



Pastos y Forrajes

ISSN: 0864-0394

ISSN: 2078-8452

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey

Martínez-Mora, Marlene María; Sardiña-Alfonso, Gladys; Rondón-Castillo, Ana Julia; Pérez-Rojas, Arley; Pérez-Hernández, Yunel
Composición fitoquímica y propiedades antibacterianas de *Ricinus communis* L.
Pastos y Forrajes, vol. 46, e13, 2023, Enero-Diciembre
Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269176991013>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Composición fitoquímica y propiedades antibacterianas de *Ricinus communis* L.

Phytochemical composition and antibacterial properties of *Ricinus communis* L.

Marlene María Martínez-Mora¹ <https://orcid.org/0000-0003-4918-5424>, Gladys Sardiña-Alfonso¹ <https://orcid.org/0009-0001-8131-8242>, Ana Julia Rondón-Castillo¹ <https://orcid.org/0000-0003-3019-1971>, Arley Pérez-Rojas² <https://orcid.org/0000-0002-3175-6172>, Yunel Pérez-Hernández¹ <https://orcid.org/0000-0002-7245-5632>

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas, Autopista a Varadero km 3½, Matanzas, Cuba. CP.44740. ²Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. Carretera Central km 102, Matanzas, Cuba. CP. 40100. Correos electrónicos: marlene.maria@umcc.cu, sardinasgladys8@gmail.com, ana.rondon@umcc.cu, arley05@gmail.com, yunel.perez@umcc.cu

Resumen

Objetivo: Evaluar la composición fitoquímica y las propiedades antibacterianas de extractos de hojas de *Ricinus communis* L.

Materiales y Métodos: Se utilizaron hojas de plantas adultas para realizar las extracciones en etanol al 90 % y agua destilada. Se determinó cualitativamente la presencia de flavonoides, terpenoides, taninos, saponinas, esteroides, cumarinas, antraquinonas y glucósidos cardiotónicos. Se cuantificaron los contenidos de fenoles, solubles y fijados a las paredes, azúcares reductores y proteínas solubles totales. Las actividades antibacterianas del extracto etanólico se evaluaron por la técnica de los pocillos en las bacterias Gram negativas *Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus* sp. y *Klebsiella pneumoniae* y en la Gram positiva *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Resultados: Se observó en ambos solventes abundante presencia de flavonoides, terpenoides y taninos, y menor existencia de esteroides, saponinas y cumarinas. El contenido de fenoles totales fue de 56,5 mg g⁻¹ (masa fresca). El extracto etanólico mostró los mayores valores de azúcares reductores y proteínas solubles y de actividad antibacteriana frente a *S. aureus* y *Proteus* sp. El efecto inhibitorio fue menor en las bacterias Gram negativas *E. coli* y *Klebsiella* sp.

Conclusiones: Las hojas de *R. communis* poseen compuestos bioactivos con propiedades antibacterianas. Los extractos mostraron potencial para controlar enfermedades infecciosas, por lo que resulta de interés promover otros estudios que permitan desarrollar su utilización en la medicina tradicional.

Palabras clave: bacterias patógenas, bioquímica, metabolitos secundarios

Abstract

Objective: To evaluate the phytochemical composition and antibacterial properties of *Ricinus communis* L. leaf extracts.

Materials and Methods: Leaves from adult plants were used for extractions in 90 % ethanol and distilled water. The presence of flavonoids, terpenoids, tannins, saponins, steroids, coumarins, anthraquinones and cardiotonic glycosides was qualitatively determined. The contents of phenols, soluble and fixed to the walls, reducing sugars and total soluble proteins were quantified. The antibacterial activities of the ethanolic extract were evaluated by the well technique on Gram-negative bacteria *Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus* sp. and *Klebsiella pneumoniae* and on Gram-positive *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Results: Abundant presence of flavonoids, terpenoids and tannins was observed in both solvents, and lesser presence of steroids, saponins and coumarins. The total phenol content was 56,5 mg g⁻¹ (fresh mass). The ethanolic extract showed the highest values of reducing sugars and soluble proteins and antibacterial activity against *S. aureus* and *Proteus* sp. The inhibitory effect was lower on Gram-negative bacteria *E. coli* and *Klebsiella* sp.

Conclusions: *R. communis* leaves have bioactive compounds with antibacterial properties. The extracts showed potential to control infectious diseases, so it is of interest to promote further studies to develop their use in traditional medicine.

