



Nota Fitopatológica

Actividad antimicrobiana y cuantificación de ricinina en *Ricinus communis* frente a bacterias fitopatógenas

Miguel Angel Angulo-Escalante¹, Isabel Cruz-Lachica¹, Edith Salazar-Villa², Indira Rojo-Báez², Federico Soto-Landeros¹, Isidro Márquez Zequera¹, Karla Marina Báez-Parra^{3*} ¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Coordinación Culiacán, Carretera Culiacán-El Dorado Km 5.5, Campo El Diez, C.P. 80110, Culiacán, Sinaloa, México. ²Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Calzada de las Américas, Blvd. Universitarios, Cd. Universitaria, C.P. 80040, Culiacán, Sinaloa, México. ³Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Calzada de las Américas, Blvd. Universitarios, Cd. Universitaria, C.P. 80040, Culiacán, Sinaloa.

*Autor de Correspondencia:
Karla Marina Báez-Parra
karlabaez.fcqb@uas.edu.mx

Sección:
Edición periódica

Recibido:
16 Octubre, 2024
Aceptado:
Diciembre 15 2025
Publicado:
Diciembre 22, 2025
Adelantada 2026

Cita:
Angulo-Escalante MA, Cruz-Lachica I, Salazar-Villa E, Rojo-Baez I, Soto-Landeros F, et al. 2026. Actividad antimicrobiana y cuantificación de ricinina en *Ricinus communis* frente a bacterias fitopatógenas. Revista Mexicana de Fitopatología 44(1): 107.
<https://doi.org/10.18781/R.ME.X.FIT.2410-3>

RESUMEN

Antecedentes/Objetivo. Los metabolitos de higuera o ricino (*Ricinus communis*), como el alcaloide ricinina, tienen propiedades antibacterianas con potencial para combatir bacterias fitopatógenas como *Xanthomonas perforans*, *Acidovorax citrulli*, *Clavibacter michiganensis* y *Ralstonia solanacearum*, convirtiéndolo en una alternativa natural a los químicos convencionales. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antimicrobiana de extractos metanólicos de hojas de accesiones de ricino y cuantificar la ricinina mediante HPTLC para determinar su efectividad como agente bactericida.

Desarrollo experimental. Las hojas de nueve accesiones de higuera fueron molidas y tamizadas para preparar extractos metanólicos codificados como: clave 1+, 2+, 4+, 5+, 6+, 7+, 8+, 9+ y 10+. La ricinina en los extractos se cuantificó por HPTLC. Para determinar la actividad antibacteriana se reactivaron y cultivaron en medio selectivo las bacterias fitopatógenas *Xanthomonas perforans*, *Acidovorax citrulli*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, y *Ralstonia solanacearum* con concentraciones de los extractos al 100, 75, 50 y 25 % y un control químico Finalbacter® (Sulfato de Gentamicina y Clorhidrato de Oxitetraclina), el análisis se realizó por triplicado.

Resultados. Los extractos identificados como 2+ y 5+ demostraron ser los más efectivos, con un halo de inhibición de 18.94 mm y 17.23 mm, respectivamente. *Ralstonia solanacearum* mostró la mayor inhibición (21.6 mm), seguido por *A. citrulli* y *X. perforans* (19.26 mm cada uno) y *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* (12.21 mm). Las concentraciones del 100 y 75 % presentaron los mayores halos de inhibición (20.6 mm y 19.8 mm), en comparación con las concentraciones más bajas y el control químico. Se cuantificaron concentraciones de ricinina de 0.88 a 2.14 mg g⁻¹.

Conclusión. Las accesiones 2+ y 5+ de *Ricinus communis*, mostraron potencial como una opción natural para el control de bacterias fitopatógenas, con un promedio de 19.31 mm y 17.92 mm de halo de inhibición respectivamente.

Palabras clave: Ricino, Bioactivos, Fitopatología, Extractos metanólicos



INTRODUCCIÓN

El ricino (*Ricinus communis*), también conocido como higuierilla, es un arbusto perenne perteneciente a la familia Euphorbiaceae, ampliamente distribuido en regiones tropicales y subtropicales del mundo. Este arbusto destaca por su adaptabilidad a diversos climas, incluyendo tropicales, subtropicales y temperaturas templadas cálidas. En México, se encuentra en áreas tropicales del sur y semiáridas del norte del país, tanto en estado silvestre como cultivado con fines comerciales (Gómez-González *et al.*, 2020).

