

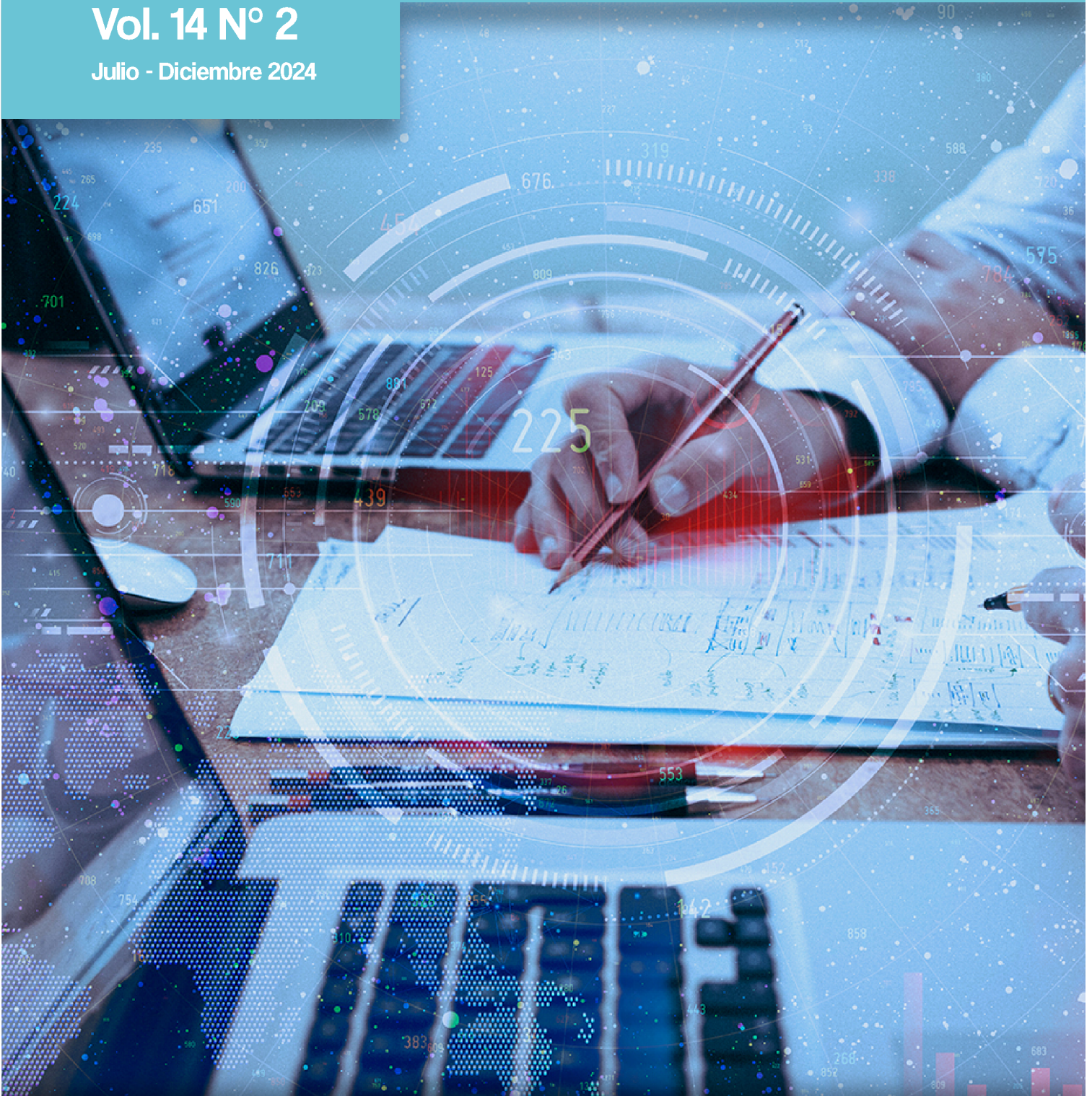
Red de Investigación Estudiantil de la Universidad del Zulia
Revista Venezolana de Investigación Estudiantil

REDIELUZ

Sembrando la investigación estudiantil

Vol. 14 N° 2

Julio - Diciembre 2024



ISSN: 2244-7334
Depósito Legal: pp201102ZU3769



VAC

Universidad del Zulia
Vicerrectorado Académico

POTENCIAL ANTIMICROBIANO DEL NONI (*MORINDA CITRIFOLIA*) FRENTE A *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* Y *ESCHERICHIA COLI*

