

Revista Científica

IDA NATURAL

Universidad Autónoma de Chiriquí



ISSN L2992-6424

• Vol. 4 No. 1

• julio - diciembre, 2026



UNACHI
Hombre y cultura para el porvenir

Universidad Autónoma de Chiriquí

Ciudad Universitaria, David, Chiriquí
República de Panamá
REVISTAS.UNACHI.AC.PA

AUTORIDADES

Rector a.i.

Dr. Pedro González Beerman

Vicerrector Académico a.i.

MSc. Pedro Caballero

Vicerrectora de Investigación y Posgrado a.i.

MSc. Beverly Rojas

Vicerrectora Administrativa

Dra. Rosa Moreno

Vicerrectora de Asuntos Estudiantiles

Dra. Olda Cano

Vicerrector de Extensión

Mgtr. Víctor Serrano

Secretario General

Dr. Darío Atencio a.i.

REVISTA CIENTÍFICA VIDA NATURAL

Jefe Editorial

Dra. Diana Carolina Gómez González

Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá

Comité Editorial

Dr. Jorge Garzón

Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá

Dra. Edilia de la Rosa Manzano

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México

Dra. Soizic Gibeaux

Université de Bretagne Sud, Francia

Dr. Alonso Santos Murgas

Universidad de Panamá, Panamá

Comité Científico

Dra. Cecilia Prada

Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá

Dr. Leonardo Arellano

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México

Mgtr. Viviana Carrasco

Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá

Ficha Técnica:

Páginas: 142

Programador de HTML y EPUB: **Mgtr. Danny Murillo**

Volumen 4 Número 1

Publicación Digital

revista.vidanatural@unachi.ac.pa

Portada

Foto: **Dr. Abel Batista**

Diseño y diagramación: **Lcdo. Tomás Herrera**
y **Lcda. Leydi Guerra**

2026

Contenido

Pesquería artesanal del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>) en Puerto Roma, Ecuador: esfuerzo, CPUE y rentabilidad	1 - 20
Caracterización morfométrica y biométrica de <i>Leukoma grata</i> comercializada en el Mercado de Mariscos de Ciudad de Panamá	20- 33
Estructura de las comunidades de cladóceros en relación con variables fisicoquímicas y fitoplancton en los ríos Daule y Babahoyo durante la estacionalidad seca (Ecuador)	34 - 56
Morfología y sistemática de hongos aislados de lesiones en la piel de perros (<i>Canis lupus familiaris</i>) en Panamá	57 - 83
Áreas aledañas al Refugio de Vida Silvestre Playa La Barqueta Agrícola como sitios de interés para el registro de aves en Chiriquí, Panamá	84 - 94
Diversidad y relevancia ecológica de Platyhelminthes y Nemertea en ecosistemas marinos de Panamá: una revisión bibliográfica	95 - 118
Transformaciones fisicoquímicas durante el freído por inmersión en aceite y sus implicaciones en la inocuidad alimentaria en Panamá	119 - 142



Pesquería artesanal del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en Puerto Roma, Ecuador: esfuerzo, CPUE y rentabilidad

Artisanal hand-harvesting fishery of the red mangrove crab (*Ucides occidentalis*) in Puerto Roma, Ecuador: fishing effort, CPUE, and profitability

Josue Sumba-Zhongor

<https://orcid.org/0009-0007-1115-8451>

Dialhy Coello

<https://orcid.org/0000-0001-9086-0968>

Mireya Pozo-Cajas

<https://orcid.org/0000-0001-5956-0465>

Autor correspondiente: josue.sumbaz@uq.edu.ec

Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Naturales. 090601, Guayaquil, Ecuador.

Enviado: 8 de enero de 2026. **Aceptado:** 6 de abril de 2026.

<https://doi.org/10.59722/rcvn.v4i1.1148>

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar la pesquería artesanal de recolección del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en Puerto Roma, Ecuador, entre noviembre de 2024 y enero de 2025. Se implementó un monitoreo participativo mediante encuestas estructuradas, libretas de registro diario y observaciones in situ, complementado con la georreferenciación de zonas de pesca y el análisis de variables pesqueras y socioeconómicas. Se encuestó a 259 recolectores (81.70 % de los miembros de las organizaciones “21 de Mayo” y “4 de Octubre”), generándose 11 554 faenas monitoreadas. La captura total fue de 674 910 cangrejos, con mayor aporte de la isla Mondragón (63.85 %). El esfuerzo osciló entre 138 y 174 recolectores activos día⁻¹, con jornadas de tres a ocho horas y una moda de cinco días por semana. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio fue de 16 cangrejos hombre⁻¹ h⁻¹; temporalmente, la CPUE fue similar entre noviembre y diciembre, y las variaciones de enero se asociaron a cambios en el esfuerzo y en los días de trabajo. La actividad se efectuó mediante recolección manual en manglar, con devolución de hembras y ejemplares bajo talla. La comercialización se realizó en el mercado Caraguay (Guayaquil), con precios entre USD 0.38 y 1.00. La relación costo–beneficio fue > 3 y el ingreso neto mensual por recolector fluctuó entre USD 386.53 y 549.14, superior al salario básico, aunque inferior a la canasta básica en Ecuador. Se concluye que, bajo los niveles de esfuerzo registrados, la actividad resultó rentable y generó información útil para la cogestión; sin embargo, se recomienda validar estos resultados interanualmente.

Palabras clave

Captura por unidad de esfuerzo, cogestión, economía pesquera, pesquería de recolección, *Ucides occidentalis*.

Abstract

This study aimed to characterize the artisanal hand-harvesting fishery of the red mangrove crab (*Ucides occidentalis*) in Puerto Roma, Ecuador, between November 2024 and January 2025. A participatory monitoring scheme was implemented using structured surveys, daily logbooks, and in situ observations, complemented by georeferencing of fishing grounds and analysis of fishery and socioeconomic variables. Fishing grounds were concentrated around Josefina and Mondragón islands, with recurrent sites receiving most visits during the monitoring period overall. A total of 259 harvesters were surveyed (81.70% of members of the “21 de Mayo” and “4 de Octubre” associations), yielding 11,554 monitored fishing trips. Total landings reached 674,910 crabs, with the highest contribution from Mondragón Island (63.85%). Fishing effort ranged from 138 to 174 active harvesters’ day⁻¹, with workdays of 3–8 h and a mode of five days per week. Mean catch per unit effort (CPUE) was 16 crabs harvester⁻¹ h⁻¹; temporally, CPUE was similar in November and December, whereas the variation observed in January was associated with changes in effort and the number of working days. Harvesting was conducted manually in mangrove areas, with the release of females and undersized individuals. Marketing occurred at the Caraguay municipal market (Guayaquil), with unit prices ranging from USD 0.38 to 1.00. The benefit–cost ratio was >3, and monthly net income per harvester ranged from USD 386.53 to 549.14, exceeding the national minimum wage in some months but remaining below Ecuador’s basic household consumption basket. Overall, under the recorded effort levels, the activity was economically profitable and produced operational information useful for co-management; however, interannual validation is recommended.

Keywords

Hand-harvesting fishery, catch per unit effort, participatory monitoring, fishery economics, *Ucides occidentalis*.

Introducción

En el Ecuador, el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) y la concha prieta (*Anadara tuberculosa* y *A. similis*) constituyen pilares de la pesca artesanal de recolección (Alemán-Dyer et al., 2020; Viceministerio de Acuicultura y Pesca, 2021). La cadena de valor involucra a 33 883 recolectores según la Federación Nacional de Cooperativas Pesqueras del Ecuador (FENACOPEC), distribuidos principalmente en Guayas y El Oro, con zonas de extracción como Churute, Mondragón, Naranjal, Puerto Bolívar, Hualtaco y Puerto Jelí, entre otras (Alemán-Dyer et al., 2019).

El Plan de Acción Nacional (PAN) para el Manejo y la Conservación del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), aprobado en 2021 (Acuerdo Ministerial Nro. MPCEIP-SRP-2021-0151-A), estima una captura global diaria de al menos 150 620 unidades y un precio medio de USD 0.54 por cangrejo, con variaciones ligadas a los días de venta y tamaño. Este recurso se maneja bajo un marco normativo que incluye vedas de reproducción y muda (febrero y septiembre, respectivamente)



(Acuerdo Ministerial Nro. MPCEIP-SRP-2021-0016-A), talla mínima de 75 mm de ancho de cefalotórax (Acuerdo Ministerial No. 004, 2014) y prohibición del uso de trampas (Acuerdo Ministerial No. 204, 2007) y de la captura de hembras (Acuerdo Ministerial No. 030, 2003, Viceministerio de Acuacultura y Pesca, 2021).

De forma complementaria, el Ministerio de Agua, Ambiente y Transición Ecológica (MAATE) ha fortalecido la conservación mediante acuerdos de uso sostenible y custodia de manglar otorgados a comunidades ancestrales y/o usuarios tradicionales. Entre estos se encuentra el de la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma (Acuerdo Nro. SPN- AUSCEM -2024-007), donde operan 317 recolectores pertenecientes a dos organizaciones locales (21 de Mayo y 4 de Octubre).

En la gestión de pesquerías, incluidas las de recolección, es necesario integrar información pesquera, biológica y socioeconómica para sustentar decisiones de ordenamiento y evaluar resultados. Los componentes biológicos contribuyen a la sostenibilidad poblacional al considerar la diversidad genética y hábitats críticos, mientras que los socioeconómicos permiten evaluar el bienestar de las comunidades, sus ingresos y el empleo; en conjunto, estos elementos sustentan una gestión pesquera eficaz (Bennett et al., 2021). No obstante, pese a la relevancia ecológica y socioeconómica del cangrejo rojo y a la existencia de medidas de ordenamiento, persisten vacíos de información local para comunidades como Puerto Roma; por ello, la toma de decisiones suele apoyarse en datos dispersos, no recientes o poco trazables a la realidad operativa de la concesión, lo que limita el manejo y la vigilancia en el contexto específico de cada comunidad.

En el Golfo de Guayaquil, se han reportado antecedentes que contextualizan esta pesquería. En 2018, la talla media de captura fue 78.40 ± 6.90 mm (machos) y 72.15 ± 5.25 mm (hembras), con relación macho: hembra de 1.3:1.0 y una CPUE anual de 13 ± 5 cangrejos hombre⁻¹ hora⁻¹ (Alemán-Dyer et al., 2019). El periodo reproductivo se concentra en la estación lluviosa; el desove oscila entre 12 847 y 385 792 huevos por hembra y la madurez sexual media se alcanza en 63.50 mm para machos y 57.80 mm para hembras (Zambrano y Meiners, 2018). Para organizaciones pesqueras del Golfo de Guayaquil (2014 -2020), se reportaron esfuerzos y CPUE variables entre zonas, con tiempos efectivos de faena de 3 a 5 horas⁻¹ día⁻¹ (García, 2023). Asimismo, el PAN describe la cadena de valor



y su importancia económica con un valor anual aproximado de USD 16'266 990,00 (Viceministerio de Acuicultura y Pesca, 2021).

El objetivo de este estudio fue caracterizar la pesquería artesanal de recolección del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en Puerto Roma entre noviembre de 2024 y enero de 2025. Para ello se aplicó un monitoreo participativo y se estimaron el esfuerzo, la CPUE (cangrejos hombre⁻¹ hora⁻¹) y la distribución espacial de la actividad, además de evaluar indicadores económicos básicos a nivel de recolector.

Materiales y métodos

Área de estudio

Puerto Roma es una comunidad pesquera ubicada en el Golfo de Guayaquil, con una población aproximada de 1 800 habitantes, cuya principal actividad productiva es la recolección del cangrejo rojo. En esta localidad, la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo cuenta con una concesión de manglar vigente desde 2018 mediante Acuerdo Nro. SPN- AUSCEM-2024-007, localizada en las islas Josefina y Mondragón con una superficie de 2 483.01 ha (figura 1), y en la cual participan 317 recolectores que pertenecen a las organizaciones pesqueras 21 de Mayo y 4 de octubre.

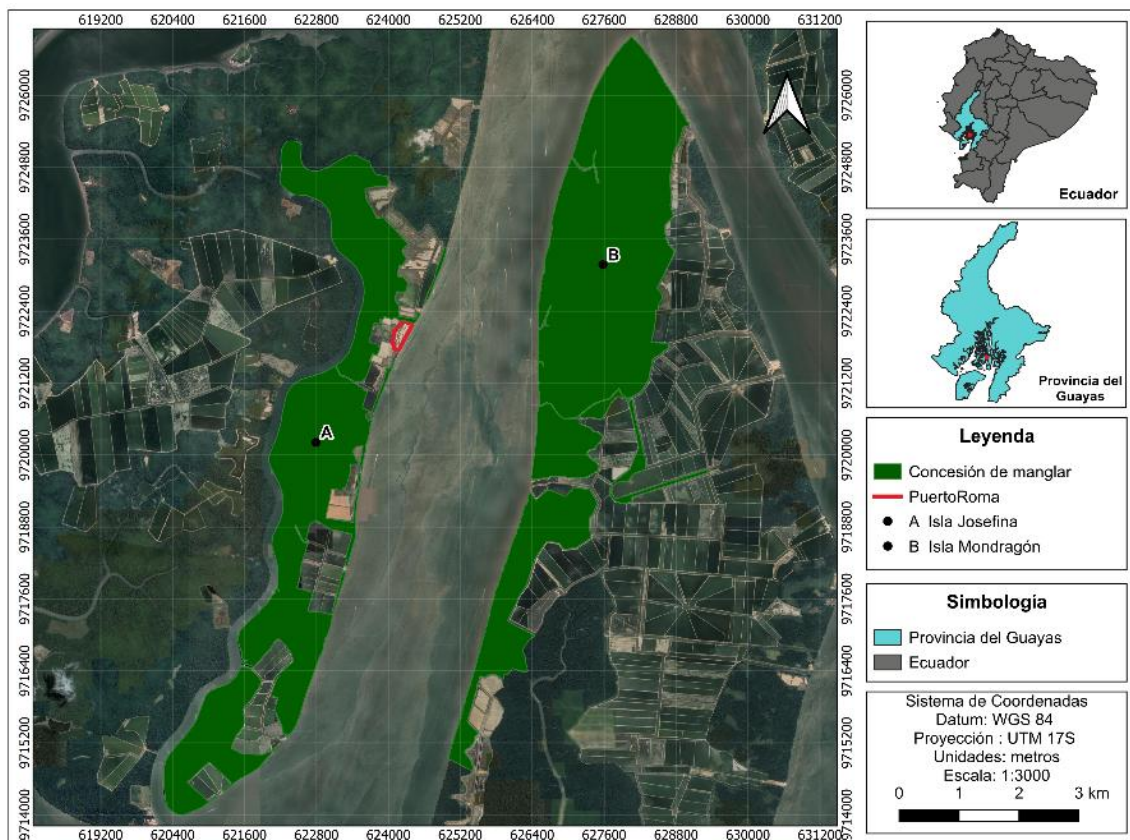


Figura 1. Concesión de manglar de la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma-Ecuador

Obtención de datos

Se implementó un monitoreo participativo basado en tres fuentes de información: I) encuestas estructuradas aplicadas a los recolectores al inicio del estudio para caracterizar variables personales (edad, sexo y nivel de educación) y aspectos generales de la actividad; II) libretas de registro diario, llenadas por los participantes y recolectadas quincenalmente, para documentar por faena la zona de pesca, captura, duración (h), número de días trabajados y variables de comercialización (gastos, lugar de venta y precio); y III) observaciones in situ para identificar zonas de pesca y el manejo del recurso. Adicionalmente, se registraron características de las embarcaciones y se georreferenciaron las zonas de pesca con un GPS Garmin (modelo 72H). Para representar cartográficamente las áreas de extracción se incluyeron únicamente las zonas con ≥ 40 visitas mensuales; las restantes se agruparon como zonas de baja frecuencia.

Análisis de datos

El esfuerzo se definió mediante (I) recolectores activos día⁻¹ y (II) horas efectivas por faena, estimados por semana y mes. La CPUE se calculó como cangrejos hombre-1 hora-1, siguiendo el Protocolo de Monitoreo participativo establecido para el Golfo de Guayaquil (Cedeño y Bravo, 2012).

El desempeño económico se evaluó por faena, semana y mes. Para el cálculo de ingresos, todos los registros se estandarizaron a número de individuos (cangrejos). Cuando la venta fue registrada por presentación comercial, se aplicaron equivalencias locales para convertir a unidad: plancha grande = 64 individuos, plancha chica = 54 individuos y atado = 12–16 individuos (según el tamaño comercial reportado). El costo operativo diario incluyó el pago al motorista/lancha (USD 5,00 por plancha o equivalente prorrateado por unidad), alimentación, mantenimiento de implementos y otros gastos reportados. Con ello se estimó la relación costo–beneficio y el ingreso (o renta) neto (Seijo, Defeo y Salas, 1997; Outeiro, Villasante y Sumaila, 2018). No se incluyeron costos de depreciación ni costos financieros, debido a que la embarcación corresponde a un servicio tercerizado (pago al motorista). Se verificó consistencia de precios y cantidades; los registros fuera del rango operativo o incompletos se validaron y, cuando fue necesario, se reportaron de forma descriptiva.

Para evaluar diferencias en la CPUE entre semanas y meses, se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro–Wilk (Shapiro y Wilk, 1965). Al no cumplirse este supuesto, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis (Kruskal y Wallis, 1952) con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Cuando el contraste global fue significativo, se realizaron comparaciones múltiples mediante la prueba de Dunn con ajuste de Bonferroni. Las distribuciones se representaron mediante diagramas de caja (mediana, rango intercuartílico –IQR– y bigotes de $1.5 \times \text{IQR}$). El análisis estadístico se realizó en el entorno Python utilizando las bibliotecas NumPy, pandas, SciPy y Matplotlib para el procesamiento y visualización de los datos.

Resultados

Las encuestas estructuradas aplicadas al inicio del estudio registraron que los 259 recolectores participantes fueron hombres (100 %). La edad osciló entre 19 y 71 años; el 63.32 % correspondió a

adultos (30–64 años), el 35.90 % a adultos jóvenes (18–29 años) y el 0.77 % a adultos mayores (≥ 65 años). En cuanto al nivel académico, el 63.00 % reportó haber concluido la educación general básica, el 30.00 % el bachillerato general unificado y el 5.00 % indicó no haber recibido formación académica.

A partir de las libretas de registro diario y las observaciones in situ, se recopilaban 11 554 registros de faena, con una cobertura equivalente al 81.70 % de los recolectores de Puerto Roma. La jornada de extracción inició alrededor de las 06H00. El desplazamiento hacia las zonas de pesca se realizó en 27 botes de fibra de vidrio (eslora 6.00–13.00 m; manga 0.80–1.30 m; puntal 0.45–0.60 m), con hasta 12 recolectores por embarcación.

En el área de extracción, los recolectores identificaron madrigueras activas y determinaron el sexo mediante el rastro (fino y numeroso en hembras; grueso y definido en machos). La extracción fue principalmente manual y, cuando el individuo no fue accesible, se utilizó una varilla en forma de gancho (“J”, ~1 m). Las hembras y los individuos por debajo de la talla mínima (75 mm de ancho del cefalotórax) fueron devueltos al manglar. La captura se agrupó en atados (12–16 individuos) y planchas (plancha grande: 64 individuos; plancha chica: 54 individuos); adicionalmente, los machos con ancho del cefalotórax > 95 mm se registraron como categoría comercial “especial”. Posteriormente, los organismos se lavaron para retirar el exceso de lodo y se efectuó el retorno a Puerto Roma. La comercialización se realizó principalmente en el mercado municipal “Caraguay” (Guayaquil), actividad a cargo de los motoristas, quienes vendieron la pesca y entregaron a los recolectores el valor obtenido, aplicando un descuento fijo por plancha y los gastos operativos reportados.

Zonas de Pesca

Se registraron 68 zonas de pesca, de las cuales 38 se ubican en la isla Josefina y 30 en Mondragón. Considerando las zonas mayormente visitadas (≥ 40 visitas), en la isla Josefina son frecuentes: Chupador Chico (2), Las Casitas (35), La Yanina (32), Zanja Roma (33), La Culebra (22), El Murito (8), Estero el Muerto (15), Estero la Roma (14); mientras que en Mondragón fueron: Zanja Grande (61), El Bocón (39), Estero Navidad (49), Estero el Playudo (42), Melitón Grande (66), Los Ñatos (63), Maidana (64) y La Pampa (54). Únicamente, La Culebra (22) se ubicó en el canal interno de la isla Josefina (figura 2).

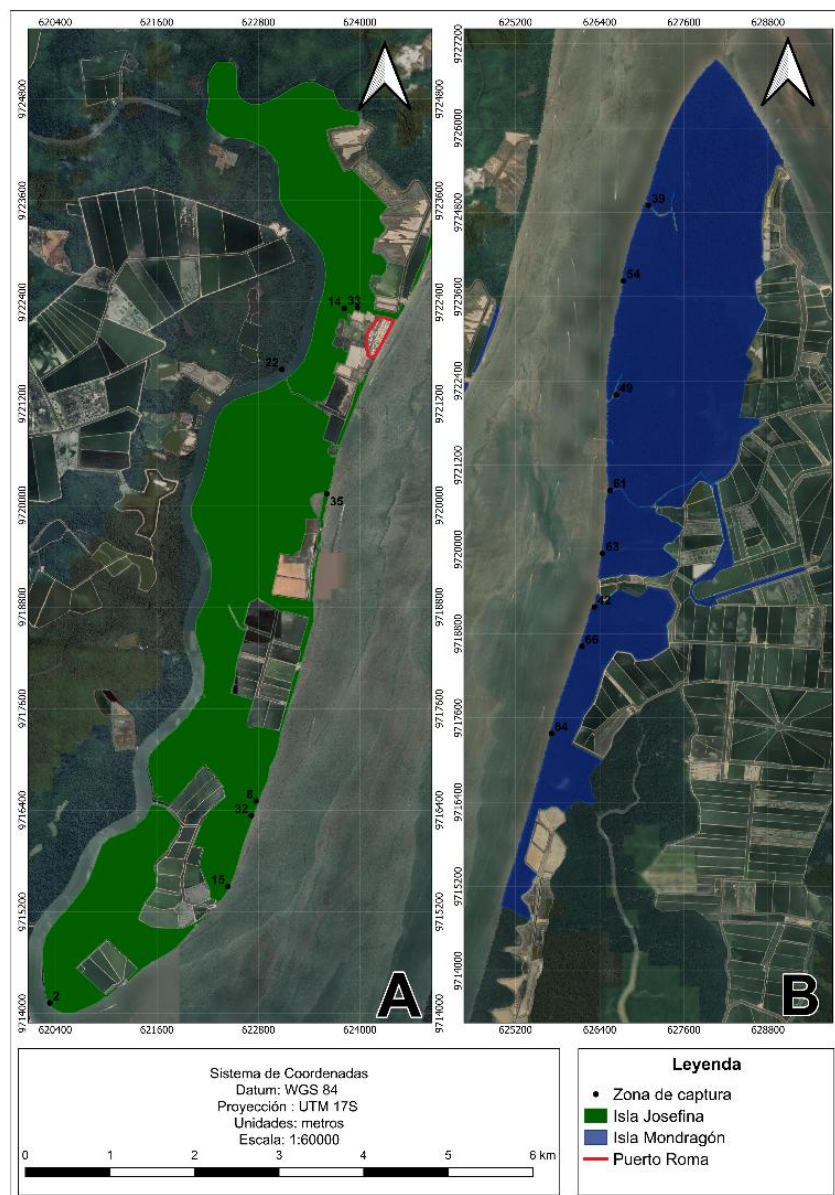


Figura 2. Zonas de captura mayormente visitadas en A: Isla Josefina y B: Isla Mondragón en la Concesión de manglar de los cangrejeros de Puerto Roma-Ecuador (noviembre-diciembre 2024 y enero 2025)

A escala mensual, las zonas con mayor frecuencia de visitas en noviembre fueron Zanja Grande (12.73 %), El Bocón (9.12 %) y Estero la Navidad (8.14 %); en diciembre, Zanja Grande (13.32 %), El Bocón (9.31 %), y Chupador Chico (8.37 %); y en enero de 2025, Zanja Grande (13.75 %), Chupador Chico (6.91 %) y Melitón Grande (6.70 %). Algunas áreas mantuvieron una tendencia de visitas similar durante todo el periodo de muestreo, como La Culebra, Maidana y Melitón Grande (figura

3).

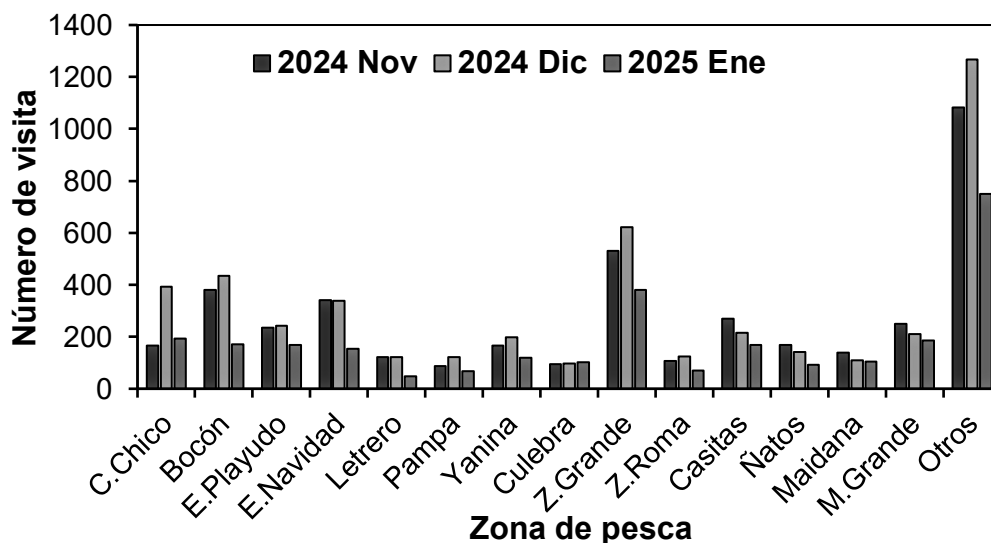


Figura 3. Visitas mensuales a las principales zonas de pesca en la Concesión de manglar de los cangrejeros de Puerto Roma-Ecuador (noviembre-diciembre 2024 y enero 2025. “Otros” agrupa las zonas con < 40 visitas mensuales

Capturas

La captura total durante el periodo de muestreo fue de 674 900 cangrejos; el 63.85 % provino de la isla Mondragón, con valores similares en noviembre y diciembre de 2024 y un descenso en enero de 2025. En la isla Josefina, se observaron valores similares en noviembre y diciembre de 2024, seguidos de un descenso en enero de 2025 (figura 4a). Las capturas mensuales y semanales fueron similares en noviembre y diciembre de 2024, con promedios de 59 488 y 65 236 cangrejos, respectivamente. En enero de 2025 se observaron fluctuaciones, con valores entre 28 304 y 55 343 cangrejos en la primera y tercera semana, con una caída del 54.26 % entre la cuarta semana de diciembre y la primera semana de enero de 2025 (figura 4b).

