



Actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de *Moringa oleifera* frente a patógenos bacterianos en acuicultura

Antimicrobial activity of hydroalcoholic extracts of *Moringa oleifera* against bacterial pathogens

Autores

^{1*}Lirialis García Mesa

✉ lirialisgarciamesa@gmail.com

¹Maylee Pozo Escobar

✉ maylee@cip.alinet.cu

¹Raquel Silveira Coffigny

✉ raquel.silveira@cip.alinet.cu

¹Aniley Fernández Valle

✉ aniley@cip.alinet.cu

²Ernesto Almora Hernández

✉ ernestalmora@gmail.com

²Vivian Lago Abascal

✉ abascalvivian69@gmail.com

²Efraín Rodríguez Jiménez

✉ efrainrodriguez@infomed.sld.cu

¹Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP). Playa, La Habana, Cuba.

²Centro de Investigación de Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB). Playa, La Habana, Cuba.

*Autor de correspondencia.

Citación sugerida: García Mesa, L., Pozo Escobar, M., Silveira Coffigny, R., Fernández Valle, A., Almora Hernández, E., Lago Abascal, V., Rodríguez Jiménez, E. (2026). Actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de *Moringa oleifera* frente a patógenos bacterianos en acuicultura. *La Técnica*, 16(2), 98-104. DOI: <https://doi.org/10.33936/latecnica.v16i2.8316>

Recibido: Mayo 26, 2026

Aceptado: Septiembre 14, 2026

Publicado: Septiembre 24, 2026

Resumen

Las infecciones bacterianas en peces es un problema que se ha incrementado con el uso de los nuevos sistemas productivos. Diversas plantas manifiestan actividad antimicrobiana frente a los microorganismos patógenos de peces. Este estudio evaluó la actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de *Moringa oleifera* (parte apical, hojuelas, testa o cubierta seminal (cáscara) de semilla y torta de semilla) frente a 12 patógenos bacterianos aislados de peces y camarón por el método de difusión en agar. Se prepararon 16 extractos variando la concentración de etanol (30 y 70%) y la proporción soluto/disolvente (1/10 y 1/30), caracterizándose su perfil fitoquímico previamente. Los extractos de hojuelas (70% etanol, proporción 1/10) presentaron la mayor actividad inhibitoria, con halos de hasta 17 mm frente a *Staphylococcus aureus* ATCC-00034 y 15 mm frente a *Vibrio alginolyticus*, inhibiendo el 60% de los aislados evaluados. En contraste, los extractos apicales mostraron mínima eficacia (solo activos frente a *Streptococcus* sp. ATCC-15185), a pesar de su alto contenido de polifenoles (512,48 mg EAG·g⁻¹). La cáscara y torta de semilla mostraron efectividad principalmente contra *V. harveyi*. Los resultados alcanzados demostraron que la planta de *M. oleifera* presentó actividad antimicrobiana frente a un amplio rango de géneros bacterianos aislados de peces. Los resultados de la sensibilidad varían en dependencia de la especie bacteriana evaluada, la parte de la planta, la concentración del disolvente y la relación soluto/disolvente.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, acuicultura, extractos vegetales, actividad antimicrobiana, patógenos bacterianos.

Abstract

Bacterial infections in fish are a problem that has increased with the use of new production systems. Several plants exhibit antimicrobial activity against fish pathogens. This study evaluated the antimicrobial activity of hydroalcoholic extracts of *Moringa oleifera* (apical part, leaflets, seed coat, and seed cake) against 12 bacterial pathogens isolated from fish and shrimp using the agar diffusion method. Sixteen extracts were prepared by varying the ethanol concentration (30 and 70%) and the solute/solvent ratio (1/10 and 1/30); their phytochemical profiles were previously characterized. Leaf extracts (70% ethanol, 1/10 ratio) showed the greatest inhibitory activity, with halos of up to 17 mm against *Staphylococcus aureus* ATCC-00034 and 15 mm against *Vibrio alginolyticus*, inhibiting 60% of the isolates tested. In contrast, the apical extracts showed minimal efficacy (active only against *Streptococcus* sp. ATCC-15185), despite their high polyphenol content (512.48 mg EAG·g⁻¹). The hull and seed bran were primarily effective against *V. harveyi*. The results demonstrate that the *M. oleifera* plant exhibits antimicrobial activity against a wide range of bacterial genera isolated from fish. However, sensitivity results vary depending on the bacterial species tested, the plant part, the solvent concentration, and the solute/solvent ratio.

Keywords: *Moringa oleifera*, aquaculture, plant extracts, antimicrobial activity, bacterial pathogens.



Introducción

El incremento de los sistemas productivos acuícolas está indisolublemente ligado al desarrollo de problemas ecológicos y patológicos, este último es el de mayor preocupación en el sector. La alta densidad de siembra, las prácticas inadecuadas de manejo, la variabilidad de las condiciones ambientales, el deterioro de la calidad del agua y los desequilibrios nutricionales pueden comprometer la respuesta inmunitaria de los peces y, por ende, susceptibles a infecciones bacterianas por patógenos facultativos u oportunistas (García-Pérez et al., 2021).