Antimicrobial potential of noni (*Morinda citrifolia*) against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*

María Fernanda Garcés-Moncayo¹; Alfonso Jiménez-Gurumendy; Kevin Burgos-España y

María Daniela Garcés-Moncayo²

¹Universidad Estatal de Milagro, ²Universidad Técnica de Ambato
<https://orcid.org/0000-0001-7025-5613>, <https://orcid.org/0000-0002-3168-886X>
 mgarcesm2@unemi.edu.ec; md.garcesm@uta.edu.ec

RESUMEN

Se evaluó la capacidad antimicrobiana de hojas y frutos del noni (*Morinda citrifolia*) frente a cepas bacterianas *Escherichia coli* ATCC 11775 y *Staphylococcus aureus* ATCC 12600. Se emplearon tres extractos: metanólico, etanólico y acuoso, con el objetivo de explorar alternativas para combatir bacterias patógenas resistentes a antibióticos convencionales. Las muestras fueron secadas, molidas y extraídas mediante Soxhlet con etanol y metanol, y por maceración en agua para el extracto acuoso. La actividad antimicrobiana se evaluó con el método de Kirby-Bauer, utilizando concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100% de cada extracto y aplicando 10 µl y 30 µl en discos de sensibilidad. Los halos de inhibición más significativos fueron de 23.43 mm y 17.10 mm, obtenidos con extractos metanólico y etanólico, respectivamente, estableciendo una concentración mínima inhibitoria (CMI) del 25% con 30 µl. El tamizaje fitoquímico identificó triterpenos, saponinas, terpenos, polifenoles y azúcares reductores. La cuantificación de flavonoides mediante curva de calibración de quercetina reveló una concentración máxima de 1034 µg/ml, confirmando el potencial antimicrobiano de estos compuestos.

Palabras clave: *Morinda citrifolia*, actividad antimicrobiana, compuestos activos.

ABSTRACT

The antimicrobial capacity of noni (*Morinda citrifolia*) leaves and fruits was evaluated against bacterial strains *Escherichia coli* ATCC 11775 and *Staphylococcus aureus* ATCC 12600. Three extracts

were used: methanolic, ethanolic, and aqueous, aiming to explore alternatives for combating pathogenic bacteria resistant to conventional antibiotics. The samples were dried, ground, and extracted using Soxhlet with ethanol and methanol, and maceration in water for the aqueous extract. Antimicrobial activity was assessed using the Kirby-Bauer method, with concentrations of 25%, 50%, 75%, and 100% of each extract and applying 10 µl and 30 µl on sensitivity discs. The most significant inhibition zones were 23.43 mm and 17.10 mm, achieved with methanolic and ethanolic extracts, respectively, establishing a minimum inhibitory concentration (MIC) of 25% with 30 µl. Phytochemical screening identified triterpenes, saponins, terpenes, polyphenols, and reducing sugars. Flavonoid quantification using a quercetin calibration curve revealed a maximum concentration of 1034 µg/ml, confirming the antimicrobial potential of these compounds.

Keywords: *Morinda citrifolia*, antimicrobial activity, active compounds.

Recibido: 10-10-2024 Aceptado: 16-10-2024

INTRODUCCIÓN

La resistencia antimicrobiana se ha consolidado como un desafío crítico a nivel global, generando consecuencias que trascienden la atención médica individual y afectan la salud pública y los tratamientos especializados. Este fenómeno, caracterizado por la creciente dificultad para combatir infecciones bacterianas comunes con terapias previamente eficaces, ha llevado a una crisis sanitaria mundial.

A medida que las bacterias desarrollan resistencia a los antibióticos convencionales, los pacientes se enfrentan a terapias menos efectivas, e incluso a la ausencia de opciones viables en algunos casos extremos. Esta situación ha impulsado la búsqueda constante de nuevas estrategias terapéuticas y alternativas que permitan abordar eficazmente a las bacterias causantes de enfermedades (Barrantes et al. 2022; Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020).

El incremento en los casos de resistencia antimicrobiana está directamente relacionado con el uso indiscriminado de antimicrobianos en la atención médica, lo que ha favorecido el surgimiento de bacterias multirresistentes. Estas bacterias prolongan las hospitalizaciones, incrementan las tasas de mortalidad y generan costos sustanciales para los sistemas de salud, comprometiendo su sostenibilidad a nivel global. Frente a este panorama, la investigación en agentes antimicrobianos novedosos representa una alternativa prometedora para mitigar el impacto de este problema, brindando nuevas esperanzas para pacientes y profesionales de la salud (Zhu et al. 2022; World Health Organization [WHO], 2017).