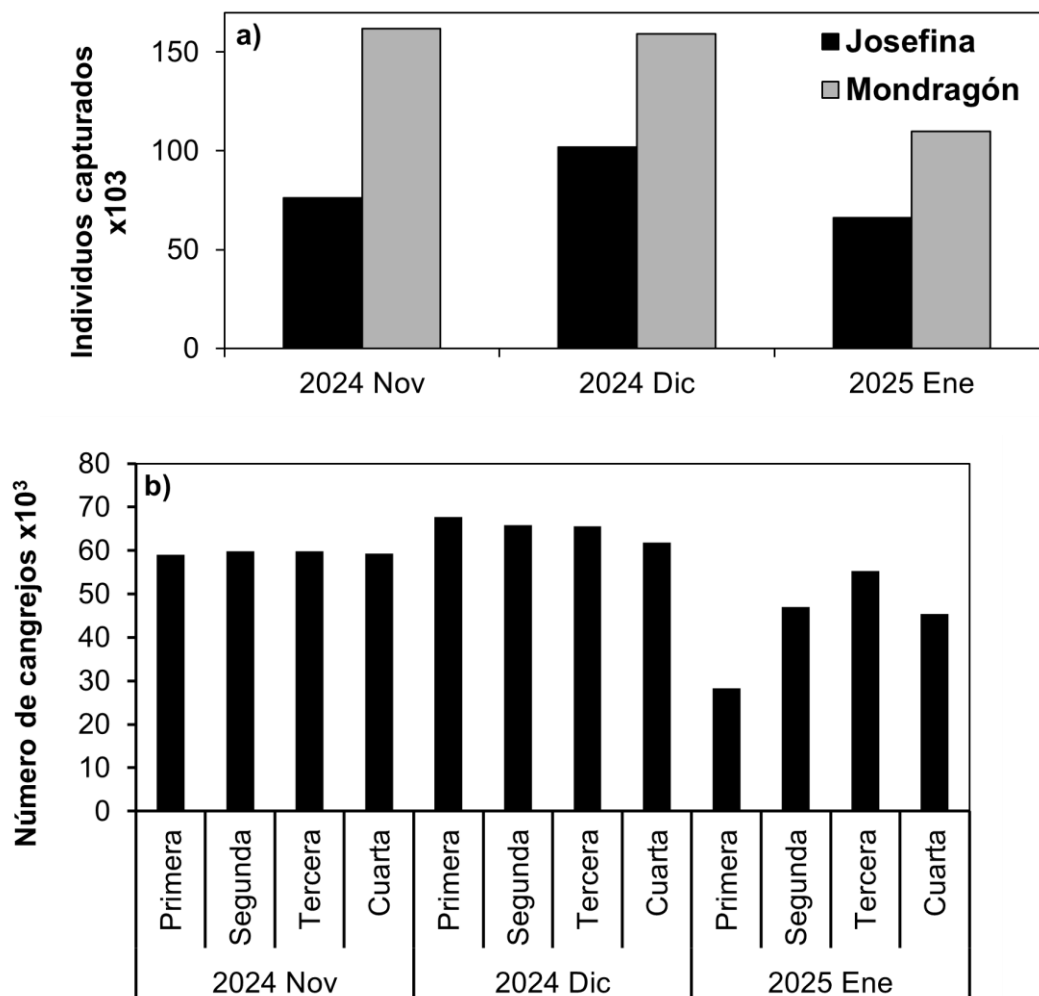


Figura 4. Captura de cangrejos: a) total mensual por islas y b) semanal en la Concesión de manglar de los cangrejeros de Puerto Roma-Ecuador (noviembre-diciembre 2024 y enero 2025)

La mayor cantidad de cangrejos, por zona de pesca (capturas mensuales), se registró en noviembre en Zanja Grande (33 200), El Bocón (24 361) y Estero La Navidad (19 947); en diciembre, en Zanja Grande (36 551), El Bocón (26 193) y Chupador Chico (23 193). En enero de 2025, Zanja Grande se mantuvo como la zona de mayor extracción, seguida de El Bocón y Estero El Playudo, con 25 631, 13 059 y 12 050, respectivamente (figura 5).

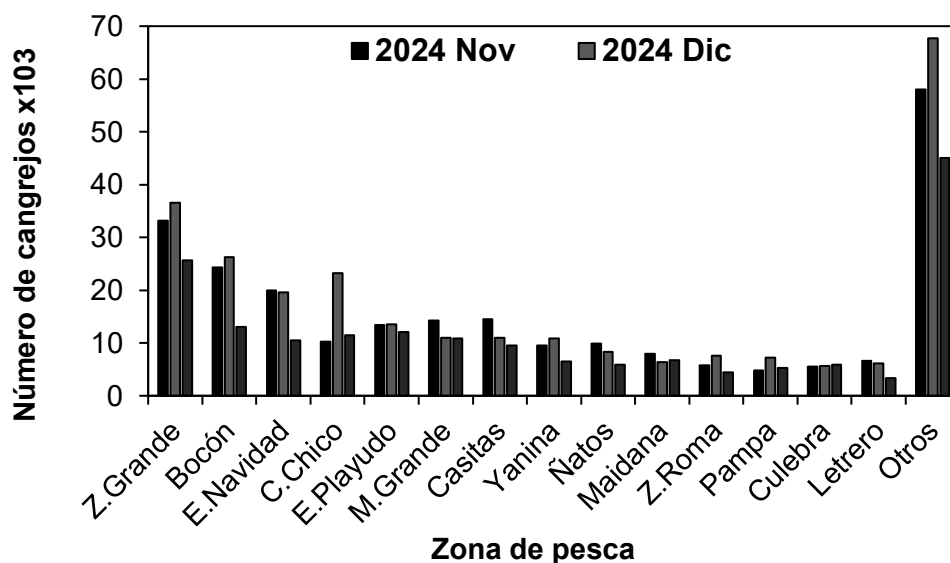


Figura 5. Capturas de cangrejos en las principales zonas de pesca en la Concesión de manglar de los cangrejeros de Puerto Roma-Ecuador (noviembre-diciembre 2024 y enero 2025). “Otros” corresponde a la captura total registrada en zonas de pesca con < 40 visitas mensuales

Esfuerzo y CPUE

Las jornadas diarias de extracción variaron entre tres y ocho horas, con una moda de tres horas. Este tiempo de faena concentró la mayor frecuencia de registros en noviembre ($n = 187$) y diciembre ($n = 211$), seguido por jornadas de cuatro horas. En contraste, las jornadas de siete y ocho horas fueron poco frecuentes y se registraron únicamente en uno o dos recolectores. Respecto a los días trabajados, la moda fue de 5 días por semana. A nivel mensual, los recolectores acumularon entre 20 y 23 días laborados, mientras que a escala semanal se registró variación entre tres y seis días, con valores mínimos en la primera semana de enero y máximos en la segunda semana de noviembre y diciembre.

El esfuerzo pesquero fue de 174, 138 y 143 cangrejeros activos día^{-1} en noviembre y diciembre de 2024 y enero de 2025, respectivamente. A escala mensual, la mediana de la CPUE se ubicó alrededor de 16 cangrejos $\text{hombre}^{-1} \text{h}^{-1}$, con valores entre 15.10 (diciembre de 2024) y 16.20 (enero de 2025) cangrejos $\text{hombre}^{-1} \text{h}^{-1}$ (figura 6a). Para contrastar la CPUE entre meses, se aplicó la prueba de Kruskal–Wallis, la cual evidenció diferencias significativas ($p < 0.05$). Posteriormente, las comparaciones múltiples mediante la prueba de Dunn con ajuste de Bonferroni indicaron que noviembre y diciembre de 2024 no difirieron ($p = 0.2766$), mientras que enero de 2025 difirió

respecto de noviembre ($p = 0.0324$) y de diciembre ($p = 0.0015$). A escala semanal, la CPUE presentó variaciones leves, con medianas cercanas a 15–17 cangrejos hombre⁻¹ h⁻¹ y solapamiento del rango intercuartílico entre semanas (Figura 6b).

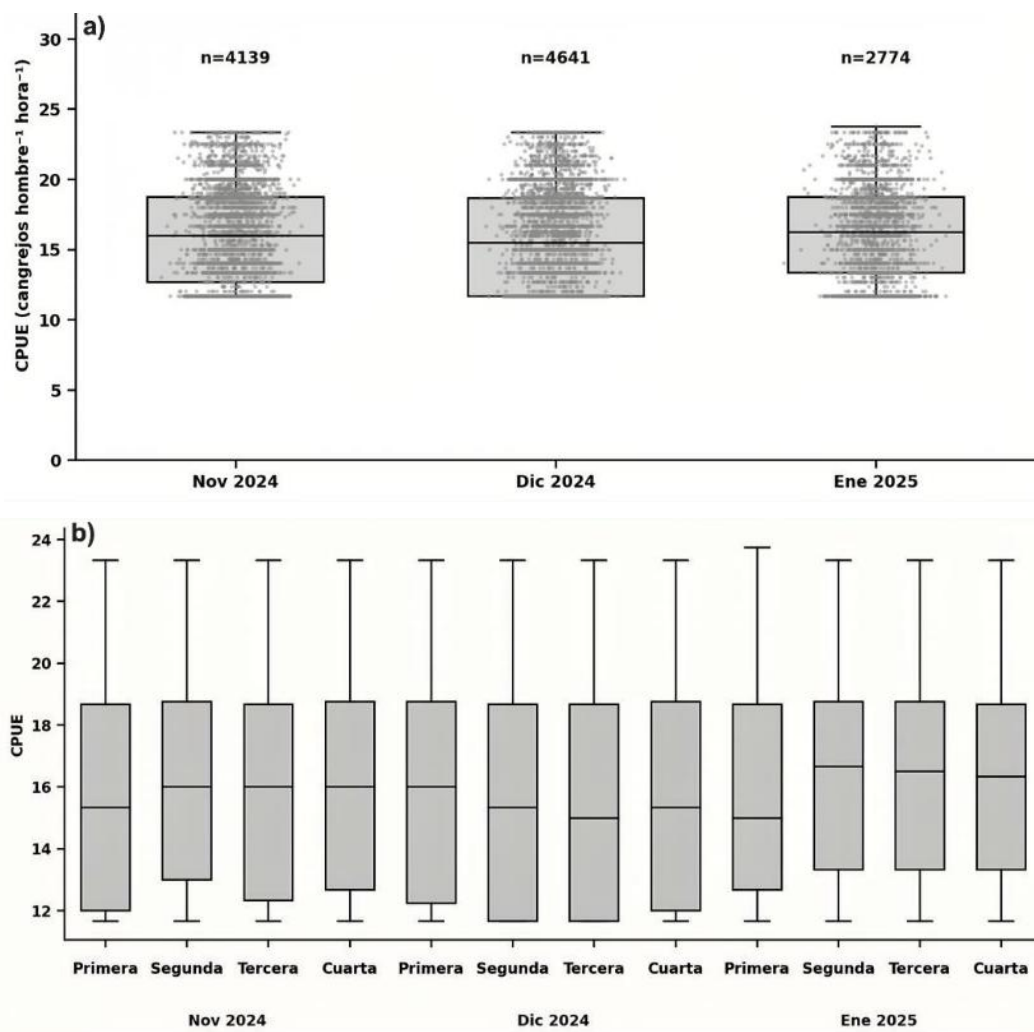


Figura 6. Variación de la CPUE a) mensual y b) semanal en la Concesión de manglar de los cangrejeros de Puerto Roma-Ecuador (noviembre-diciembre 2024 y enero 2025). En los diagramas de caja, la línea central representa la mediana, la caja el rango intercuartílico (Q1–Q3) y los bigotes $1.5 \times \text{IQR}$

Comercialización e indicadores económicos

La comercialización del cangrejo capturado fue realizada por el motorista en el mercado municipal “Caraguay” (Guayaquil). Los principales gastos diarios reportados fueron: pago al motorista (USD

5.00 por plancha), equivalente al 14.30-17.10 % de la venta total mensual; mantenimiento de implementos de pesca como guantes de lana, piola (cuerda) y repelente de insectos (USD 0.80-3.40), que representó el 3.60-4.10 % y alimentación (USD 2.00-2.50), correspondiente al 6.60-7.60 % del total de ventas.

En relación con las unidades de venta, los valores se registraron por plancha grande (64 cangrejos), plancha chica (54 cangrejos) y atados (12 a 16 unidades). El precio unitario osciló entre USD 0.38 y 1.00, con un promedio de USD 0.57; la mayor proporción de venta se concentró entre USD 0.38 y 0.63. En noviembre predominó el rango USD 0.51-0.63; mientras que en diciembre predominó el rango USD 0.77-1.00 (tabla 1).

Tabla 1. Cantidad de cangrejos por rango de precios en la Concesión de manglar de los cangrejeros de Puerto Roma-Ecuador (noviembre-diciembre 2024 y enero 2025)

Meses	Rangos de precio unitarios (USD/cangrejo)			
	0.38-0.50	0.51-0.63	0.64-0.76	0.77-1.00
Nov 2024	0	220 706	13 543	3 628
Dic 2024	136 440	1 185	32 485	90 835
Ene 2025	127 806	47 561	203	508

La relación costo-beneficio, determinó una rentabilidad mensual promedio > 3, mientras que el ingreso neto mensual fluctuó entre USD 386.53 (enero 2025) y 549.14 (noviembre 2024). A escala semanal, esta variable se mantuvo estable hasta la tercera semana de diciembre de 2024, se incrementó en la cuarta semana (USD 165.87), y disminuyó 61.70 % en la primera semana de enero de 2025 (USD 102.61) (figura 7).

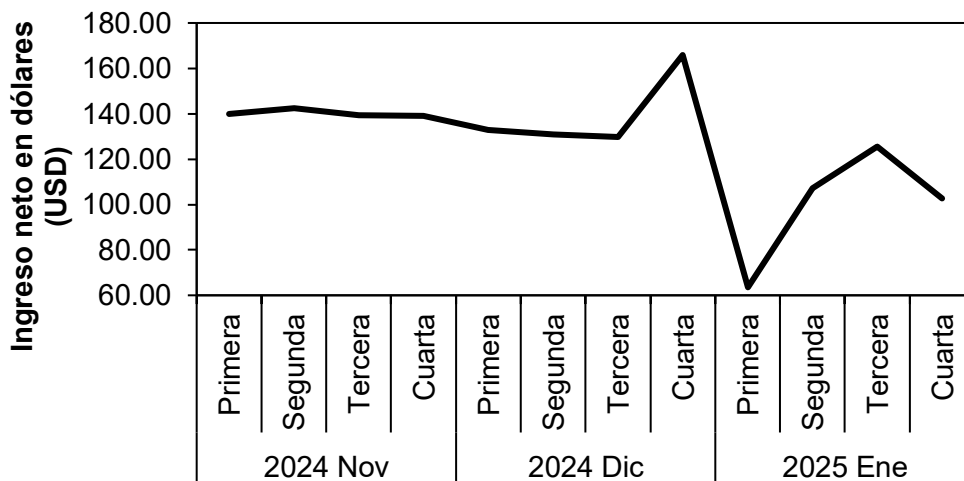


Figura 7. Ingreso neto por semana de los cangrejeros de la Concesión de manglar de Puerto Roma-Ecuador (noviembre-diciembre 2024 y enero 2025)

Discusión

Los cangrejeros de Puerto Roma conforman grupos familiares multigeneracionales en los que la actividad pesquera se desarrolla de manera conjunta, existiendo apoyo colectivo en la economía doméstica. Este patrón de organización social es característico de zonas rurales, donde los vínculos de parentesco influyen en la distribución de responsabilidades y recursos (Mujica, 2014; Arriagada, 2007).

La operación de pesca registrada en Puerto Roma es comparable a la implementada en otras áreas del Golfo de Guayaquil, como la Reserva Manglares Churute (Alemán-Dyer et al., 2019), debido a que se trata de la misma especie y de un ecosistema de manglar compartido. En este contexto, el monitoreo participativo constituye una herramienta adecuada para generar información operativa (esfuerzo, zonas y productividad) directamente con los usuarios, lo cual fortalece procesos de gestión local y cogestión.

Durante el periodo noviembre 2024–enero 2025 se registró una captura total de 674 900 cangrejos, cifra inferior a la reportada por Cedeño et al. (2012) para noviembre 2011– enero 2012 (722 124 individuos). Esta diferencia puede estar asociada a la escala del monitoreo (número de organizaciones incluidas), al ámbito espacial y al esfuerzo total considerado. De forma similar, Zambrano (2014), reportó capturas menores para cooperativas específicas de Mondragón y Buena



Vista (59 424 y 25 161 cangrejos, respectivamente) durante noviembre y diciembre 2012, evidenciando que la magnitud de la captura depende del alcance espacial y del número de recolectores monitoreados.

La CPUE promedio fue de 16 cangrejos hombre⁻¹ h⁻¹, valor similar al reportado por Zambrano (2014) en la Reserva Ecológica Manglares Churute, Mondragón, Naranjal y Puná (17 cangrejos hombre⁻¹ h⁻¹; febrero 2011 a enero 2012) y menor al reportado para el Golfo de Guayaquil durante enero–diciembre 2019 (26 cangrejos hombre⁻¹ h⁻¹) por Alemán-Dyer et al., 2019). Estas diferencias pueden relacionarse con variaciones en el área y diseño de muestreo, el esfuerzo efectivo, la estacionalidad y la capturabilidad. En este sentido, la CPUE es un índice ampliamente usado, pero su relación con la abundancia puede verse afectada por cambios en la eficiencia de pesca, selección espacial de zonas, comportamiento del recurso y condiciones ambientales; por ello, su interpretación debe acompañarse del análisis del esfuerzo y del contexto operativo (Hilborn y Walters, 1992; Seijo et al., 1997; Harley et al., 2001; Maunder y Punt, 2004; Maunder et al., 2006).

En el periodo evaluado se observó una disminución de la captura y del esfuerzo durante la primera semana de enero 2025, coincidiendo con la reducción de días trabajados y del número de recolectores activos. Este patrón es consistente con una disminución temporal de la actividad posterior a la temporada festiva (primera semana de enero 2025) y con decisiones locales de control del esfuerzo, como la autoveda comunitaria reportada para mediados de enero (10 al 13, segunda semana de enero 2025); sin embargo, estas variaciones deben interpretarse como cambios descriptivos coherentes con el comportamiento del esfuerzo.

En relación con la valoración económica del recurso cangrejo rojo, el valor promedio semanal de una plancha fue de USD 54.50, inferior a lo reportado por la Alcaldía de Guayaquil para 2023 (USD 60.00), (Alcaldía de Guayaquil, 2023) y cercano a los valores observados en las últimas semanas de diciembre 2024 (USD 50.00). Estas variaciones pueden responder a la categoría del producto (normal/especial), la oferta y demanda asociada a festividades, y la dinámica de comercialización. Adicionalmente, el precio histórico documentado por Flores (2012), (USD 0.10–0.25 por unidad) es menor al registrado actualmente en Puerto Roma (USD 0.38–1.00), lo que sugiere cambios temporales en la cadena de valor y en el mercado, en un contexto donde la inflación mensual también puede influir en los precios (INEC, 2024).



En cuanto a la relación costo beneficio (RCB), los valores obtenidos fueron > 3 , lo que indica rentabilidad bajo el esquema de costos empleado. Este resultado debe interpretarse considerando la estructura operativa local, donde no se incorporan costos de mantenimiento de embarcación ni combustible debido a que el transporte corresponde a un servicio tercerizado (pago al motorista). En otras pesquerías artesanales, los costos suelen concentrarse en combustible, hielo, alimentación y mantenimiento de embarcación y artes de pesca, lo cual condiciona la rentabilidad y dificulta comparaciones directas si la estructura de costos difiere (Turay y Verstralen, 1997; Murillas-Maza, 2023).

En términos monetarios, el ingreso neto mensual fue de USD 549.14, 536.86 y 386.53 para noviembre, diciembre 2024 y enero 2025, respectivamente. Si bien estos valores pueden superar el salario básico en ciertos meses, se mantienen por debajo de la canasta básica familiar y vital durante el periodo de estudio (valores promedios de USD 800.36 y 556.93) (INEC, 2024; 2025), lo que evidencia que una pesquería rentable no necesariamente garantiza seguridad económica, evidenciando la necesidad de que se desarrollen pesquerías artesanales que integren productividad, control del esfuerzo y bienestar social para fortalecer medios de vida y reducir vulnerabilidad (Weeratunge et al., 2014; FAO, 2015).

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en relación con la pesquería de cangrejo rojo realizada en Puerto Roma, se concluye que:

- La pesquería se realiza mediante recolección manual en manglar con apoyo de embarcaciones de fibra de vidrio, con faenas de 3 a 8 horas y comercialización a través del traslado diario al mercado municipal “Caraguay” (Guayaquil). La actividad se distribuye principalmente en las islas Josefina y Mondragón, con zonas de pesca recurrentes que concentran la mayor frecuencia de visitas.
- La captura total del periodo fue de 674 900 cangrejos, con mayor aporte de la isla Mondragón (63.85 %). El esfuerzo osciló entre 138 y 174 recolectores activos día^{-1} , y la CPUE promedio fue de 16 cangrejos $\text{hombre}^{-1} \text{h}^{-1}$, con un comportamiento relativamente estable

en 2024 y variaciones observadas en enero coherentes con cambios en el esfuerzo y días de trabajo.

- El precio unitario osciló entre USD 0.38 y 1.00 (promedio USD 0.57). La pesquería presentó una relación costo–beneficio > 3 , y un ingreso neto mensual entre USD 386.53 y 549.14 por recolector: valores que pueden superar el salario básico en ciertos meses, aunque se mantienen por debajo de la canasta básica familiar en el periodo evaluado.
- El esquema de monitoreo participativo permitió generar información operativa y económica útil (esfuerzo, CPUE, zonas y rentabilidad) para sustentar acciones de seguimiento y gestión local del recurso en la concesión.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a los miembros de las organizaciones de cangrejeros 21 de Mayo y 4 de Octubre de Puerto Roma por el apoyo brindado durante el monitoreo participativo, reflejado en el registro y validación de información, así como en el intercambio de conocimientos tradicionales. Asimismo, agradecemos a la comunidad de Puerto Roma por facilitar un entorno de trabajo colaborativo y por su compromiso con la conservación y el uso sostenible del ecosistema de manglar en su concesión.

Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Guayaquil. (2023, agosto 7). El Día del Cangrejero Ecuatoriano también se celebra en el Mercado Caraguay. *Alcaldía de Guayaquil*. <https://guayaquil.gob.ec/dia-cangrejero-ecuadoriano-tambien-celebra-mercado-caraguay/>
- Alemán-Dyer, C., Peña, M., y Icaza, M. (2020). *Pesquería del cangrejo rojo (Ucides occidentalis): Aspectos biológicos y pesqueros durante 2019* [Reporte técnico]. Instituto Nacional de Pesca. <https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/15.-Informe-anual-de-cangrejo-2019-y-oficio-para-solicitud-de-publicacion-en-web.pdf>
- Alemán-Dyer, C., Peña, X., Icaza, M., y Gaibor, N. (2019). Aspectos biológicos y pesqueros del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil. En N. Molina-Moreira y F. Galvis (Comps.), *Primer Congreso de Manglares de América*. Universidad Espíritu Santo; Instituto Nacional de Pesca.
- Arriagada, I. (2007). Familias latinoamericanas: Cambiantes, diversas y desiguales. *Papeles de Población*, 13(53), 9–22.
- Bennett, N. J., Schuhbauer, A., Skerrett, D., & Ebrahim, N. (2021). Socio-economic monitoring and evaluation in fisheries. *Fisheries Research*, 239, 105934. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105934>



- Cedeño, I., y Bravo, M. (2012). *Protocolo de muestreo participativo: Capturas comerciales del cangrejo rojo de manglar (Ucides occidentalis) en el Golfo de Guayaquil* (Boletín Especial, Año 03, No. 1). Instituto Nacional de Pesca. https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/INP_BE_A3_N1.pdf
- Cedeño, I., Bravo, M., Solano, F., Peña, M., y Zambrano, R. (2012). *Abundancia relativa y estructura de tallas de cangrejo rojo de manglar (Ucides occidentalis) en el Golfo de Guayaquil, febrero 2011–enero 2012* (Boletín Especial, Año 03, No. 2). Instituto Nacional de Pesca. https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/INP_BE_A3_N2.pdf
- Flores, J. (2012). *Cadena de valor del cangrejo rojo en el Golfo de Guayaquil* (74 pp.) [Informe]. USAID, Programa Costas y Bosques Sostenibles.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO. (2015). *Voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries in the context of food security and poverty eradication*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/items/6090777d-ded2-4c7c-9f00-a032fdc2690f>
- García, F. (2023). *Variación espacio-temporal de indicadores pesqueros para el cangrejo rojo (Ucides occidentalis) en el Golfo de Guayaquil, Ecuador* [Trabajo de titulación, Universidad de Guayaquil].
- Harley, S. J., Myers, R. A., & Dunn, A. (2001). Is catch-per-unit-effort proportional to abundance? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(9), 1760–1772. <https://doi.org/10.1139/f01-112>
- Hilborn, R., & Walters, C. J. (1992). *Quantitative fisheries stock assessment: Choice, dynamics and uncertainty*. Chapman & Hall.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024, diciembre). *Boletín técnico No. 12-2024-IPC: Índice de precios al consumidor* [PDF]. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2024/Diciembre/Boletin_tecnico_12-2024-IPC.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2025, enero). *Boletín técnico No. 01-2025-IPC: Índice de precios al consumidor* [PDF]. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2025/Enero/Boletin_tecnico_01-2025-IPC.pdf
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583–621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>
- Maunder, M. N., & Punt, A. E. (2004). Standardizing catch and effort data: A review of recent approaches. *Fisheries Research*, 70(2–3), 141–159. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.08.002>
- Maunder, M. N., Sibert, J. R., Fonteneau, A., Hampton, J., Kleiber, P., & Harley, S. J. (2006). Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities. *ICES Journal of Marine Science*, 63(8), 1373–1385. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.05.008>
- Mujica, J. (2014). *Familias rurales en el Perú: transformaciones y continuidades*. Instituto de Estudios Peruanos.
- Murillas-Maza, A., Mugerza, E., Bachiller, E., Errazkin, L. A., & Louzao, M. (2023). Participatory-based bio-economic activity mapping of small-scale fisheries: Towards holistic management in the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 80(5), 1202–1217. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad075>
- Outeiro, L., Villasante, S., & Sumaila, U. R. (2018). Estimating fishers' net income in small-scale fisheries: Minimum wage or average wage? *Ocean & Coastal Management*, 165, 307–318. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.09.002>



- Seijo, J. C., Defeo, O., y Salas, S. (1997). *Bioeconomía pesquera: Teoría, modelación y manejo*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/item/f8e01205-5b55-4642-a6dd-b0a37541c3ad>
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3–4), 591–611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Turay, F., & Verstralen, K. (1997). *Costs and earnings in artisanal fisheries: Methodology and lessons learned from case studies*. FAO. <https://www.fao.org/4/an221e/an221e.pdf>
- Viceministerio de Acuacultura y Pesca de Ecuador. (2021). *Plan de Acción Nacional para el Manejo y la Conservación del Cangrejo Rojo (Ucides occidentalis)*. Proyecto Iniciativa Pesquerías Costeras. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; Conservación Internacional Ecuador. Manta, Ecuador.
- Weeratunge, N., Béné, C., Siriwardane, R., Allison, E. H., & Badjeck, M.-C. (2014). Small-scale fisheries through the wellbeing lens. *Fish and Fisheries*, 15(2), 255–279. <https://doi.org/10.1111/faf.12016>
- Zambrano, R. (2014). Capturas comerciales del cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) durante el 2012, en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Boletín Especial*, 5(1), 1–11. Instituto Nacional de Pesca.
- Zambrano, R., y Meiners, C. (2018). Notas sobre taxonomía, biología y pesquería de *Ucides occidentalis* (Brachyura: Ocypodidae) con énfasis en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista Peruana de Biología*, 25(1), 55–66. <https://doi.org/10.15381/rpb.v25i1.13821>



Caracterización morfométrica y biométrica de *Leukoma grata* comercializada en el Mercado de Mariscos de Ciudad de Panamá Morphometric and Biometric Characterization of *Leukoma grata* Commercialized at the Panama City Seafood Market

Vivian Quirós

<https://orcid.org/0009-0009-9526-0852>

Ana Barrios

<https://orcid.org/0009-0002-1930-1949>

Autor correspondiente: vquiros21@gmail.com

Universidad de Panamá, Departamento de Biología Marina y Limnología, Facultad de Ciencias Naturales,
Exactas y Tecnología

Enviado: 9 de mayo de 2026. **Aceptado:** 20 de julio de 2026

<https://doi.org/10.59722/rcvn.v4i1.1213>

Resumen

Leukoma grata es un bivalvo de importancia ecológica y comercial en el Pacífico panameño; sin embargo, la información biométrica disponible para esta especie es limitada. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la variabilidad morfométrica y biométrica de ejemplares comercializados en el Mercado de Mariscos de Ciudad de Panamá, recolectados en septiembre de 2025. Se analizaron 178 individuos, registrándose longitud, ancho, altura, peso húmedo calcificado, peso de la concha y peso de los tejidos blandos. Se calcularon estadísticos descriptivos, la relación longitud-peso mediante el modelo potencial ($W = aL^b$) y el índice de condición. La significancia del coeficiente de alometría se evaluó mediante una prueba t. La longitud promedio fue de 3.10 ± 0.41 cm, mientras que el peso húmedo calcificado promedio fue de 8.74 ± 3.34 g. La relación longitud-peso presentó un buen ajuste ($R^2 = 0.816$) y un coeficiente alométrico de $b = 2.63$, significativamente inferior al valor teórico de 3 ($p < 0.05$), indicando un patrón de crecimiento alométrico negativo. El índice de condición promedio fue de 29.74 ± 4.09 %. Los resultados constituyen una caracterización biométrica de un lote comercial de *Leukoma grata* y proporcionan información de referencia para futuras investigaciones sobre la especie en Panamá.