La semilla de ricino es rica en aceite con un contenido del 40 al 60 %, la demanda de este aceite de ricino ha mostrado un crecimiento anual del 3 al 5 % por su relevancia económica, ya que, por sus propiedades lubricantes es utilizado en la industria farmacéutica, cosmética, y en la producción de biodiesel (Suryaningsih *et al.*, 2025). Además, es utilizado en la medicina tradicional, por sus propiedades laxante, analgésica, antiinflamatoria y antimicrobiana (Kaur y Bhaskar, 2020; Cheikhoussef *et al.*, 2023). Se han identificado metabolitos en el ricino, incluyendo el alcaloide ricinina, ácido ricinoleico, ácido undecilénico, tocoferoles, esteroides, saponinas y flavonoides (Saravena *et al.*, 2022; Suryaningsih *et al.*, 2025). Estos compuestos bioactivos, contribuyen a la actividad antimicrobiana del ricino, la ricinina, ha demostrado ser efectiva contra una variedad de patógenos, tanto en plantas como en humanos, lo que sugiere su aplicación en el control de enfermedades bacterianas (El-Naggar *et al.*, 2018).

Las bacterias fitopatógenas representan una amenaza significativa para la agricultura, afectando a una amplia gama de cultivos, impactando la calidad, rendimiento y producción general de estos. Entre las bacterias más relevantes se encuentran *Xanthomonas perforans*, *Acidovorax citrulli*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* y *Ralstonia solanacearum* (Xhemali *et al.*, 2024; Tapia-de la Barrera *et al.*, 2023; Reyes-Tena *et al.*, 2021). *Xanthomonas perforans* es conocido por causar manchas en hojas de jitomate, dependiendo de la intensidad de la enfermedad y las condiciones climatológicas puede ocasionar del 23 al 44 % de daño en el cultivo (Osdaghi *et al.*, 2021). Mientras que *A. citrulli* es responsable de la enfermedad bacteriana del fruto en melón (*Cucumis melo*) y sandía (*Citrullus lanatus*), de los cuales en caso de infección puede generar la pérdida total del cultivo (Elizalde Jiménez *et al.*, 2011). *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* provoca la marchitez bacteriana en cultivos de jitomate, con afectaciones en el rendimiento de hasta un 46 %, y *R. solanacearum*, agente causal de la marchitez bacteriana de una amplia gama de plantas, el impacto económico de ésta depende del cultivo afectado (Longoria-Espinoza *et al.*, 2020; Soto-Caro *et al.*, 2023).

El uso de extractos de ricino para combatir estas bacterias fitopatógenas ofrece una alternativa prometedora al uso de pesticidas y antibióticos, que se utilizan de manera convencional. La identificación y caracterización de los metabolitos responsables de la actividad antimicrobiana, utilizando técnicas avanzadas como la cromatografía en capa fina de alta resolución (HPTLC), pueden proporcionar información valiosa para el desarrollo de tratamientos alternativos. Por lo anterior, este estudio tuvo el objetivo de cuantificar la ricinina de nueve accesiones de ricino mediante HPTLC, además de evaluar su potencial bactericida frente a las principales bacterias asociadas a enfermedades fitopatógenas.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Colecta de muestra y elaboración de extractos vegetales. Se evaluaron nueve accesiones de higuierilla naturalizadas de México, colectadas en marzo de 2022 de un germoplasma

generado en el campo experimental de Imala, Culiacán, Sinaloa (33° 34' 00.500" S, 70° 38' 00.400" W). El campo de germoplasma se estableció en octubre de 2021 con una accesión por cada dos surcos a una distancia de 25 cm en la línea y 90 cm entre surcos. La maleza se controló manualmente y solo se aplicó composta y biofertilizantes generados con microorganismos de montaña.

Se colectaron hojas de las accesiones identificadas con la clave 1+, 2+, 4+, 5+, 6+, 7+, 8+, 9+ y 10+, se secaron a temperatura ambiente, después se molieron con un molino para foliares con limpieza entre accesiones para evitar contaminación cruzada, después se tamizó el polvo con un tamiz No. 40. Se pesaron 10 g de cada muestra molida y tamizada, y se colocó en un matraz con 100 mL de metanol (grado HPLC) por separado; posteriormente, se dejaron en agitación constante en un agitador orbital por 48 h, a temperatura ambiente. Transcurrido el tiempo, se filtró con tela organza y papel filtro No. 1. El extracto se concentró en un rotavapor y se almacenó en un vial ámbar a 4 °C hasta su uso.