Dentro de esta búsqueda, el *noni* (*Morinda citrifolia*) emerge como una fuente natural con alto potencial antimicrobiano. Esta planta, reconocida por su capacidad para sintetizar diversos compuestos como mecanismo de defensa, contiene metabolitos secundarios con propiedades que inhiben el crecimiento y la actividad de microorganismos. Entre estos compuestos fitoquímicos destacan los fenólicos, antraquinonas, flavonoides e iridoides, que han demostrado actividad biológica en diversas aplicaciones, incluyendo propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias (Meza et al. 2023; Sánchez et al. 2016).

Estudios previos han señalado, que los extractos de *noni* pueden inhibir el crecimiento de bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Shigella* (Giono-Cerezo et al. 2020; Martínez y Torres, 2020). Con base en estas evidencias, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la actividad antimicrobiana de extractos acuosos y alcohólicos de las hojas y el fruto del *noni* (*Morinda citrifolia*) contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. Este estudio busca no solo ampliar el conocimiento sobre las propiedades bioactivas del *noni*, sino también, ofrecer una alternativa potencial en la lucha contra la resistencia antimicrobiana.

METODOLOGÍA

Material vegetal

La fruta y las hojas de noni (*Morinda citrifolia*) fueron seleccionadas de árboles de aproximadamente 2 años y medio ubicados en el recinto La Delicia vía Samborondón-Salitre en las coordenadas 1°55'09.1"S 79°44'15.5"W, la fruta utilizada poseía un grado de maduración 3 (GM3), reconocible a la vista por su aspecto amarillo claro y firme al tacto, y por su contenido de azúcares que se evaluó por los grados Brix. Asimismo, se recolectaron las hojas más grandes, jóvenes y sin rastros de ataque de insectos o microorganismos. Al material vegetal se lo lavó para eliminar impurezas, cortó en pedazos y se secó a 60°C, el tiempo de secado de las hojas fue de 24 horas y 72 horas para la fruta. Una vez secos se molió hasta obtener un polvo fino.

Obtención de extractos

Se utilizó un equipo Soxhlet para extraer con etanol y metanol grado reactivo los extractos de noni. Se usaron 100 g de fruta y 100 g de hoja molida con cada alcohol. Se calentó el solvente a 60°C y se recirculó al balón durante 12 horas, obteniendo un extracto etanólico y metanolito puro que se concentró a 65 °C con un rotavapor.

Para el extracto acuoso se pesaron 100 gr de hoja y 100 gr fruto de noni, se colocaron 200 ml de agua destilada y se calentó a 60°C por 15 minutos. Transcurrido el tiempo se filtró con papel Whatman N°4. Los extractos se conservaron en refrigeración a 4°C hasta su utilización.

Tamizaje fitoquímico

Se identificaron las familias químicas que componen los extractos metanólicos, etanólicos y acuosos de las hojas y frutos de noni mediante pruebas cualitativas. Se identificaron azúcares reductores mediante el reactivo de Benedict, se colocan 2 ml del reactivo de Benedict se adicionan 20µl del extracto, se calienta a fuego directo hasta casi alcanzar el hervor, observando un cambio de coloración que varía de celeste a marrón oscuro (Tailulu et al. 2022).

Terpenos siguiendo la metodología de Rodríguez et al. (2015). En un tubo de ensayo se coloca 1 ml del extracto, luego se adicionan 20 µl de una mezcla de vainillina con ácido sulfúrico, obteniendo un cambio de coloración de violeta a marrón.

Prueba de Libermann-Burchard para triterpenos/esteroides, su detección se realiza en un tubo de ensayo con 1 ml del extracto más 1ml de cloroformo, se añade una gota de ácido sulfúrico en 1 ml de anhídrido acético observando un cambio de coloración a verde oscuro luego de 20 a 60 minutos (Gul et al. 2017).

Compuestos fenólicos, se detectan añadiendo 1 ml del extracto con 1000 ul de solución de cloruro férrico al 10%, se debe observar una coloración violeta.