Palabras clave

Almeja, alometría negativa, índice de condición, morfometría, pesquería artesanal.

Abstract

Leukoma grata is a bivalve of ecological and commercial importance along the Pacific coast of Panama; however, biometric information for this species remains limited. This study

aimed to characterize the morphometric and biometric variability of specimens commercialized at the Panama City Seafood Market and collected in September 2025. A total of 178 individuals were analyzed. Shell length, width, height, wet weight with shell, shell weight, and soft tissue weight were recorded. Descriptive statistics, the length–weight relationship using the power model ($W = aL^b$), and the condition index were calculated. The significance of the allometric coefficient was evaluated using a t-test. Mean shell length was 3.10 ± 0.41 cm, whereas mean wet weight with shell was 8.74 ± 3.34 g. The length–weight relationship showed a good fit ($R^2 = 0.816$) with an allometric coefficient of $b = 2.63$, which was significantly lower than the theoretical value of 3 ($p < 0.05$), indicating a negative allometric growth pattern. The mean condition index was 29.74 ± 4.09 %. These results provide a biometric characterization of a commercial batch of *Leukoma grata* and establish baseline information for future studies on this species in Panama.

Keywords

Artisanal fisher, clam, condition index, morphometrics, negative allometry.

Introducción

Los moluscos bivalvos representan uno de los grupos de invertebrados marinos de mayor importancia ecológica y socioeconómica a nivel mundial. Como organismos filtradores, contribuyen al mantenimiento de la calidad del agua, al reciclaje de nutrientes y al funcionamiento de los ecosistemas bentónicos, además de constituir recursos pesqueros de relevancia para numerosas comunidades costeras (Gosling, 2003; FAO, 2024). Debido a su importancia, han sido ampliamente estudiados en aspectos relacionados con su crecimiento, reproducción, ecología, biometría y manejo pesquero.

La familia Veneridae Rafinesque, 1815 comprende más de 800 especies distribuidas en ambientes tropicales, subtropicales y templados (Coan y Valentich-Scott, 2012). Sus representantes habitan principalmente fondos arenosos y fangosos de zonas intermareales y submareales, donde desempeñan un importante papel ecológico como organismos filtradores y recicladores de materia orgánica. Numerosas especies son objeto de explotación comercial, lo que ha impulsado investigaciones orientadas al conocimiento de su crecimiento, reproducción y dinámica poblacional. Dentro de esta familia, el género



Leukoma Römer, 1857 comprende especies distribuidas principalmente en las costas del Pacífico y del Atlántico. Estudios recientes en especies del género han demostrado que la relación longitud-peso y el índice de condición constituyen herramientas confiables para describir patrones de crecimiento, evaluar el estado fisiológico y generar información útil para el manejo pesquero y el monitoreo de poblaciones naturales (Carneiro da Silva et al., 2025; Gadelha et al., 2025).

Leukoma grata (Say, 1831) se distribuye en el Pacífico Oriental Tropical, con registros desde México hasta Perú, incluyendo las costas de Panamá (Coan y Valentich-Scott, 2012; MolluscaBase, 2026). En Panamá, la especie forma parte de la malacofauna marina del Pacífico y es comercializada para consumo humano, evidenciando su importancia como recurso pesquero artesanal. La caracterización biométrica mediante variables morfométricas, la relación longitud-peso y el índice de condición constituye una herramienta ampliamente utilizada para describir patrones de crecimiento, evaluar el estado fisiológico y generar información de referencia para el manejo y monitoreo de poblaciones explotadas (Lucas y Beninger, 1985; Gaspar et al., 2002).

A pesar de la importancia ecológica y comercial de *Leukoma grata*, la información científica disponible sobre sus características morfométricas y biométricas continúa siendo limitada. La mayoría de los estudios publicados se han centrado en aspectos taxonómicos, registros de distribución y listados de biodiversidad, mientras que son escasas las investigaciones que describen cuantitativamente su relación longitud-peso, su patrón de crecimiento y su índice de condición, particularmente en el Pacífico panameño. Esta ausencia de información limita la disponibilidad de valores de referencia para comparar poblaciones entre diferentes localidades y establecer líneas base para futuras investigaciones sobre la biología, ecología poblacional y manejo sostenible de la especie.

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar las variables morfométricas y biométricas de ejemplares de *Leukoma grata* comercializados en el

Mercado de Mariscos de la Ciudad de Panamá mediante el análisis de la relación longitud- peso y del índice de condición. Los resultados obtenidos proporcionan información de referencia para el conocimiento de la especie en Panamá y constituyen una línea base para futuras investigaciones orientadas a su ecología, biología pesquera y manejo sostenible.

Materiales y métodos

Área de estudio y obtención de las muestras

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal basado en la caracterización biométrica de un lote comercial de *Leukoma grata* adquirido en el Mercado de Mariscos de la Ciudad de Panamá. La muestra fue obtenida el 25 de septiembre de 2025 mediante una compra realizada de forma aleatoria, simulando las condiciones habituales de adquisición por parte de un consumidor. Se adquirieron 1.59 kg de almejas vivas, las cuales fueron transportadas el mismo día al laboratorio B1-109 del Centro de Ciencias del Mar y Limnología (CCML) de la Universidad de Panamá para su procesamiento inmediato, con el propósito de minimizar cambios en la biomasa húmeda y preservar la calidad de las mediciones biométricas.

Debido a que los organismos fueron adquiridos a través de un establecimiento comercial, no fue posible determinar su sitio y fecha exacta de recolección ni el arte de pesca empleado. En consecuencia, los resultados obtenidos describen exclusivamente las características biométricas del lote comercial analizado y no pretenden representar poblaciones naturales de la especie.

Procesamiento de las muestras

Inicialmente se contabilizaron 182 ejemplares. Durante la inspección previa al análisis se excluyeron cuatro individuos debido a la presencia de anomalías morfológicas que podían introducir sesgos en las mediciones, incluyendo deformaciones de las valvas y la presencia de un organismo asociado en el interior de una concha. El análisis biométrico final se realizó sobre 178 individuos de *Leukoma grata*.

Para cada ejemplar se registraron tres variables morfométricas: longitud (L), definida como la distancia máxima anteroposterior; altura (H), correspondiente a la distancia dorsoventral máxima; y ancho (A), medido como la máxima separación entre ambas valvas cerradas. Las mediciones se realizaron utilizando un calibrador digital marca Spurtar con capacidad de 0–150 mm y una precisión de ± 0.02 mm. Posteriormente se determinaron las variables biométricas mediante una balanza analítica marca CASBEE modelo MW-1200 con precisión de ± 0.1 g. Se registró el peso húmedo total o peso húmedo calcificado (W), el peso de la concha (PC), obtenido después de separar completamente los tejidos blandos, y el peso del músculo o biomasa comestible (PM). Todas las mediciones fueron realizadas siguiendo el mismo procedimiento para reducir la variabilidad asociada al proceso de medición.

Relación longitud-peso

La relación entre la longitud de la concha y el peso húmedo total se evaluó mediante el modelo potencial: $W = a L^b$. Donde W corresponde al peso húmedo total (g), L a la longitud de la concha (cm), “a” al intercepto de la regresión y “b” al coeficiente de crecimiento alométrico.

Para estimar los parámetros del modelo, los datos fueron transformados logarítmicamente:

$$\ln (W) = \ln (a) + b \ln (L)$$

y posteriormente ajustados mediante regresión lineal por el método de mínimos cuadrados. El coeficiente de determinación (R^2) se utilizó para evaluar el grado de ajuste del modelo.

Con el fin de determinar el tipo de crecimiento, el coeficiente b se contrastó con el valor teórico de crecimiento isométrico ($b = 3$) mediante una prueba *t* de Student, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Índice de condición

El índice de condición (IC) se calculó para cada organismo utilizando la expresión:

$$CI = \left(\frac{PM}{W} \right) * 100$$

donde PM corresponde al peso del músculo (g) y W al peso húmedo total (g). Este índice se utilizó como una medida del rendimiento relativo de la biomasa comestible con respecto al peso total del organismo.

Análisis estadístico

Los datos fueron organizados en una matriz de datos y sometidos inicialmente a un análisis descriptivo. Para cada variable morfométrica y biométrica se calcularon la media, desviación estándar, valores mínimo y máximo y coeficiente de variación. Se estimó el coeficiente de determinación (R^2) de la relación longitud-peso y se evaluó la significancia estadística del coeficiente alométrico mediante la prueba t . En todos los análisis se adoptó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Limitaciones del estudio

El presente estudio presenta limitaciones inherentes a su diseño. La muestra analizada corresponde a un único lote comercial adquirido en una sola fecha y del cual se desconoce el sitio específico de extracción, el método de captura, el tiempo transcurrido desde la recolección hasta el sitio de venta y el estado reproductivo de los organismos. En consecuencia, los resultados obtenidos representan únicamente las características biométricas del lote comercial evaluado y no permiten realizar inferencias sobre la estructura poblacional, dinámica reproductiva o variabilidad espacial y temporal de *Leukoma grata* en el Pacífico panameño.

Resultados

Caracterización morfométrica y biométrica

Se analizaron 178 ejemplares de *Leukoma grata*, luego de excluir cuatro individuos que presentaban anomalías morfológicas (figura 1).

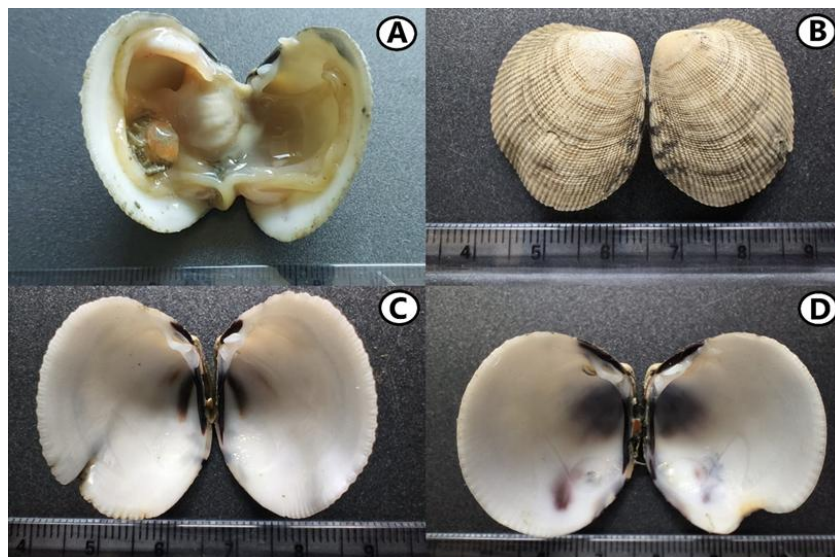


Figura 1. Individuos de *Leukoma grata* descartados del análisis debido a anomalías morfológicas. A) Presencia de un juvenil de cangrejo en su interior. B) Vista externa de las valvas con malformación C–D) Vista interna de las valvas con deformaciones y alteraciones en su simetría

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables morfométricas y biométricas del stock comercial

Variable		Promedio ($\bar{x}$)	Desviación estándar (σ)	Mín	Máx
Largo (L)	cm	3.10	0.41	2.10	4.40
Ancho (A)		2.80	0.38	1.90	4.10
Alto (H)		1.70	0.30	1.00	2.30
Peso Húmedo Calcificado (W)	g	8.74	3.34	2.70	23.00
Peso de la Concha (PC)		6.18	.50	1.70	16.50
Peso del Músculo (PM)		2.56	0.92	0.80	6.50

Las variables morfométricas y biométricas se presentan en la tabla 1. La longitud osciló entre 2.10 y 4.40 cm, mientras que el peso húmedo calcificado varió entre 2.70 y 23.00 g. La distribución de frecuencias mostró un patrón aproximadamente unimodal, con mayor concentración de individuos entre 2.76 y 3.52 cm (figura 2).

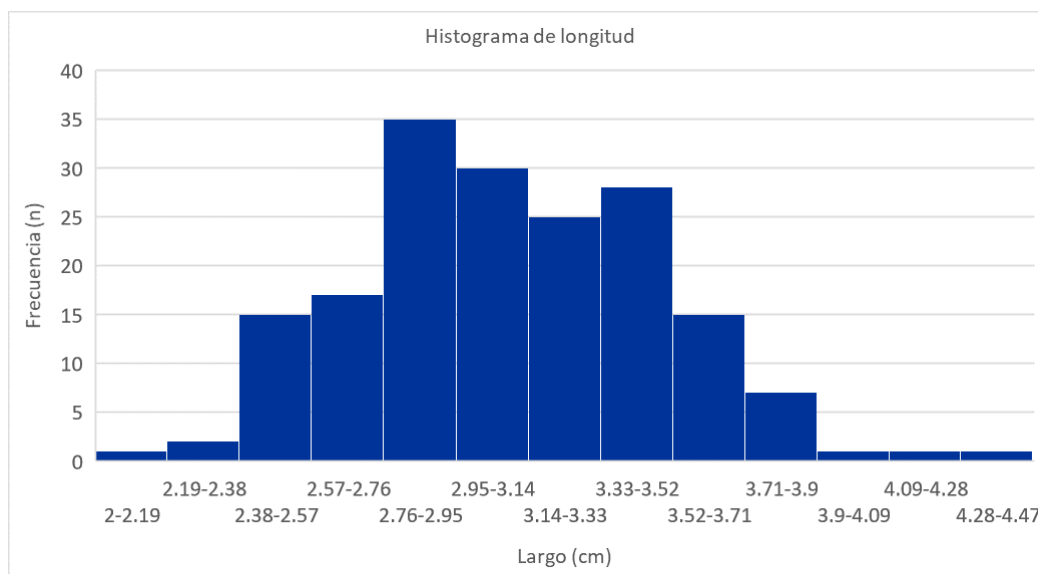


Figura 2. Distribución de frecuencias de la longitud (cm) de *Leukoma grata* correspondientes al lote comercial adquirido en el Mercado de Mariscos de Ciudad de Panamá (n = 178). Las barras representan la frecuencia de individuos por clase de talla; la línea continua corresponde a la distribución normal ajustada a los datos observados

La relación longitud-peso presentó un buen ajuste al modelo potencial ($R^2 = 0.816$). La ecuación obtenida fue $\ln(W) = 2.6434\ln(L) - 0.8724$ (Figura 3). El modelo presentó un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.816$.

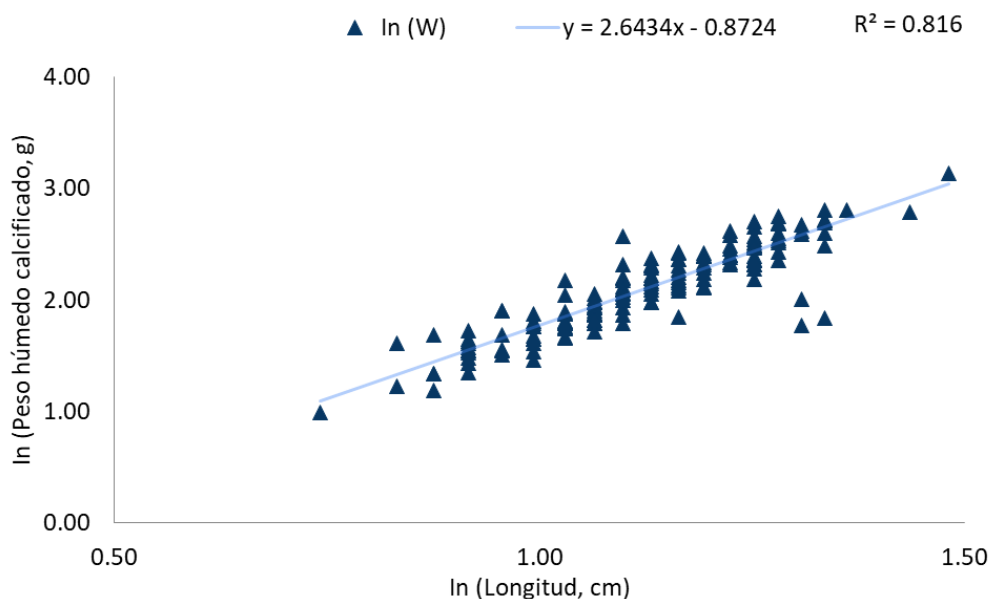


Figura 3. Relación Longitud-Peso (LP) y línea de regresión ajustada de *Leukoma grata* correspondiente a un lote comercial del Mercado de Mariscos de Ciudad de Panamá (n = 178). La línea continua representa el modelo de regresión lineal ajustado entre el logaritmo natural del peso húmedo calcificado $\ln(W)$ y el logaritmo natural de la longitud $\ln(L)$, descrito por la ecuación $\ln(W) = 2.6434 \ln(L) - 0.8724$ ($R^2 = 0.816$)

El coeficiente alométrico fue $b = 2.6434$, valor significativamente inferior a 3 ($p < 0.05$), indicando crecimiento alométrico negativo. En la misma línea, el índice de condición promedio fue de $29.74 \pm 4.09 \%$, con valores entre 10.13 y 37.68 %.

Discusión

El presente estudio constituye uno de los primeros aportes sobre la caracterización biométrica de *Leukoma grata* en Panamá, proporcionando información de referencia sobre las dimensiones de la concha, la relación longitud-peso y el índice de condición de ejemplares comercializados en el Mercado de Mariscos de la Ciudad de Panamá. La generación de este tipo de información resulta relevante debido a la escasez de estudios dirigidos específicamente a esta especie, cuyos registros disponibles se han concentrado principalmente en aspectos taxonómicos, sistemáticos, de distribución geográfica y

biodiversidad (Bieler et al., 2010; Coan y Valentich-Scott, 2012; MolluscaBase, 2025). En consecuencia, la información presentada constituye una línea base que podrá ser utilizada en futuras investigaciones sobre crecimiento, biología poblacional y evaluación de recursos bentónicos en el Pacífico panameño.

Las variables morfométricas presentaron una menor variabilidad que las variables de peso, comportamiento ampliamente documentado en moluscos bivalvos. Mientras las dimensiones de la concha muestran un crecimiento relativamente estable durante el desarrollo, el peso corporal suele responder con mayor sensibilidad a factores fisiológicos y ambientales, como la disponibilidad de alimento, el desarrollo gonadal, la edad, la temperatura, la salinidad y el estado nutricional de los organismos (Gosling, 2003; Lucas y Beninger, 1985). Gaspar et al. (2001), al estudiar varias especies comerciales de Veneridae en la costa del Algarve (Portugal), también observaron que las dimensiones de la concha presentan menor variabilidad que el peso, atribuyendo estas diferencias a cambios estacionales en la biomasa de los tejidos blandos y al ciclo reproductivo.

La relación longitud-peso presentó un elevado coeficiente de determinación ($R^2 = 0.816$), indicando que la longitud de la concha explicó gran parte de la variación observada en el peso húmedo calcificado. Este resultado confirma que la longitud constituye un buen predictor del peso corporal en *L. grata*, coincidiendo con lo reportado para otras especies de bivalvos marinos, donde las relaciones biométricas representan herramientas ampliamente utilizadas para estimar biomasa, describir patrones de crecimiento y comparar poblaciones sometidas a diferentes condiciones ambientales (Gaspar et al., 2002).

El coeficiente alométrico obtenido ($b = 2.6434$) fue inferior al valor teórico de crecimiento isométrico ($b = 3$), indicando un patrón de crecimiento alométrico negativo. Este comportamiento sugiere que, durante el crecimiento, los individuos incrementan proporcionalmente más su longitud que su peso. Resultados semejantes han sido reportados para otros bivalvos de la familia Veneridae en América tropical, donde el coeficiente alométrico presenta variaciones entre poblaciones como consecuencia de

diferencias en la disponibilidad de alimento, la temperatura, la salinidad, el tipo de sustrato, la hidrodinámica y el estado reproductivo de los organismos (Gaspar et al., 2002; Bandeira et al., 2017). En *Anomalocardia flexuosa*, especie perteneciente a la familia Veneridae y ampliamente distribuida en las costas de Brasil, se ha demostrado que las diferencias biométricas entre áreas de pesca están estrechamente relacionadas con las condiciones ambientales y la intensidad de explotación del recurso (Cidreira-Neto et al., 2024).

El índice de condición presentó un valor promedio de 29.74 ± 4.09 %, con un valor mínimo de 10.13 % y un máximo de 37.68 %, lo que indica una variabilidad moderada en la proporción de biomasa comestible con respecto al peso húmedo total. En bivalvos, este índice constituye uno de los indicadores fisiológicos más utilizados porque refleja la acumulación de reservas energéticas y el desarrollo de los tejidos blandos (Lucas y Beninger, 1985). Diversos estudios realizados en especies tropicales de Veneridae han demostrado que el índice de condición fluctúa durante el ciclo anual en respuesta a la gametogénesis, el desove y la disponibilidad de alimento (Gosling, 2003; Bandeira et al., 2017). En *Leukoma pectorina*, Carneiro da Silva et al. (2025) observaron que los mayores valores del índice de condición coincidieron con etapas avanzadas del desarrollo gonadal, mientras que disminuyeron después del desove como consecuencia del gasto energético asociado a la reproducción. De forma similar, Gadelha et al. (2025) reportaron que la temperatura y la disponibilidad de alimento influyen directamente sobre el desarrollo gonadal y la condición fisiológica de la especie.

Es importante considerar que los ejemplares analizados procedían de un lote comercial adquirido en un mercado de mariscos, por lo que no fue posible conocer su sitio ni la fecha exacta de extracción, la profundidad y las condiciones ambientales del hábitat. En consecuencia, las diferencias observadas en las variables biométricas no pueden atribuirse directamente a factores ambientales específicos. Esta limitación no disminuye la utilidad del estudio, sino que delimita el alcance de sus conclusiones, las cuales deben interpretarse como una caracterización biométrica de un lote comercial y no como una descripción de una población natural determinada.

A pesar de estas limitaciones, la información generada representa una línea base para futuras investigaciones sobre *Leukoma grata* en Panamá. Estudios que incorporen muestreos estacionales, localidades de captura conocidas, variables fisicoquímicas del agua y análisis reproductivos permitirán evaluar con mayor precisión la influencia de los factores ecológicos sobre el crecimiento y la condición fisiológica de la especie. Investigaciones desarrolladas en bivalvos tropicales han demostrado que la integración de relaciones longitud-peso, parámetros biométricos, índice de condición y variables ambientales constituye una herramienta fundamental para comprender la dinámica poblacional y desarrollar estrategias de manejo sostenible de recursos bentónicos de importancia pesquera (Bandeira et al., 2017; Cidreira-Neto et al., 2024; Carneiro da Silva et al., 2025)

Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron caracterizar biométricamente un lote comercial de *Leukoma grata* comercializado en el Mercado de Mariscos de la Ciudad de Panamá, proporcionando información inédita sobre las dimensiones de la concha, la relación longitud-peso y el índice de condición de esta especie en el país.