Para el control de enfermedades en los sistemas de cultivo, una de las alternativas viables, rentables y ecológicamente amigable lo constituye el empleo de extractos provenientes de plantas como antimicrobianos y/o potenciadores del sistema inmune (Pérez et al., 2014; Estay et al., 2021; Pérez y Mora, 2021).

Moringa oleifera (Moringaceae) es una planta altamente valorada, actualmente cultivada en muchos países tropicales y subtropicales. Tiene una impresionante gama de usos medicinales con alto valor nutricional (Arce et al., 2020). En la literatura se encuentran diversos estudios que evidencian la capacidad antimicrobiana de esta planta. Sin embargo, la mayoría de dichos estudios están enfocados a la salud humana, por tanto, las cepas mayormente evaluadas son patógenos provenientes de muestras clínicas (Jahan et al., 2022). Excepciones constituyen los trabajos de Mapanao et al. (2021) y Riyadi et al. (2021), al demostrar que los extractos obtenidos a partir de las hojas inhibieron eficazmente el crecimiento de bacterias del género *Aeromonas* sp. y *Edwardsiella* sp., respectivamente.

Adicionalmente, en el cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*), la inclusión en dietas de polvo de hojas de *M. oleifera* han mostrado efectos positivos en el rendimiento y la supervivencia de los crustáceos (Baniesmaeili et al., 2022). Aun ante estos prometedores hallazgos, los estudios dirigidos a evaluar la actividad inhibitoria de *M. oleifera* sobre microorganismos ambientales o aislados directamente de peces y camarones son aún incipientes. Esta limitación resulta crítica, dado que los patógenos acuáticos pueden exhibir perfiles de resistencia, mecanismos de virulencia y dinámicas de interacción con el hospedero sustancialmente diferentes a los de las cepas clínicas estándar, lo que subraya la imperiosa necesidad de validar la eficacia de estos extractos fitogénicos frente a bacterias aisladas en condiciones reales de producción. Por lo anterior, en esta investigación se evaluó el efecto antimicrobiano de diferentes partes de la planta de *M. oleifera* frente a aislados bacterianos provenientes de peces y camarón.

Materiales y métodos

Aislados bacterianos

Los aislados se obtuvieron a partir muestras de órganos de *Danio rerio* (Cebra) y *Betta splendens* (Peleadores) y hepatopáncreas de camarón *Litopenaeus vannamei* según POT/SA/LB-02 del Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba. La identificación de los aislados bacterianos se llevó a cabo utilizando técnicas convencionales (pruebas morfológicas, fisiológicas y bioquímicas). La ubicación taxonómica se realizó según el Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (2004). Además, se evaluaron dos cepas de la colección ATCC: *Staphylococcus aureus* ATCC-00034 y *Streptococcus* sp. ATCC-15185.

El mantenimiento de las cepas se realizó en medio TSA agarizado, incubado a temperatura de 8 °C con pases mensuales de acuerdo a lo descrito por Krieg y Holt (1984). Se realizaron tinciones de Gram antes de las siembras para garantizar la pureza de los cultivos.

Extractos hidroalcohólicos de *Moringa oleifera*

Se evaluaron varias partes de la planta (parte apical (PA), hojuelas (H), testa, cubierta seminal o cáscara de la semilla (CS) y torta de semilla (TS)) a diferentes concentraciones de soluto/disolvente (1/10 y 1/30 P/V) y concentraciones del solvente etanol (30 y 70% PV) para un total de 16 extractos. Los extractos fueron obtenidos y caracterizados según Hill-Esquivel et al. (2025).

Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos de plantas por el método de difusión en agar

Para evaluar el efecto antimicrobiano se prepararon discos impregnados con los extractos. Para ello se obtuvieron discos de papel de filtro que fueron esterilizados en estufa a 160 °C por 2 horas. Se inoculó cada disco con 60 uL aproximadamente de extracto y se dejaron secar por 1 h en un Gabinete de Seguridad Biológica (GSB) para evitar el exceso de líquido (Guerrero-Hurtado et al., 2013).

Para la evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos se utilizó el método de Kirby y Bauer (Bauer et al., 1966). Placas de agar Mueller-Hinton fueron inoculadas con las soluciones puras de los aislados a una concentración de 105 UFC·mL⁻¹ (estandarizado por el tubo número 5 de la escala de Mc Farland). Posteriormente se procedió a la colocación de los discos. Como control negativo se utilizó un disco estéril y como control positivo discos con diferentes antibióticos, según el caso. Los ensayos fueron realizados por triplicado.