Cuantificación de ricinina por HPTLC. Con el aplicador semi-automático (Limonat 5, CAMAG), se aplicaron 10 µL de cada extracto en bandas de 8 mm de longitud sobre placas de aluminio TLC Sílica Gel 60 F254 de 20 x 10 cm (por triplicado). Las placas fueron desarrolladas en una cámara cromatográfica (CAMAG) previamente saturada por 10 min. Como fase móvil se utilizó tolueno-étil acetato 9:1 (v/v). Una vez alcanzado el frente de solvente (75 a 80 mm), la placa se dejó secar con aire frío por 5 minutos. Las placas se visualizaron empleando un escáner (TLC Scanner 4, CAMAG) a 254 y 366 nm de longitud de onda. Tanto la aplicación como el escaneo fueron controlados por el software visión CATS, versión 2.4 (CAMAG, Suiza). Se realizó una curva de calibración con diferentes concentraciones de Ricinina (metil-D3), 2, 0.2, 0.02, 0.002 y 0.0002 mg mL⁻¹, disuelta en metanol HPLC. Se realizaron tres aplicaciones de cada concentración en una placa de sílica gel F254 de 20 x10 cm, la fase móvil utilizada fue 9 mL de tolueno: 1 mL de acetato de etilo.

Reactivación de bacterias. Se emplearon cepas de *Xanthomonas perforans*, *Acidovorax citrulli*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* y *Ralstonia solanacearum* proporcionadas del cepario del Laboratorio de Fitopatología del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Subsede Culiacán. Las cepas proporcionadas fueron aisladas de diferentes cultivos asociadas a diferentes sintomatologías. Se utilizó medio de cultivo Agar nutritivo para la reactivación de las cepas y éstas se incubaron a 27 °C hasta observar su desarrollo. Después se llevó a cabo un subcultivo de una sola colonia para asegurar la pureza de cada cepa.

Determinación de la inhibición del crecimiento bacteriano. Los extractos 2+ y 5+, se seleccionaron de una prueba preliminar de los nueve extractos vegetales (datos no mostrados). Los extractos fueron diluidos en agua destilada a concentraciones de 100, 75, 50 y 25 %. Se incluyó el bactericida Finalbacter® (Sulfato de Gentamicina y Clorhidrato de Oxitetraciclina), como testigo, para evaluar su efecto inhibitorio en comparación con los extractos vegetales.

En el procedimiento, se prepararon cultivos bacterianos de *A. citrulli* en agar B de King y agar nutritivo, *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* en agar Mueller-Hinton, *R. solanacearum* en agar B de King y agar CPG, y *X. perforans* en agar nutritivo; posteriormente, se prepararon suspensiones bacterianas raspando las colonias del medio de

cultivo y se agregaron en tubos de ensayo conteniendo agua destilada estéril hasta ajustar la turbidez al nivel 3 de la escala de McFarland (concentración 9×10^8 UFC). Se sembraron las cepas bacterianas (100 μL de suspensión) en las placas conteniendo los medios de cultivo mencionados previamente, y se distribuyó la muestra uniformemente con perlas de cristal. Seguido de esto, se aplicaron 5 μL de cada dilución de los extractos en tres puntos específicos de la placa por triplicado. Las placas fueron incubadas a 27 °C durante 48 horas para evaluar la inhibición del crecimiento bacteriano.

Análisis estadístico. Los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba estadística ANOVA de una vía con un nivel de significancia de $p < 0.05$ y comparación de medias por Tukey utilizando el programa estadístico MINITAB 17.

Cuantificación de ricinina por HPTLC. De acuerdo con los resultados del análisis de ricinina mediante HPTLC, no se observó diferencia estadística significativa entre las distintas concentraciones ($p=0.066$). Se detectaron concentraciones que oscilaron entre 0.88 (4+) y 2.14 mg g^{-1} (1+) (Cuadro 1). Estos resultados son consistentes con los reportados para la variedad Guanajuatol de *Ricinus communis* (Zavala-Gómez *et al.*, 2021), aunque difieren el tejido de la planta utilizada para la extracción; la ricinina se encuentra en todas las partes de la planta (Nour *et al.*, 2023).

La cuantificación de ricinina es esencial para identificar las variedades potenciales con mayores concentraciones de este compuesto bioactivo y seleccionar las más efectivas para la producción de extractos y productos derivados, optimizando su uso en agricultura y medicina (Zheng *et al.*, 2023). Esta información también es valiosa para los programas de mejoramiento genético, el ajuste de prácticas de cultivo y maximización del valor comercial (Acosta-Navarrete *et al.*, 2023; Leal *et al.*, 2022); además, garantiza la seguridad y eficacia en la aplicación de la ricinina, ya que su alta concentración puede ser tóxica (Staňková *et al.*, 2020).

Cuadro 1. Cuantificación de ricinina en extractos metanólicos de hojas de nueve accesiones de higuierilla.

Muestra	Cuantificación (mg g^{-1}) promedio \pm DE ^z
1+	2.14 \pm 0.75 ^a
2+	1.58 \pm 0.15 ^a
4+	0.88 \pm 0.09 ^a
5+	1.21 \pm 0.49 ^a
6+	1.89 \pm 0.95 ^a
7+	1.70 \pm 0.21 ^a
8+	1.53 \pm 0.07 ^a
9+	1.49 \pm 0.01 ^a
10+	1.03 \pm 0.20 ^a

^zDE= Desviación estándar. Promedio \pm DE. Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas (Tukey, $p > 0.05$).