La relación longitud-peso presentó un ajuste elevado ($R^2 = 0.816$), evidenciando que la longitud de la concha constituye un buen predictor del peso húmedo calcificado. El coeficiente alométrico obtenido ($b = 2.6434$) indicó un patrón de crecimiento alométrico negativo, lo que sugiere que el incremento en longitud ocurre proporcionalmente más rápido que el incremento en peso en los ejemplares analizados.

El índice de condición mostró variabilidad entre los individuos, reflejando diferencias en la proporción de biomasa comestible respecto al peso húmedo total. Debido al origen comercial de las muestras, estas diferencias no pueden asociarse directamente con factores ambientales o reproductivos específicos, por lo que los resultados deben interpretarse como una caracterización biométrica del lote estudiado.

Este estudio constituye una línea base para futuras investigaciones sobre *Leukoma grata* en Panamá y aporta información útil para estudios de biología pesquera, ecología poblacional

y manejo sostenible de recursos bentónicos. Se recomienda desarrollar investigaciones que incluyan poblaciones naturales de procedencia conocida, diferentes épocas del año y variables ambientales, con el fin de comprender los factores que influyen en el crecimiento y la condición fisiológica de la especie.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Centro de Ciencias del Mar y Limnología (CCML) de la Universidad de Panamá por facilitar las instalaciones y el equipo utilizado durante el procesamiento de las muestras. Asimismo, agradecen al personal docente y técnico que brindó apoyo durante el desarrollo del estudio y a los revisores anónimos por sus valiosas observaciones y sugerencias, las cuales contribuyeron a mejorar la calidad científica del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Bandeira, F., Camargo, M., Ramos, J., Estupiñán, R., y Santos, A. (2017). Parâmetros biométricos de *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767) (Bivalvia: Veneridae) no estuário do rio Paraíba-PB. *Gaia Scientia*, 11(2). <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/26615>
- Bieler, R., Carter, J., y Coan, E. (2010). *Clasificación de las familias de bivalvos*. *Malacologia*, 52 (2), 113–184. <https://doi.org/10.4002/040.052.0201>
- Carneiro da Silva, A., Gomes, C., Freire, T. y Rodríguez, C. (2025). *Reproductive cycle of the sand mollusk, Leukoma pectorina (Lamarck, 1818)*. *Revista Latinoamericana de Investigación Acuática*. <https://doi.org/10.3856/vol53-issue1-fulltext-3256>
- Cidreira-Neto, I., Rodrigues, G., Guilherme, B., y Candeias, A. (2024). Variação biométrica e reprodução do bivalve *Anomalocardia flexuosa* (Bivalvia: Veneridae) em diferentes áreas de pesca. *Oecologia Australis*, 28(3). <https://doi.org/10.4257/oeco.2024.2803.03>
- Coan, E., y Valentich-Scott, P. (2012). *Conchas bivalvas de la América occidental tropical: Moluscos bivalvos marinos desde Baja California hasta el norte de Perú* (Vols. 1–2). Museo de Historia Natural de Santa Bárbara. <https://www.sbnature.org/collections-research/publications/27/bivalve-seashells-of-tropical-west-america>
- Gadelha, E., Santos, R., y Souza, R. (2025). Reproductive cycle and gonadal development of *Leukoma pectorina* (Bivalvia: Veneridae) on the northern coast of Brazil. *Scientia Marina*, 89 (2), e098. <https://doi.org/10.3989/scimar.05532.098>
- Gaspar, M., Santos, M., Vasconcelos, P., y Monteiro, C. (2002). Shell morphometric relationships of the most common bivalve species (Mollusca: Bivalvia) of the Algarve coast (southern Portugal). *Hidrobiología*, 477 , 73–80. DOI: [10.1023/A:1021009031717](https://doi.org/10.1023/A:1021009031717)
- Gosling, E. (2003) *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. Fishing New Books, Blackwell



- Publishing, 443 p. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470995532>
- Lucas, A., y Beninger, P. (1985). The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44 (3), 187–200. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(85\)90243-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(85)90243-1)
- MolluscaBase eds. (2026). MolluscaBase. <https://www.molluscabase.org/doi:10.14284/448>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024: La transformación azul en acción*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- Say, T. (1830–1834). *American Conchology, or descriptions of the shells of North America*. Illustrated by coloured figures from original drawings executed from nature. School Press, New Harmony, Indiana. <http://biodiversitylibrary.org/page/7959266>

Estructura de las comunidades de cladóceros en relación con variables fisicoquímicas y fitoplancton en los ríos Daule y Babahoyo durante la estacionalidad seca (Ecuador)

Cladoceran community structure in relation to physicochemical variables and phytoplankton in the Daule and Babahoyo rivers during the dry season, Ecuador

Camila Rodríguez-Ruíz¹

<https://orcid.org/0009-0004-3278-3756>

Chriss Tubay-Pincay¹

<https://orcid.org/0009-0001-2606-514X>

David García-Asencio²

<https://orcid.org/0000-0003-3836-9519>

Dialhy Coello¹

<https://orcid.org/0000-0001-9086-0968>

¹ Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Guayaquil, Ecuador.

² Instituto Público de Investigación en Acuicultura y Pesca (IPIAP), Ecuador.

Autor correspondiente: camila.rodriquezruiz16@gmail.com

Enviado: 18 de mayo de 2026. **Aceptado:** 24 de julio de 2026

<https://doi.org/10.59722/rcvn.v4i1.1199>

Resumen

Se analizó la composición y abundancia de cladóceros en estaciones fijas de los ríos Babahoyo y Daule durante la estación seca de 2024, evaluando su relación con las variables fisicoquímicas y el fitoplancton dominante. Se realizaron muestreos quincenales durante la pleamar entre julio y octubre, mediante arrastres superficiales con redes de 200 µm para zooplancton y de 50 µm para fitoplancton. Además, *in situ* y en laboratorio, se registraron temperatura, pH, transparencia, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes. En ambos ríos, la comunidad estuvo fuertemente dominada por *Moina micrura*. *Diaphanosoma brachyurum* y *Ceriodaphnia cornuta* se registraron como especies acompañantes de ocurrencia ocasional, mientras que *Bosmina longirostris* y *Macrothrix* sp. solo se registraron en el río Daule. La abundancia total fue numéricamente mayor en el río Babahoyo, con fluctuaciones entre muestreos sin una tendencia temporal marcada. La similitud entre ríos fue alta, tanto para la comunidad fitoplanctónica ($C_s = 0.89$) como para la de cladóceros ($C_s = 0.75$). El análisis de correspondencia canónica (ACC), exploratorio y sin significancia estadística ($p = 1.0000$), sugirió solo como tendencia descriptiva una asociación de los organismos con la temperatura y, en menor medida, con el pH, la salinidad, la transparencia y los nutrientes,

sin que estas relaciones puedan considerarse determinantes. El ensamblaje mostró baja riqueza de especies, reducida equidad y elevada dominancia, aunque con alta similitud composicional entre los dos ríos, un patrón típico de sistemas fluvio-estuarinos tropicales de condiciones oligohalinas sometidos a dinámicas de marea estacionales.

Palabras clave

Diaphanosoma brachyurum, *Moina micrura*, similitud, sistemas fluvio-estuarinos, temperatura.

Abstract

The composition and abundance of cladocerans were analyzed at fixed stations in the Babahoyo and Daule rivers during the 2024 dry season, evaluating their relationship with water physicochemical variables and the dominant phytoplankton. Biweekly sampling was conducted during high tide between July and October, using surface tows with 200 μm nets for zooplankton and 50 μm nets for phytoplankton. Additionally, temperature, pH, transparency, salinity, dissolved oxygen, and nutrients were recorded *in situ* and in the laboratory. In both rivers, the community was heavily dominated by *Moina micrura*. *Diaphanosoma brachyurum* and *Ceriodaphnia cornuta* occurred as occasional accompanying species, whereas *Bosmina longirostris* and *Macrothrix* sp. were only recorded in the Daule River. Total abundance was numerically higher in the Babahoyo River, fluctuating among sampling events without a marked temporal trend. Between-river similarity was high, both for the phytoplankton community ($C_s = 0.89$) and the cladocerans ($C_s = 0.75$). The canonical correspondence analysis (CCA), exploratory and statistically non-significant ($p = 1.0000$), suggested only as a descriptive tendency an association of the organisms with temperature and, to a lesser extent, with pH, salinity, transparency, and nutrients, without these relationships being considered determinant. The assemblage showed low species richness, reduced evenness and high dominance, although with high compositional similarity between the two rivers, a pattern typical of tropical oligohaline fluvio-estuarine systems subjected to seasonal tidal dynamics.

Keywords

Diaphanosoma brachyurum; estuarine river systems; *Moina micrura*; similarity; temperature.

Introducción

Los cladóceros (Crustacea: Branchiopoda) constituyen un componente relevante del zooplancton en ecosistemas continentales y de transición, al participar en la transferencia de energía desde el fitoplancton hacia niveles tróficos superiores. Por su sensibilidad a la variación ambiental y su rápida respuesta a cambios en la disponibilidad de recursos, han

sido utilizados como indicadores de cambios en la calidad ecológica y del estado trófico en sistemas acuáticos (Dodson, 2005; De Melo et al., 2017; Forró et al., 2008).

En ambientes estuarinos o fluvio-estuarinos, la estructura de las comunidades de cladóceros suele estar modulada por gradientes de salinidad, temperatura, nutrientes y oxígeno disuelto, además de la hidrodinámica asociada a la influencia mareal y la heterogeneidad del hábitat (Sterza y Fernandes, 2006; Paranaguá et al., 2005). En sistemas tropicales de Sudamérica, particularmente en reservorios y estuarios, se ha documentado la dominancia recurrente de especies de pequeño tamaño y amplia tolerancia ambiental, entre ellas *Moina micrura*, *Diaphanosoma* spp. y *Ceriodaphnia cornuta*, las cuales tienden a proliferar bajo escenarios de alta disponibilidad de recursos y condiciones variables, mientras que la eutrofización y la perturbación hidrológica favorecen especies oportunistas de ciclo de vida corto (Silva et al., 2009; Santos et al., 2024). En este contexto, las interacciones tróficas entre cladóceros filtradores y el fitoplancton pueden influir en la estructura del plancton, ya que su alimentación depende de la abundancia y la estructura de tallas del fitoplancton disponible, factores que condicionan su eficiencia de filtración y sus tasas de crecimiento poblacional (Pagano, 2008; Sarma et al., 2005), especialmente en sistemas donde predominan diatomeas y existe alta carga particulada/turbidez, condiciones típicas de ambientes estuarinos internos (Licursi et al., 2006).

En Ecuador, la información ecológica sobre cladóceros sigue siendo limitada y se ha concentrado principalmente en inventarios taxonómicos y estudios puntuales en diferentes tipos de ecosistemas. A escala nacional, la lista anotada para el Ecuador continental y Galápagos compila más de 40 especies de cladóceros de agua dulce (López et al., 2018).

En ambientes marino-costeros, frente a la Península de Santa Elena se documentó la presencia de cladóceros marinos y su relación con variables abióticas durante la época húmeda; en dicho estudio se registraron dos especies (*Penilia avirostris* y *Evadne tergestina*), con predominio de la primera mencionada (60 % de la abundancia total), determinando además la preferencia por ambientes superficiales y de alta concentración de nutrientes, oxigenados y aguas cálidas por *P. avirostris* y la asociación de *E. tergestina*

con aguas turbias con menor disponibilidad de nutrientes, pH alcalino y baja turbidez (Pozo et al., 2025). En sistemas lénticos de la región costa, en el embalse Chongón (Guayas) se registraron 12 especies de cladóceros, con dominancia de *Moina micrura* (95.74 % en la zona limnética) y una alta representación de Chydoridae, evidenciándose la asociación entre macrófitas y diversidad de especies litorales/bentónicas (Briones Cornejo y Cornejo Antepara, 2012).

Adicionalmente, en el embalse Daule–Peripa se han reportado especies como *Moina micrura*, *Bosmina longirostris* y *Ceriodaphnia cornuta* dentro del zooplancton dominante (Prado y Bucheli, 2012), no obstante, en sistemas fluviales con influencia mareal —como la cuenca baja Daule–Babahoyo–Guayas— el conocimiento es fragmentario y se basa en el grupo como parte del zooplancton (Luzuriaga de Cruz, 1998; Naranjo, 2002), pese a que la dinámica estuarina del Guayas se caracteriza por mezcla e intrusión mareal, variación estacional y cambios en nutrientes que pueden modificar gradientes ambientales (INOCAR, 2007; Marín-Jarrín et al., 2022), lo que condiciona la distribución y dinámica de las comunidades planctónicas (Cloern et al., 2014).

De manera particular, aún no se conoce cómo varía la composición (taxones compartidos y exclusivos) y la abundancia de cladóceros entre los ríos Babahoyo y Daule durante un mismo periodo hidrológico (estación seca), ni cómo estas variaciones se relacionan de forma integrada con gradientes físico-químicos y con el fitoplancton dominante. Esta brecha limita la interpretación ecológica de patrones de dominancia y similitud entre tributarios antes de su confluencia, pues sin datos comparables entre ambos ríos no es posible distinguir si dichos patrones responden a condiciones locales propias de cada tributario o a la homogeneización asociada a la dinámica mareal de la cuenca, y reduce el sustento biológico para esquemas de monitoreo de calidad ecológica en sistemas fluvio-estuarinos tropicales. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la estructura de la comunidad de cladóceros —composición y abundancia— en estaciones fijas de los ríos Babahoyo y Daule durante la estación seca de 2024 (julio-octubre), identificar los taxones compartidos y exclusivos entre ambos ríos y describir su relación con las variables físico-

químicas y con las especies de fitoplancton más abundantes.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se desarrolló en dos estaciones fijas ubicadas en la cuenca baja de los ríos Daule y Babahoyo, antes de su confluencia que da origen al río Guayas, frente a la ciudad de Guayaquil (figura 1). Estos sistemas fluviales se encuentran bajo la influencia mareal del estuario interior del Golfo de Guayaquil, lo que genera condiciones hidrográficas particulares de mezcla, variabilidad en nutrientes y presencia de sólidos suspendidos (INOCAR, 2007). Las estaciones fijas se localizaron en el río Daule (estación E1: 2°9'20" S, 79°52'19" O) y en el río Babahoyo (estación E2: 2°9'20" S, 79°51'26.6" O), referidas al datum WGS84.

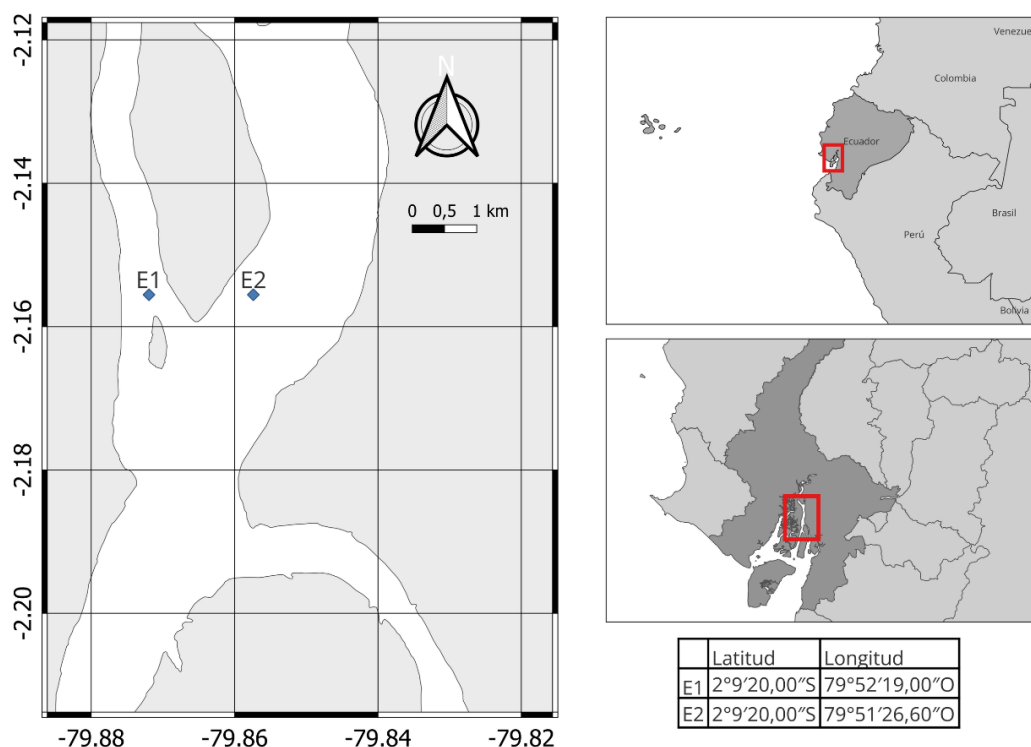


Figura 1. Área de estudio con ubicación de las estaciones fijas en los ríos Babahoyo y Daule (Ecuador)

Fase de campo

Los muestreos se realizaron de forma quincenal entre julio y octubre de 2024 (estacionalidad seca en Ecuador) durante la pleamar. Las muestras se obtuvieron mediante arrastres superficiales de cinco minutos de duración a una velocidad aproximada de dos nudos, utilizando redes cilindro-cónicas con abertura de malla de 50 μm para fitoplancton y 200 μm para zooplancton. El material recolectado se preservó con formol neutralizado. Simultáneamente, se registraron *in situ* la temperatura superficial ($^{\circ}\text{C}$) y el pH, y la transparencia del agua se midió con disco Secchi (m). Se utilizaron botellas Van Dorn para la recolección de agua superficial, destinada a la determinación de oxígeno disuelto ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$), salinidad (‰) y nutrientes (nitrato, fosfato y silicato; $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$).

Fase de laboratorio

Los parámetros físico-químicos se determinaron siguiendo los protocolos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23ª edición; APHA, 2017). La temperatura, el pH, la salinidad y la transparencia se midieron *in situ*, mientras que el oxígeno disuelto y los nutrientes inorgánicos se analizaron en laboratorio. El equipo y el método empleados para cada variable, con su código correspondiente del Standard Methods, se detallan en la tabla 1. Se emplearon reactivos de grado analítico y se aplicaron controles de calidad (calibración de los equipos, blancos, estándares de referencia y contramuestras) para asegurar la exactitud y reproducibilidad de las determinaciones.

Tabla 1. Equipos y métodos empleados en la determinación de los parámetros físico-químicos del agua, con su código correspondiente del Standard Methods (23ª edición; APHA, 2017)

Parámetro	Unidad	Equipo	Método
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	CTD Compact ACTD-CMP	Termistor
pH	—	Multiparamétrico Orion 5 Star (Thermo Scientific)	Potenciometría
Transparencia (Ds)	m	Disco Secchi (20 cm de diámetro)	Transparencia
Oxígeno disuelto	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	Botella Winkler (300 mL)	STM 4500-O B. Iodometric Method
Salinidad	‰	Salinómetro Portasal 8410 A	Inducción
Nitrato	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	Espectrofotómetro Genesys 150	STM 4500-NO ₃ ⁻ E. Cadmium Reduction Method
Fosfato	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	Espectrofotómetro Genesys 150	STM 4500-P E. Ascorbic Acid

Parámetro	Unidad	Equipo	Método
Silicato	mg·L ⁻¹	Espectrofotómetro Genesys 150	Method STM 4500-SiO ₂ C. Molybdsilicate Method

La identificación taxonómica se realizó con claves especializadas, en el caso de fitoplancton se emplearon las de López Osorio et al., (2011); Rivera et al., (1982); Tomas, (1996); van Vuuren et al., (2006), entre otras, mientras que para los cladóceros se emplearon las de Pennak (1978) y Forró et al., (2008) así como revisiones taxonómicas específicas como la de Kotov et al. (2009) para Bosmina.

La clasificación sistemática de los cladóceros se efectuó según la jerarquía presentada en World Register of Marine Species (WoRMS Editorial Board, 2025); en el caso del fitoplancton se consultó la base de datos Algaebase (Guiry y Guiry, 2025).

Análisis de datos

La abundancia del fitoplancton se estimó mediante la técnica de conteo de Semina (1978), expresando los resultados en células por metro cúbico (cel. m⁻³), mientras que para los cladóceros, se realizaron conteos en cámaras de Dollfus (Boltovskoy, 1981), estandarizando los valores a org. m⁻³. La abundancia relativa de cada taxón se expresó como su porcentaje respecto de la abundancia total de la comunidad en cada muestreo. En el fitoplancton, para la representación gráfica se mostraron los taxones más abundantes y el resto se agrupó en la categoría “otros”.

La similitud composicional del fitoplancton y de los cladóceros entre los ríos Babahoyo y Daule se evaluó mediante el índice de Sørensen ($C_s = 2c/(a+b)$), a partir de datos de presencia/ausencia de especies (Sørensen, 1948; Krebs, 1999; Legendre y Legendre, 2012). Para cada río, la estructura de la comunidad de cladóceros se caracterizó mediante índices ecológicos calculados a partir de la matriz de abundancias (org. m⁻³): riqueza específica (S), diversidad de Shannon–Wiener (H', en logaritmo natural), diversidad de Simpson (1-D) y su

complemento de dominancia ($D = \sum p_i^2$), equidad de Pielou ($J' = H'/\ln S$) y dominancia de Berger–Parker ($d = N_{\text{máx}}/N$) (Magurran, 2004). La diversidad beta entre ríos se estimó con el índice de Sørensen y el coeficiente de recambio de Whittaker (β_w), y se aplicó una rarefacción individual (Hurlbert, 1971) para comprobar que las diferencias de riqueza entre ríos no respondieran al esfuerzo de muestreo. Dado el reducido número de taxones registrados, la rarefacción y la diversidad beta se interpretan con carácter descriptivo.

Los datos biológicos obtenidos fueron procesados con el software Statgraphics Centurion XVI (versión 16.1.11; StatPoint Technologies). En función de que cada río estuvo representado por una única estación, con un solo muestreo por fecha, la variación temporal de la abundancia entre las salidas de muestreo quincenales se describe con carácter exploratorio. Las diferencias entre ríos para cada variable físico-química se evaluaron mediante la prueba U de Mann–Whitney ($\alpha = 0.05$).

La relación de las abundancias de los cladóceros con las variables físico-químicas y las especies representativas del fitoplancton se analizó mediante un análisis de correspondencia canónica (ACC), con el software CANOCO 4.5 (ter Braak y Šmilauer, 2002). Este análisis se desarrolló por río, y la significancia del modelo y de los ejes canónicos se evaluó con pruebas de permutación ($\alpha = 0.05$). Los resultados se interpretaron considerando la varianza explicada por los ejes, la longitud y dirección de los vectores, y la proximidad de las especies a dichos gradientes.

Resultados

Durante la estacionalidad seca (julio–octubre de 2024), las condiciones físico-químicas fueron semejantes entre ríos, con variación quincenal moderada. Los valores medios de temperatura fueron semejantes (Babahoyo 27.2 ± 0.9 °C; Daule 26.5 ± 0.8 °C), con los máximos en julio (M2). El pH mostró una amplitud más alta en el Daule (6.00–8.22) que en el Babahoyo (6.60–8.00), con un pulso más ácido en M1 y valores alcalinos en agosto (M3–M4), en ambas localidades. La transparencia (disco Secchi) fue baja en ambos ríos, con un rango de 0.13 a 0.20 m en Babahoyo y de 0.13 a 0.17 m en Daule (tabla 2).

La salinidad se mantuvo en rangos bajos, con valores entre 4.00 a 5.00 ‰ en Babahoyo y de 3.00 a 5.00 ‰ en Daule. El oxígeno disuelto osciló entre 2.69 a 4.19 mg.L⁻¹ en Babahoyo y 2.62 a 4.14 mg.L⁻¹ en Daule. En cuanto a los nutrientes, el nitrato fue similar entre ríos (Babahoyo: 2.30–2.46 mg.L⁻¹; Daule: 2.36–2.49 mg.L⁻¹), un patrón similar registró el fosfato (río Babahoyo: 0.25 a 0.40 mg.L⁻¹; Daule: 0.29–0.40 mg.L⁻¹). El silicato tendió a valores más altos en el Daule (27.50 ± 3.80 mg.L⁻¹; rango 21.80–33.49) que en el Babahoyo (22.16 ± 3.82 mg.L⁻¹; rango 15.82–28.89), con máximos concurrentes en M8 (finales de octubre) en ambos ríos (Tabla 2); no obstante, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Tabla 2. Parámetros físico-químicos en estaciones fijas en los ríos Daule y Babahoyo (julio a octubre 2024). Se incluye la media ± desviación estándar por río

Mes	Muestreo	Temp. (°C)	pH	Transp. (m)	Salinidad (‰)	Oxígeno (mg.L ⁻¹)	Nitrato (mg.L ⁻¹)	Fosfato (mg.L ⁻¹)	Silicato (mg.L ⁻¹)
Río Babahoyo									
Jul	M1	27.4	6.60	0.19	4.50	3.44	2.38	0.33	22.36
	M2	29.1	7.23	0.19	4.00	3.68	2.38	0.35	25.02
Ago	M3	26.1	7.92	0.18	4.50	3.44	2.38	0.33	22.36
	M4	27.2	8.00	0.20	5.00	3.72	2.46	0.31	20.98
Sept	M5	26.6	7.59	0.20	4.50	3.44	2.38	0.33	22.36
	M6	27.7	7.77	0.20	4.00	3.76	2.30	0.25	15.82
Oct	M7	26.8	7.83	0.13	5.00	2.69	2.41	0.40	19.50
	M8	26.8	7.88	0.14	4.00	4.19	2.46	0.39	28.89
Promedio ± DE		27.2 ± 0.9	7.60 ± 0.47	0.18 ± 0.03	4.44 ± 0.42	3.54 ± 0.43	2.39 ± 0.05	0.34 ± 0.05	22.16 ± 3.82
Río Daule									
Jul	M1	27.6	6.00	0.16	4.00	3.38	2.42	0.34	27.64
	M2	27.9	7.75	0.15	3.00	3.70	2.36	0.40	31.83
Ago	M3	25.8	8.22	0.15	4.00	3.38	2.42	0.34	27.64
	M4	25.8	8.11	0.17	5.00	3.50	2.45	0.29	25.67
Sept	M5	26.2	7.40	0.15	4.00	3.40	2.49	0.36	24.29
	M6	26.1	7.94	0.13	4.00	3.38	2.42	0.34	27.64
Oct	M7	26.6	7.96	0.15	5.00	2.62	2.45	0.32	21.80
	M8	25.8	8.12	0.15	4.00	4.14	2.46	0.39	33.49
Promedio ± DE		26.5 ± 0.8	7.69 ± 0.73	0.15 ± 0.01	4.12 ± 0.64	3.44 ± 0.42	2.43 ± 0.04	0.35 ± 0.04	27.50 ± 3.80

En conjunto, las comparaciones entre ríos mediante la prueba U de Mann–Whitney no evidenciaron diferencias significativas en ninguna de las variables físico-químicas ($p > 0.05$ en todos los casos), en concordancia con la semejanza ambiental entre tributarios durante la estación seca. Debido a que cada río estuvo representado por una única estación fija con muestreo temporal, estas comparaciones se interpretan como indicativas y no como una inferencia espacial (véase Limitaciones del estudio).