Para especies del género *Aeromonas* sp. se usó Cotrimoxazol 25 µg, para *Vibrio* sp. se usó Tetraciclina y para *Staphylococcus*

sp. y *Streptococcus* sp. se usó Eritromicina como controles positivos. La interpretación de sensibilidad se llevó a cabo según CLSI (2025). Teniendo en cuenta que dicha organización no establece puntos de corte para microorganismos ambientales como *Aeromonas* y *Vibrio*, en ambos casos la sensibilidad se interpretó utilizando como referencia los criterios definidos para *Escherichia coli*. Esta aproximación se justificó por la similitud taxonómica y fisiológica entre estos microorganismos, todos pertenecientes al grupo de bacterias Gram-negativas facultativas, con estructuras de pared celular comparables y mecanismos de permeabilidad similares a los agentes antimicrobianos.

Todas las placas fueron incubadas a 35 °C por 24 h. Transcurrido el tiempo de incubación se analizó la presencia/ausencia de halo de inhibición alrededor de cada disco y se procedió a la medición de su diámetro (d).

Los microorganismos se clasificaron en: no sensibles o resistentes ($d < 9$ mm), sensibles ($9 \text{ mm} \leq d \leq 14$), muy sensibles ($15 \text{ mm} \leq d \leq 19$ mm) y extremadamente sensibles ($d > 20$ mm) (Celikel y Kavas, 2008; Pastrana-Puche et al., 2016).

Análisis estadístico:

Se usó el Microsoft Excel 2018 para calcular la media y su desviación estándar (DS) de todas las mediciones que se hicieron por triplicado.

El procesamiento estadístico se realizó mediante el programa SPSS para Windows versión 26.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Para las variables que cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, seguido de la prueba *post-hoc* de Tukey para la comparación de medias. Para aquellas variables que no cumplieron con los supuestos paramétricos, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. En todos los casos, la significación estadística se consideró para $P < 0,05$.

Resultados y discusión

En el presente estudio se evaluó la actividad antimicrobiana de *M. oleifera* frente a determinados patógenos de peces. La presencia de estos microorganismos en sistemas de cultivo y/o mantenimiento de peces puede tener implicaciones desde el punto de vista económico y representan un alto riesgo sanitario para los productores asociados a las actividades de manejo. De manera general los extractos mostraron sensibilidad variable dependiendo de la parte de la planta utilizada y las características de extracción (tabla 1).

La caracterización química de los extractos fue analizada anteriormente en el estudio realizado por Hill-Esquivel et al. (2025) y los resultados de dicho estudio se utilizaron en el presente análisis.

Los controles positivos mostraron los valores esperados de inhibición (cotrimoxazol ≥ 16 mm, tetraciclina ≥ 15 mm, eritromicina ≥ 23 mm) según CLSI (2025), mientras que los controles negativos no inhibieron el crecimiento bacteriano

lo que confirmó la validez de los ensayos y descartó posibles interferencias en los resultados.

Tabla 1. Resultados fitoquímicos de los extractos de las diferentes partes de *Moringa oleifera*.

Extracto de cada parte de la planta (%)	SET (mg·mL ⁻¹)	SET (%)	Polifenoles (mg EAG·g ⁻¹ BS)	Flavonoides (mg EQ·g ⁻¹ BS)
Apical 1/10 30%	19,5	1,99	137,30	15,94
Apical 1/30 30%	6,7	0,70	377,38	44,57
Apical 1/10 70%	22,1	2,31	111,57	13,00
Apical 1/30 70%	4,4	0,47	512,48	56,86
Hojas secas 1/10 30%	399,1	23,58	78,40	9,93
Hojas secas 1/30 30%	154,1	10,09	175,93	26,32
Hojas secas 1/10 70%	1280,1	53,33	23,51	2,49
Hojas secas 1/30 70%	1063,5	43,38	29,48	0,70
Cáscara 1/10 30%	64,7	4,10	21,08	3,93
Cáscara 1/30 30%	43,0	2,97	39,43	4,13
Cáscara 1/10 70%	36,1	2,51	25,06	8,11
Cáscara 1/30 70%	22,9	1,37	26,89	32,76
Torta semilla 1/10 30%	279,0	17,10	25,22	0,99
Torta semilla 1/30 30%	157,0	10,09	4,64	2,00
Torta semilla 1/10 70%	213,0	13,50	3,90	8,30
Torta semilla 1/30 70%	121,0	8,08	4,37	5,71

Fuente: Hill-Esquivel et al. (2025).

Los extractos a partir de las hojuelas (tabla 2) evidenciaron la mayor capacidad antimicrobiana, con inhibición para el 60% de los aislados evaluados. Los mayores halos de inhibición se obtuvieron con E7 (1/10 soluto/disolvente al 70% de etanol) con valores de hasta 17 mm frente a *S. aureus* y *Streptococcus* sp.

El análisis estadístico de los extractos de hojuelas reveló dos patrones de diferencias significativas ($P < 0,05$) según el patógeno evaluado. En aislados como *V. furnissi*, *V. harveyi* y *V. mimicus*, los extractos con etanol al 70% (E7 y E8) fueron significativamente superiores a los de etanol al 30% (E5 y E6). Por el contrario, en *V. ordalli*, *V. alginolyticus* y los aislados Gram positivos la proporción soluto/disolvente 1/10 (E5 y E7) resultó estadísticamente superior a la proporción 1/30. Esta dualidad en resultados evidenció que la eficacia antimicrobiana no fue un fenómeno lineal si no que dependió no solo de las variables de extracción (concentración del solvente, proporción soluto/disolvente) sino también de factores intrínsecos de cada aislado bacteriano que modularon su respuesta inhibitoria específica (tabla 2).