Actividad antimicrobiana de los extractos metanólicos de higuierilla. El análisis estadístico permitió identificar diferencias significativas en los parámetros evaluados, como se observa en la gráfica de efectos principales (Figura 1).

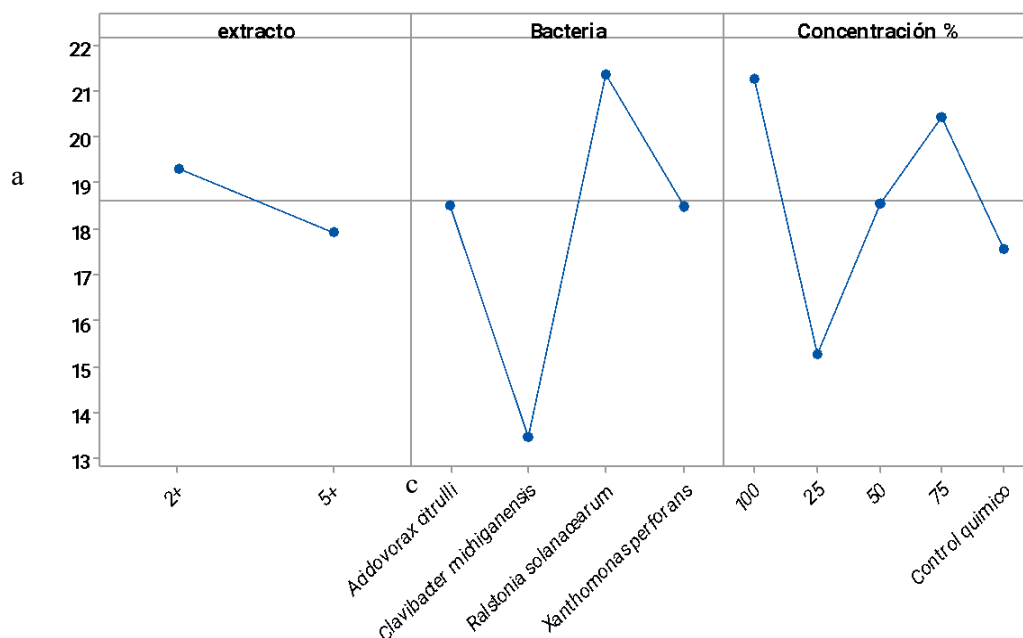


Figura 1. Gráfica de efectos principales de los extractos metanólicos de hojas de higuera, bacterias (*Xanthomonas perforans*, *Acidovorax citrulli*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* y *Ralstonia solanacearum*) y concentraciones de los extractos. Letras diferentes entre secciones significa diferencia estadística.

De acuerdo con los resultados preliminares, los extractos de las accesiones 2+ y 5+ se destacaron por su mayor efectividad antimicrobiana. En contraste, el extracto 1+, a pesar de presentar la mayor concentración de ricinina, no mostró actividad antimicrobiana significativa, lo que sugiere que este alcaloide, de forma aislada, no es el principal responsable del efecto antimicrobiano. Esto sugiere, que otros compuestos bioactivos en los extractos pueden estar involucrados en la actividad antimicrobiana. Investigaciones de Hussein *et al.* (2018) y Abomughaid *et al.* (2024), han reportado que los extractos alcohólicos de hojas de *R. communis* contienen fitoquímicos como flavonoides, terpenos y taninos, los cuales poseen reconocida actividad antimicrobiana y mecanismos de acción bien definidos. Por tanto, es posible que la eficacia de los extractos 2+ y 5+ puede atribuirse a la presencia combinada o sinérgica de estos metabolitos secundarios. Por ello, es importante realizar más estudios de sus compuestos.

Se encontró diferencia estadística entre los extractos evaluados frente a los aislados bacterianos. En promedio el extracto 2+ generó el mayor halo de inhibición (19.31 mm) en comparación al extracto 5+ que obtuvo un halo de inhibición de 17.92 mm. La actividad antibacteriana se evidenció por la presencia de halos de inhibición definidos en las diferentes concentraciones analizadas (Figura 2). De igual manera, se encontró diferencia significativa entre las bacterias en estudio, donde *R. solanacearum* fue la que presentó mayor inhibición con un 21.36 mm, le siguen las bacterias *A. citrulli* y *X. perforans* con 18.5 mm respectivamente. Finalmente, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* obtuvo una inhibición de 13.48 mm. Dichos resultados coinciden con lo expresado por otros autores donde mencionan que los extractos metanólicos de hojas muestran la mejor actividad antimicrobiana sobre todo en bacterias Gram negativas (Hussein *et al.*, 2018; Abd-Ulgadir *et al.*, 2015; Al-Kuraishy *et al.*, 2012), tal como se observó en este estudio.