Las saponinas se detectaron por medio de agitación de 10 ml del extracto, si la reacción es positiva se observa la formación de burbujas de forma persistente durante 2 minutos (Kang y Song, 2019).

La detección de flavonoides se realizó de manera cuantitativa. Se preparó una solución de AlCl₃ al 10% y de acetato de potasio 1M. Se hizo una solución madre de quercetina a 250 ppm, disuelta en metanol al 95% en un matraz aforado de 100 ml del cual se procedió a preparar 8 concentraciones de 7.81 ppm; 38.08 ppm; 68.35 ppm; 98.62 ppm; 128.89 ppm; 159.16 ppm; 189.43 ppm y 219.7 ppm, Para la reacción se agregaron 500 µl de cada concentración a tubos de ensayo y en cada uno se agregó 1.5 ml de metanol al 95%, 100 ul de AlCl₃ al 10%, y 100 ul de la solución de acetato de potasio 1M, por último, 2.8 ml de agua destilada, como blanco se utilizaron los mismos reactivos, pero se reemplazó la solución de quercetina con agua destilada, las muestras se incubación por 30 minutos a temperatura ambiente y luego se midió la absorbancia a 415 nm.

Activación de microorganismos

Se utilizó agar MacConkey para activar *Escheri-*

chia coli ATCC 11775 y agar nutritivo para *Staphylococcus aureus* ATCC 12600, por 24 horas a 30°C.

Concentración mínima inhibitoria (CMI)

La prueba de CMI se realizó mediante el método Bauer – Kirby, de difusión superficial en agar, donde se usaron discos de sensibilidad a los que se les impregnaron con los extractos metanólico, etanólico y acuoso a diferentes concentraciones y se esperó a que se sequen. Las concentraciones de los extractos fueron diluidas con solución fisiológica salina estéril, llevándolos a concentraciones de 25%, 50%, 75% y 100%.

Se preparó un inóculo bacteriano correspondiente a $1,5 \times 10^8$ UFC/ml, con una densidad equivalente al estándar 0,5 de la escala de McFarland (Alcaide et al. 2017)

En cajas Petri con agar nutritivo se sembraron las bacterias por triplicado utilizando un hisopo estéril, después de aproximadamente 5 minutos se colocaron los discos con una distancia de 20 mm entre cada uno para evitar que los halos de inhibición se superpongan. El control negativo fue solución salina estéril. Las cajas Petri se incubaron durante 24 horas a 37°C.

RESULTADOS

Tamizaje fitoquímico

Las pruebas empleadas mostraron la presencia de compuestos activos de interés en la mayoría de los extractos obtenidos tanto de las hojas como del fruto de noni, las determinaciones se realizaron mediante reacciones cualitativas colorimétricas (ver tabla 1)

Tabla 1. Tamizaje fitoquímico de las hojas y fruto de noni (*Morinda citrifolia*)

Compuesto activo	Fruto			Hoja		
	Acuoso	MeOH	EtOH	Acuoso	MeOH	EtOH
Triterpeno/esteroides	+	+	+	+	-	-
Terpenos	-	+	+	+	+	+
Saponinas	-	-	+	+	+	+
Polifenoles	-	++	++	-	++	++
Azúcares reductores	++	+++	++	+	++	+
Flavonoides	++	+++	+++	+	++	+

Nota: (EtOH) Extracto etanolico; (MeOH) extracto metanólico; (Acuoso) extracto acuoso; (- Ausencia del metabolito); (+ Presencia escasa); (++) Presencia relativamente abundante); (+++ Presencia abundante)

Fuente: Garcés-Moncayo et al. (2024)

Cuantificación de flavonoides

La tabla 2, muestra las absorbancias obtenidas en relación al contenido de flavonoides derivados de la curva patrón de quercetina, la concentración

se determinó en $\mu\text{g/ml}$ del compuesto donde las concentraciones más altas fueron de los extractos de la fruta en etanol (1034 $\mu\text{g/ml}$) y de la fruta en metanol (675 $\mu\text{g/ml}$).