En relación con el fitoplancton, ambos ríos evidenciaron fluctuaciones de la densidad a lo

largo del periodo de estudio, sin tendencia temporal marcada entre los muestreos quincenales. La abundancia total fue de 3.9×10^6 cel.m⁻³ en Babahoyo y de 3.4×10^6 cel.m⁻³ en Daule.

A nivel de especies, el fitoplancton estuvo representado principalmente por diatomeas. En el río Babahoyo, las más abundantes fueron *Skeletonema costatum*, *Actinocyclus curvatulus* y *Chaetoceros subtilis*, con predominio de *S. costatum*, que alcanzó hasta el 55.1 % de la abundancia relativa respecto del total de la comunidad (Figura 2). El conjunto de taxones restantes, agrupado como “otros”, constituyó una fracción variable de la abundancia total, elevada en algunos muestreos (hasta 72.7 %).

En el río Daule, la comunidad también estuvo dominada por diatomeas, con *Skeletonema costatum* y *Actinocyclus curvatulus* como las más representativas, acompañadas de *Coscinodiscus granii*; *S. costatum* alcanzó un máximo de 38.6 % de la abundancia relativa total (figura 2). En este río, la categoría “otros” se mantuvo entre el 42.8 y el 57.4 % de la abundancia total a lo largo del periodo.

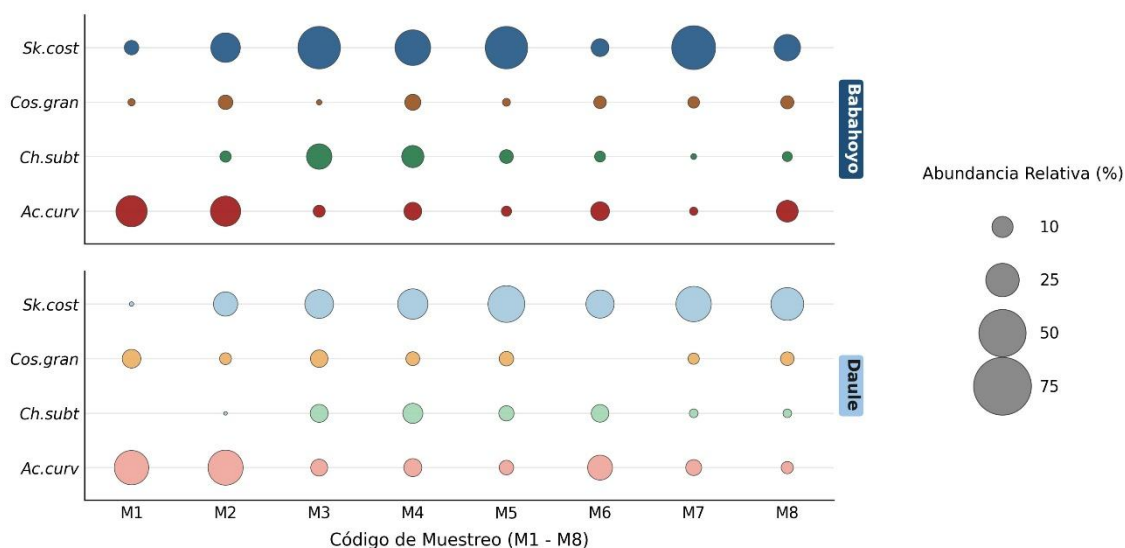


Figura 2. Abundancia relativa de las principales especies de fitoplancton en los ríos Babahoyo y Daule durante julio-octubre 2024

El análisis de los cladóceros evidenció la presencia de taxones correspondientes principalmente al orden Anomopoda y, en menor proporción, al orden Ctenopoda,

registrados en las dos estaciones fijas a lo largo del periodo de monitoreo, con una abundancia total que fluctuó entre muestreos sin una tendencia temporal marcada en ambos ríos.

A nivel de familia, Moinidae fue la más abundante en ambos ríos, seguida de Sididae y Daphniidae; en el río Daule se registraron además Bosminidae y Macrothricidae, ausentes en el río Babahoyo (tabla 3).

Tabla 3. Abundancia de cladóceros por familia ($\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$) en los ríos Babahoyo y Daule durante julio-octubre 2024

Familia	Río Babahoyo ($\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$)	Río Daule ($\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$)
Moinidae	29 430	9 647
Sididae	2 398	1 417
Daphniidae	2 180	654
Bosminidae	—	55
Macrothricidae	—	55

En ambos ríos, *Moina micrura* fue la especie dominante espacial y temporalmente. En el río Babahoyo se registraron presencias puntuales de *Ceriodaphnia cornuta* (M1) y de *Diaphanosoma brachyurum* durante julio, con un máximo de 46.7 % en el segundo muestreo (M2), además de ausencia de cladóceros en la primera quincena de septiembre (M5). En el río Daule, además de *M. micrura*, se registraron *Macrothrix* sp. y *Bosmina longirostris* en el primer muestreo de julio (M1) con valores inferiores al 1 %, junto con *Ceriodaphnia cornuta* y *Diaphanosoma brachyurum*; esta última incrementó su abundancia en la segunda quincena de julio (M2) y de octubre (M8), con 29.8 y 50.0 % del total, respectivamente (figura 3). Cuatro de los taxones registrados se documentan mediante microfotografías (figura 4).

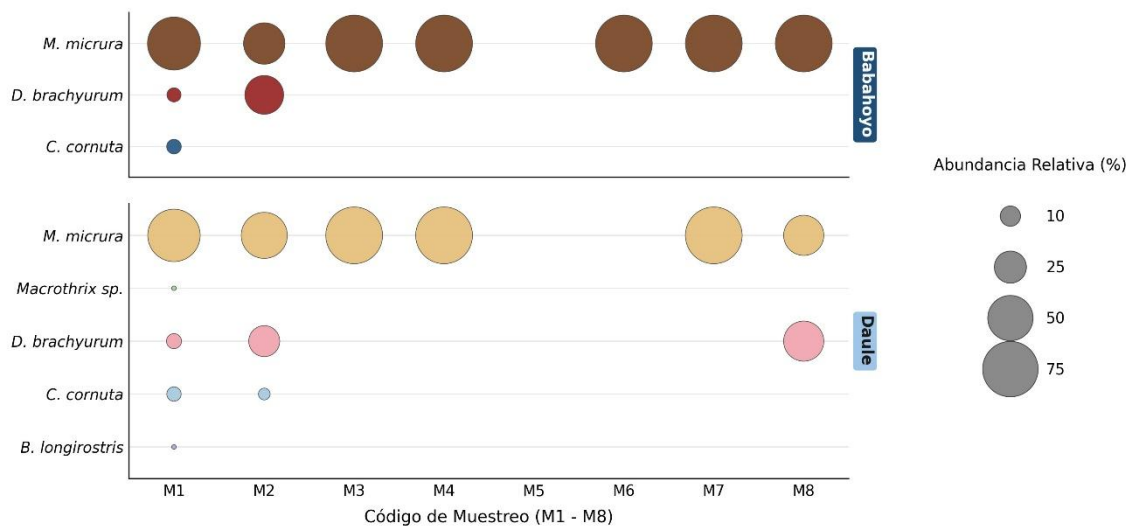


Figura 3. Abundancia relativa por especie de los cladóceros presentes en los ríos Babahoyo y Daule durante julio-octubre 2024

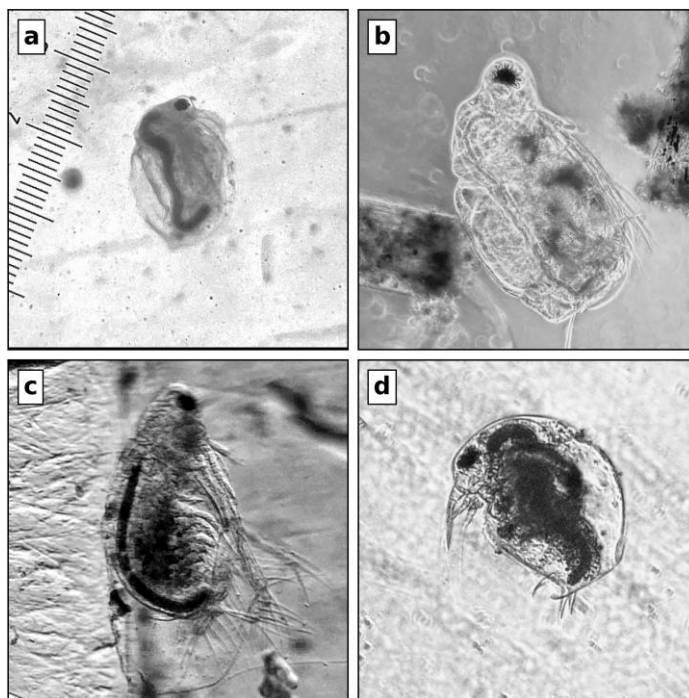


Figura 4. Microfotografías de cuatro de los taxones de cladóceros registrados en los ríos Babahoyo y Daule: (a) *Ceriodaphnia cornuta*, (b) *Moina micrura*, (c) *Diaphanosoma brachyurum* y (d) *Bosmina longirostris*

El análisis de la estructura comunitaria evidenció una baja diversidad de cladóceros en ambos ríos. En el río Babahoyo se registraron tres taxones ($S = 3$; $H' = 0.488$ nats; $1-D =$

0.242; $J' = 0.444$) y en el río Daule, cinco taxones ($S = 5$; $H' = 0.631$ nats; $1-D = 0.317$; $J' = 0.392$). En ambos casos la dominancia estuvo determinada por *Moina micrura*, que concentró el 86.5 % de la abundancia en Babahoyo y el 81.6 % en Daule (Berger–Parker $d = 0.865$ y 0.816 , respectivamente), lo que explica la baja equidad y la elevada dominancia (simplificación estructural) del ensamblaje en cada río (tabla 4). La rarefacción indicó que la menor riqueza del río Babahoyo no obedeció a un menor esfuerzo de muestreo, ya que la riqueza esperada se estabilizó en tres taxones aun a tamaños de muestra elevados.

Tabla 4. Índices de diversidad, equidad y dominancia de la comunidad de cladóceros en las estaciones fijas de los ríos Babahoyo y Daule durante la estación seca de 2024

Métrica ecológica	Río Babahoyo	Río Daule
Riqueza específica (S)	3	5
Abundancia total, N (org. m ⁻³)	34 008	11 828
Shannon–Wiener, H' (nats)	0.488	0.631
Simpson, dominancia ($D = \sum p_i^2$)	0.758	0.683
Simpson, diversidad ($1 - D$)	0.242	0.317
Equidad de Pielou (J')	0.444	0.392
Dominancia de Berger–Parker (d)	0.865	0.816

H' en logaritmo natural (nats); equivalentes en $\log_2$: Babahoyo = 0.704 bits y Daule = 0.910 bits. $J' = H'/\ln(S)$. $d = N_{\text{máx}}/N$, correspondiente a *Moina micrura* en ambos ríos.

El índice de similitud de Sørensen mostró una alta coincidencia composicional del fitoplancton entre ríos ($C_s = 0.89$), con 39 taxones compartidos y cinco exclusivos en cada río: en Babahoyo, *Chaetoceros decipiens*, *Gloeocapsa* sp., *Grammatophora* sp., *Ulothrix* sp. y *Zygogonium* sp.; y en Daule, *Actinoptychus splendens*, *Diploneis* sp., *Navicula* sp., *Pleurosigma angulatum* y *Tryblionella scalaris*. En los cladóceros, la similitud fue menor ($C_s = 0.75$), con tres taxones compartidos y dos exclusivos del río Daule; en consecuencia, la diversidad beta entre ríos fue baja (recambio β_w de Whittaker = 0.25).

El Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), aplicado con carácter exploratorio, no

resultó estadísticamente significativo en el río Babahoyo ($p = 1.0000$) y presentó bajas correlaciones especie-ambiente (Eje 1, $r = 0.43$; Eje 2, $r = 0.07$); sus dos primeros ejes resumieron el 90.9 % de la relación especie-ambiente. Considerando la falta de significancia, los patrones se describen únicamente como tendencias del ordenamiento, sin inferir relaciones ambientales causales. El Eje 1 (78.5 %) recogió la principal dirección de variación, con una tendencia a asociar los valores positivos con mayor temperatura y, en menor medida, silicato, en oposición a pH, nitrato y salinidad. En ese espacio, los cladóceros *Moina micrura*, *Ceriodaphnia cornuta* y *Diaphanosoma brachyurum* se ubicaron hacia el extremo positivo del eje, mientras que *Skeletonema costatum* se situó hacia el extremo negativo, próxima al vector de salinidad. El Eje 2 (12.4 %) recogió una dirección secundaria de variación, con el fosfato orientado hacia los valores positivos y la transparencia y el oxígeno disuelto hacia los negativos. En conjunto, el ordenamiento mostró una separación aparente entre el grupo de cladóceros y algunas diatomeas dominantes, con *Actinocyclus curvatulus* ubicada cerca de los vectores de temperatura y silicato (figura 5).

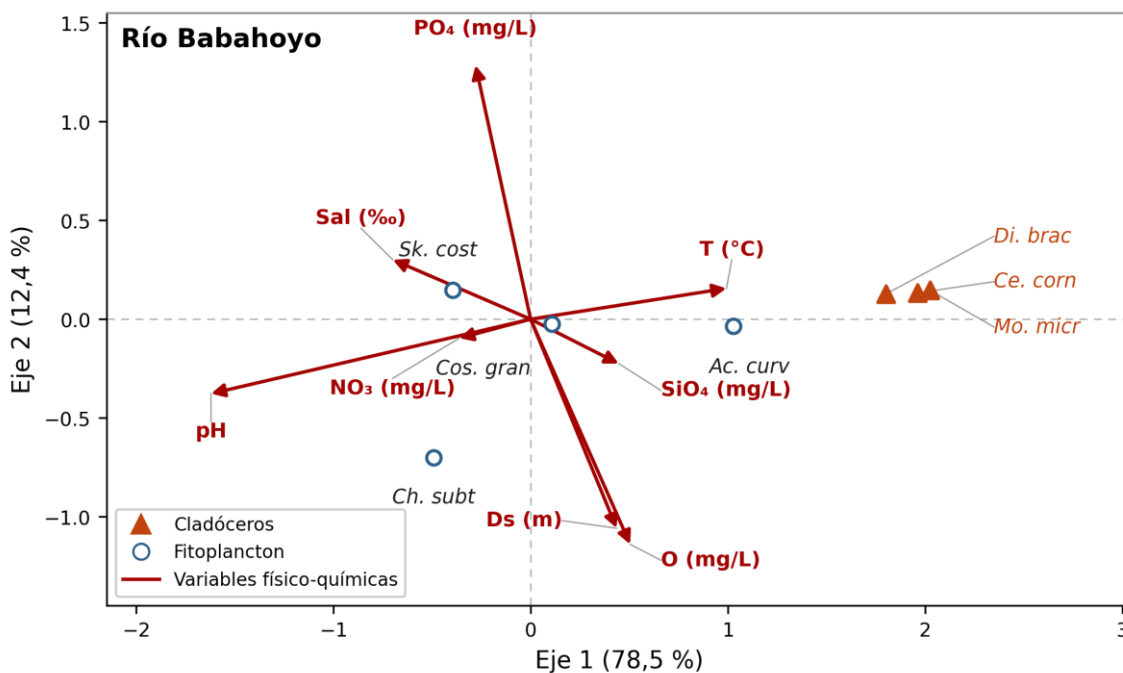


Figura 5. Análisis de correspondencia canónica de las especies de cladóceros con las variables físico-químicas y el fitoplancton en el río Babahoyo durante julio-octubre 2024. Correlaciones especie-ambiente: Eje 1, $r = 0.43$; Eje 2, $r = 0.07$

En el río Daule, el ACC tampoco fue estadísticamente significativo ($p = 1.0000$) y mostró bajas correlaciones especie-ambiente (Eje 1, $r = 0.32$; Eje 2, $r = 0.05$); sus dos primeros ejes resumieron el 91.3 % de la relación especie-ambiente, por lo que su ordenamiento se interpreta con la misma cautela descriptiva. El Eje 1 (77.7 %) recogió la principal dirección de variación, con una tendencia a asociar la temperatura hacia el extremo derecho y el pH y la salinidad hacia el izquierdo; en ese espacio, los cladóceros *Moina micrura*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Macrothrix* sp. y *Bosmina longirostris* se agruparon hacia el extremo positivo, y *Skeletonema costatum* y *Chaetoceros subtilis* hacia el negativo. El Eje 2 (13.6 %) recogió una dirección secundaria, con la transparencia (disco Secchi) hacia la parte inferior y el fosfato hacia los valores positivos. En este espacio, *Diaphanosoma brachyurum* se ubicó en el cuadrante asociado a silicato y temperatura, y *Actinocyclus curvatulus* próxima al mismo sector (figura 6).

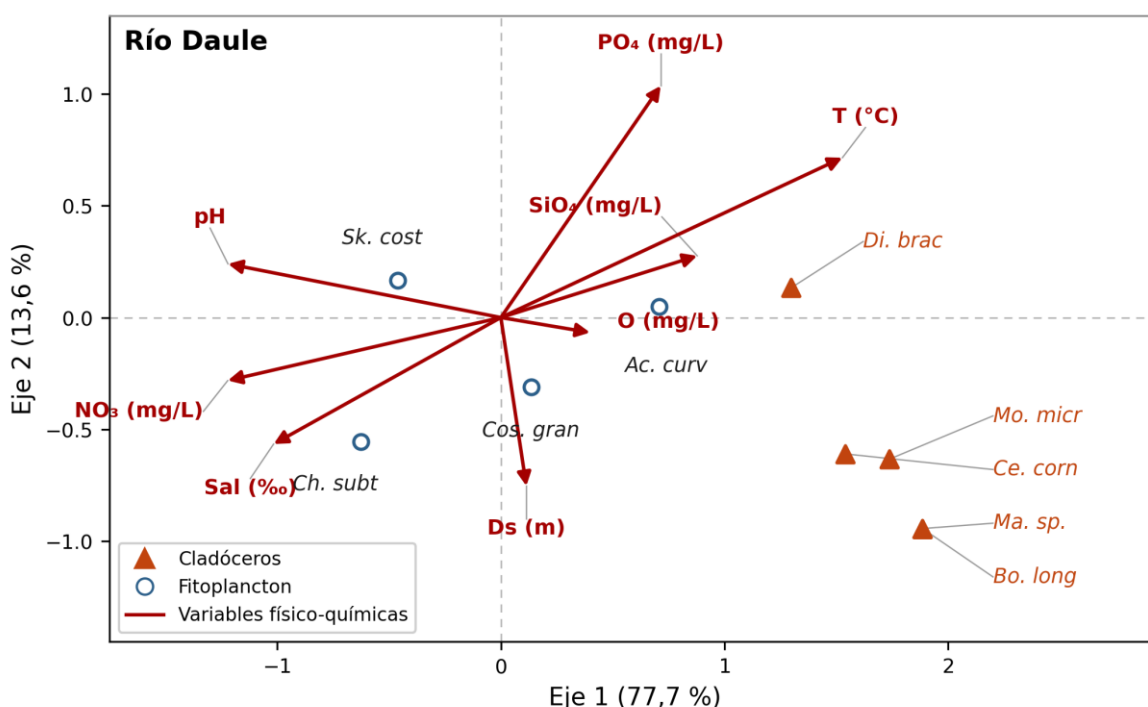


Figura 6. Análisis de correspondencia canónica de las especies de cladóceros con las variables físico-químicas y el fitoplancton en el río Daule durante julio-octubre 2024. Correlaciones especie-ambiente: Eje 1, $r = 0.32$; Eje 2, $r = 0.05$

Discusión

La comunidad de cladóceros registrada durante la estación seca en los ríos Daule y Babahoyo estuvo dominada por *Moina micrura*, acompañada por *Diaphanosoma brachyurum* y *Ceriodaphnia cornuta*, con una abundancia total numéricamente mayor en la estación del río Babahoyo y con fluctuaciones sin una tendencia temporal marcada durante el periodo de estudio. En cuanto a los cladóceros identificados, la mayoría corresponde a especies pequeñas, un predominio que coincide con lo registrado en ecosistemas similares y que se explica por su carácter de r-estrategas: especies de ciclo de vida corto, con rápida adaptación a los cambios del medio y a la disponibilidad de alimento (Fernando, 1980; Sarma et al., 2005). Sin embargo, considerando que el monitoreo se realizó con redes de 200 μm , es posible que exista un sesgo, ya que pudieron quedar fuera del análisis taxones de menor tamaño que las especies identificadas, así como sus estadios juveniles. Por ello, la dominancia establecida es válida para las especies analizadas, sin dejar de considerar que la riqueza podría ser mayor (véase Limitaciones del estudio).

La dominancia de *Moina micrura* se explicaría por su plasticidad ecológica, ya que se adapta a diferentes condiciones en función de múltiples variables ambientales, como la temperatura, el pH, el fotoperiodo y la disponibilidad de alimento (Razak et al., 2024). Su dominancia también se ha documentado en otros sistemas tropicales, como lagos eutróficos (Diniz y Melo-Júnior, 2017), lo que respalda su carácter oportunista y su tolerancia a las variaciones del medio acuático. En este estudio, *C. cornuta* y *D. brachyurum* comparten ese mismo perfil ecológico, típico del zooplancton de zonas estuarinas y continentales.

Las especies representativas —*M. micrura* y *C. cornuta*— son eurioicas y de amplia distribución en aguas dulces tropicales, y que se han registrado en el embalse Daule–Peripa (Prado y Bucheli, 2012). Aun así, la comunidad tuvo baja riqueza y dominancia de un solo taxón, lo que se explicaría en función de la naturaleza lótica y la influencia mareal del sistema analizado, donde la mezcla de aguas, la turbidez y las variaciones de salinidad no favorecen el desarrollo de las especies menos tolerantes, pero sí el de las más eurioicas (Day



et al., 2013; Wolanski y Elliott, 2016). Además, la rarefacción confirmó que esta baja riqueza no fue resultado de un menor esfuerzo de muestreo.

El ACC sugirió que los cladóceros se asociaron con los valores de temperatura, mientras que la salinidad y el pH se registraron en sentido inverso. Sin embargo, como estos valores no fueron significativos, este patrón debe tomarse como un primer análisis descriptivo, aunque evidenciaría cierta relación con la estructura de la comunidad. Probablemente, la temperatura mostró una mayor asociación debido a sus rangos de variación, que en el caso de la salinidad fueron bastante limitados (≈ 2.0 ‰). Este comportamiento difiere de lo descrito para otros estuarios tropicales, donde la variación de salinidad es más marcada y suele constituir el principal gradiente estructurante de la comunidad (Paranaguá et al., 2005; Cloern et al., 2016; Sanvicente-Añorve et al., 2022). En parte, esta diferencia se explica por la ubicación de las estaciones, situadas antes de la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo —que da origen al río Guayas—, cerca del inicio del estuario interior del Golfo de Guayaquil, en un sector oligohalino donde la salinidad varía poco.

La baja transparencia registrada en ambos ríos ($\text{Secchi} \leq 0.20$ m), probablemente por una elevada carga de partículas suspendidas, explica en cierta medida la estructura de la comunidad de cladóceros, debido a que se ha demostrado que altas concentraciones de este tipo de partículas interfieren con los mecanismos de filtración del zooplancton y afectan principalmente a los organismos de mayor tamaño corporal, favoreciendo la permanencia en el tiempo de especies pequeñas y tolerantes (Kirk y Gilbert, 1990; Goździewska et al., 2024). Es así que las condiciones registradas en el área de estudio generan un ecosistema cálido, oligohalino (salinidad de 3–5 ‰, dentro del rango de 0.5–5 ‰; Day et al., 2013), de baja transparencia y sometido a mezcla frecuente, que favorece el desarrollo de este tipo de cladóceros.

La alta similitud en la composición de los cladóceros entre las estaciones analizadas no debe considerarse una relación ecológica directa entre ríos; más bien, los taxones compartidos corresponden a especies comunes y de amplia distribución a lo largo de la cuenca. Esto apunta a una probable homogeneización a escala de cuenca, favorecida por la mezcla

generada por las mareas del sistema y por la escasa variación de las condiciones físico-químicas durante la estación seca. Confirmar este patrón requeriría un diseño con mayor cobertura espacial.

En sistemas fluvio-estuarinos tropicales, la mezcla ocasionada por las mareas y el movimiento de las masas de agua puede generar composiciones y abundancias zooplanctónicas similares entre ríos cercanos, condición que se estaría registrando en el área de estudio en función del tipo y número de especies de cladóceros compartidos ($C_s = 0.75$). Sin embargo, la ocurrencia puntual de *Bosmina longirostris* y *Macrothrix* sp. en el río Daule evidenciaría microhábitats diferenciados. En el caso de *Macrothrix* sp., su registro se asocia a zonas de mayor complejidad estructural o con presencia de macrófitas flotantes, como *Eichhornia crassipes*, planta frecuente en la cuenca baja del río Guayas (Mero et al., 2019), la cual ofrece microhábitats a cladóceros fitófilos (Fuentes-Reinés et al., 2019). En el caso de *Bosmina longirostris*, su registro puntual coincide con valores altos de turbidez, de modo que la homogeneidad del área no elimina el efecto de ciertas condiciones locales, evidenciado en la presencia puntual de especies que pueden considerarse raras (Neretina et al., 2017; Sinev et al., 2020).

El fitoplancton estuvo dominado por diatomeas estuarinas como *Skeletonema costatum*, patrón reportado anteriormente para este sistema y zonas estuarinas cercanas, donde este grupo domina bajo condiciones de alta mezcla, turbidez y variación mareal (Instituto Nacional de Pesca, 2019; Solano-Vera et al., 2018). En el análisis de correspondencia canónica (ACC), *Actinocyclus curvatulus*, *Skeletonema costatum* y *Chaetoceros subtilis* se relacionaron con las mismas variables asociadas con los cladóceros, particularmente temperatura, salinidad y silicato. Más que una interacción trófica directa, esta coocurrencia podría reflejar una respuesta ecológica compartida frente a condiciones hidrográficas semejantes. Sin embargo, la dominancia de diatomeas favorecería la presencia de cladóceros filtradores de pequeño tamaño, al existir disponibilidad de alimento en sistemas con alta mezcla y turbidez.