La evaluación de extractos de accesiones de higuierilla permite identificar compuestos bioactivos específicos con potencial antimicrobiano frente a bacterias fitopatógenas. En este sentido, los resultados de este trabajo abren la posibilidad de explorar, en futuras investigaciones, su incorporación en nuevos productos agrícolas como bioinsecticidas, biofungicidas o antimicrobianos naturales. Estos productos pueden ser formulados junto con otros ingredientes activos con eficacia comprobado como el ajo (*Allium sativum*), aceites esenciales (Hussein *et al.*, 2025), e incluso agentes microbianos como *Trichoderma* spp., y *Bacillus* spp. (Elhaj *et al.*, 2021) para generar una gama más amplia de soluciones en el mercado agrícola. Ejemplo de esto, es el estudio realizado por Ramadass y Thiagarajam (2021), donde evaluaron la actividad antibacterial de una formulación de higuierilla para el control de *Xhantomonas oryzae* demostrando su potencial bioactivo. Adicionalmente, se han evaluado extractos de higuierilla en otros fitopatógenos como el nematodo *Pratylenchus brachyurus* (Izidoro *et al.*, 2021).

Los extractos de higuierilla han sido evaluados *in vitro* en *Ralstonia solanacearum* aislada de chile pimienta, generando halos de inhibición de 11.88 mm en concentraciones del 100 % (Mayanglambam *et al.*, 2020). De manera similar, en este estudio se encontró diferencia estadística entre las concentraciones de los extractos y se observó que la concentración del 100 y 75 % (Cuadro 2) mostraron el mayor halo de inhibición con 21.27 y 20.45 mm, respectivamente. En las pruebas con la concentración del 50 % y el control químico presentaron una inhibición de 18.54 y 17.55 mm y, por último, la concentración del 25 % fue la que menor halo de inhibición presentó (15.27 mm). Dichos resultados sugieren una relación directa entre la concentración del extracto y la efectividad antimicrobiana, ya que las concentraciones más bajas y el control químico mostraron halos de inhibición menores, destacando la importancia de utilizar concentraciones adecuadas para maximizar la actividad antimicrobiana.

Cuadro 2. Actividad antimicrobiana de extractos metanólicos de las accesiones 2+ y 5+ de *Ricinus communis* sobre bacterias asociadas a enfermedades en plantas.

Bacteria	Halo de inhibición (mm) (Promedio±DE) 2+					Halo de inhibición (mm) (Promedio±DE) 5+				
	Concentración (%)					Concentración (%)				
	100	75	50	25	CQ	100	75	50	25	CQ
<i>Acidovorax citrulli</i>	21.11a± 2.2	19.96a± 1.9	19.46a ±1.8	14.88 b±1.4	15.47 b±4.0	19.86a b±2	23.06a ±1	18.84a b±1	16.94 b±1.3	14.18b ±4
<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	17.24a± 1.05	15.11b± 0.71	13.37c ±1.4	11.18 d±0.5	18.55e ±0.7	11.99 b±1	11.33 b±1	9.21b ±0.8	8.25c ±0.5	18.55a ±0.7
<i>Ralstonia solanacearum</i>	26.59a± 1.17	24.48ab ±0.9	22.78 b±2.4	17.86c ±1.62	18.71c ±4.5	22.31a ±1	20.91a b±1	19.51 b±0.9	16.93c ±1.1	15.72c ±4.2
<i>Xanthomonas perforans</i>	23a±0.5	20.41b± 0.3	20.62 b±0.4	16.17c ±0.8	14.59 d±0.2	22.49a ±1.5	19.93a b±0.5	16.92a b±0.6	14.5b ±1	16.29b ±0.3

*Letras diferentes entre filas significa diferencia estadística significativa (p<0.05). n=3. CQ: control químico