Tabla 2. Halos de inhibición (mm) de hojuelas de *M. oleifera* frente a patógenos bacterianos. Valores expresados como media $\pm$ desviación estándar. Las diferencias significativas ($P<0,05$) se indican con letras distintas en superíndice (a, b, c).

Microorganismos	Hojuelas (H)					
	E5	E6	E7	E8	Cont. +	Cont. -
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC-00034	15 $\pm$ 0,00 ^a	15 $\pm$ 0,35 ^a	17 $\pm$ 0,70 ^a	12 $\pm$ 0,00 ^b	24 $\pm$ 0,00	6 $\pm$ 0,00
<i>Streptococcus</i> sp. ATCC-15185	12 $\pm$ 1,06 ^a	13 $\pm$ 1,41 ^{ac}	17 $\pm$ 0,70 ^{bc}	12 $\pm$ 0,00 ^a	22 $\pm$ 0,00	6 $\pm$ 0,00
<i>Vibrio ordalii</i>	10 $\pm$ 0,35 ^a	6 $\pm$ 0,00 ^b	10 $\pm$ 0,35 ^a	6 $\pm$ 0,00 ^b	25 $\pm$ 1,53	6 $\pm$ 0,00
<i>V. alginolyticus</i>	14 $\pm$ 0,70 ^a	11 $\pm$ 0,35 ^{bc}	14 $\pm$ 0,35 ^a	12 $\pm$ 0,70 ^{ac}	17 $\pm$ 0,58	6 $\pm$ 0,00
<i>V. furnissi</i> 310-2022	6 $\pm$ 0,00 ^a	6 $\pm$ 0,00 ^a	13 $\pm$ 0,00 ^b	12 $\pm$ 0,00 ^b	20 $\pm$ 0,58	6 $\pm$ 0,00
<i>V. harveyi</i> 420-2022	8 $\pm$ 0,70 ^a	6 $\pm$ 0,00 ^a	12 $\pm$ 0,70 ^b	11 $\pm$ 0,70 ^b	21 $\pm$ 0,58	6 $\pm$ 0,00
<i>V. mimicus</i> 505-2022	6 $\pm$ 0,00 ^a	6 $\pm$ 0,00 ^a	9 $\pm$ 0,00 ^b	8 $\pm$ 1,41 ^b	17 $\pm$ 1,15	6 $\pm$ 0,00
<i>Aeromonas veronii</i> 581-2022	6 $\pm$ 0,0 ^a	6 $\pm$ 0,00 ^a	15 $\pm$ 0,70 ^b	6 $\pm$ 0,00 ^a	24 $\pm$ 0,58	6 $\pm$ 0,00

E5= H 1/10 al 30% etanol; E6= H 1/30 al 30% etanol; E7= H 1/10 al 70% etanol; E8= H 1/30 al 70% etanol. Cont+: control positivo; Cont-: control negativo.

La caracterización química realizada por Hill-Esquivel et al. (2025) mostró un mayor contenido de sólido totales en los extractos a partir de las hojuelas, lo que sugiere una extracción más eficiente de compuestos bioactivos.

En contraste, el extracto hidroalcohólico a partir de la parte apical de la planta mostró un espectro restringido con actividad únicamente frente a la cepa *Streptococcus* sp. ATCC-15185 (sin diferencias significativas ($P<0,05$) en todas sus variantes de extracción) y *V. harveyi* (exclusivamente para el E3) (tabla 3).

Tabla 3. Halos de inhibición (mm) de extractos apicales de *M. oleifera* frente a patógenos bacterianos. Valores expresados como media $\pm$ desviación estándar. Las diferencias significativas ($P<0,05$) se indican con letras distintas en superíndice (a, b, c).

Microorganismos	Parte apical (PA)					
	E1	E2	E3	E4	Cont. +	Cont. -
<i>Streptococcus</i> sp. ATCC-15185	15 $\pm$ 0,58 ^a	15 $\pm$ 1,04 ^a	13 $\pm$ 0,76 ^a	12 $\pm$ 0,50 ^a	22 $\pm$ 0,00	6 $\pm$ 0,00
<i>Vibrio harveyi</i> 420-2022	6 $\pm$ 0,00 ^a	6 $\pm$ 0,00 ^a	10 $\pm$ 0,29 ^b	6 $\pm$ 0,00 ^a	21 $\pm$ 0,58	6 $\pm$ 0,00

E1= PA 1/10 al 30% etanol; E2= PA 1/30 al 30% etanol; E3= PA 1/10 al 70% etanol; E4= PA 1/30 al 70% etanol. Cont+: control positivo; Cont-: control negativo.