En sistemas tropicales se ha documentado que el tamaño del fitoplancton condiciona la

alimentación de los cladóceros filtradores (Pagano, 2008), y que las diatomeas son el grupo dominante en estuarios con elevada turbidez (Licursi et al., 2006). Por ello, la presencia de cladóceros pequeños y la dominancia de diatomeas en la zona de estudio evidenciarían, más que una interacción trófica estricta, una respuesta de las comunidades planctónicas a las condiciones del ecosistema acuático.

Limitaciones del estudio

La investigación desarrollada presenta limitaciones que deben considerarse para contextualizar sus resultados. En primer lugar, los arrastres para la obtención de los cladóceros se realizaron con una luz de malla de 200 μm , por lo que la riqueza pudo haber sido subestimada, al no obtenerse una muestra representativa de los cladóceros pequeños o de sus estadios juveniles. Asimismo, el monitoreo de una sola estación por río durante la estacionalidad seca permite únicamente un análisis temporal, y no espacial, de la comunidad planctónica; además, al circunscribirse a esta temporada, el estudio no abarca la dinámica de la época lluviosa ni los cambios entre estaciones.

Conclusiones

Durante la estación seca, la comunidad de cladóceros de los ríos Babahoyo y Daule estuvo constituida por cinco taxones, tres compartidos entre ambos ríos y dos (*Bosmina longirostris* y *Macrothrix* sp.) exclusivos del Daule; la abundancia total fue numéricamente mayor en Babahoyo, sin una tendencia temporal marcada entre muestreos.

En cuanto a su estructura, la comunidad presentó una baja riqueza específica, una elevada dominancia de *Moina micrura* y una alta similitud composicional entre ríos.

El ordenamiento exploratorio (ACC) no identificó un factor ambiental ni fitoplanctónico estructurante determinante; la temperatura fue la variable más asociada a la disposición de las comunidades, aunque sin significancia estadística.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Público de Investigación en Acuicultura y Pesca por facilitar el uso de sus equipos para la identificación de las muestras analizadas en este estudio. Asimismo, expresan su agradecimiento a Julio Prado por su apoyo en la elaboración del mapa del área de estudio, a Robert Bucheli por su colaboración en la identificación de los cladóceros, y a Patricia Macías Mora por su colaboración en los análisis químicos.

Durante la preparación de este manuscrito, los autores emplearon una herramienta de inteligencia artificial asistida como apoyo en la edición del texto y en el procesamiento y visualización de los datos. Los autores revisaron y validaron todo el contenido y asumen la responsabilidad íntegra de la publicación.

Referencias bibliográficas

- American Public Health Association. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.). APHA Press.
- Boltovskoy, D. (Ed.). (1981). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Briones Cornejo, C. I., & Cornejo Antepara, M. (2012). Estudio preliminar de la diversidad de cladóceros en el lago Chongón, Guayas. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 6(1), 35–52. <https://doi.org/10.53591/cna.v6i1.200>
- Cloern, J. E., Abreu, P. C., Carstensen, J., Chauvaud, L., Elmgren, R., Grall, J., Greening, H., Johansson, J. O. R., Kahru, M., Sherwood, E. T., Xu, J., & Yin, K. (2016). Human activities and climate variability drive fast-paced change across the world's estuarine-coastal ecosystems. *Global Change Biology*, 22(2), 513–529. <https://doi.org/10.1111/gcb.13059>
- Cloern, J. E., Foster, S. Q., & Kleckner, A. E. (2014). Phytoplankton primary production in the world's estuarine-coastal ecosystems. *Biogeosciences*, 11, 2477–2501. <https://doi.org/10.5194/bg-11-2477-2014>
- Day, J. W., Crump, B. C., Kemp, W. M., & Yáñez-Arancibia, A. (2013). Estuarine ecology (2nd ed.). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118412787>
- de Melo, R. R. R., Coelho, P. N., dos Santos-Wisniewski, M. J., Wisniewski, C., & Magalhães, C. S. (2017). Morphological abnormalities in cladocerans related to eutrophication of a tropical reservoir. *Journal of Limnology*, 76(1), 94–102. <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2016.1395>
- Diniz, L. P., & Melo-Júnior, M. (2017). Can nearby eutrophic reservoirs sustain a differentiated biodiversity of planktonic microcrustaceans in a tropical semiarid basin?. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(4), 2771–2783. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170481>

- Dodson, S. I. (2005). Introduction to limnology. McGraw-Hill.
- Fernando, C. H. (1980). The freshwater zooplankton of Sri Lanka with a discussion of tropical freshwater zooplankton composition. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 65(1), 85–125. <https://doi.org/10.1002/iroh.19800650105>
- Forró, L., Korovchinsky, N. M., Kotov, A. A., & Petrusek, A. (2008). Global diversity of cladocerans (Cladocera; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 177–184. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9013-5>
- Fuentes-Reinés, J. M., Zoppi de Roa, E., & Díaz, F. (2019). Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) asociados a *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, 1883 y *Nymphaea amazonum* Mart. & Zucc., 1832 en una ciénaga del departamento del Atlántico, Colombia. *The Biologist*, 17(1), 83–96.
- Goździewska, A. M., Kruk, M., & Bláha, M. (2024). The zooplankton adaptation patterns along turbidity gradient in shallow water reservoirs. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 24, 188–200. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2023.08.005>
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2025). AlgaeBase. National University of Ireland, Galway. Recuperado el 11 de diciembre de 2025, <https://www.algaebase.org>
- Hurlbert, S. H. (1971). The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology*, 52(4), 577–586. <https://doi.org/10.2307/1934145>
- Instituto Nacional de Pesca. (2019). Reporte: Proyecto río Guayas. <https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/REPORTE-RIO-GUAYAS.pdf>
- Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR). (2007). El islote El Palmar: Resultado de una evolución a largo plazo de la distribución del drenaje entre los ríos Daule y Babahoyo en la cuenca del Guayas. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 14(1), 21–32.
- Kirk, K. L., & Gilbert, J. J. (1990). Suspended clay and the population dynamics of planktonic rotifers and cladocerans. *Ecology*, 71(5), 1741–1755. <https://doi.org/10.2307/1937582>
- Kotov, A. A., Ishida, S., & Taylor, D. J. (2009). Revision of the genus *Bosmina* Baird, 1845 (Cladocera: Bosminidae), based on evidence from male morphological characters and molecular phylogenies. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 156, 1–56.
- Krebs, C. J. (1999). Ecological methodology (2nd ed.). Benjamin/Cummings.
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). Numerical ecology (3rd English ed.). Elsevier.
- Licursi, M., Sierra, M. V., & Gómez, N. (2006). Diatom assemblages from a turbid coastal plain estuary: Río de la Plata (South America). *Journal of Marine Systems*, 62(1–2), 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2006.03.002>
- López Osorio, R., Cañón Páez, M. L., & Gracia Escobar, M. F. (2011). Catálogo de fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y agua de lastre. Dirección General Marítima. <https://doi.org/10.26640/9789588517391>
- López, C., Mosquera, P. V., Hampel, H., Neretina, A. N., Alonso, M., Van Damme, K., & Kotov, A. A. (2018). An annotated checklist of the freshwater cladocerans (Crustacea: Branchiopoda: Cladocera) of Ecuador and the Galápagos Islands. *Invertebrate Zoology*, 15(3), 277–291. <https://doi.org/10.15298/invertzool.15.3.06>
- Luzuriaga de Cruz, M. (1998). Aporte al conocimiento del zooplancton de agua dulce y

- estuarina del río Guayas, Guayaquil-Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 9 (1), 171–176.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing.
- Marín-Jarrín, M. J., Marín-Jarrín, J. R., & Borbor-Córdova, M. J. (2022). Dinámicas estacionales en el estuario interior del Guayas, Ecuador. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 51(2), 129–136.
<https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2022.51.2.1125>
- Mero, M., Pernía, B., Ramírez-Prado, N., Bravo, K., Ramírez, L., Larreta, E., & Egas, F. (2019). Concentración de cadmio en agua, sedimentos, *Eichhornia crassipes* y *Pomacea canaliculata* en el río Guayas (Ecuador) y sus afluentes. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 623–640.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.09>
- Naranjo, C. (2002). Zooplankton en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, durante mayo del 2001. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 11(1), 101–112.
- Neretina, A. N., da Silva, E. M., & Elmoor-Loureiro, L. M. A. (2017). Diversity and distribution of the *Macrothrix paulensis* species group (Cladocera: Macrothricidae) in the New World. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 53, 191–202.
- Pagano, M. (2008). Feeding of tropical cladocerans (*Moina micrura*, *Diaphanosoma excisum*) and rotifer (*Brachionus calyciflorus*) on natural phytoplankton: Effect of phytoplankton size-structure. *Journal of Plankton Research*, 30(4), 401–414.
<https://doi.org/10.1093/plankt/fbn014>
- Paranaguá, M. N., Neumann-Leitão, S., Nogueira-Paranhos, J. D., Silva, T. A., & Matsumura-Tundisi, T. (2005). Cladocerans (Branchiopoda) of a tropical estuary in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 65(1), 107–115. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842005000100015>
- Pennak, R. W. (1978). *Fresh-water invertebrates of the United States* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Pozo, C., Andrade, C., & Ríos, J. (2025). Cladóceros y su relación con las variables abióticas frente a la península de Santa Elena, durante la época húmeda en el 2024. *Revista Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 7(1), 81–102. <https://doi.org/10.54140/raop.v7i1.89>
- Prado, M., & Bucheli, R. (2012). Distribución y abundancia del plancton en el embalse Daule-Peripa durante 2011–2012. Instituto Nacional de Pesca. Reporte Técnico disponible en: <https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Distribucion-y-Abundancia-del-Plancton-en-el-Embalse-Daule-Peripa-Durante-2011-2012-1.pdf>.
- Razak, M. R., Aris, A. Z., Mohd Zaki, M. R., Md Yusoff, F., & Yusof, Z. N. B. (2024). Phenological and life-history responses of a tropical cladoceran *Moina micrura* to multiple environmental drivers. *Marine and Freshwater Research*, 75(6), MF23173.
<https://doi.org/10.1071/MF23173>
- Rivera, P., Parra, O., González, M., Orellana, M., & De la Rosa, V. (1982). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Editorial Universidad de Concepción.
- Santos, T. P., Cutrim, M. V. J., Cruz, Q. S., Cavalcanti-Lima, L. F., Duarte dos Santos Sá, A. K., & Azevedo-Cutrim, A. C. G. (2024). Zooplankton community heterogeneity and trophic

- interactions in response to environmental drivers in a mesotidal estuary on the Brazilian equatorial margin-Lençóis Maranhenses National Park. *Freshwater Biology*, 69(9), 1261–1277. <https://doi.org/10.1111/fwb.14303>
- Sanvicente-Añorve, L., Sánchez-Campos, M., Alatorre-Mendieta, M., Lemus-Santana, E., & Guerra-Castro, E. (2022). Zooplankton functional traits in a tropical estuarine system: Are lower and upper estuaries functionally different?. *Frontiers in Marine Science*, 9, 1004193. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1004193>
- Sarma, S. S. S., Nandini, S., & Gulati, R. D. (2005). Life history strategies of cladocerans: Comparisons of tropical and temperate taxa. *Hydrobiologia*, 542, 315–333.
- Semina, H. J. (1978). Treatment of an aliquot sample. In A. Sournia (Ed.), *Phytoplankton manual* (pp. 129–141). UNESCO.
- Silva, A. M. A., Barbosa, J. E. L., Medeiros, P. R., Rocha, R. M., Lucena-Filho, M. A., & Silva, D. F. (2009). Zooplankton (Cladocera and Rotifera) variations along a horizontal salinity gradient and during two seasons (dry and rainy) in a tropical inverse estuary (Northeast Brazil). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(2), 226–238.
- Sinev, A. Y., Xiang, X.-F., & Korovchinsky, N. M. (2020). Winter-Spring fauna of Cladocera of Dali Bai Autonomous Prefecture, Yunnan Province, China. *Limnetica*, 39(2), 621–638.
- Solano-Vera, Y., Caregua-Villegas, C., Duque-Marín, R., & González-Banchón, T. (2018). Composición, abundancia y distribución de diatomeas en dos localidades de la provincia del Guayas entre octubre 2013 y febrero 2014. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(2), 44–51. <https://doi.org/10.26423/rctu.v5i2.353>
- Sørensen, T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Biologiske Skrifter*, 5(4), 1–34.
- Sterza, J. M., & Fernandes, L. L. (2006). Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil): Characterization during a three-year study. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54(2–3), 95–105. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592006000200001>
- ter Braak, C. J. F., & Šmilauer, P. (2002). *CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for canonical community ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power.
- Tomas, C. R. (Ed.). (1996). *Identifying marine phytoplankton*. Academic Press.
- van Vuuren, J., Taylor, J., van Ginkel, C., & Gerber, A. (2006). Easy identification of the most common freshwater algae. North-West University and Department of Water Affairs and Forestry.
- Wolanski, E., & Elliott, M. (2016). *Estuarine ecohydrology: An introduction* (2nd ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-13014-0>
- WoRMS Editorial Board. (2025). World Register of Marine Species. VLIZ. Recuperado el 11 de diciembre 2025, de <https://www.marinespecies.org>. <https://doi.org/10.14284/170>



Morfología y sistemática de hongos aislados de lesiones en la piel de perros (*Canis lupus familiaris*) en Panamá

Morphology and Systematics of Fungi Isolated from Skin Lesions in Dogs (*Canis lupus familiaris*) in Panama

Betzabeth Henríquez¹

<https://orcid.org/0009-0005-4730-4989>

Orlando Cáceres²

<https://orcid.org/0000-0002-4130-3011>

¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Coclé, Escuela de Biología.

²Universidad Autónoma de Chiriquí, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Escuela de Biología.

Autor correspondiente: betzabeth.henriquez@up.ac.pa

Enviado: 24 de abril de 2026. Aceptado: 8 de junio de 2026

<https://doi.org/10.59722/rcvn.v4i1.1196>

Resumen

Las infecciones cutáneas en perros representan un problema frecuente en el que los hongos desempeñan un papel importante. Estos microorganismos, ampliamente distribuidos en el ambiente, pueden colonizar la piel y desarrollarse bajo condiciones favorables en el hospedero. El presente estudio tuvo como objetivo aislar, identificar y describir especies de hongos asociadas a lesiones cutáneas en perros de cuatro distritos en la provincia de Chiriquí, Panamá. Se analizaron 50 muestras, las cuales fueron cultivadas y caracterizadas mediante técnicas microbiológicas convencionales. Se identificaron 13 especies, *Aspergillus* cf. *aculeatus*, *Candida* sp., *Cladosporium* cf. *cladosporioides*, *Curvularia brachyspora*, *Curvularia clavata*, *Curvularia lunata*, *Curvularia pallescens*, *Neosartorya clavata*, *Neosartorya spinosa*, *Nigrospora oryzae*, *Penicillium* sp. 1, *Penicillium* sp. 2, *Malassezia pachydermatis*, de las cuales cinco son nuevos registros para Panamá. Algunos de estos hongos han sido previamente reportados a nivel internacional como parte de la microbiota normal o como agentes oportunistas en afecciones dermatológicas en animales. Los resultados evidencian una diversidad de hongos presentes en lesiones cutáneas caninas en ambientes tropicales, lo que refleja la complejidad microbiológica de estas afecciones. Este estudio aporta información relevante sobre la diversidad fúngica en el contexto local y resalta la necesidad de investigaciones adicionales que integren herramientas clínicas y moleculares para comprender mejor el papel de estos hongos en la salud cutánea de los caninos.

Palabras clave

Aislamiento microbiológico, dermatomicosis, hongos oportunistas, identificación taxonómica, microbiota cutánea, zoonosis.

Abstract

Skin infections in dogs are a common problem in which fungi play a significant role. These

microorganisms, widely distributed in the environment, can colonize the skin and thrive under favorable conditions in the host. This study aimed to isolate, identify and describe fungal species associated with skin lesions in dogs from four districts in the provinces of Chiriquí, Panamá. Fifty samples were analyzed, cultured, and characterized using conventional microbiological techniques. Thirteen species were identified, including *Aspergillus* cf. *aculeatus*, *Candida* sp., *Cladosporium* cf. *cladosporioides*, *Curvularia brachyspora*, *Curvularia clavata*, *Curvularia lunata*, *Curvularia pallescens*, *Neosartorya clavata*, *Neosartorya spinosa*, *Nigrospora oryzae*, *Penicillium* sp. 1, *Penicillium* sp. 2, *Malassezia pachydermatis*, five of which represent new records for Panamá. Some of these fungi have been previously reported internationally as part of the normal microbiota or as opportunistic agents in dermatological conditions in animals. The results demonstrate a diversity of fungi present in canine skin lesions in tropical environments, reflecting the microbiological complexity of these conditions. This study provides relevant information on fungal diversity in the local context and highlights the need for further research that integrates clinical and molecular tools to better understand the role of these fungi in canine skin health.

Keywords

Cutaneous mycobiota, dermatomycosis, microbiological isolation, opportunistic fungi, taxonomic identification, zoonosis

Introducción

Las dermatomicosis, lesiones cutáneas inflamatorias causadas por hongos, representan un problema sanitario relevante debido a su capacidad de transmitirse de forma cíclica entre animales y humanos (Brooks et al., 2010; Chanyachailert et al., 2023; Chermette et al., 2008). En este contexto, los perros constituyen uno de los animales domésticos más comunes al actuar como reservorios o portadores de hongos con alto potencial zoonótico (Chermette et al., 2008; Song et al., 2013). Estos procesos infecciosos, tanto en humanos como en animales, se presentan con frecuencia en regiones tropicales, subtropicales, incluyendo países de ingresos bajos y/o medianos (Rómulo et al., 2022). Esta contagiosidad, sumada a las dificultades en las medidas de control y los elevados costos de los tratamientos, subraya la importancia de un diagnóstico preciso (Chermette et al., 2008; Wellehan et al., 2023).

Las micosis cutáneas y subcutáneas se originan frecuentemente tras la pérdida de la integridad de la barrera epidérmica debido a traumatismos mecánicos o por el contacto directo con propágulos fúngicos presentes en el ambiente o en otros huéspedes (Brooks et al., 2010; Chermette et al., 2008; Moriello, 2025; Revankar y Sutton, 2010). En el siglo XXI,

se ha observado que factores como la inmunosupresión, alteraciones metabólicas como la diabetes y el avance en la edad de la población han incrementado significativamente la susceptibilidad a estas patologías fúngicas (Gupta et al., 2017). Entre los agentes causantes de micosis se encuentran los hongos oportunistas, ampliamente distribuidos en el ambiente y caracterizados, en general, por presentar una baja virulencia intrínseca (Alexopoulos et al., 1996; Chanyachailert et al., 2023; Villarreal Román, 2020).

Según Rodríguez-Vargas et al. (2024), las micosis graves en Panamá afectan a unas 85,580 personas, lo que equivale aproximadamente al 1.93% de la población nacional. Algunas de los patógenos fúngicos identificados en humanos en Panamá son: *Cryptococcus*, *Histoplasma*, *Sporothrix*, *Paracoccidioides*, *Aspergillus* y *Candida* (Arana et al., 2025; Gutierrez et al., 2008; Ramos et al., 2018; Rodríguez-Vargas et al., 2024). El estudio sobre la diversidad de hongos asociados a lesiones cutáneas en animales domésticos es un área en desarrollo y poco explotada en Panamá, por ello, la literatura existente es limitada o gris. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo aislar, identificar y describir especies de hongos asociadas a lesiones en la piel de perros (*Canis lupus familiaris*) atendidos en consulta clínica veterinaria y en recolectas ambulatorias en la provincia de Chiriquí, Panamá.

Materiales y métodos

Se recolectaron un total de 50 muestras de lesiones cutáneas de perros provenientes de cuatro distritos de la provincia de Chiriquí: David, Barú, Bugaba y Dolega, entre enero y mayo de 2009. El muestreo se realizó de forma dirigida sobre perros que presentaban lesiones cutáneas visibles durante consulta clínica veterinaria y recolectas ambulatorias. Los pelos y las escamas fueron colectados del borde de la lesión usando una pinza. Los pelos se arrancaron con la base ya que las formas parasitarias de los dermatofitos se encuentran en la base del pelo (Cervantes, 2004). Alternativamente se empleó la técnica de Mackenzie (1963), la cual consiste en cepillar el pelo de animal con un cepillo dental previamente desinfectado, con el cual se inoculan medios apropiados para el cultivo. Los pelos y las

escamas fueron colocados en envases Eppendorf identificados con el número de colecta para su posterior traslado al Laboratorio. Las muestras se cultivaron en agar Kimmig suplementado con cloranfenicol, cicloheximida y glicerina, así como en agar papa dextrosa (PDA), agar extracto de malta y agar avena (OA). Los cultivos se incubaron en oscuridad a 37 °C durante un máximo de 45 días.

Las placas para observación microscópica se prepararon dentro de una cámara de flujo laminar. Se colocó una gota de azul de lactofenol en el centro de un portaobjetos. Posteriormente, se utilizó un fragmento de aproximadamente 8 cm de cinta adhesiva transparente (Scotch Crystal®), con el lado adhesivo hacia afuera, para tomar una pequeña muestra de la colonia fúngica. Finalmente, la cinta se colocó sobre la gota de azul de lactofenol para su observación microscópica. La medición y descripción de los conidióforos, conidias e hifas se realizaron utilizando el objetivo de 100× (inmersión) de un microscopio Euromex Holland, modelo GE3040. Se efectuaron al menos 20 mediciones de las diferentes estructuras en cada muestra. A partir de estos valores se calcularon el promedio y la desviación estándar. Los valores mínimo y máximo del rango principal se estimaron restando y sumando la desviación estándar al promedio, mientras que los valores extremos se indicaron entre paréntesis. Se realizaron dibujos a escala de las diferentes estructuras observadas.

El aislamiento de ADN se realizó con un kit de extracción de ADN y siguiendo el protocolo de extracción facilitado por el productor del Kit Fungal DNA Mini Kit, peQlab Biotechnologie. La secuenciación se llevó a cabo por la empresa Scientific Research & Development GmbH. Las secuencias obtenidas fueron comparadas con las secuencias existentes en la base de datos de GenBank.

Para el análisis mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), la muestra fue fijada sobre cinta adhesiva de doble cara y posteriormente montada en soporte para muestras. Luego, la muestra se recubrió con una capa de oro mediante pulverización catódica y se examinó utilizando un microscopio electrónico de barrido Hitachi S-4500. Para la identificación de los hongos se utilizaron las claves taxonómicas de De Hoog et al. (2000) y

Domsch et al. (2007). Para la verificación de nuevos registros para Panamá se utilizó el conjunto de datos Checklist of fungi in Panama 2020 (Hofmann y Piepenbring, 2021). La nomenclatura y las autoridades taxonómicas fueron verificadas mediante consulta de Index Fungorum (Index Fungorum Partnership, s. f.).

Resultados

Se aislaron y determinaron hongos asociados a lesiones cutáneas en perros, correspondientes a géneros de la división Ascomycota y Basidiomycota. En total se identificaron 13 especies, *Aspergillus* cf. *aculeatus*, *Candida* sp., *Cladosporium* cf. *cladosporioides*, *Curvularia brachyspora*, *Curvularia clavata*, *Curvularia lunata*, *Curvularia pallescens*, *Neosartorya clavata*, *Neosartorya spinosa*, *Nigrospora oryzae*, *Penicillium* sp. 1, *Penicillium* sp. 2, *Malassezia pachydermatis*, de las cuales cinco son nuevos registros para Panamá (tabla 1). Algunas muestras no presentaron crecimiento en los medios de cultivo empleados. Asimismo, en ciertos aislamientos, al realizar el examen microscópico, no se observaron estructuras morfológicas necesarias para su identificación, detectándose únicamente hifas.

Tabla 1. Posición sistemática de los hongos identificados en este estudio

División	Orden	Género	Especie
Ascomycota	Eurotiales	<i>Aspergillus</i>	<i>A. cf. aculeatus</i>
Ascomycota	Saccharomycetales	<i>Candida</i>	sp.
Ascomycota	Cladosporiales	<i>Cladosporium</i>	<i>C. cf. cladosporioides</i>
Ascomycota	Pleosporales	<i>Curvularia</i>	<i>C. brachyspora*</i>
Ascomycota	Pleosporales	<i>Curvularia</i>	<i>C. clavata*</i>
Ascomycota	Pleosporales	<i>Curvularia</i>	<i>C. lunata</i>
Ascomycota	Pleosporales	<i>Curvularia</i>	<i>C. pallescens*</i>
Ascomycota	Eurotiales	<i>Neosartorya</i>	<i>N. clavata</i>
Ascomycota	Eurotiales	<i>Neosartorya</i>	<i>N. spinosa*</i>
Ascomycota	Trichosphaeriales	<i>Nigrospora</i>	<i>N. oryzae</i>
Ascomycota	Eurotiales	<i>Penicillium</i>	sp. 1
Ascomycota	Eurotiales	<i>Penicillium</i>	sp. 2
Basidiomycota	Malasseziales	<i>Malassezia</i>	<i>M. pachydermatis*</i>

Nota: uso de la abreviatura “cf.” indica afinidad morfológica con la especie mencionada, sin confirmación taxonómica definitiva. *: nuevos registros para Panamá.

A continuación, se presentan las descripciones morfológicas de las especies identificadas.

Aspergillus cf. aculeatus lizuka

Características macroscópicas: En agar Kimmig se observaron colonias de crecimiento rápido, con un diámetro de 5 cm a los 15 días de incubación, de aspecto lanoso y color blanco. En agar Avena se observaron colonias igualmente de crecimiento rápido, con un diámetro de 5 cm a los 15 días, de aspecto lanoso, color blanco y pigmentaciones chocolate en la superficie. El envés presentó coloración blanca.

Características microscópicas: Conidióforo marrón de paredes lisas. Cabeza conidial radiada. Vesícula chocolate subesférica, de (33) 39-53 (55) x (33) 38-52 μm . Células conidiógenas uniseriadas, fiálides naciendo directamente de la vesícula. Conidias subesféricas, de 3-4.5 (5) μm . Marrón oscuro, con espínulas (figura 1).

Material examinado: Muestra # 24, aislada de una lesión en el dorso de un perro Cocker Spanich en David.

Observación: Esta especie es muy similar a *A. violaceofuscus*, pero se diferencia por tener vesículas más grandes y conidios algo más alargados (de Hoog et al., s. f.). Las características morfológicas no permiten diferenciar de manera precisa a *Aspergillus aculeatus* de otras especies del género *Aspergillus* (Parenicová et al., 2001).