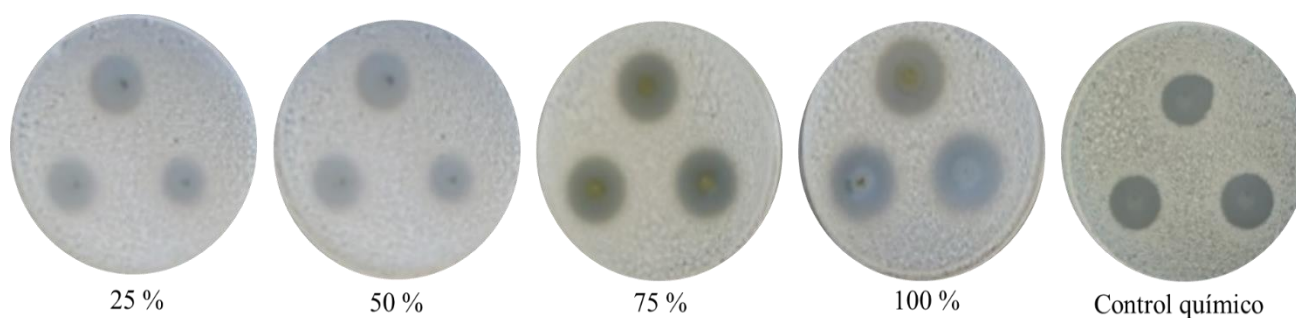


Figura 2. Actividad antibacteriana del extracto 2+ contra *Ralstonia solanacearum*. Se observaron zonas claras de inhibición a diferentes concentraciones del extracto (25, 50, 75 y 100 %), en comparación con el control químico.

Es importante evaluar los extractos de hojas de higuera (*Ricinus communis*) por su actividad antimicrobiana y sus propiedades medicinales, ya que se ha documentado que contienen compuestos bioactivos, como ricinina, flavonoides, ácidos fenólicos y terpenoides (Martínez-Mora *et al.*, 2023), efectivos en el tratamiento de infecciones cutáneas como leishmaniasis y candidiasis (Ghani *et al.*, 2023; Kebede y Shibeshi, 2022; Suurbaar *et al.*, 2017). Aunque en el presente estudio se evaluó únicamente la actividad frente a bacterias asociadas a enfermedades en plantas (*Xanthomonas perforans*, *Acidovorax citrulli*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* y *Ralstonia solanacearum*), investigaciones previas han demostrado que dichos extractos también pueden ejercer efectos insecticidas y antifúngicos sobre plagas de interés agronómico (Manzoor *et al.*, 2025; Kebede y Shibeshi, 2022; Sotelo-Leyva *et al.*, 2020).

Este estudio representa una contribución importante al campo de la fitopatología, pues no solo confirma el potencial de *R. communis* como fuente de compuestos bioactivos antimicrobianos, sino que también abre la puerta al desarrollo de bioinsumos agrícolas alternativos, sustentables y menos dependientes de agroquímicos sintéticos. Se recomienda profundizar en la caracterización de los metabolitos responsables de la actividad antimicrobiana, estudiar su efecto en condiciones de invernadero o campo y, ampliar los estudios a otros patógenos, así como modalidades de aplicación para validar su potencial en el manejo integrado de plagas y enfermedades, contribuyendo a la sostenibilidad en los sectores agrícola y sanitario.

CONCLUSIONES

Los extractos metanólicos de hojas de *Ricinus communis* evaluados en este estudio demostraron una actividad antimicrobiana significativa contra bacterias clave en la agricultura, como *Ralstonia solanacearum*, *Acidovorax citrulli* y *Xanthomonas perforans*. Las accesiones 2+ y 5+ destacaron por su mayor efectividad, con un promedio de 19.31 mm y 17.92 mm de halo de inhibición, lo que evidencia su potencial como agentes bactericidas naturales para el manejo integrado de estas fitobacterias. La cuantificación de ricinina mediante HPTLC mostró variaciones en la concentración de este alcaloide entre accesiones, pero la falta de correlación directa con la actividad antibacteriana sugiere la probable participación de otros metabolitos secundarios en la inhibición bacteriana, aportando una visión novedosa sobre la complejidad del perfil bioactivo del ricino.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. Luis Alfredo Osuna García, a la MC. Verónica Pérez Rubio, al Lic. Eduardo Sánchez Valdez y al IQ. Werner Rubio Carrasco por la asistencia técnica.