Keywords: pathogenic bacteria, biochemistry, secondary metabolites

Introducción

Uno de los problemas que enfrenta la Organización Mundial de la Salud en la actualidad es la resistencia que hacen las bacterias a los antibióticos. Esta problemática suscita la búsqueda de

nuevos fármacos de origen botánico que, por tener mecanismos de acción diferentes, constituyen una alternativa viable ante los medicamentos convencionales, que además de ser costosos, tienen efectos adversos (Shamsudin *et al.*, 2022).

Recibido: 23 de mayo de 2023

Aceptado: 12 de julio de 2023

Como citar este artículo: Martínez-Mora, Marlene María; Sardiña-Alfonso, Gladys; Rondón-Castillo, Ana Julia; Pérez-Rojas, Arley & Pérez-Hernández, Yunel. Composición fitoquímica y propiedades antibacterianas de *Ricinus communis* L. *Pastos y Forrajes*. 46:e13, 2023.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

Ricinus communis L. (higuereta) es una especie de la familia *Euphorbiaceae*, que se utiliza en la medicina tradicional para tratar diversas enfermedades infecciosas (Kebede y Shibeshi, 2022). Se considera un recurso forrajero no convencional por su valor proteico-energético y la alta degradabilidad ruminal que presenta (Ramírez *et al.*, 2017; Palma-García, 2018). Recientemente, Ramírez-Navarro *et al.* (2020) demostraron que su inclusión en las dietas para ovinos no afectaba los indicadores productivos, por lo que la consideran como una alternativa nutricional.

En los estudios fitoquímicos con extractos de hojas, raíces y corteza de *R. communis* se ha señalado la presencia de metabolitos secundarios (flavonoides, terpenos, saponinas, taninos, glucósidos y alcaloides). Estos compuestos poseen los principios activos que constituyen la base de las propiedades biológicas útiles para el sector agropecuario y médico-farmacéutico (Rashmi *et al.*, 2019; Nawaz *et al.*, 2022). Sin embargo, el perfil fitoquímico de las plantas depende de numerosos factores, entre los que se destacan las condiciones edafoclimáticas, la variedad y el genotipo (Rahul *et al.*, 2022), por lo que es necesario realizar estudios con la flora local con el propósito de corroborar si se mantienen las potencialidades para su uso en el tratamiento de enfermedades infecciosas. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades fitoquímicas y antibacterianas de extractos de hojas de *R. communis*.

Materiales y Métodos

Localización. Los estudios se realizaron en los laboratorios del Centro de Estudios Biotecnológicos (CEBIO) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas, Cuba.

Selección, identificación y caracterización del material vegetal. Las plantas de *R. communis* se obtuvieron del Jardín Botánico de la Universidad de Matanzas, localizado en las coordenadas, 23°02'06"N 81°30'36"O / 23.034377-81.507485. La identificación taxonómica se realizó por especialistas de esta entidad a partir del herbario y de los caracteres morfológicos *in situ*. Se seleccionaron 2,5 kg de hojas frescas de 15 plantas adultas, que tenían entre 2,0 y 2,5 m de altura. Las plantas no presentaban daños mecánicos, síntomas de enfermedades o ataque de plagas. La colecta se realizó en febrero de 2019 en el horario comprendido entre 8:00 y 9:00 a.m. La temperatura promedio del mes fue de 21,5 °C. El suelo del área se clasifica como Ferralítico Rojo típico.

Preparación de los extractos. Las hojas se lavaron con agua destilada y se secaron durante 48 h en una estufa de circulación natural a 45 °C. El material seco se trituró a un tamaño de partícula de 1 mm, con la ayuda de un molino eléctrico. Los extractos se prepararon a partir de 100 g de muestra y 2 L de solvente; los alcohólicos con etanol al 90 % y los acuosos con agua destilada. Las mezclas se colocaron en agitación sobre una zaranda orbital (HDL® APPARATTUS) a 160 r.p.m. durante 24 h y después se filtraron con papel Whatmann # 40. Los sobrenadantes se almacenaron en frascos ámbar a 4 °C. Los sólidos remanentes se volvieron a homogeneizar en 1 L durante otras 24 h. Una vez filtrados, los sobrenadantes obtenidos se adicionaron a los anteriores.

Los extractos se concentraron al vacío con el auxilio de un rotoevaporador (Heidolph, Alemania). Los sedimentos se colocaron en placas Petri y se secaron en una estufa a 50 °C (Mohammed *et al.*, 2013). Los sólidos secos se almacenaron en frascos ámbar hasta su utilización en los estudios fitoquímicos y en las pruebas microbiológicas.