Tabla 2. Concentración total de flavonoides en cada extracto de *Morinda citrifolia*

Muestra	Absorbancia 415 nm	Concentración ($\mu\text{g/ml}$)
Fruto	Acuoso	1.035
	MeOH	1.970
	EtOH	3.301
Hoja	Acuoso	1.314
	MeOH	1.961
	EtOH	0.775

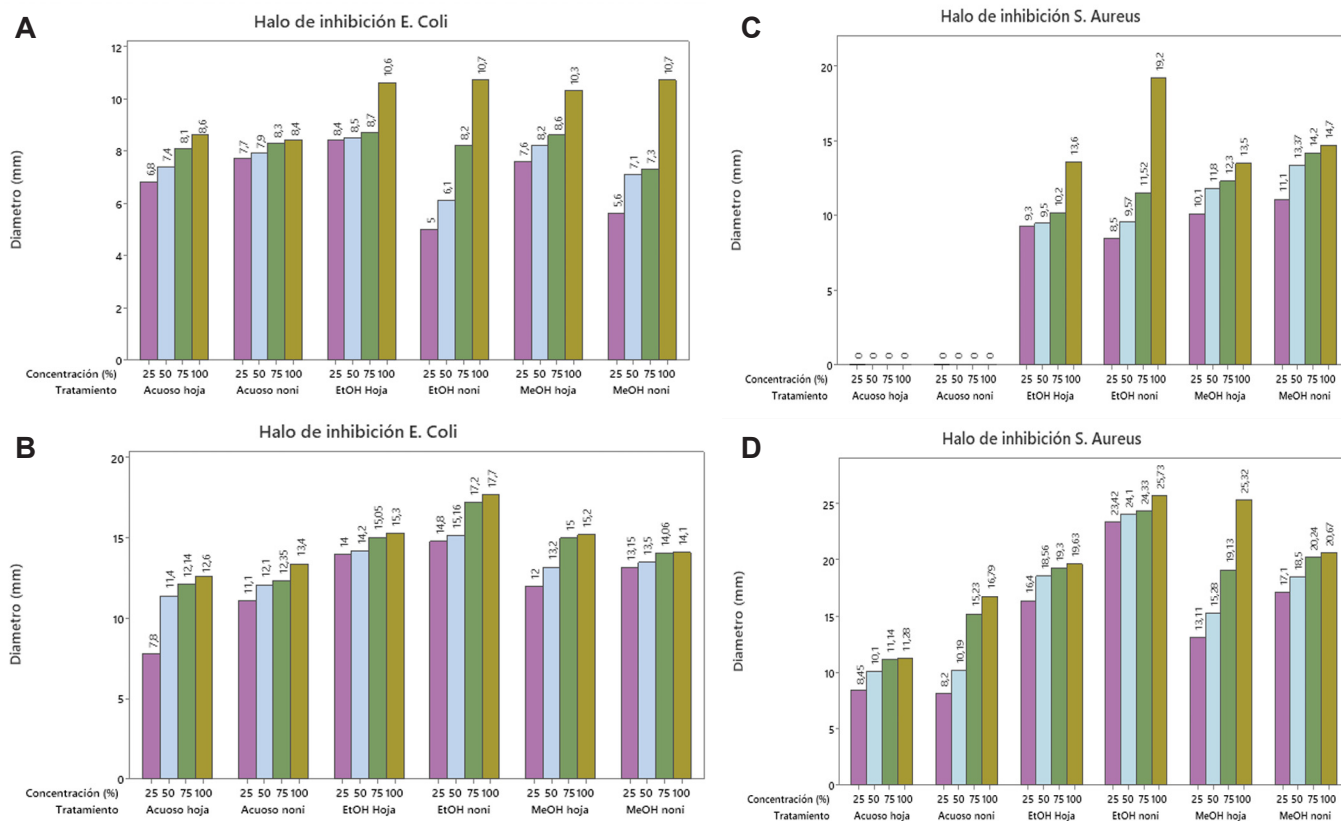
Nota: (EtOH) Extracto etanólico; (MeOH) extracto metanólico; (Acuoso) extracto acuoso
Fuente: Garcés-Moncayo et al. (2024)

Concentración mínima inhibitoria

La evaluación de la actividad antimicrobiana se llevó a cabo por el método de Kirby-Bauer, donde se midió los diámetros de los discos de inhibición

sobre el crecimiento de las bacterias. Se observó que *E. coli* ATCC 11775 presentó mayor sensibilidad a los extractos de noni comparados con *S. Aureus* ATCC 12600 (ver figura 1)

Figura 1. Halos de inhibición de los extractos de hojas y fruto de noni (*Morinda citrifolia*)



Nota. A) Halos de inhibición con dosis de 10 μl frente a *E. coli*; B) Halos de inhibición con dosis de 30 μl frente a *E. coli*; C) Halos de inhibición con dosis de 10 μl frente a *S. aureus*; D) Halos de inhibición con dosis de 30 μl frente a *S. aureus*

Fuente: Garcés-Moncayo et al. (2024)

DISCUSIÓN

Los compuestos químicos presentes en los extractos de *Morinda citrifolia* reflejan una variabilidad significativa dependiendo del tipo de muestra, el método de extracción y las condiciones previas al análisis. Esta variabilidad ha sido contrastada con resultados de investigaciones previas.