La baja actividad antimicrobiana de los extractos de la parte apical de la planta podría atribuirse a su estado de crecimiento activo, donde la biosíntesis de metabolitos secundarios (ej. polifenoles, flavonoides) fue limitada comparada con tejidos maduros como las hojas (Cabrera-Carrión et al., 2017; He et al. 2022). Además, las diferencias estructurales en la pared celular entre las bacterias Gram positivas y Gram negativas van a tener

un efecto en la respuesta a las sustancias a evaluar e incluso dentro de las bacterias Gram positivas, existen diferencias significativas que pudieran explicar la susceptibilidad selectiva observada. El extracto apical solo causó inhibición frente a *Streptococcus* sp. y no frente a *Staphylococcus* sp. La uniformidad estadística observada en la respuesta inhibitoria de *Streptococcus* sp. apuntó a la presencia de metabolitos específicos en la parte apical frente a los cuales exhibió una alta sensibilidad intrínseca, logrando una inhibición efectiva independientemente de la polaridad o concentración de solvente empleado. *Staphylococcus* sp. sobreexpresó bombas de flujo, las cuales expulsaron activamente compuestos polifenólicos y flavonoides antes de que alcancen sus dianas intracelulares (Kulahci y Çitak, 2025). Además estudios como los de Da Silva et al. (2020) señalaron que cepas de *Staphylococcus* podrían ser resistentes a los efectos de estos compuestos al sobre expresar bombas de eflujos como NorA, ausentes en *Streptococcus* sp. lo que pudiera explicar que este extracto solo causara inhibición frente a *Streptococcus* sp.

Aunque el extracto apical E3 (1/30 (soluto/disolvente) en etanol al 70%) presentó el mayor contenido de polifenoles (512,48 mg EAG·g⁻¹) y flavonoides (56,86 mg EAG·g⁻¹) (tabla 1), su efecto inhibitorio fue limitado. Esto demostró que la actividad antimicrobiana no dependió únicamente de la cantidad de estos compuestos, sino también de su perfil químico específico y solubilidad en el solvente empleado (Arora y Onsare, 2014; Amou et al., 2025).

El extracto proveniente de la cáscara de semilla (tabla 4) mostró actividad frente a *V. harveyi* y *V. furnissi* con los mayores halos para E10 (proporción 1/30 (soluto/disolvente) en etanol al 30%).

Tabla 4. Halos de inhibición (mm) de testa de semilla de *M. oleifera* frente a patógenos bacterianos. Valores expresados como media $\pm$ desviación estándar. Las diferencias significativas ($P < 0,05$) se indicaron con letras distintas en superíndice (a, b, c).

Microorganismos	Testa de semilla (CS)					
	E9	E10	E11	E12	Cont.+	Cont. -
<i>Vibrio furnissi</i> 310-2022	6 $\pm$ 0,00 ^a	10 $\pm$ 0,35 ^a	8 $\pm$ 0,00 ^a	6 $\pm$ 0,00 ^a	20 $\pm$ 0,58	6 $\pm$ 0,00
<i>V. harveyi</i> 420-2022	8 $\pm$ 0,35 ^a	12 $\pm$ 1,41 ^b	11 $\pm$ 0,35 ^b	11 $\pm$ 0,35 ^b	21 $\pm$ 0,58	6 $\pm$ 0,00

E9= CS 1/10 al 30% etanol; E10= CS 1/30 al 30% etanol; E11= CS 1/10 al 70% etanol; E12= CS 1/30 al 70% etanol. Cont+: control positivo; Cont-: control negativo.

Alikwe et al. (2013) también evidenciaron poca sensibilidad del extracto etanólico de la testa de la semilla frente a diversos patógenos. En contraste Arora y Onsare (2014) utilizando como solvente etil-acetato obtuvieron halos de inhibición con diámetros entre 30 y 40 mm frente a 13 cepas patógenas de humanos. Esta variabilidad se justifica teniendo en cuenta que la actividad antimicrobiana es dependiente del solvente (Arora and Onsare, 2014; Emmanuel et al., 2014; Farhan et al., 2021; Apenteng-Takyiako et al., 2025).

Finalmente, el extracto a partir de torta de semilla (tabla 5) logró inhibir significativamente el crecimiento de los aislados de *Aeromonas* sp. usando como solvente etanol al 30% ($P < 0,05$) con halos de diámetro entre 11 y 15 mm. También fue efectivo frente a *V. harveyi*, *V. furnissi* y *Staphylococcus* sp. Para *V. harveyi* el extracto E14 (1/30 al 30% de etanol) resultó significativamente superior ($P < 0,05$) al resto de los tratamientos.

Tabla 5. Halos de inhibición (mm) de torta de semilla de *M. oleifera* frente a patógenos bacterianos. Valores expresados como media $\pm$ desviación estándar. Las diferencias significativas ($P < 0,05$) se indican con letras distintas en superíndice (a, b, c).