Determinación cualitativa de los metabolitos secundarios. La determinación de los metabolitos secundarios se realizó según el procedimiento descrito por Chigodi *et al.* (2013). Los contenidos se evaluaron de manera cualitativa mediante el sistema no paramétrico de cruces (MINSAP, 1997): +++ = abundante, ++ = moderado, + = bajo, - = ausencia (tabla 1).

Contenido de azúcares reductores (AR). Se determinó por el método del ácido dinitrosalicílico con la utilización de la D-glucosa (Sigma) como patrón (Miller, 1959). La absorbancia se midió a una longitud de onda de 456 nm.

Contenido de proteínas solubles totales (PST). Se determinó colorimétricamente por el método de Lowry *et al.* (1951) con albúmina de suero bovino (BSA) como patrón. Los valores de absorbancia se midieron a una longitud de onda de 750 nm y las concentraciones (mg ml⁻¹) se determinaron a través de una curva patrón.

Contenido de fenoles solubles, ligados a la pared y totales. La extracción de los fenoles se realizó según el método descrito por Quiñones-Galvez *et al.* (2021). Para los fenoles solubles se mezclaron 100 mg de muestra en 1 ml de metanol. La suspensión se agitó vigorosamente en un equipo vortex (IKA® Vortex 3). Luego se centrifugó a 15 000 r.p.m. durante 5 min. para colectar el sobrenadante.

La extracción de los fenoles ligados a la pared celular se realizó a partir del precipitado obtenido

Tabla 1. Procedimientos para determinar los metabolitos secundarios.

Metabolitos	Ensayo	Reactivos/procedimiento	Resultado positivo
Flavonoides	Prueba del hidróxido de sodio	A 100 mg de extracto seco se adiciona 1 ml de NaOH 0,1 mol L ⁻¹ y después se agrega igual volumen de HCl 0,1 mol L ⁻¹ .	Color amarillo
Terpenoides	Prueba de Salkowski	Se mezclan 100 mg de extracto seco con 1 ml de cloroformo y 2 ml de H ₂ SO ₄ concentrado.	Color rojizo-pardo
Taninos	Prueba del cloruro férrico	A 100 mg de extracto seco se adicionan 2 ml de agua destilada. La mezcla se calienta en baño María y se filtra. Al sobrenadante se le adicionan dos gotas de una disolución de cloruro férrico al 5 % en metanol (1:1).	Color verde oscuro o azul oscuro
Saponinas	Prueba de la espuma	A 100 mg de extracto seco se añaden 3 ml de agua destilada y se agita vigorosamente.	Formación de espuma persistente
Esteroides	Prueba de Salkowski	Se mezclan 100 mg de extracto seco con 3 ml de CHCl ₃ . Se adicionan 2 ml de H ₂ SO ₄ concentrado por los lados del tubo de ensayo.	Color rojo en la capa superior y verde en la capa de H ₂ SO ₄
Cumarinas	Prueba del hidróxido de sodio	Se mezclan 100 mg de extracto seco con 3 ml de agua destilada. La mezcla se agita y se filtra. A 1 ml del filtrado se adiciona 1 ml de NaOH al 10 %.	Color amarillo
Antraquinonas	Prueba del amonio	Se mezclan 200 mg de extracto seco con 3 ml de HCl al 10 %. La mezcla se calienta a 100 °C durante tres minutos en baño María y se filtra. El sobrenadante se deja enfriar hasta alcanzar temperatura ambiente y se le adicionan 3 ml de CHCl ₃ y unas gotas de disolución de amonio al 10 %. Esta mezcla se vuelve a calentar en baño de María durante tres minutos.	Color rosado
Glucósidos cardiotónicos	Prueba de Keller Kiliani	Se mezclan 200 mg de extracto seco con 5 ml de agua destilada. La mezcla se agita y se filtra. A 3 ml del sobrenadante se adicionan 2 ml de ácido acético glacial, que contiene una gota de cloruro férrico al 1 % y 1 ml de H ₂ SO ₄ concentrado.	Anillo pardo en la interfase junto a un anillo púrpura por debajo.

en el procedimiento anterior. Se adicionaron 250 ml de hidróxido de sodio, 2 mol L⁻¹ al sólido remanente y se homogenizó con ayuda de un vortex. Posteriormente la mezcla se neutralizó con igual volumen de ácido clorhídrico (2 mol L⁻¹) y se volvió a centrifugar en iguales condiciones para obtener el sobrenadante. Las concentraciones de los fenoles solubles y ligados a la pared celular se determinaron colorimétricamente con el uso de ácido clorogénico (0,05 mol L⁻¹) como patrón. Los valores de absorbancia se obtuvieron en un espectrofotómetro, a longitud de onda de 725 nm Ultrospect 2000 (Pharmacia Biotech, Suecia).