La presencia de triterpenos y esteroides identificada mediante la prueba de Libermann-Burchard en los extractos de fruto de etanol, metanol y acuoso, coincide parcialmente con estudios que han destacado la prevalencia de estos compuestos en matrices lipofílicas de *M. citrifolia*. Investigaciones como las de Almeida et al. (2019) confirman que los esteroides están predominantemente asociados con extractos no acuosos, lo cual, explica su ausencia en el extracto acuoso de las hojas en este estudio. Estos compuestos son relevantes debido a su potencial terapéutico, especialmente en actividades antiinflamatorias y anticancerígenas.

La detección de saponinas en los extractos etanólicos y acuosos de hojas y frutos fue positiva en hojas y frutos. La alta concentración de azúcares reductores en todos los extractos contrasta con los resultados de Valencia et al. (2017), quienes reportaron ausencia de estos compuestos en extractos etanólicos y acuosos de hojas y frutos de *M. citrifolia*. La prueba cualitativa de Fehling utilizada en ambos estudios podría ser sensible a factores como el estado de maduración del fruto o la pureza de la muestra, como lo señala Carrillo (2011). Los frutos jóvenes parecen contener mayores concentraciones de azúcares reductores, lo que podría explicar las discrepancias observadas en las investigaciones.

En *Morinda citrifolia* (noni), los flavonoides destacan como agentes activos responsables de su eficacia antimicrobiana frente a diversas cepas bacterianas. Investigaciones han identificado flavonoides en hojas, frutos y raíces de esta planta, correlacionando su presencia con propiedades antibacterianas y antifúngicas que inhiben el crecimiento de microorganismos como *E. coli*, *S. aureus* y *Candida albicans* (Mompí et al. 2014), (Sahoo et al. 2012). En la prueba de cuantificación de flavonoides se identificó que el método de extracción más efectivo es el extracto etanólico del fruto obteniendo una concentración de 1034 $\mu\text{g/ml}$, seguido por el extracto metanólico de la hoja donde se obtuvo 336 $\mu\text{g/ml}$.

Los flavonoides actúan desestabilizando las membranas celulares bacterianas, interfiriendo en la síntesis de ADN y proteínas, y generando estrés oxidativo en los microorganismos. En *M. citrifolia*, la alta concentración de flavonoides en los extractos metanólicos y etanólicos es un factor determinante para su efectividad. Estos extractos presentan una notable capacidad para inhibir el crecimiento bacteriano con concentraciones mínimas inhibitorias relativamente bajas (Sam-ang, et al. 2023). Además, se ha señalado que estos compuestos contribuyen a los efectos antioxidantes de la planta, potenciando su actividad antimicrobiana (Beh et al. 2013).

Dada la creciente resistencia microbiana, el uso de extractos ricos en flavonoides de *M. citrifolia* representa una alternativa natural prometedora para el desarrollo de tratamientos antimicrobianos. Este enfoque no solo ayuda a reducir la dependencia de los antibióticos convencionales, sino que también, fomenta el interés en investigaciones futuras para aprovechar estos compuestos en la creación de nuevos medicamentos naturales. Los estudios disponibles respaldan su potencial terapéutico y apuntan a la importancia de estandarizar los métodos de extracción para maximizar su eficacia biológica.

La actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y metanólicos fue significativamente mayor que la de los acuosos (ver figura 1), en concordancia con estudios previos como el de Castillo et al. (2014), quienes observaron halos de inhibición de entre 9 y 14 mm en extractos alcohólicos concentrados. Esto resalta la importancia de la polaridad del solvente en la extracción de compuestos bioactivos, particularmente de flavonoides, fenoles y quinonas, que han sido identificados como responsables clave de la actividad antimicrobiana (Siting et al. 2023). Sin embargo, las discrepancias con otros estudios, como el de Sina et al. (2021), que emplearon jugos concentrados en lugar de extractos con solventes, sugieren que el método de preparación también puede influir significativamente en los resultados.