Microorganismos	Torta de semilla (TS)					
	E13	E14	E15	E16	Cont. +	Cont. -
<i>Staphylococcus</i> 209-2022	11 $\pm$ 0,08 ^{ab}	12 $\pm$ 0,29 ^a	10 $\pm$ 0,29 ^b	11 $\pm$ 0,29 ^{ab}	23 $\pm$ 1,53	6 $\pm$ 0,00
<i>Vibrio furnissi</i> 310-2022	6 $\pm$ 0,00 ^a	6 $\pm$ 0,00 ^a	6 $\pm$ 0,00 ^a	9 $\pm$ 0,29 ^b	20 $\pm$ 0,58	6 $\pm$ 0,00
<i>V. harveyi</i> 420-2022	6 $\pm$ 0,00 ^a	16 $\pm$ 0,08 ^b	14 $\pm$ 0,08 ^c	14 $\pm$ 0,08 ^c	21 $\pm$ 0,58	6 $\pm$ 0,00
<i>Aeromonas veronii</i> 397-2022	15 $\pm$ 0,29 ^a	11 $\pm$ 0,29 ^b	6 $\pm$ 0,00 ^c	6 $\pm$ 0,00 ^c	24 $\pm$ 0,58	6 $\pm$ 0,00
<i>Aeromonas salmonicida</i> 575-2022	11 $\pm$ 0,29 ^a	13 $\pm$ 0,76 ^a	8 $\pm$ 0,29 ^b	6 $\pm$ 0,00 ^c	28 $\pm$ 1,53	6 $\pm$ 0,00

E13= TS 1/10 al 30% etanol; E14= TS 1/30 al 30% etanol; E15= TS 1/10 al 70% etanol; E16= TS 1/30 al 70% etanol. Cont+: control positivo; Cont-: control negativo.

Si bien la literatura reporta una potente actividad vibriocida en extractos de semilla de *M. oleifera* (Brilhante et al., 2015; Costa et al., 2017; Flores et al., 2022), los resultados obtenidos en este estudio no mostraron la misma eficacia. Esta discrepancia puede deberse a factores claves como la variabilidad fitoquímica

inherente al material vegetal, influenciado por su origen geográfico y condiciones de cultivo, así como a diferencias metodológicas fundamentales. Además, no puede descartarse una posible mayor resistencia intrínseca de las cepas de *Vibrio* utilizadas en este ensayo en particular.

Los resultados alcanzados demostraron que las plantas de *M. oleifera* presentaron actividades antimicrobianas “*in vitro*” frente a un amplio rango de géneros bacterianos aislados de peces. Sin embargo, los resultados de sensibilidad variaron en dependencia de la especie bacteriana evaluada, la parte de la planta, la concentración del disolvente y la relación soluto/disolvente (figura 1). Además, investigaciones refirieron que la composición química de la planta y por consiguiente del extracto puede variar dado que depende de factores como la variedad genética de la planta, el régimen de cultivo (intensivo, secano o riego), el estado de maduración del órgano, el período de año en que se colecte (lluvioso o seco) y la zona geográfica de recolección (González, 2018; Méndez et al., 2018). Por lo tanto, la comparación directa de resultados entre estudios debe realizarse con cautela, considerando todas las variables que pueden modificar sustancialmente el perfil metabólico del extracto.

Conclusiones

Los extractos de hojuelas de *M. oleifera* (especialmente con etanol al 70%) presentaron la mayor actividad antimicrobiana, mientras que los de parte apical fueron los menos efectivos, a pesar de su alto contenido de polifenoles. Los extractos a partir de las hojuelas son promisorios para controlar *Vibrio* sp. y *Aeromonas* sp., patógenos recurrentes en acuicultura, cuya eficacia ha sido demostrada bajo condiciones controladas de laboratorio en este estudio.

Los estudios enfocados en el control de enfermedades en especies acuícolas de interés comercial adquieren una doble relevancia, generando impactos positivos tanto socioeconómicos como ecológicos. Estas investigaciones no solo benefician a los sistemas productivos, sino que también contribuyen a la protección de la biodiversidad, ya que muchas enfermedades afectan organismos tanto en sistemas de cultivo como en el medio natural. La implementación de estrategias de control efectivas y ecoamigables como el uso de extractos naturales constituye una herramienta clave para mantener el equilibrio ecológico y preservar las poblaciones naturales de especies autóctonas. Además de prevenir el fenómeno de multiresistencia siguiendo el enfoque “Una Salud”. Futuras investigaciones deben realizarse para validar su aplicación práctica, considerando factores como toxicidad y estabilidad en sistemas de cultivo.