Actividad antibacteriana. La actividad antibacteriana *in vitro* del extracto etanólico se evaluó ante la bacteria Gram positiva *S. aureus* ATCC 25923 y las bacterias Gram negativas *E. coli* ATCC 25922, *Proteus* sp. y *K. pneumoniae*. El ensayo se realizó por el método de difusión en pocillos, según el procedimiento descrito por Kebede y Shibeshi (2022).

Las cepas se rejuvenecieron previamente en un medio de caldo cerebro-corazón a 37 °C. Con posterioridad, se inocularon en un medio de caldo *Mueller-Hinton* con la ayuda de un hisopo estéril y se incubaron a 37 °C hasta obtener una turbidez equivalente al tubo a 0,5 en la escala de McFarland. Los pocillos se realizaron con la ayuda de un horador estéril de 8 mm de diámetro y se les adicionó 100 µL (200 mg ml⁻¹) de extracto (Arekemase *et al.*, 2019). Similar volumen se utilizó en los controles. Todas las placas se incubaron durante 18 h a 37 °C.

Como control negativo se utilizó la disolución hidroalcohólica, con la que se preparó el extracto etanólico. Como control positivo se tomaron los antibióticos cefalexina 30 µg para *S. aureus* (Gram positiva) y amikacina 30 µg para las Gram negativas. La actividad antibacteriana se obtuvo a partir del diámetro de la zona de inhibición del crecimiento bacteriano (Voleti *et al.*, 2022).

Análisis estadístico. La determinación cualitativa de los metabolitos secundarios, la actividad antibacteriana y las lecturas de absorbancia para la cuantificación de los azúcares reductores, proteínas solubles totales y fenoles se realizaron por triplicado. Los datos se procesaron con el paquete estadístico *Statgraphic plus 5.1* sobre Windows, después de comprobar que los datos se ajustaban a una distribución normal mediante la prueba de bondad de ajuste *Kolmogorov-Smirnov*. Para la homogeneidad de varianza se realizaron las pruebas de Bartlett. Para la comparación entre las medias se realizó un análisis de varianza de clasificación simple, y para determinar la actividad antimicrobiana la prueba de rangos múltiples de Tukey. A los datos referidos al contenido de proteínas solubles totales, azúcares reductores y fenoles, que no cumplieron las premisas antes señaladas, se les realizó la prueba de Kruskal-Wallis, con un nivel de confianza de 95 %. Para la comparación entre las medias se aplicó la prueba de Student Newman-Keuls ($p < 0,05$).

Resultados y Discusión

Estudio fitoquímico. Los extractos acuosos y etanólicos de hojas de *R. communis* mostraron abundantes compuestos terpenoides y taninos (tabla 2). Los flavonoides se detectaron de forma notable en el extracto etanólico y moderados en el acuoso. Aunque en concentraciones menores, las cumarinas prevalecieron en el extracto acuoso. Los esteroides

y las saponinas fueron otros de los metabolitos hallados como traza en ambos extractos. No se encontraron antocianinas, antraquinonas o glucósidos cardiotónicos.

Los contenidos de proteínas solubles totales y azúcares reductores fueron superiores en el extracto etanólico ($p < 0,05$). Las variaciones con relación al contenido relativo de los metabolitos se atribuyeron a las diferencias que existen en sus polaridades.

Estos resultados coinciden con estudios en los que también se encontró presencia de taninos, saponinas, esteroides, terpenos y flavonoides (Maldonado-Santoyo y Morales-López, 2022; Wadankar *et al.*, 2022). En contraste con los resultados de esta investigación, Nawaz *et al.* (2022) hallaron glucósidos cardiotónicos y antocianinas, lo que puede estar asociado a diversos factores, como el genotipo, las condiciones edáficas y climáticas, la edad fisiológica de la planta, el momento de colecta y las técnicas utilizadas para la extracción y detección de los metabolitos secundarios (Rahul *et al.*, 2022).

La presencia de los metabolitos en los extractos de *R. communis* ratifican que esta planta es una fuente potencial de sustancias bioactivas, con aplicaciones en el campo farmacéutico, tecnológico y en la medicina humana y veterinaria. Diversos trabajos científicos han puesto en evidencia que los compuestos polifenólicos, los taninos, los flavonoides, las cumarinas y los ácidos fenólicos poseen propiedades antioxidantes, antibacterianas, antifúngicas, antivirales

Tabla 2. Índices de metabolitos secundarios, proteínas solubles totales y azúcares reductores en extractos acuosos y etanólicos de hojas de *R. communis*.