REFERENCIAS

- Abd-Ulgadir KS, Suliman SI, Zakria IA and Hassan NEA. 2015. Antimicrobial potential of methanolic extracts of *Hibiscus sabdariffa* and *Ricinus communis*. *Advancement in Medicinal Plant Research* 3(1):18-22. https://www.netjournals.org/z_AMPR_15_013.html
- Abomughaid MM, Teibo JO, Akinfe OA, Adewolu AM, Teibo TKA, *et al.* 2024. A phytochemical and pharmacological review of *Ricinus communis* L. *Discover Applied Sciences* 6(6), 315. <https://doi.org/10.1007/s42452-024-05964-5>
- Acosta-Navarrete MS, Tigreros JA, Holgado-Apaza LA, Flores-Balderas JN and Adame JMB. 2023. Morphometric, weight, viability, and germination analysis of castor bean seeds (*Ricinus communis*) under two temperature and relative humidity conditions. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i4.2484>
- Al-Kuraishy H, Al-weendy S, Al-buhadilly A, Al-bajajy I, Al-gareeb A, *et al.* 2012. Antibacterial activity of *Ricinus communis*: *in vitro* study. *Iraqi Journal of Science* 53(3):524-529. <https://doi.org/10.24996/iraqijournalofscience.v53i3.12750>
- Cheikhoussef N and Cheikhoussef A. 2022. Bioactive Phytochemicals from Castor (*Ricinus communis* Linneo) Seed Oil Processing By-products. In: Ramadan Hassanien, M.F. (eds) *Bioactive Phytochemicals from Vegetable Oil and Oilseed Processing By-products*. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63961-7_33-1
- Elhaj WE, Osman AA and Elawad LME. 2021. Efficacy of *Ricinus communis* L., *Cassia occidentalis* L. and *Bacillus thuringiensis* against *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Agronomy Research* 3(3), 46-53
- Ellaithy A, Abdel-khalek A and Mohammed M. 2022. The potency of ricinine biopesticide from *Ricinus communis* leaves as an alternative host for mass rearing process of *Tetranychus urticae* and two predatory phytoseiid mites. *Egyptian Journal of Chemistry* 65(6): 535-549. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2021.107114.4922>
- Elizalde Jiménez NA, Hernández Morales J, Leyva Mir SG, Nava Díaz C, Sequeira R, *et al.* 2011. Evaluación del riesgo de *Acidovorax avenae* Subsp. *citrulli* asociada a semilla de sandía de importación a México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 29(2): 133-145
- El-Naggar MH, Elgaml A, Abdel Bar FM and Badria FA. 2018. Antimicrobial and anti-quorum-sensing activity of *Ricinus communis* extracts and ricinine derivatives. *Natural Product Research* 33(11): 1556–1562. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1423306>
- Ghani JN, Zaman A, and Mohammed K. 2023. Study of effects leaf extract of *Ricinus communis* in skin disease. *Eur Chem Bull* 12, 7166-7174
- Gómez-González A, Silos-Espino H, Reyes-Contreras JG, Amante-Orozco A, Pimentel-López J, *et al.* 2022. Yield and oil content of castor oil plant (*Ricinus communis* L.) accessions grown with fertigation in a semiarid zone. *Agro Productividad* <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i10.2346>
- Hussein HJ, Kaizal AF, Al-Khafaji NM, Sadiq ZF and Shahad AS. 2018. Evaluation of antibacterial potential of the crude Phenolic, Alkaloid and Terpenoid extracts of *Ricinus communis* L. against gram-negative Pathogenic Bacteria. *Journal of Global Pharma Technology* 10(05): 384-388. <http://dx.doi.org/10.62940/als.v11i2.2403>
- Hussein HS, Idriss MH, El-Gayar FH, Mousa HYS and Salem MZ. 2025. Comparative efficacy of plant derived extracts with the insecticide mospilan on two whitefly species *Bemisia tabaci* biotype B and *Trialeurodes ricini*. *Scientific Reports* 15(1), 1970
- Izidoro Jr A, Silva EJ, Tarini G, Bordin JC, Silva BA, *et al.* 2021. Aqueous extract of castor bean seed cake for the control of *Pratylenchus brachyurus* in soybean. *Nematropica* 51(1): 1-8. <https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/128534>
- Kaur R and Bhaskar T. 2020. Potential of castor plant (*Ricinus communis*) for production of biofuels, chemicals, and value-added products. Pp: 269-310. In: Bhaskar T, Pandey A, Tsang D.C.W. and Rene E.R. (eds). *Waste biorefinery* eds. Elsevier 733p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818228-4.00011-3>
- Kebede B and Shibeshi W. 2022. *In vitro* antibacterial and antifungal activities of extracts and fractions of leaves of *Ricinus communis* Linn against selected pathogens. *Veterinary Medicine and Science* 8(4): 1802-1815. <https://doi.org/10.1002/vms3.772>
- Leal JFV, Cuellar-Nuñez L, Vivanco-Vargas M, Solís-Lozano JA, Díaz-Calzada ME, *et al.* 2022. Agribusiness potential of castor oil plant (*Ricinus communis* L.) in Mexico. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i5.2267>