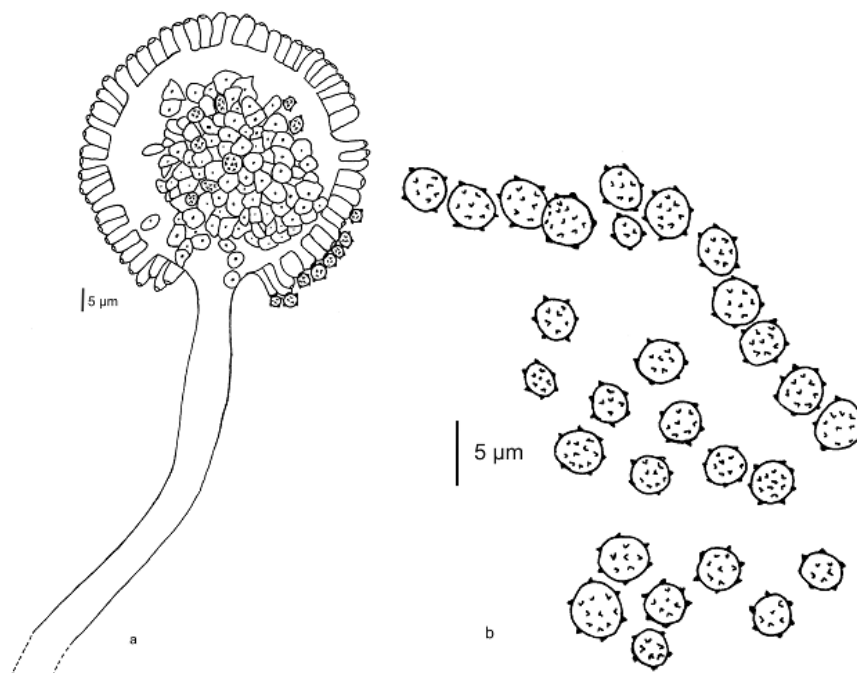


Figura 1. *Aspergillus cf. aculeatus* a. Conidióforo b. Conidias con espínulas

***Candida* sp.**

Características macroscópicas: En agar Kimmig se observaron colonias de crecimiento lento, con un diámetro aproximado de 2 cm tras 30 días de incubación. Las colonias presentaron superficie lisa, relieve central pronunciado y coloración crema; el envés también fue de color crema.

Características microscópicas: Seudohifas hialinas, de 4-5 µm de ancho, septadas. Células de levadura solitarias, esféricas o subesféricas, de 4.0–7.5 (10) x (2) 2.5-4.0 (5) µm, hialinas, de paredes lisas (figura 2).

Material examinado: Muestra # 43, aislada de una lesión cerca de la cola en un perro sin raza definida en David.

Observación: Las especies de *Candida* son difíciles de identificar morfológicamente y es preferible realizar pruebas de ADN (De Hoog et al., 2000).

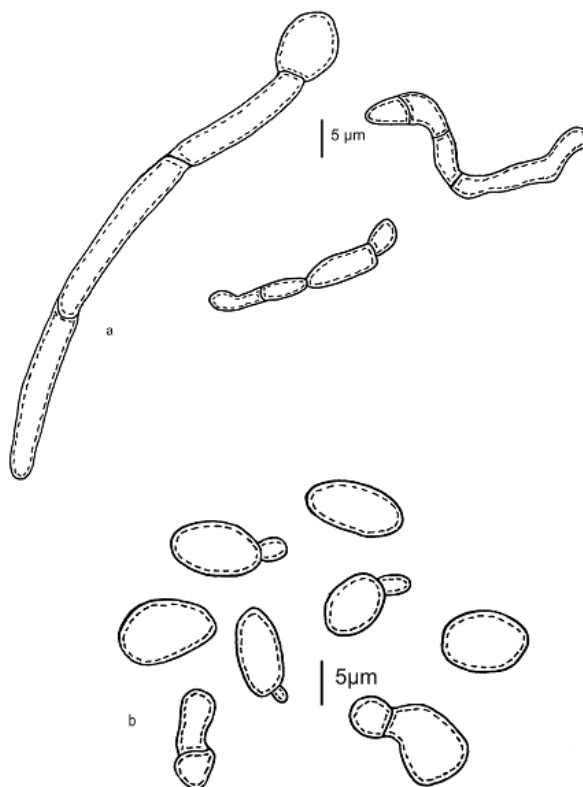


Figura 2. *Candida* sp. a. Seudohifas b. Células de levadura jóvenes y en etapa germinativa

***Cladosporium* cf. *cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries**

Características macroscópicas: En agar Kimmig, las colonias presentaron crecimiento rápido, alcanzando 4 cm de diámetro a los 13 días de incubación. Se observaron colonias de textura lanosa, color gris marrón y borde marrón, con crecimiento en relieve; el envés fue de color negro.

Características microscópicas: Conidióforos con ramificación terminal, 2-3 µm de ancho, hialinas o con la pared muy pigmentada, septadas, sin hinchazones. Conidias mayormente en cadenas, elipsoidales, de 4–6 (7) x 2-2.5 (3) µm, hialinas, de paredes lisas. Ramoconidias algunas veces septadas con una a dos cicatrices negras (figura 3).

Material examinado: Muestra # 11, aislada de una alopecia con cascarillas en la cola de un Rottweiler en David.

Observación: La especie ha sido segregada en numerosos linajes y microtaxones, cuyos

rasgos morfológicos son tan semejantes que dificultan su diferenciación taxonómica (Bensch et al., 2010).

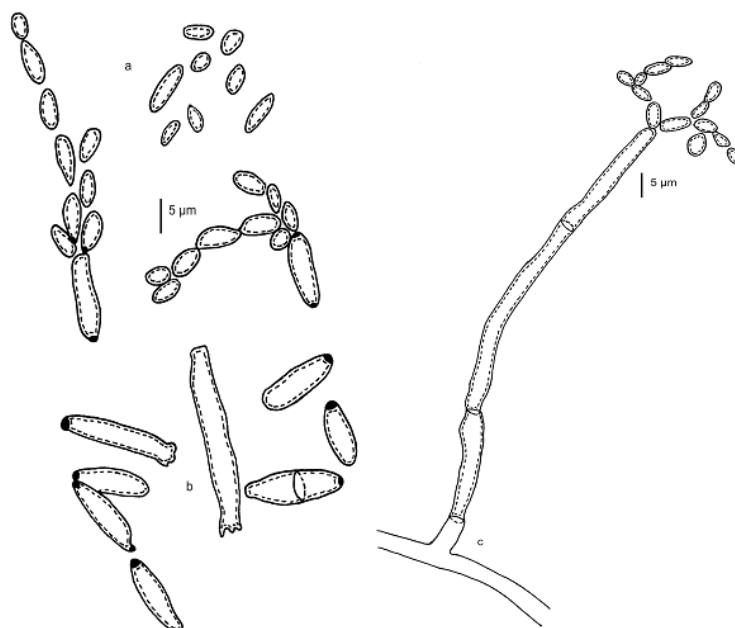


Figura 3. *Cladosporium* cf. *cladosporioides* a. Conidias b. Conidias y ramoconidias c. Conidióforo

***Curvularia brachyspora* Boedijn**

Características macroscópicas: En agar Kimmig, las colonias presentaron crecimiento rápido, alcanzando 6 cm de diámetro a los 11 días de incubación. Se observaron colonias de textura algodonosa, de color chocolate grisáceo con borde blanco y presencia de pigmentación azul. El envés fue de color negro.

Características microscópicas: Conidióforos terminales o laterales, 3-4 µm de ancho, marrón claro, rectos a flexuosos, de paredes lisas. Conidias elipsoidales a fusiformes ligeramente curvas, de (13) 14-20 (23) x (5) 7-10 (11) µm, color marrón oscuro, de paredes lisas, con 3 septos, con el septo central más oscuro y engrosado que los otros dos (figura 4).

Material examinado: Muestra # 8, aislada de una herida en la pata izquierda delantera de un perro sin raza definida en David.

Observación: La especie *Curvularia brachyspora* se diferencia de otras especies del género

Curvularia por presentar conidias cuyo septo central es notablemente más engrosado y oscuro en comparación con los otros dos septos (De Hoog et al., 2000).

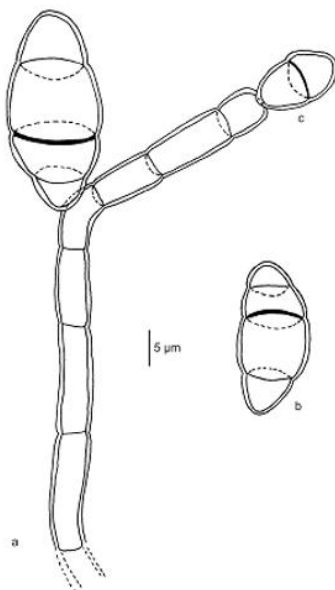


Figura 4. *Curvularia brachyspora* a. Conidióforo con conidias b. Conidias. c. Conidia joven

Curvularia clavata B.L. Jain

Características macroscópicas: En agar Kimmig, las colonias presentaron crecimiento moderado, alcanzando 4 × 3 cm de diámetro a los 15 días de incubación. Se observaron colonias de aspecto algodonoso y color crema blanquecino; el envés fue de color crema, con una zona central negra. En agar avena, las colonias mostraron crecimiento expansivo, cubriendo la totalidad de la placa a los 10 días de incubación. Presentaron aspecto algodonoso-peludo y color negro tanto en el haz como en el envés.

Características microscópicas: Hifas 5 μm de ancho, color marrón claro, con gotas de aceite, septadas. Conidióforos de (150) 171-280 x 3-5 (6) μm, colores marrones, rectos o a veces flexuosos, septados. Conidias mayormente rectas-clavadas, de (15) 20.5–27 (28) x 8-10 μm, de color marrón, de paredes lisas, con 3 septos, con una cicatriz en la base (figura 5).

Material examinado: Muestra # 40, aislada de una herida abierta en el dorso de un perro sin raza definida en David.

Observación: Esta especie se diferencia de otras especies de *Curvularia* en que las conidias tienen forma recta-clavada y los conidióforos son muy largos (De Hoog et al., 2000).

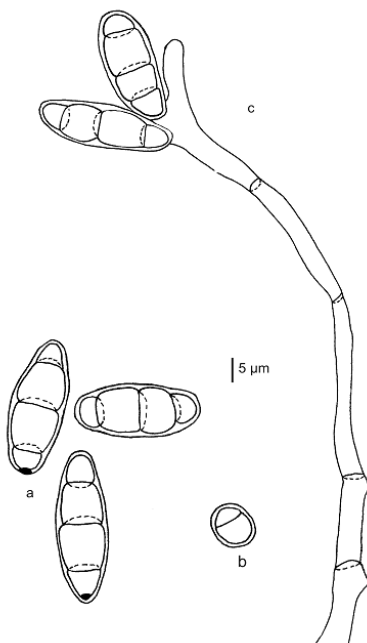


Figura 5. *Curvularia clavata* a. Conidias con cicatriz en la base b. Conidia joven

Curvularia lunata (Wakker) Boedijn

Características macroscópicas: En agar Kimmig, las colonias presentaron crecimiento rápido, alcanzando 3.5 cm de diámetro a los 9 días; mostraron aspecto aterciopelado, color marrón, zona central blanquecina y halo periférico blanco, con envés crema. En agar avena, las colonias alcanzaron 5.5 cm de diámetro a los 9 días, con crecimiento expansivo, aspecto algodónoso-peludo y coloración gris negruzca tanto en el haz como en el envés.

Características microscópicas: Hifas 5 µm de ancho, color marrón claro, frecuentemente con verrugas, septadas. Conidióforos simples o ramificados, de 80-115 (120) x 3-4 µm, de colores marrones claros, rectos, septados. Conidias elipsoidales, de (15) 17.5–25 (26) x 7-10 µm, de color marrón oscuro con células terminales más claras, de paredes lisas, con 3 septos, el segundo septo más grande y oscuro que el resto, a menudo con una curvatura en el septo subterminal (figura 6).

Material examinado: Muestra # 13, aislada de una lesión interdigital en la pata derecha

delantera de un perro raza Pequi Poodle en David.

Observación: Esta especie es diferente de las demás especies de *Curvularia* porque la conidia es marrón oscuro con el septo central curvado, más grande y oscuro que los demás septos (De Hoog et al., 2000).

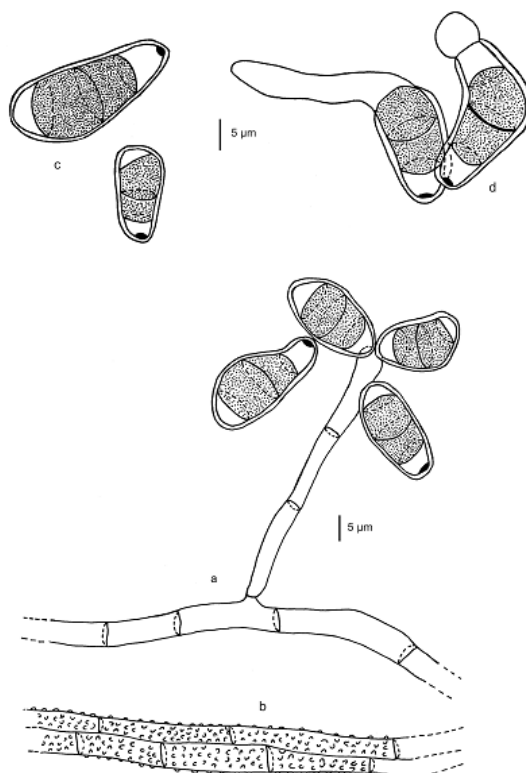


Figura 6. *Curvularia lunata* a. Conidióforo con conidias b. Hifas con verrugas c. Conidias d. Conidias en etapa germinativa

Curvularia pallescens Boedijn

Características macroscópicas: En agar Kimmig, las colonias presentaron crecimiento rápido, alcanzando 4 cm de diámetro a los 5 días de incubación. Se observaron colonias de textura aterciopelada-lanosa, de color gris con un halo negro periférico; el envés fue de color negro.

Características microscópicas: Hifas de color marrón claro, septadas. Conidióforos rectos de longitud variable, 5-6 µm de ancho, marrón claro, septados. Conidias elipsoidales a fusiformes, en ocasiones curvadas, de (15) 16-25 (28) x (7) 8 -10 (11) µm, de color marrón

claro, de paredes lisas, con 3 septos (figura 7).

Material examinado: Muestra # 10, aislada de una lesión en el área lumbar de un perro Schnauzer en David.

Observación: Esta especie se diferencia de las demás especies del género *Curvularia* por presentar conidias de color marrón claro (De Hoog et al., 2000).

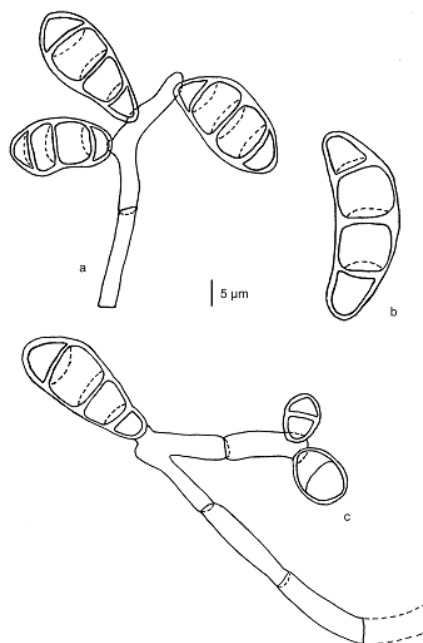


Figura 7. *Curvularia pallescens* a. Conidióforo con conidias b. Conidia c. Conidia joven

***Neosartorya clavata* (Desm.) Pitt & A.D. Hocking**

Características macroscópicas: En agar Kimmig, las colonias mostraron crecimiento rápido, textura algodonosa y producción de exudado. Presentaron una coloración verde azulada a grisácea, con bordes blancos y un envés de color blanco crema.

Características microscópicas: Conidióforo hialino de paredes lisas. Cabeza conidial radiada. Vesícula clavada, de aproximadamente 80 x 35 μm, hialina. Células conidiógenas uniseriadas, fiálides naciendo directamente de la vesícula. Conidias elipsoidales, de (2) 2.5-3.5 (4) x 2-3 μm, hialinas de paredes lisas, formando cadenas (figura 8).

Material examinado: Muestra # 1, aislada del cuello de un Schnauzer en David.

Observación: Anteriormente se llamaba *Aspergillus clavatus*. Se diferencia de otras especies por la

forma clavada o claviforme de la vesícula. Las fíalides son difíciles de observar individualmente por lo que no han sido medidas (De Hoog et al., 2000).

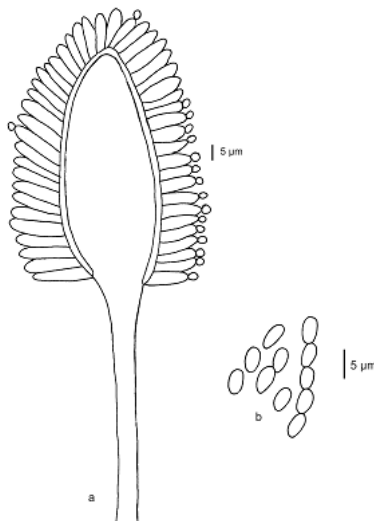


Figura 8. *Neosartorya clavata* a. Conidioforo b. conidias

***Neosartorya spinosa* (Udagawa & H. Kawas.) Kozak.**

Características macroscópicas: En agar Avena, las colonias presentaron crecimiento rápido, alcanzando 5 cm de diámetro en 10 días. Mostraron un aspecto aterciopelado y color blanco-cremoso, con envés crema. Con el fin de estimular la esporulación, se colocaron fragmentos de cuerno sobre la superficie de la colonia. En agar PDA, las colonias evidenciaron crecimiento rápido, superando los 4 cm de diámetro en 15 días. Presentaron aspecto aterciopelado y color blanco, con envés también blanco.

Características microscópicas: Ascomas esféricos, gimnotecios, de hasta 300 µm de diámetro, amarillo pálido, creciendo solos, envueltos en hifas. Ascus subesféricos, dispuestos en forma irregular dentro del ascoma, de 10-13 (14) x 10 -11.5 (12) µm, hialinos, de paredes delgadas, conteniendo 8 ascosporas (Figura 4). Ascosporas esféricas, de (3) 3.5-4.5 (5) µm, hialinas, con dos crestas ecuatoriales prominentes y flexibles rodeando las valvas; en medio de las dos valvas hay un surco que tiene dos líneas de ornamentaciones, las valvas tienen espinas (figura 9 y 10).

Material examinado: Muestra # 37, aislada de una alopecia en piel de un perro sin raza definida en Puerto Armuelles.

Observación: La identidad de la muestra fue corroborada mediante análisis moleculares de las

regiones ITS y LSU del ADN ribosomal. Las secuencias obtenidas presentaron porcentajes de identidad entre el 97 % y el 99 % con secuencias depositadas en GenBank lo que confirmó la identificación taxonómica. Adicionalmente, la muestra fue examinada mediante microscopía electrónica de barrido.

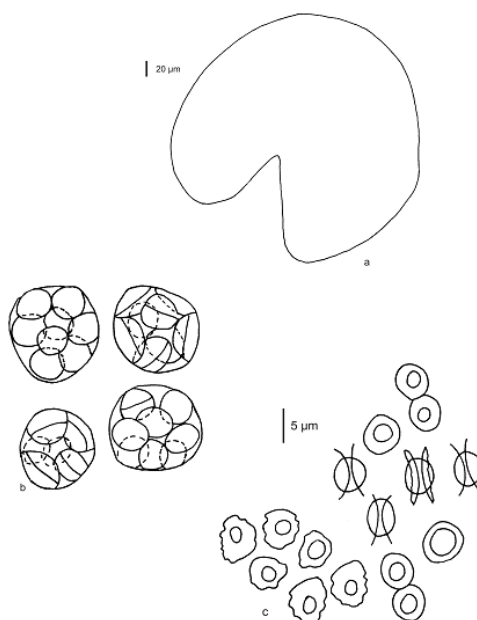


Figura 9. *Neosartorya spinosa*. a. Ascoma que se abrió durante la elaboración de la placa. Escala 20 µm b. Ascosporas c. Ascosporas. 5 µm

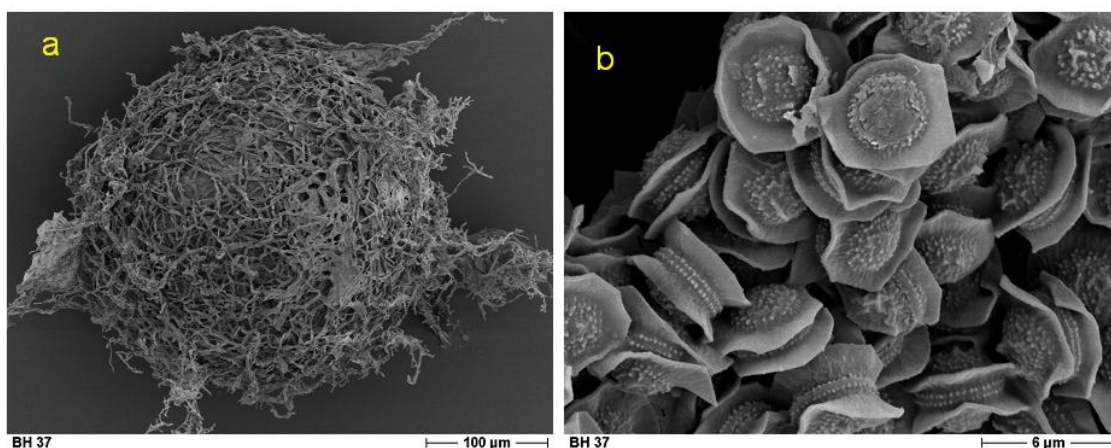


Figura 10. Microscopio electrónico de barrido, fotografía de *Neosartorya spinosa*. a. Ascomata envuelto por hifas. Escala = 100 µm b. Ascosporas. Escala = 6 µm

Nigrospora oryzae (Berk. & Broome) Petch

Características macroscópicas: En agar PDA, las colonias presentaron crecimiento rápido y expansivo, cubriendo gran parte de la superficie del medio y alcanzando 5 cm de diámetro a los 10 días de incubación. Se observaron colonias de textura lanosa, inicialmente blancas, que posteriormente adquirieron una coloración grisácea con abundante pigmentación negra asociada a una intensa esporulación y producción de conidios. El envés presentó color gris.

Características microscópicas: Hifas 6 μm de ancho, hialinas o ligeramente pigmentadas, septadas. Células conidiógenas hinchadas. Conidias solitarias esféricas o subesféricas, de (11) 13.5–18.5 (20) μm , de color marrón claro cuando jóvenes y luego de color negro, en ocasiones con un surco ecuatorial, de paredes lisas (figura 11).

Material examinado: Muestra # 38, aislada de una lesión en piel de un perro sin raza definida en Puerto Armuelles.

Observación: Esta especie se encuentra sobre todo en regiones calientes. Las especies de *Nigrospora* se diferencian por el diámetro de la conidia (Domsch et al., 2007).

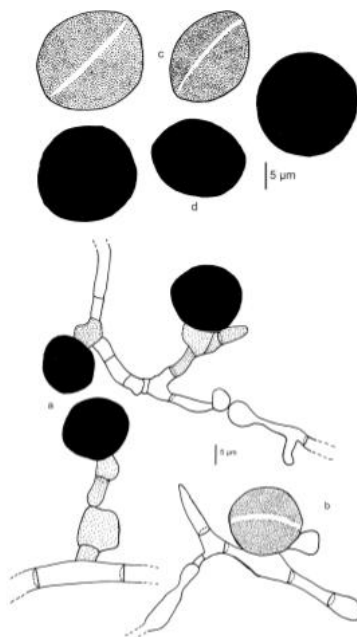


Figura 11. *Nigrospora oryzae*. Hifas con células conidiógenas y conidias. a y d. Conidias maduras. b y c. Conidias jóvenes

Penicillium sp. 1

Características macroscópicas: En agar Kimmig, las colonias presentaron crecimiento lento, alcanzando 2 cm de diámetro a los 30 días de incubación. Se observaron colonias de textura aterciopelada, con abundante relieve, color azul verdoso y borde blanco. El envés presentó una coloración anaranjada clara.

Características microscópicas: Hifas 3 a 4 μm de ancho, hialinas, algunas veces con verrugas. Conidióforos usualmente triverticilados, de 3 μm de ancho, hialinos, algunas veces con verrugas. Métulas (7) 8-13 (15) μm , hialinas. Fiálides en forma de botella, de 6-7.5 (8) μm , hialinas. Conidias esféricas, de (1) 1.5-2.5 (3) μm , de color marrón claro debido a poco pigmento, de paredes lisas (figura 12).

Material examinado: Muestra # 26, aislada de una alopecia en la pata delantera de un perro sin raza definida en Bugaba.

Observación: La identificación se realizó hasta el nivel de género, debido a que *Penicillium* comprende aproximadamente 200 especies (De Hoog, 2000). Para una identificación taxonómica precisa a nivel de especie, es recomendable realizar análisis moleculares basados en ADN.

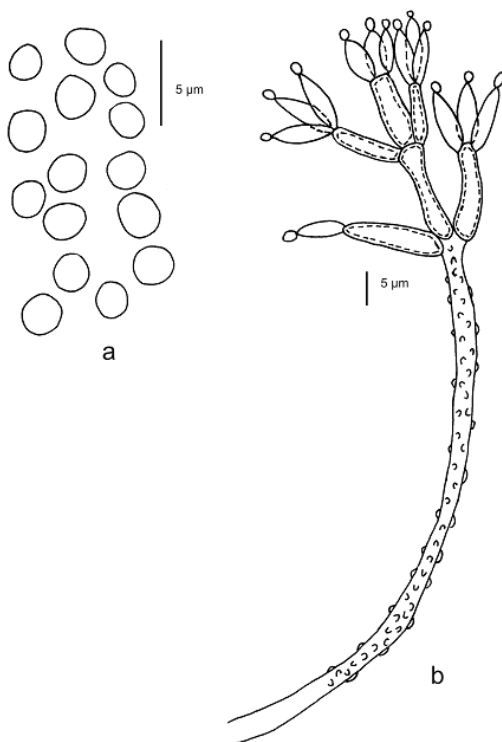


Figura 12. *Penicillium* sp. 1. a. Conidias. b. Conidióforo.

Penicillium sp. 2

Características macroscópicas: En agar extracto de malta, las colonias presentaron crecimiento lento, alcanzando 1.5 cm de diámetro a los 10 días de incubación. Se caracterizaron por una textura algodonosa y color verde olivo; el envés presentó color crema.

Características microscópicas: Hifas 3 μm de ancho, hialinas, de paredes lisas. Conidióforos usualmente biverticilados, de 3 μm de ancho, hialinos, de paredes lisas. Métulas (8) 7.5-9.5 (20) x 5 μm , hialinas. Fiálides ampuliformes, de 8 x 3 μm , hialinas. Conidias esféricas, de 2-4 (4) μm , de color marrón claro debido a poco pigmento, con espínulas (figura 13).