Metabolitos secundarios	Extracto	
	Acuoso	Etanólico
Flavonoides	++	+++
Terpenos	+++	+++
Antocianinas	-	-
Esteroides	+	+
Saponinas	+	+
Taninos	+++	+++
Cumarinas	++	+
Glucósidos cardiotónicos	-	-
Antraquinonas	-	-
PST, mg ml ⁻¹	13,39 ± 0,21	14,66 ± 0,23
AR, mg ml ⁻¹	4,48 ± 0,09	6,62 ± 0,11

Contenido: +++ = abundante, ++ = moderados, + = bajo, - = ausencia.

Diferencias estadísticas entre extractos para un mismo metabolito, según la prueba de *Kruskal-Wallis* ($p < 0,05$). ± Error Estándar

PST: contenido de proteínas solubles totales, AR: contenido de azúcares reductores

y anticancerígenas (Kaczmarek, 2020; Kebede y Shibeshi, 2022; Fink, 2023; Nguyen *et al.*, 2023).

Los contenidos de los fenóles ligados a la pared celular fueron significativamente superiores ($p < 0,05$) a los solubles (36,54 vs 19,11 mg ml⁻¹) y los fenóles totales alcanzaron valores elevados (figura 1). La presencia de estos compuestos polifenólicos también ha sido referenciada por Nawaz *et al.* (2022).

En los últimos años, se ha profundizado en los mecanismos de acción de los metabolitos secundarios sobre los microorganismos patógenos. Y esto es porque, a diferencia de los antibióticos tradicionales, las bacterias expuestas a estos compuestos no desarrollan resistencia antimicrobiana.

Los flavonoides disminuyen la viabilidad celular, ya que al aumentar en los microorganismos la permeabilidad de las membranas promueven la salida de componentes celulares importantes, como son los ácidos nucleicos (Thebti *et al.*, 2023).

Los taninos afectan los procesos metabólicos porque, además de reducir las actividades de las enzimas y de otros polipéptidos mediante interacciones hidrofóbicas y enlaces por puentes de hidrógeno, tienen la capacidad de quelatar un cofactor esencial para la producción de ATP y NADPH, que es el hierro. Esta interferencia en la generación de energía metabólica conlleva a la muerte de los microorganismos (Kaczmarek, 2020; Nguyen *et al.*, 2023).

Las saponinas también demostraron tener actividad antibacteriana, asociada a la naturaleza hidrofóbica e hidrofílica de su estructura química, que le confiere un carácter anfipático a la molécula. Esta característica permite que el metabolito penetre con facilidad en las membranas biológicas y altere sus propiedades físicas, lo que provoca la muerte del microorganismo (Dong *et al.*, 2020).

Los compuestos terpenoides debilitan las membranas de las bacterias y aumentan su permeabilidad, acción que además de afectar la transferencia de iones, las funciones de las proteínas de las membranas y de las enzimas celulares, inhibe la síntesis de ADN (Mutlu-Ingok *et al.*, 2020).

Actividad antibacteriana. La evaluación de la actividad antibacteriana se realizó con el extracto etanólico, debido al efecto superior que muestran los solventes alcohólicos con relación a los acuosos (Voleti *et al.*, 2022). Los resultados mostraron efecto antibacteriano elevado ante *S. aureus*, con halos de inhibición de 15,33 mm, aunque estadísticamente inferior al control positivo (tabla 3). Con respecto a las bacterias Gram negativas, la mayor actividad se obtuvo frente a *Proteus* sp., con halos de inhibición de 8,67 mm, seguido de *E. coli*, con valores promedio de 5,67 mm. El extracto no mostró actividad antibacteriana ante *Klebsiella* sp.

Estos resultados se corresponden con los referidos por El-Kahlout *et al.* (2018), quienes