- Longoria-Espinoza RM, Félix-Gastélum R and Cordero-Ramírez JD. 2020. Diversity of endophytic bacteria associated with tomato plants (*Solanum lycopersicum*). Revista Mexicana de Fitopatología 38(2): 307-319. <http://dx.doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2002-7>
- Manzoor S, Akbar R, Hussain A, Ali A, Faheem B, et al. 2025. Toxicity effect of *Ricinus communis* methanolic extracts against *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Plant Protection Science 61(1), 77
- Martínez-Mora MM, Sardiña-Alfonso G, Rondón-Castillo AJ, Pérez-Rojas A and Pérez-Hernández Y. 2023. Phytochemical composition and antibacterial properties of *Ricinus communis* L. Pastures and Forages 46:e13. <https://www.redalyc.org/journal/2691/269176991013/html/>
- Mayanglambam B, Biswal G and Pattanayak S. 2020. *In vitro* evaluation of different plant oils on growth of *Ralstonia solanacearum* causing wilt disease in *Capsicum annuum*. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 9(5): 312-315. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.phytojournal.com/archives/2020/vol9issue5/PartE/9-4-315-310.pdf](https://www.phytojournal.com/archives/2020/vol9issue5/PartE/9-4-315-310.pdf)
- Nour IH, Alhadead K, Ellmouni FY, Badr R, Saad TI, et al. 2023. Morphological, anatomical and chemical characterization of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae). Agronomy 13(4): 985. <https://doi.org/10.3390/agronomy13040985>
- Osdaghi E, Jones JB, Sharma A, Goss EM, Abrahamian P, et al. 2021. Centenary for bacterial spot of tomato and pepper. Molecular Plant Pathology 22:1500–1519. <https://doi.org/10.1111/mpp.13125>
- Ramadass M and Thiagarajan P. 2021. A sustainable castor oil-based agro formulation with cartap hydrochloride for potential control of pathogenic *Xanthomonas oryzae* in *Oryza sativa* L. Journal of Environmental Biology 42(1): 74-81. <http://doi.org/10.22438/jeb/42/1/MRN-1424>
- Reyes-Tena A, Fernández-Pavía SP and Hernández-Macias B. 2021. Tomate (*Solanum lycopersicum*) production and bacterial canker management during COVID-19. Revista Mexicana de Fitopatología 39(SPE): 351-361. <http://dx.doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2021-8>
- Saravana Kumar P, Li Y, He M, Yuvaraj P, Balakrishna K, et al. 2022. Rapid isolation of ricinine, a pyridone alkaloid from *Ricinus communis* (L.) with antifungal properties. Journal of Biologically Active Products from Nature 12(1): 33-41. <https://doi.org/10.1080/22311866.2021.2021985>
- Staňková M, Handlos P, Švidmoch M and Maier V. 2020. Fatal intoxication by intravenous injection of castor bean (*Ricinus communis* L.) extract a case study. International Journal of Legal Medicine 134(6): 2133-2141. doi: 10.1007/s00414-020-02340-x
- Sotelo-Leyva C, Salinas-Sánchez DO, Peña-Chora G, Trejo-Loyo AG, González-Cortázar M, et al. 2020. Insecticidal compounds in *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) to control *Melanaphis sacchari* Zehntner (Hemiptera: Aphididae). Florida entomologist 103(1): 91-95
- Soto-Caro A, Vallad GE, Xavier KV, Abrahamian, P, Wu F, et al. 2023. Managing Bacterial Spot of Tomato: Do Chemical Controls Pay Off? Agronomy 13(4): 972. <https://doi.org/10.3390/agronomy13040972>
- Suryaningsih L, Gumilar J, Setyadi Putranto W, Wulandari E, None P, et al. 2025. Estudio del marinado de pollos de engorde con ajo sobre la ciudad de retención de agua, la pérdida por cocción, la ternura y el número de bacterias. Revista de Agricultura del Himalaya 6 (1): 1-4. <https://doi.org/10.47310/hja.2025.v06i01.001>
- Suurbaar J, Mosobil R and Donkor AM. 2017. Antibacterial and antifungal activities and phytochemical profile of leaf extract from different extractants of *Ricinus communis* against selected pathogens. BMC research notes 10(660): 1-6. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-3001-2>
- Tapia-de la Barrera LB, Báez-Sañudo MA, García-Estrada RS, Tovar-Pedraza JM and Carrillo-Fasio JA. 2023. Identification of species and physiological races of *Xanthomonas* isolated from tomato (*Solanum lycopersicum*) and chili pepper (*Capsicum annuum*) in Sinaloa, Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología 41(3): 326-342. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2210-2>
- Xhemali B, Giovanardi D, Biondi E and Stefani E. 2024. Tomato and Pepper Seeds as Pathways for the Dissemination of Phytopathogenic Bacteria: A Constant Challenge for the Seed Industry and the Sustainability of Crop Production. Sustainability 16(5): 1808. <https://doi.org/10.3390/su16051808>
- Zavala-Gómez CE, Rodríguez-de León E, Bah MM, Feregrino-Pérez AA, Campos-Guillén J, et al. 2021. Effect of salicylic acid in the yield of ricinine in *Ricinus communis* under greenhouse condition. Plants 10(9): 1902. <https://doi.org/10.3390/plants10091902>
- Zheng KX, Liu CH, Wang S, Tzou YM, Chiang CM, et al. 2023. Evaluating the release and metabolism of ricinine from castor cake fertilizer in soils using a LC-QTOF/MS coupled with SIRIUS workflow. Chemosphere 310: 136865. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136865>