLUSIONES

Los extractos vegetales de *Citrus paradisi*, *Origanum vulgare*, *Eucalyptus globulus* y *Psidium guajava* presentaron diferentes niveles de actividad antibacteriana *in vitro* frente a las cepas evaluadas mediante el método de difusión en disco (Kirby-Bauer).

*Staphylococcus aureus* presentó los mayores halos de inhibición entre las cepas evaluadas, destacándose O. vulgare y *E. globulus* con 24 y 25 mm, respectivamente. En las bacterias gramnegativas se observó una respuesta más limitada, con ausencia de inhibición en varios de los tratamientos evaluados.

Las combinaciones de extractos produjeron resultados variables y no mostraron un aumento constante del diámetro de inhibición respecto a los extractos utilizados individualmente. Debido a las características del ensayo realizado, estos resultados permiten identificar actividad antibacteriana *in vitro*, pero se requieren estudios adicionales para determinar con mayor precisión la concentración efectiva de los extractos y las posibles interacciones entre sus componentes.

## FINANCIAMIENTO

No monetario.

## AGRADECIMIENTO

A todos los factores sociales que influyeron en el desarrollo de esta investigación.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

Abu-Hussien, S. H., Nasry, A. R., Samy, Z., El-Sayed, S. M., Bakry, A., Ebeed, N., & El-Kady, E. M. (2025). Synergistic antimicrobial activity of essential oils mixture of Moringa oleifera, Cinnamomum verum and Nigella sativa against Staphylococcus aureus using L-optimal mixture design. AMB Express, 15(1), Artículo 15. https://n9.cl/u3oe1y

Ait Benlabchir, A., Fikri-Benbrahim, K., Moutawalli, A., Alanazi, M. M., Halmoune, A., Benkhouili, F. Z., & Fikri-Benbrahim, K. (2024). GC-MS characterization and bioactivity study of Eucalyptus globulus Labill. (Myrtaceae) essential oils and their fractions: Antibacterial and antioxidant properties and molecular docking modeling. Pharmaceuticals, 17(11), Artículo 1552. https://n9.cl/dy9tf

Arcila-Lozano, C. C., Loarca-Piña, G., Lecona-Uribe, S., & González de Mejía, E. (2004). El orégano: Propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 54(1), 100–111. https://n9.cl/py3zob

Ayari, S., Shankar, S., Follett, P., Hossain, F., & Lacroix, M. (2020). Potential synergistic antimicrobial efficiency of binary combinations of essential oils against Bacillus cereus and Paenibacillus amylolyticus—Part A. Microbial Pathogenesis, 142, Artículo 104082. https://n9.cl/xyt98

Bello Alarcón, A., Monsalve, M., & Carrillo Tomalá, C. (2020). Evaluación de extractos de desechos de toronja (Citrus paradisi) como sustancia bioactiva para formulación de un desinfectante para alimentos frescos. Revista Ciencia UNEMI, 13(34), 28–33. https://n9.cl/d0zwv

Fernández-Billón, M., Llambías-Cabot, A. E, Jordana-Lluch, E., Oliver, A., & Macià, M. D. (2023). Mechanisms of antibiotic resistance in Pseudomonas aeruginosa biofilms. Biofilm, 5, Artículo 100129. https://n9.cl/e6eo3

Gan, C., Langa, E., Wang, G., Van Bambeke, F., Ballestero, D., & Pino-Otín, M. R. (2025). Mechanisms of action and resistance prevention of synergistic thymol and carvacrol combinations with antibiotics in Staphylococcus aureus and Acinetobacter baumannii. Natural Products and Bioprospecting, 15(1), Artículo 36. https://n9.cl/b7i5ed

GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. (2024). Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: A systematic analysis with forecasts to 2050. The Lancet, 404(10459), 1199–1226. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01867-1

Gutiérrez-Montiel, D., Guerrero-Barrera, A. L., Chávez-Vela, N. A., Avelar-González, F. J., & Ornelas-García, I. G. (2023). Psidium guajava L.: From byproduct and use in traditional Mexican medicine to antimicrobial agent. Frontiers in Nutrition, 10, Artículo 1108306. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1108306

Irigoyen Fuentes, J. V. (2021). Actividad antibacteriana in vitro de Psidium guajava en comparación con clorhexidina al 0,12% sobre Streptococcus mutans (ATCC 25175) [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Norbert Wiener]. Repositorio Institucional UPW. https://hdl.handle.net/20.500.13053/4833

Jubeh, B., Breijyeh, Z., & Karaman, R. (2020). Resistance of Gram-positive bacteria to current antibacterial agents and overcoming approaches. Molecules, 25(12), Artículo 2888. https://doi.org/10.3390/molecules25122888

Klobucar, K., & Brown, E. D. (2022). New potentiators of ineffective antibiotics: Targeting the Gram-negative outer membrane to overcome intrinsic resistance. Current Opinion in Chemical Biology, 66, Artículo 102099. https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2021.102099

Liao, C., Huang, X., Wang, Q., Yao, D., & Lu, W. (2022). Virulence factors of Pseudomonas aeruginosa and antivirulence strategies to combat its drug resistance. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 12, Artículo 926758. https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.926758

Mohammed, I. O., Alrasheid, A. A., & Ayoub, S. M. H. (2024). GC-MS analysis and study of the antimicrobial activity of Citrus paradisi, Citrus aurantifolia, and Citrus sinensis peel essential oils as hand sanitizer. International Journal of Microbiology, 2024, Artículo 4957712. https://doi.org/10.1155/2024/4957712

Montero-Recalde, M., Morocho-Núñez, M. J., Avilés-Esquivel, D., Carrasco-Cando, Á., & Erazo-Gutierrez, R. (2019). Eficacia antimicrobiana del aceite esencial de eucalipto (Eucalyptus spp.) sobre cepas de Escherichia coli y Staphylococcus aureus subsp. aureus. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 30(2), 932–938. https://n9.cl/pdua9e

Pinto, L., Cervellieri, S., Netti, T., Lippolis, V., & Baruzzi, F. (2024). Antibacterial activity of oregano (Origanum vulgare L.) essential oil vapors against microbial contaminants of food-contact surfaces. Antibiotics, 13(4), Artículo 371. https://doi.org/10.3390/antibiotics13040371

Tejada-Muñoz, S., Cortez, D., Rascón, J., Chavez, S. G., Caetano, A. C., Díaz-Manchay, R. J., & Tejada-Muñoz, S. (2024). Antimicrobial activity of Origanum vulgare essential oil against Staphylococcus aureus and Escherichia coli. Pharmaceuticals, 17(11), Artículo 1430. https://doi.org/10.3390/ph17111430

World Health Organization. (2023). Resistencia a los antimicrobianos. https://n9.cl/oa6h9

World Health Organization. (2024). WHO bacterial priority pathogens list, 2024: Bacterial pathogens of public health importance to guide research, development and strategies to prevent and control antimicrobial resistance. World Health Organization. https://n9.cl/iik1q

©2026 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia CreativeCommons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)