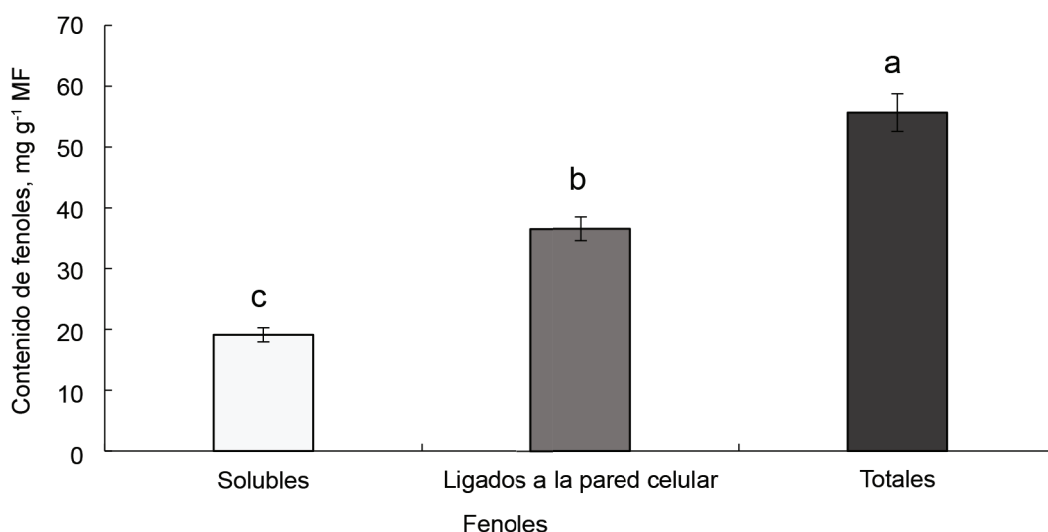


Figura 1. Contenidos de fenóles solubles ligados a la pared celular y totales en extractos etanólicos de hojas de *R. communis*.

MF: masa fresca

Letras diferentes indican diferencias significativas entre extractos, según prueba de Student Newman-Keuls ($p < 0,05$).

Tabla 3. Actividad antibacteriana de extractos etanólicos de hojas de *R. communis*.

Tratamiento	<i>S. aureus</i>		<i>E. coli</i>	
	DZI, mm	EE ±	DZI, mm	EE ±
Amikazina (control +)	24,00 ^a	0,58	-	-
Cefalexina (control +)	-	-	14,83 ^a	0,58
Disolución hidroalcohólica	1,03 ^c	0,33	0,00 ^c	0,00
Extracto de <i>R. communis</i>	15,33 ^b	0,88	5,67 ^b	0,67

Tratamiento	<i>Proteus sp.</i>		<i>Klebsiella sp.</i>	
	DZI, mm	EE ±	DZI, mm	EE ±
Amikazina (control +)	-	-	-	-
Cefalexina (control +)	12,00 ^a	0,33	4,00	0,2
Disolución hidroalcohólica	0,00 ^c	0,00	0,00	0,00
Extracto de <i>R. communis</i>	8,67 ^b	0,88	0,00	0,00

DZI: diámetro de la zona de inhibición.

Los datos representan medias de tres réplicas

Letras diferentes indican diferencia significativa según prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0,05$).

observaron que el extracto etanólico de las hojas de higuera (200 mg ml⁻¹) presentó actividad antibacteriana inferior ante *S. aureus* y superior en *E. coli*. Los autores citados también refieren que el extracto no mostró actividad sobre *Klebsiella* sp. Las discrepancias halladas se atribuyen a diferencias en la resistencia de las cepas utilizadas, aunque no se descartan otros factores que pueden afectar las concentraciones finales de los metabolitos, como son los ambientales o los procesamiento de extracción.

La efectividad del extracto ante la bacteria Gram positiva *S. aureus* fue superior a la obtenida ante las Gram negativas evaluadas. Este resultado coincide con lo observado por Byadgi *et al.* (2017), y puede estar relacionado con la complejidad de las paredes celulares que poseen las bacterias Gram negativas. Estos grupos bacterianos tienen, además de la capa de peptidoglicano, otra capa de lipopolisacáridos que constituye una barrera para la entrada de metabolitos secundarios hidrosolubles de acción antibacteriana (Kaczmarek, 2020). Por otra parte, la resistencia de las bacterias Gram negativas puede estar asociada a la capacidad de estas cepas de producir enzimas y/o toxinas que degradan los compuestos bioactivos presentes en el extracto (Arekemase *et al.*, 2019).

Estudios recientes, pero con extractos metanólicos, ratificaron la presencia de los compuestos bioactivos como sus efectos antibacterianos sobre las mismas cepas evaluadas (Kebede y Shibeshi, 2022; Voleti *et al.*, 2022). Sin embargo, refieren halos de inhibición superiores ante las bacterias Gram negati-

vas, respuestas que se pueden atribuir a diferencias genotípicas entre las cepas y/o con el potencial de extracción del solvente utilizado.