En relación con *S. aureus*, el extracto etanólico nuevamente mostró una mayor actividad antimicrobiana, con un halo de inhibición de hasta 26,7 mm en el fruto, seguido por el metanólico con 25,32 mm en las hojas. Estos resultados coinciden parcialmente con los reportados por Castillo et al. (2014), aunque destacan por una mayor efectividad a dosis menores (25 $\mu\text{g/mL}$). El rendimiento inferior del extracto acuoso, con halos de inhibición inferiores a 8,45 mm, sugiere que los compuestos hidroso-

lubles en este caso no son los principales responsables de la actividad antimicrobiana. Investigaciones previas han señalado que los métodos de extracción más avanzados, como el ultrasonido o la extracción enzimática, pueden mejorar la recuperación de metabolitos activos y reducir contaminantes exógenos, lo que podría explicar las discrepancias en los resultados (Siting et al. 2023).

El método de extracción, así como la parte de la planta utilizada, son determinantes en la efectividad antimicrobiana de los extractos de *M. citrifolia*. Por ejemplo, Castillo et al. (2014) demostraron que los extractos etanólicos preparados mediante refoevaporación a 50 °C y purificados con solventes inmiscibles presentaron halos de inhibición más consistentes frente a *E. coli* y *S. aureus* en comparación con otros métodos. Este hallazgo es respaldado por Reyes et al. (2010), quienes destacaron que las diferencias en las concentraciones de metabolitos secundarios pueden depender de factores como la polaridad del solvente y las condiciones de extracción.

CONCLUSIONES

El análisis fitoquímico reveló la presencia de triterpenos, esteroides, terpenos, saponinas, polifenoles y flavonoides, destacando estos últimos como los compuestos predominantes en los extractos. Estas características químicas evidencian el potencial de la planta como fuente de sustancias con propiedades antimicrobianas.

Los extractos etanólicos y metanólicos mostraron la mayor efectividad antimicrobiana contra *E. coli* ATCC 11775 y *S. aureus* ATCC 12600, atribuida a su alta concentración de flavonoides (1034 µg/ml). Se determinó que una Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) del 25% es suficiente para inhibir el crecimiento de estas cepas.

La eficacia de los extractos fue validada mediante el método de Kirby-Bauer, destacando su utilidad como alternativa natural en la lucha contra la resistencia microbiana. Este hallazgo abre nuevas posibilidades para desarrollar tratamientos basados en compuestos naturales y establece una base sólida para futuras investigaciones en este campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaide, F., Esteban, J., González, J., & Palacios, J. (2017). Métodos de determinación de sensibilidad a los antimicrobianos en micobacterias. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clí-*

nica, 35(8), 529–535. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2016.04.008>

Almeida, É. S., de Oliveira, D., & Hotza, D. (2019). Properties and applications of *Morinda citrifolia* (Noni): A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4), 883–909. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12456>

Barrantes Jiménez, K., Chacón Jiménez, L., & Arias Andrés, M. (2022). El impacto de la resistencia a los antibióticos en el desarrollo sostenible. *Población y Salud en Mesoamérica*, 19(2), 305–329. <http://dx.doi.org/10.15517/psm.v0i19.47590>

Beh, H., Seow, L., Asmawi, M., & Ismail, Z. (2013). Antioxidant properties of standardized extracts and fractions of *Morinda citrifolia* Linn. fruit. *Pharmaceutical Biology*, 4(2). Recuperado de https://consensus.app/papers/antioxidant-properties-of-standardized-extracts-and-beh-seow/f4aa0e7e82505de4900a23bbcb565529/?utm_source=chatgpt

Carrillo, R. (2011). Evaluación de metabolitos secundarios en extractos de *Morinda citrifolia*. *Revista de Ciencias Naturales*, 15(3), 234–242.

Castillo, A., Pérez, L., & Martínez, J. (2014). Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de hojas y semillas de *Morinda citrifolia*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(4), 374–382.