Limitaciones del estudio

Se reconocen como limitaciones que la actividad antimicrobiana se realizó exclusivamente “*in vitro*”, por lo que la eficacia observada en placas de agar no necesariamente se traduce en condiciones “*in vivo*” donde factores como el metabolismo del hospedero, la biodisponibilidad de los compuestos y las



interacciones con la microbiota ambiental pueden modificar sustancialmente la respuesta terapéutica. A pesar de esto, los resultados proporcionan un punto de partida para investigaciones futuras que validen el potencial de *M. oleifera* como alternativa antimicrobiana sostenible en acuicultura.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Alikwe, P. C., Ohimain, E. I., Zige, D. V. and Angaye, T. N. (2013). Antibacterial activity of ethanol extract of the defatted seed and seed coat of *Moringa oleifera*. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 8, 38-41. <https://doi.org/10.9790/3008-0813841>
- Amou, B., Ajayi, T. O. and Dada-Adegbola, H. O. (2025). Antimicrobial activity of *Terminalia leiocarpa* Baill. and *Terminalia avicennioides* Guill. & Perr. root bark extracts in resistant clinical isolates. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 13(2), 633-646.
- Apenteng-Takyiako, S., Takyi, C. A. A., Chama, M. A., Osei, M. M., Donkor, E. S. and Futagbi, G. (2025). *In vitro* antibacterial activity of *Moringa oleifera* leaf and seed extracts against antibiotic-resistant bacteria and clinical isolates. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 25(1), 257. <https://doi.org/10.1186/s12906-025-05006-6>
- Arce, Z., Aguinaga, A. B., Sanchez, E. H., Zulueta, M. G. S., Acuña, D. R., Farro, E. S. y Osore, S. A. I. (2020). Efecto inhibitorio del extracto de semilla de *Moringa oleifera* sobre *Escherichia coli* β -lactamasas de espectro extendido. *Medicina Naturista*, 14(1), 91-94.
- Arora, D. S. and Onsare, J. G. (2014). Antimicrobial potential of *Moringa oleifera* seed coat and its bioactive phytoconstituents. *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology*, 42, 152-161.
- Bauer, A.W., Kirby, W. M., Sherris, J. C. and Turck, M. (1966) Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45, 493-496.
- Baniesmaeli, Y., Akbarzadeh, A., Abdollahi, F. and Niroomand, M. (2023). Effectiveness of dietary *Moringa oleifera* leaf powder and extract in the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 22(3), 547-565. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2023.129278>
- Brilhante, R. S. N., Sales, J. A., de Souza Sampaio, C. M., Barbosa, F. G., Paiva, M. D. A. N., de Melo Guedes, G. M. and Rocha, M. F. G. (2015). *Vibrio* spp. from *Macrobrachium amazonicum* prawn farming are inhibited by *Moringa oleifera* extracts. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 8(11), 919-922. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2015.10.012>
- Cabrera-Carrión, J. L., Jaramillo-Jaramillo, C., Dután-Torres, F., Cun-Carrión, J., García, P. A. y Rojas de Astudillo, L. (2017). Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en *Moringa oleifera* Lam. en función de su edad y altura. *Bioagro*, 29(1), 53-60.
- Celikel, N. and Kavas, G. (2008). Antimicrobial properties of some essential oils against some pathogenic microorganisms. *Czech Journal of Food Sciences-UZPI (Czech Republic)*, 26(3), 174-181. DOI: 10.17221/1603-CJFS.
- CLSI. (2025). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 35th ed. CLSI supplement M100. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Institute.
- Costa, R., Sousa, O. V. D., Hofer, E., Mafezoli, J., Barbosa, F. G. and Vieira, R. H. S. D. F. (2017). Thiocarbamates from *Moringa oleifera* seeds bioactive against virulent and multidrug-resistant *Vibrio* species. *BioMed Research International*, 2017(1). <https://doi.org/10.1155/2017/7963747>
- Da Silva, J. G., de Barros, M., de Lima Santos, N. D., Paiva, P. M. G., Napoleão, T. H., de Sena, M. J. and Mota, R. A. (2020). Antimicrobial activity of polypyrrole nanoparticles and aqueous extract of *Moringa oleifera* against *Staphylococcus* spp. carriers of multi-drug efflux system genes isolated from dairy farms. *Journal of Dairy Research*, 87(3), 309-314. <https://doi.org/10.1017/S0022029920000874>
- Emmanuel, S. A., Olajide, O. O., Abubakar, S., Idowu, I. D., Orishadipe, A. T. and Thomas, S. A. (2014). Phytochemical and antimicrobial studies of methanol, ethyl acetate, and aqueous extracts of *Moringa oleifera* seeds. *American Journal of Ethnomedicine*, 1(5), 346-354.
- Estay-Moyano, C., Mazón-Suástegui, J. M., Zapata, E., Simal-Gandara, J. y Lodeiros, C. (2021). Análisis del perfil lipídico y aminoácido de hojas deshidratadas de *Moringa oleifera* (L.) y su potencial como suplemento dietético en acuicultura de moluscos. *La Técnica*, Edición Especial, 30-39. DOI: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.3061