La actividad antibacteriana observada en esta investigación está relacionada con la acción sinérgica de los compuestos bioactivos encontrados, como flavonoides, terpenoides, taninos, cumarinas, saponinas y polifenoles, que se definen como agentes antibacterianos de distintos microorganismos patógenos (Nguyen *et al.*, 2023; Thebti *et al.*, 2023).

Conclusiones

Las hojas de *R. communis* contienen compuestos bioactivos con propiedades antibacterianas que tienen un uso potencial para el tratamiento de enfermedades infecciosas en los animales como en el hombre. Es por ello que resulta de interés promover otros estudios que permitan avalar y potenciar su utilización en la medicina tradicional.

Agradecimientos

Se agradece al programa de proyectos territoriales del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) por su contribución al financiamiento de esta investigación a través del Proyecto de Ciencias Básicas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

- Marlene María Martínez-Mora. Diseño y montaje de experimentos, análisis estadístico e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.

- Gladys Sardiña-Alfonso. Diseño y montaje de experimentos y redacción del manuscrito.
- Ana Julia Rondón-Castillo. Diseño de experimentos, análisis e interpretación de los datos y revisión del manuscrito.
- Arley Pérez-Rojas. Análisis e interpretación de los datos y revisión del manuscrito.
- Yunel Pérez-Hernández. Diseño de experimentos, análisis estadístico e interpretación de los datos, revisión y supervisión del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Arekemase, M. O.; Adam, M.; Laba, S. A.; Taiwo, O.; Ahmed, T.; Orogu, J. O. *et al.* Antimicrobial pattern of *Ricinus communis* crude extracts on bacteria isolated from *Musa parasidica*. *Sci. World J.* 14 (4):17-22, <https://www.ajol.info/index.php/swj/article/download/208714/196750>, 2019.
- Byadgi, S. A.; Kulloli, S. A. & Venugopal, C. K. Phytochemical screening and antimicrobial activity of plant extracts for textile applications. *Int. J. Biochem. Res. Rev.* 20 (3):1-10, 2017. DOI: <https://doi.org/10.9734/IJBCCR/2017/37135>.
- Chigodi, M. O.; Samoei, D. K. & Muthangya, M. Phytochemical screening of agave *Sisalana perrrine* leaves (waste). *Int. J. Appl. Biol. Pharm.* 4 (4):200-204, <http://ijabpt.com/pdf/21030-Mwando%20O%20%282%29.pdf>, 2013.
- Dong, S.; Yang, X.; Zhao, L.; Zhang, F.; Hou, Z. & Xue, P. Antibacterial activity and mechanism of action saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. husks against foodborne pathogenic bacteria. *Ind. Crops Prod.* 149:112350, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112350>.
- El-Kahlout, K. E. M.; El-Kichaoui, A. Y.; Shafei, A. A.; Mosleh, Farida N.; El-Mazloom, S.; El-Quqa, I. M. *et al.* Antibacterial and antifungal potentiality of *Ricinus communis* & *Coleus forskohlii* on some human pathogenic microorganisms. *World J. Pharm. Pharm. Sci.* 7 (2):189-196, 2018. DOI: <https://doi.org/10.20959/wjpps20182-10866>.
- Fink, R. Terpenoids as natural agents against food-borne bacteria. Evaluation of biofilm biomass versus viability reduction. *Processes.* 11:148, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr11010148>.
- Kaczmarek, Beata. Tannic acid with antiviral and antibacterial activity as a promising component of biomaterials. A minireview. *Materials (Basel).* 13 (14):3224, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma13143224>.
- Kebede, B. & Shibeshi, W. *In vitro* antibacterial and antifungal activities of extracts and fractions of leaves of *Ricinus communis* Linn against selected pathogens. *Vet. Med. Sci.* 8 (4):1802-1815, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/vms3.772>.
- Lowry, O. H.; Rosebrough, N. J.; Farr, A. L. & Randall, R. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193 (1):265-275, [https://www.jbc.org/article/S0021-9258\(19\)52451-6/pdf](https://www.jbc.org/article/S0021-9258(19)52451-6/pdf), 1951.
- Maldonado-Santoyo, María & Morales-López, Gladys. Análisis químico y nutricional en hojas de *Ricinus communis*. *Rev. Cub. Quím.* 34 (1):3-18, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212022000100003&lng=es&tln=es, 2022.
- Miller, G. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31 (3):426-428, 1959. DOI: <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>.
- MINSAP. *Guía metodológica para la investigación en plantas medicinales*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1997.
- Mohammed, M.; Musa, A. M.; Adeiza, A. A.; Musa, S. H. & Lande, L. Bioactive caffeic glycoside ester and antimicrobial activity of various extracts from the leaf of *Stachytarpheta angustifolia* Mill Vahl (Verbenaceae). *J. Pharmacogn. Phytochem.* 2 (3):77-85, <https://www.phytojournal.com/archives/2013.v2.i3.177/bioactive-caffeic-glycoside-ester-and-antimicrobial-activity-of-various-extracts-from-the-leaf-of-stachytarpheta-angustifolia-mill-vahl-verbenaceae>. 2013.
- Mutlu-Ingok, A.; Devecioglu, Dilara; Dikmetas, Dilara N.; Karbancioglu-Guler, Funda & Capanoglu, Esra. Antibacterial, antifungal, antimycotoxigenic, and antioxidant activities of essential oils: An updated review. *Molecules.* 14 (25):4711, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25204711>.
- Nawaz, H.; Aslam, M.; Shahzad, H.; Mehboob, F.; Waheed, R.; Jabeen, R. *et al.* Comparative evaluation of phytochemical composition and antioxidant potential of some medicinally-important Euphorbiaceae plants. *J. Anim. Plant Sci.* 32 (6):1703-1712, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36899/JAPS.2022.6.0578>.
- Nguyen, C. N. M.; Nirmal, N. P.; Sultanbawa, Yasmina & Ziora, Zyta M. Antioxidant and antibacterial activity of four tannins isolated from different sources and their effect on the shelf-life extension of vacuum-packed minced meat. *Foods.* 12 (2):354, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12020354>.
- Palma-García, J. M. Utilización de *Ricinus communis* L. (higuerilla) en el desarrollo de sistemas silvopastoriles. *AIA.* 22 (1), <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83757427018>, 2018.
- Quiñones-Gálvez, Janet; Sosa, Daynet; Demey, J. R.; Alemán, Silvia; Sosa, Maryla; Parra, Dercy *et al.* Caracterización bioquímica de hojas de clones de *Theobroma cacao* y su relación con los tricomas. *Rev. colomb. biotecnol.* 17 (2):33-43,