Giono-Cerezo, S., Santos-Preciado, J. I., Morfín-Otero, M. del R., Torres-López, F. J., & Alcántar-Curiel, M. D. (2020). Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla. *Gaceta Médica de México*, 156(2). <https://doi.org/10.24875/gmm.20005624>

Gul, R., Jan, S. U., Faridullah, S., Sherani, S., & Jahan, N. (2017). Detección fitoquímica preliminar, análisis cuantitativo de alcaloides y actividad antioxidante de extractos crudos de plantas de efedra intermedia indígena de Baluchistán. *The Scientific World Journal*, 2017, 5873648. <https://doi.org/10.1155/2017/5873648>

Kang, J., & Song, K. (2019). Actividad antibacteriana del extracto del fruto de noni contra *Listeria monocytogenes* y su aplicabilidad como desinfectante natural para el lavado de productos frescos cortados. *Microbiología de Alimentos*, 84, 103260. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103260>

Martínez, A., & Torres, E. (2020). Uso racional de antimicrobianos: Un enfoque para reducir la resistencia. *Revista de Salud Pública*, 30(1), 45–60. <https://doi.org/XXXX>

- Meza, C. S. R., Palomo, E. E. C., Trujillo, L. A. O., Martínez, J. C. V., & Acuña, Y. G. (2023). Efecto cicatrizante en incisiones periodontales por extracto hidroalcohólico de *Morinda citrifolia*. *Vive Revista de Salud*, 6(17), 464–481. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v6i17.238>
- Mompié, A. C., Sánchez, Y. M. P., CunhaNune, L. C., Lorente, C., & Cañete Águila, F. (2014). Evaluation of the antimicrobial activity of extracts from leaves and seeds of *Morinda citrifolia* L. (noni). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19, 374–382.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). Resistencia a los antimicrobianos: Informe global. Recuperado de <https://www.who.int>
- Rodríguez, C., Corrales, J., Hernández, A., Ybarra, M., & García, M. (2015). Contenido fitoquímico de jugo de noni (*Morinda citrifolia*) microencapsulado en emulsiones W/O/W. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 46, 26–30.
- Sahoo, K., Dhal, N. K., Sahoo, S. L., & Lenka, S. (2012). Comparative phytochemical and antimicrobial study of *Morinda pubescens* Sm. and *Morinda citrifolia* L. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 4(2).
- Sam-ang, P., Phanumartwath, A., Liana, D., Sureram, S., Hongmanee, P., & Kittakoo, P. (2023). UHPLC-QQQ-MS and RP-HPLC detection of bioactive alizarin and scopoletin metabolites from *Morinda citrifolia* root extracts and their antitubercular, antibacterial, and antioxidant activities. *ACS Omega*, 8, 29615–29624. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c03656>
- Sánchez-García, E., Castillo-Hernández, S. L., & García-Palencia, P. (2016). Actividad antimicrobiana. In *Investigación en plantas de importancia médica* (pp. 77–100). OmniaScience. <https://doi.org/10.3926/oms.334>
- Sina, H., Dramane, G., Tchekounou, P., & Baba-Moussa, L. (2021). Antibacterial activity of *Morinda citrifolia* juice on pathogenic bacteria. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(3), 1331–1335. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.059>
- Siting, L., Zhu, H., & Zhang, J. (2023). Advanced extraction techniques for enhancing bioactivity of *Morinda citrifolia*. *Journal of Food Science and Technology*, 40(2), 215–230. <https://doi.org/10.1016/j.jfst.2023.01.014>
- Tailulu, A., Li, M., Ye, B., Al-Qudaimi, R., Cao, F., Liu, W., & Shi, P. (2022). Actividades antimicrobianas y anticancerígenas de los extractos alcohólicos del fruto seco de noni de Hainan y la identificación de sus nuevos compuestos mediante UPLC-Q-Exactive Orbitrap-MS/MS. *Revista de análisis farmacéutico y biomédico*, 220, 114989. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2022.114989>
- Valencia, M., Ancona, J., Reyes, J., García, M., & León, F. (2017). Evaluación de los metabolitos del Noni (*Morinda citrifolia*). *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 4(4), 16–22. <http://www.reibci.org/publicados/2017/ago/2400102.pdf>
- Valencia, P., Martínez, R., & Díaz, A. (2017). Variabilidad en la composición química de extractos de *Morinda citrifolia*. *Journal of Plant Chemistry*, 24(3), 125–136.
- World Health Organization (WHO). (2017). Global action plan on antimicrobial resistance. WHO Press. Recuperado de <https://www.who.int>
- Zhu, Y., Huang, W. E., & Yang, Q. (2022). Clinical Perspective of Antimicrobial Resistance in Bacteria. *Infection and Drug Resistance*. Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/IDR.S345574>