- Farhan, S. R., AL-Azawi, A. H. and AL-Shamary, E. I. (2021). The antioxidant and antibacterial activity of *Moringa oleifera* extracts against some foodborne pathogens. *Medico-Legal Update*, 21(3), 487. <https://doi.org/10.37506/mlu.v21i3.3035>
- Flores, B., Ramírez, E., Moncada, A., Salinas, N., Fischer, R., Hernández, C. and Balcázar, J. L. (2022). Antimicrobial effect of *Moringa oleifera* seed powder against *Vibrio cholerae* isolated from the rearing water of shrimp (*Penaeus vannamei*) postlarvae. *Letters in Applied Microbiology*, 74(2), 238-246. <https://doi.org/10.1111/lam.13604>
- García-Pérez, J., Ulloa-Rojas, J. B. y Mendoza-Elvira, S. (2021). Patógenos bacterianos y su resistencia a los antimicrobianos en los cultivos de tilapia en Guatemala. *Uniciencia*, 35(2), 46-59. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.35-2.4>
- Guerrero Hurtado, J. D. C., Ortiz Rubio, Z. M., Peralta Berrospi, L. F. y Pérez Azahuanche, F. R. (2013). Actividad antibacteriana de *Pelargonium peltatum* (L.) L'Hér. sobre *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis* y *Streptococcus mitis* frente a clorhexidina. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(2), 224-236.
- González Minero, F. J. (2018). Un estudio transversal de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae). *Dominguezia*, 5-25.
- He, Z., Webster, S. and He, S. Y. (2022). Growth-defense trade-offs in plants. *Current Biology*, 32(12), R634-R639.
- Hill-Esquivel, Y., García-Mesa, L., Almora-Hernández, E., Lago-Abascal, V., Rodríguez-Jiménez, E. y Pereira-Cuní, L. B. (2025). Caracterización fitoquímica y actividad antioxidante de extractos de diferentes partes de *Moringa oleifera*. *Ingeniería Agrícola*, 15. <https://cu-id.com/2284/v15e19>. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/2090>
- Jahan, S., Shahjahan, M., Rasna, S. S., Aktar, M., Sultana, S., Ahmed, S. M. and Nahar, S. (2022). Antibacterial effect of *Moringa (Moringa oleifera)* leaf ethanolic extract against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Mymensingh Medical Journal: MMJ*, 31(4), 976-982.
- Krieg, N. R. and Holt, J. G. (1984). *Bergey's Manual of systematic bacteriology*. Williams and Wilkins, Baltimore, London.
- Külahci, M. B. and Çitak, S. (2025). Efflux pump-associated antimicrobial resistance genes in *Staphylococcus* spp. from dairy and meat samples. *Turkish Journal of Biology*, 49(7), 825-834. <https://doi.org/10.55730/1300-0152.2783>
- Mapanao, R., Jiwyam, W., Khrueanet, W. and Nithikulworawong, N. (2021). Potential applications of dietary *Moringa oleifera* leaves as growth modulator and immunostimulant against *Aeromonas hydrophila* for farmed *Oreochromis niloticus*. *Indonesian Aquaculture Journal*, 16(2), 109-117. <https://doi.org/10.15578/iaj.16.2.2021.109-117>
- Méndez, Y., Suárez, F.O., Verdecia, D.M., Herrera, R.S., Labrada, J.A., Murillo, B. and Ramírez, J.L. (2018). Bromatological characterization of *Moringa oleifera* foliage in different development stages. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(3), 337-346.
- Pastrana-Puche, Y. I., Durango-Villadiego, A. L. B. A. and Acevedo-Correa, D. I. O. F. A. N. O. R. (2017). Antimicrobial effect of cloves and cinnamon on pathogens. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 56-65. <https://doi.org/10.47750/jptcp.2022.871>
- Pérez, R., Romeu, B., Lastre, M., Morales, Y., Cabrera, O., Reyes, L. y Pérez, O. (2014). Immune-potentiators for the aquaculture. *VacciMonitor*, 23(1), 24-31.
- Pérez, J. G. y Mora, D. M. (2021). Evaluación *in vitro* de extractos de plantas medicinales como posibles agentes antimicrobianos para bacterias patógenas en tilapia. *Multidisciplinary Health Research*, 27(57), 27-35. <http://orcid.org/0000-0002-6899-8036>
- Riyadi, F. M., Prajitno, A., Fadjar, M., Syaifurrisal, A. and Fauziyyah, A. I. (2021). Potential of *Moringa (Moringa oleifera)* leaf extract to inhibit the growth of pathogenic bacteria *Edwardsiella tarda*. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10(3), 321. <http://orcid.org/0.20473/jafh.v10i3.25057>

Declaración de contribución a la autoría según CRediT

Lirialis García Mesa: Conceptualización, Investigación, metodología, Administración del Proyecto, Supervisión, Validación, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición. **Maylee Pozo Escobar:** Investigación, metodología, Supervisión. **Raquel Silveira Coffigny:** Conceptualización, Recursos, Supervisión. **Aniley Fernández Valle:** Investigación, Curación de datos. **Ernesto Almora Hernández:** Metodología, Investigación, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición, curación de datos. **Vivian Lago Abascal:** Metodología, Investigación, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición, curación de datos. **Efraín Rodríguez Jiménez:** Conceptualización, Recursos, Supervisión. Redacción - borrador original.