2021. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v17n2.54265>.
- Rahul, K.; Kweon, H.-Y.; Kim, H.-B.; Lee, J.-H. & Makwana, P. Enhancement of polyphenols, flavonoids and antioxidant activities in water extract of mulberry (*Morus alba* L.) root bark by steam treatment. *Int. J. Indust. Entomol.* 44 (1):21-27, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7852/ijie.2022.44.1.21>.
- Ramírez-Navarro, L. A.; Viento-Camacho, Alejandra del; Zorrilla-Ríos, J. M. & Palma-García, J. M. Sustitución de *Medicago sativa* L. por hoja de *Ricinus communis* L., en ovejas gestantes. *Pastos y Forrajes*. 43 (2):136-143, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942020000200136&lng=es&tlng=es, 2020
- Ramírez, L. A.; Del Viento, A. & Palma, J. M. Evaluación de la edad de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal *in situ* de lámina de hoja de *Ricinus communis* L. *LRRD*. 29 (4), <http://www.lrrd.org/lrrd29/4/rami29066.html>, 2017.
- Rashmi, D.; Pathak, V. & Kumar, R. Effect of *Ricinus communis* L on microorganisms: advantages and disadvantages. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 8 (4):1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.804.xx>.
- Shamsudin, N. F.; Ahmed, Q. Uddin; Mahmood, S.; Shah, S. A. A.; Khatib, A.; Mukhtar, S. *et al.* Antibacterial effects of flavonoids and their structure-activity relationship study: A comparative interpretation. *Molecules*. 27 (4):1149, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27041149>.
- Thebti, A.; Meddeb, A.; Salem, I. B.; Bakary, C.; Ayari, S.; Rezgui, F. *et al.* Antimicrobial activities and mode of flavonoid actions. *Antibiotics*. 12:225, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020225>.
- Voleti, Archana; Bandaru, S.; Achanta, R. R.; Sagar, K. V. & Rao, B. N. Antibacterial activity of *Ricinus communis* extracts against common human pathogens obtained from surgical wound infections in a tertiary care hospital of semi-urban set-up at Andhra Pradesh, India. *J. Clin. Diagnostic Res.* 16 (2):1-4, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2022/51310.15970>.
- Wadankar, G. D.; Khanzode, M. S.; Mahale, B. K. & Gavhale, A. P. Phytochemical Screening of *Ricinus communis* and *Erigeron bonariensis*. *Int. J. Environ. Agric. Biotech.* 7 (3):79-83, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.22161/ijeab.73.9>.