Material examinado: Muestra # 39, aislada de una alopecia en la pata delantera de un perro sin raza definida en Dolega.

Observación: La identificación se realizó hasta el nivel de género, debido a que *Penicillium* comprende aproximadamente 200 especies (De Hoog, 2000). Para una identificación taxonómica precisa a nivel de especie, es recomendable realizar análisis moleculares basados en ADN.

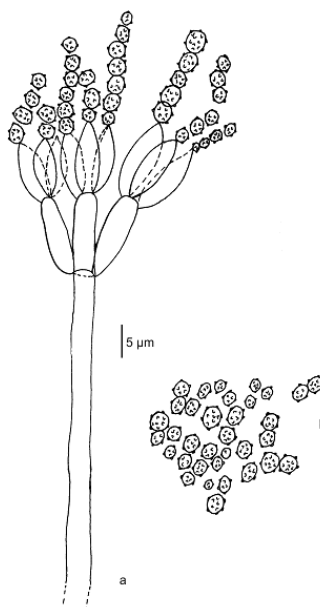


Figura 13. *Penicillium* sp. 2. a. Conidióforo b. Conidias con espínulas.

***Malassezia pachydermatis* (Weidman) C.W. Dodge**

Características macroscópicas: Agar kimmig: Colonias de crecimiento lento, 0.6 a 1 cm de diámetro en 10 días. Aspecto suave y liso de color crema en el haz y envés, margen ligeramente lobulado.

Características microscópicas: Células de levadura elipsoidales a ovoide, de 4-6.5 (7) x 2-3 μm , incoloras de paredes lisas. Yemas tan amplias como las células madres (figura 14).

Material examinado: Muestra # 15, aislada de una lesión seca con caspa en la oreja derecha de un perro sin raza definida en David.

Observación: La identidad de la muestra fue corroborada mediante análisis moleculares de las regiones ITS y LSU del ADN ribosomal. Las secuencias obtenidas presentaron porcentajes de identidad entre el 97 % y el 99 % con secuencias depositadas en GenBank lo que confirmó la identificación taxonómica.

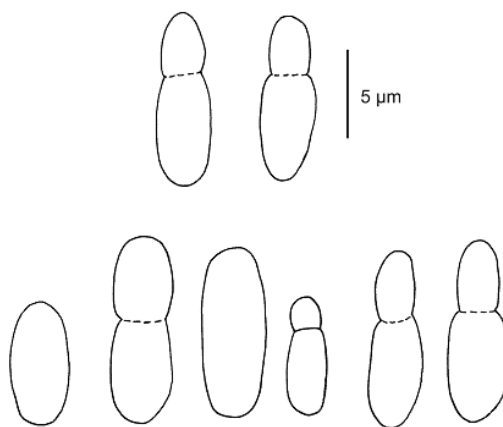


Figura 14. *Malassezia pachydermatis*. Células en crecimiento

Discusión

El presente estudio permitió el aislamiento e identificación de 13 hongos asociados a lesiones cutáneas en caninos en la provincia de Chiriquí, Panamá, pertenecientes a los géneros *Aspergillus*, *Candida*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Neosartorya*, *Nigrospora*,

Penicillium y *Malassezia*. Estos géneros han sido reportados como componentes de la microbiota ambiental y como agentes oportunistas en infecciones cutáneas tanto en animales como en humanos (Alexopoulos et al., 1996; Dworecka-Kaszak et al., 2020; Meason-Smith et al., 2015). El contacto cercano con el ambiente externo también puede modular la colonización de microbiota cutánea (Hoffmann et al., 2014; Lehtimäki et al., 2018; Urimare Wetzels et al., 2021). En este contexto, su presencia en las muestras analizadas sugiere una asociación frecuente con este tipo de lesiones, aunque no necesariamente un rol etiológico primario.

Los resultados obtenidos concuerdan con estudios realizados en regiones tropicales y subtropicales, donde se ha reportado una alta diversidad de hongos ambientales potencialmente oportunistas asociados a lesiones cutáneas en animales domésticos, incluyendo géneros como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Curvularia* y *Cladosporium*, los cuales se encuentran distribuidos en el suelo y en la materia orgánica (Dworecka-Kaszak et al., 2020; Revankar y Sutton, 2010; Sudipa et al., 2023; Villarreal Román, 2020).

En los animales, la aspergilosis se presenta principalmente como una infección respiratoria que puede diseminarse de forma sistémica (Seyedmousavi et al., 2015; Villarreal Román, 2020). *A. aculeatus* se aisló de muestras de suelo y aire en Irán (Hamzehee et al., 2025). Los hongos del género *Candida* son levaduras ampliamente distribuidas en distintos ambientes y presentan una gran diversidad biológica (López et al., 2005). Este género está formado por microorganismos oportunistas que afectan principalmente a pacientes inmunocomprometidos, así como a aquellos que reciben tratamiento con antimicrobianos de amplio espectro (Cândido et al., 2021; Vieira da Rocha et al., 2021).

Cladosporium cladosporioides es una especie fúngica saprofítica ampliamente distribuida en el ambiente que, de manera ocasional, puede comportarse como un patógeno oportunista capaz de causar diversas infecciones en humanos y animales (Shi et al., 2016). Poutahidis et al. (2009) reportaron un caso de encefalitis y nefritis granulomatosa en un perro pastor alemán infectado por *Cladosporium cladosporioides*. *Curvularia* se ha reportado como causante de enfermedades oportunistas en humanos, que van desde

infecciones leves de piel y uñas hasta enfermedades invasivas graves, dependiendo de la vía de infección y el estado inmunitario del huésped (Madrid et al., 2014; Marin-Felix et al., 2020). Algunas especies ubicuas se encuentran ocasionalmente en el ganado, raramente en humanos, causando en ambos casos sinusitis alérgica crónica inespecífica, a veces con afectación cerebral (de Hoog et al., s. f.). Elad et al. (1991) describieron la presencia de un micetoma en un perro ocasionado por *Curvularia lunata*.

La sección Fumigati del género *Aspergillus* y su teleomorfo *Neosartorya* agrupan numerosas especies que poseen relevancia médica debido a su capacidad para causar enfermedades o provocar respuestas alérgicas en humanos (Brakhage & Langfelder, 2002). A diferencia de las especies de *Aspergillus*, que únicamente forman conidiosporas, las especies de *Neosartorya* presentan tanto una fase sexual caracterizada por la producción de ascosporas como una fase asexual que genera conidiosporas (Eamvijarn et al., 2013). *Nigrospora* es un género ampliamente distribuido en el medio ambiente y abundante en regiones con clima tropical o subtropical (Aquino & Silva, 2022). Si bien este hongo generalmente no causa infecciones micóticas, las esporas pueden germinar, crecer y provocar diversas alteraciones en el tegumento o en el sistema respiratorio de humanos y animales, a menudo infecciones graves (Aquino & Silva, 2022; Motswaledi & Pillay, 2019).

Penicillium es uno de los géneros fúngicos más frecuentes y ampliamente distribuidos, encontrándose en diversos ambientes que incluyen el suelo, la vegetación, el aire, los espacios interiores y distintos productos alimentarios (Visagie et al., 2014). En condiciones de inmunosupresión, estos hongos pueden manifestar una marcada capacidad patogénica (Shi et al., 2024). *Malassezia pachydermatis* ha sido reconocida como parte de la microbiota natural de la piel de los caninos, aunque su proliferación puede estar asociada a alteraciones cutáneas y procesos inflamatorios (Bond et al., 2020; Chermette et al., 2008). *M. pachydermatis* se considera un patógeno oportunista que crece en las superficies de la piel y en los canales auditivos de los animales, incluidos los animales silvestres (Dworecka-Kaszak et al., 2020; Villarreal Román, 2020;). Su aislamiento en este estudio sugiere que podría estar actuando como un organismo oportunista en condiciones de desequilibrio

cutáneo.

Los resultados evidencian la presencia de múltiples géneros fúngicos en lesiones cutáneas caninas en Panamá, lo que pone de manifiesto la complejidad de estas afecciones desde el punto de vista microbiológico. No obstante, debido a que la identificación de los aislamientos se basó en técnicas de cultivo y caracterización morfológica, no es posible establecer de manera concluyente el papel etiológico de los microorganismos encontrados. Diversos autores señalan que el aislamiento de hongos a partir de lesiones cutáneas no implica necesariamente causalidad, ya que estos pueden corresponder a colonizadores secundarios o contaminantes ambientales (Chermette et al., 2008; Gupta et al., 2017).

Se destaca la necesidad de complementar los estudios morfológicos con herramientas de diagnóstico molecular y una evaluación clínica integral, a fin de diferenciar con mayor precisión entre colonización, contaminación e infección activa, y así esclarecer el papel de estos microorganismos en la etiología y desarrollo de las patologías cutáneas.

Conclusión

Este estudio permitió aislar e identificar diversos hongos asociados a lesiones cutáneas en perros en la provincia de Chiriquí, Panamá, contribuyendo al conocimiento de la microbiota presente en estas afecciones en el contexto local. Los géneros identificados incluyen levaduras y hongos filamentosos, algunos de ellos con importancia médica y veterinaria previamente documentada. Sin embargo, los resultados obtenidos no permiten establecer una relación etiológica directa entre los microorganismos aislados y las lesiones observadas, lo que evidencia la necesidad de estudios complementarios que integren herramientas moleculares y evaluación clínica. Este estudio constituye una base para futuras investigaciones orientadas a comprender con mayor precisión el papel de los hongos en la salud cutánea de los caninos en Panamá.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá, y la Goethe-Universidad de

Frankfurt, Alemania por facilitar las instalaciones de los laboratorios para el desarrollo de esta investigación. Asimismo, se reconoce la oportunidad y el apoyo financiero brindado por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD). Agradecemos a la Ph.D. Meike Piepenbring y al Ph.D. Jascha Weisenborn por sus valiosos conocimientos, orientación y recomendaciones durante el desarrollo de este estudio.

Se declara que el uso de inteligencia artificial generativa se limitó exclusivamente a funciones de apoyo en la revisión instruccional, la verificación ortográfica y la estructuración técnica de las referencias bibliográficas. Esta herramienta se empleó bajo la supervisión de los autores para asegurar la integridad y coherencia del manuscrito final.

Referencias

- Alexopoulos, C. J., Mims, C. W., & Blackwell, M. (1996). *Introductory mycology* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Arana, I. C., Añino, Y., Murillo, D., & Ramírez-Camejo, L. A. (2025). *Nationwide epidemiology of candidiasis in Panama, 2010–2020*. Scientific Reports, 15, Artículo 43223. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-27218-z>
- Bensch, K., Groenewald, J. Z., Dijksterhuis, J., Starink-Willemse, M., Andersen, B., Summerell, B. A., Shin, H.-D., Dugan, F. M., Schroers, H.-J., Braun, U., & Crous, P. W. (2010). *Species and ecological diversity within the Cladosporium cladosporioides complex (Davidiellaceae, Capnoidiales)*. Studies in Mycology, 67, 1–94. <https://doi.org/10.3114/sim.2010.67.01>
- Bond, R., Morris, D. O., Guillot, J., Bensignor, E. J., Robson, D., Mason, K. V., Kano, R., & Hill, P. B. (2020). *Biology, diagnosis and treatment of Malassezia dermatitis in dogs and cats: Clinical consensus guidelines of the World Association for Veterinary Dermatology*. Veterinary Dermatology, 31(1), 28–74. <https://doi.org/10.1111/vde.12809>
- Brakhage, A. A., & Langfelder, K. (2002). *Menacing mold: The molecular biology of Aspergillus fumigatus*. Annual Review of Microbiology, 56, 433–455. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.56.012302.160625>
- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butel, J. S., Morse, S. A., & Mietzner, T. A. (2010). *Jawetz, Melnick & Adelberg's medical microbiology* (25th ed.). McGraw-Hill.
- Cervantes O., R. A. (2004). *Tiñas en perros y gatos*. Departamento de Microbiología e Inmunología, Laboratorio de Micología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chanyachailert, P., Bunyaratavej, S., & Leeyaphan, C. (2023). *Cutaneous fungal infections caused by dermatophytes and non-dermatophytes: An updated comprehensive review of epidemiology, clinical presentations, and diagnostic testing*. Journal of Fungi, 9(6), 669.

- <https://doi.org/10.3390/jof9060669>
- Chermette, R., Ferreiro, L., & Guillot, J. (2008). *Dermatophytoses in animals*. Mycopathologia, 166(5–6), 385–405. <https://doi.org/10.1007/s11046-008-9102-7>
- de Hoog, G. S., Guarro, J., Gené, J., & Figueras, M. J. (2000). *Atlas of clinical fungi* (2nd ed.). Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- de Hoog, G. S., Guarro, J., Gené, J., Ahmed, S. A., Al-Hatmi, A. M. S., Figueras, M. J., & Vitale, R. G. (s. f.). *Atlas of Clinical Fungi*. Recuperado el 30 de mayo de 2026, de <https://www.atlasclinfungi.org/>
- Domsch, K. H., Gams, W., & Anderson, T. H. (2007). *Compendium of soil fungi* (2nd ed.). IHW-Verlag.
- Dworecka-Kaszak, B., Biegańska, M. J., & Dąbrowska, I. (2020). *Occurrence of various pathogenic and opportunistic fungi in skin diseases of domestic animals: a retrospective study*. BMC Veterinary Research, 16, Artículo 248. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02460-x>
- Eamvijarn, A., Gomes, N. M., Dethoup, T., Buaruang, J., Manoch, L., Silva, A., Pedro, M., Marini, I., Roussis, V., & Kijjoa, A. (2013). *Bioactive meroditerpenes and indole alkaloids from the soil fungus Neosartorya fischeri (KUFC 6344), and the marine-derived fungi Neosartorya laciniosa (KUFC 7896) and Neosartorya tsunodae (KUFC 9213)*. Tetrahedron, 69(40), 8583–8591. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2013.07.078>
- Elad, D., Orgad, U., Yakobson, B., Perl, S., Golomb, P., Trainin, R., Tsur, I., Shenkler, S., & Bor, A. (1991). *Eumycetoma caused by Curvularia lunata in a dog*. Mycopathologia, 116(2), 113–118. <https://doi.org/10.1007/BF00436373>
- Gupta, A. K., Versteeg, S. G., & Shear, N. H. (2017). Onychomycosis in the 21st century: An update on diagnosis, epidemiology, and treatment. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery*, 21(6), 525–539. <https://doi.org/10.1177/1203475417716362>
- Gutierrez, M. E., Canton, A., Connolly, P., Zarnowski, R., & Wheat, L. J. (2008). *Detection of Histoplasma capsulatum antigen in Panamanian patients with disseminated histoplasmosis and AIDS*. Clinical and Vaccine Immunology, 15(4), 681–683. <https://doi.org/10.1128/CVI.00358-07>
- Hamzehee, S., Gharaghani, M., Borsi, S. H., Jafarian, H., Jalaee, G. A., Kardooni, M., & Zarei-Mahmoudabadi, A. (2025). *The frequency distribution of Aspergillus section Nigri from clinical and environmental samples in Iran*. BMC Microbiology, 25, 571. <https://doi.org/10.1186/s12866-025-04323-7>
- Hofmann, T. A., & Piepenbring, M. (2021). *Checklist of fungi in Panama 2020* [Data set]. Smithsonian Tropical Research Institute. <https://doi.org/10.25573/data.13341605.v2>
- Hoffmann, A. R., Patterson, A. P., Diesel, A., Lawhon, S. D., Ly, H. J., Elkins Stephenson, C., Mansell, J., Steiner, J. M., Dowd, S. E., Olivry, T., & Suchodolski, J. S. (2014). *The skin microbiome in healthy and allergic dogs*. PLoS ONE, 9(1), e83197. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083197>
- Index Fungorum. (s.f.). *Index Fungorum*. Recuperado el 29 de mayo de 2026, de <https://www.indexfungorum.org/names/names.asp>
- Lehtimäki, J., Sinkko, H., Hielm-Björkman, A., Salmela, E., Tiira, K., Laatikainen, T.,

- Mäkeläinen, S., Kaukonen, M., Uusitalo, L., Hanski, I., Lohi, H., & Ruokolainen, L. (2018). *Skin microbiota and allergic symptoms associate with exposure to environmental microbes*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115(19), 4897–4902. <https://doi.org/10.1073/pnas.1719785115>
- López, C., Giro, L., Ramos, L., Ramadán, S., & Bulacio, L. (2005). *Comparación de diferentes métodos para la identificación de especies del género Candida*. Revista Argentina de Microbiología, 37(1), 16–21. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412005000100003
- Mackenzie, D. W. R. (1963). *Hairbrush diagnosis in detection and eradication of non-fluorescent scalp ringworm*. British Medical Journal, 2(5353), 363–365. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.5353.363>
- Madrid, H., da Cunha, K. C., Gené, J., Dijksterhuis, J., Cano, J., Sutton, D. A., Guarro, J., & Crous, P. W. (2014). *Novel Curvularia species from clinical specimens*. Persoonia, 33, 48–60. <https://doi.org/10.3767/003158514X683538>
- Manual MSD. (2024). *Generalidades sobre la dermatofitosis*. <https://www.msmanuals.com/es/professional/trastornos-dermatol%C3%B3gicos/infecciones-mic%C3%A1ticas-cut%C3%A1neas/generalidades-sobre-la-dermatofitosis>
- Marin-Felix, Y., Hernández-Restrepo, M., & Crous, P. W. (2020). *Multi-locus phylogeny of the genus Curvularia and description of ten new species*. Mycological Progress, 19(6), 559–588. <https://doi.org/10.1007/s11557-020-01576-6>
- Meason-Smith, C., Diesel, A., Patterson, A. P., Older, C. E., Mansell, J. M., Suchodolski, J. S., & Rodrigues Hoffmann, A. (2015). *What is living on your dog's skin? Characterization of the canine cutaneous mycobiota and fungal dysbiosis in canine allergic dermatitis*. FEMS Microbiology Ecology, 91(12), fiv139. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiv139>
- Moriello, K. A. (2025). *Dermatophytosis in dogs and cats*. MSD Veterinary Manual. <https://www.msdevetmanual.com/integumentary-system/dermatophytosis/dermatophytosis-in-dogs-and-cats>
- Motswaledi, H. M., & Pillay, R. T. (2019). *An unusual deep fungal infection with Nigrospora sphaerica in HIV positive patient*. International Journal of Dermatology, 58(3), 333–335. <https://doi.org/10.1111/ijd.14283>
- Mycobank. (s.f.). *Simple names search*. <https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search>
- Parenicová, L., Skouboe, P., Frisvad, J., Samson, R. A., Rossen, L., Ten Hoor-Suykerbuyk, M., & Visser, J. (2001). *Combined molecular and biochemical approach identifies Aspergillus japonicus and Aspergillus aculeatus as two species*. Applied and Environmental Microbiology, 67(2), 521–527. <https://doi.org/10.1128/AEM.67.2.521-527.2001>
- Poutahidis, T., Angelopoulou, K., Karamanavi, E., Polizopoulou, Z. S., Doulberis, M., Latsari, M., & Kaldrymidou, E. (2009). *Mycotic encephalitis and nephritis in a dog due to infection with Cladosporium cladosporioides*. Journal of Comparative Pathology, 140(1), 59–63.



- <https://doi.org/10.1016/j.icpa.2008.09.002>
- Ramos, R., Caceres, D. H., Perez, M., Garcia, N., Castillo, W., Santiago, E., Borace, J., Lockhart, R. S., Berkow, E. L., Hayer, L., Espinosa-Bode, A., Moreno, J., Jackson, B. R., Moran, J., Chiller, T., de Villarreal, G., Sosa, N., Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica en Microbiología Clínica, & Vallabhaneni, S. (2018). *Emerging multidrug-resistant Candida duobushaemulonii infections in Panama hospitals: Importance of laboratory surveillance and accurate identification*. Journal of Clinical Microbiology, 56(7), Artículo e00371-18. <https://doi.org/10.1128/JCM.00371-18>
- Revankar, S. G., & Sutton, D. A. (2010). *Melanized fungi in human disease*. Clinical Microbiology Reviews, 23(4), 884–928. <https://doi.org/10.1128/CMR.00019-10>
- Rodríguez-Vargas, C., Alastruey-Izquierdo, A., Denning, D.W., & Araúz, A. B. (2024). *Estimated burden of fungal infections in Panama*. Journal of Medical Mycology, 34(1), Artículo 101466. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2024.101466>
- Rómulo Pérez, R. O., Zamora Rodríguez, Z. B., & Fernández Torres, I. (2022). *Los dermatofitos una amenaza zoonótica, características generales, aspectos clínicos para cada especie*. Revista CENIC Ciencias Biológicas, 53(1), 15–31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181270748007>
- Seyedmousavi, S., Guillot, J., Arné, P., de Hoog, G. S., Mouton, J. W., Melchers, W. J. G., & Verweij, P. E. (2015). *Aspergillus and aspergilloses in wild and domestic animals: A global health concern with parallels to human disease*. Medical Mycology, 53(8), 765–797. <https://doi.org/10.1093/mmy/myv067>
- Shi, D., Lu, G., Mei, H., Shen, Y., Qiu, Y., & Liu, W. (2016). *A rare case of onychomycosis induced by Cladosporium cladosporioides*. Open Journal of Clinical and Medical Case Reports, 2(2), Article 1072. <https://www.jclinmedcasereports.com>
- Shi, X., Ye, J., Liu, P., Gao, W., Feng, Z., Zheng, C., Huang, Y., Guo, Y., & Zhang, L. (2024). *Case report: Rare pulmonary fungal infection caused by Penicillium digitatum: The first clinical report in China*. Frontiers in Medicine, 11, 1424586. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1424586>
- Song, S. J., Lauber, C., Costello, E. K., Lozupone, C. A., Humphrey, G., Berg-Lyons, D., Caporaso, J. G., Knights, D., Clemente, J. C., Nakielný, S., Gordon, J. I., Fierer, N., & Knight, R. (2013). *Cohabiting family members share microbiota with one another and with their dogs*. eLife, 2, e00458. <https://doi.org/10.7554/eLife.00458>
- Sudipa, P. H., Puja, I. K., Dharmayuda, A. A. G. O., Gunawan, I. W. N. F., Sudimartini, L. M., Jayanti, P. D., & Mufa, R. M. D. (2023). *Identification and prevalence of Aspergillus sp. isolated from Bali dog's skin*. Jurnal Riset Veteriner Indonesia, 7(1). <https://doi.org/10.20956/jrvi.v7i1.21594>
- Urimare Wetzels, S., Strachan, C. R., Conrady, B., Wagner, M., Burgener, I. A., Virányi, Z., & Selberherr, E. (2021). *Wolves, dogs and humans in regular contact can mutually impact each other's skin microbiota*. Scientific Reports, 11, 17106. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96160-7>
- Vieira da Rocha, W. R., Nunes, L. E., Rocha Neves, M. L., Pessoa de Azevedo Ximenes, E. C.,



- & Pessoa de Azevedo Albuquerque, M. C. (2021). *Gênero Candida - Fatores de virulência, Epidemiologia, Candidíase e Mecanismos de resistência*. Research, Society and Development, 10(4), Artículo e43910414283. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14283>
- Villarreal Román, G. (2020). *Enfermedades fúngicas en mascotas no convencionales y fauna silvestre*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/11598>
- Visagie, C. M., Houbraken, J., Frisvad, J. C., Hong, S.-B., Klaassen, C. H. W., Perrone, G., Seifert, K. A., Varga, J., Yaguchi, T., & Samson, R. A. (2014). *Identification and nomenclature of the genus Penicillium*. Studies in Mycology, 78, 343–371. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001>
- Wellehan, J. F. X., Craft, W. F., Thompson, M. E., Childress, A. L., Wellehan, S., & Stern, A. W. (2023). *Pathology in practice: Thymoma-associated exfoliative dermatitis in a cat*. Journal of the American Veterinary Medical Association, 261(6), 903-906. <https://doi.org/10.2460/javma.22.12.0574>



Áreas aledañas al Refugio de Vida Silvestre Playa La Barqueta Agrícola como sitios de interés para el registro de aves en Chiriquí, Panamá

Areas Adjacent to Refugio de Vida Silvestre Playa La Barqueta Agrícola as Key Sites for Bird Records in Chiriquí, Panama

Katiuska Y. Sicilia E.

Ministerio de Educación

<https://orcid.org/0009-0006-7696-1774>

Autor correspondiente: siciliakatiuska@hotmail.com

Enviado: 23 de enero de 2026. **Aceptado:** 8 de junio de 2026

<https://doi.org/10.59722/rcvn.v4i1.1154>

Resumen

Los cambios en la distribución de las aves reflejan procesos dinámicos asociados a factores ambientales y antrópicos. En esta nota se presentan registros de cinco especies (*Streptopelia decaocto*, *Machetornis rixosa*, *Ardea cocoi*, *Quiscalus lugubris* y *Larus smithsonianus*) documentadas entre 2017 y 2026 en áreas adyacentes al Refugio de Vida Silvestre Playa La Barqueta, en Chiriquí, Panamá. Las observaciones se realizaron mediante muestreos no sistemáticos en ambientes abiertos y costeros. Los registros evidencian presencia documentada a nivel local, respaldada por datos de eBird, y sugieren establecimiento en la zona, destacando la importancia de áreas no protegidas para monitoreo de avifauna.

Palabras clave

Áreas no protegidas, ciencia ciudadana, distribución de aves, eBird, registros de ocurrencia

Abstract

Changes in bird distribution reflect dynamic processes associated with environmental and anthropogenic factors. This note presents records of five species (*Streptopelia decaocto*, *Machetornis rixosa*, *Ardea cocoi*, *Quiscalus lugubris*, and *Larus smithsonianus*) documented between 2017 and 2026 in areas adjacent to the Playa La Barqueta Agricultural Wildlife Refuge, in Chiriquí, Panama. Observations were conducted through non-systematic surveys in open and coastal habitats. The records show documented local occurrence records, supported by eBird data, and suggest establishment in the area, highlighting the importance of unprotected areas for monitoring bird communities.

Keywords

Unprotected areas, citizen science, bird distribution, eBird, occurrence records

Introducción

Los cambios en el rango de distribución de las aves evidencian que muchas especies están modificando su distribución geográfica en respuesta a diversos factores, entre ellos variaciones climáticas y cambios en el uso del suelo (Howard et al., 2023). En los últimos años, la expansión de rangos en especies tanto suramericanas como centroamericanas se ha vuelto cada vez más evidente (Capllonch et al., 2020). Diversos factores ecológicos y ambientales han sido propuestos para explicar estas dinámicas, incluyendo modificaciones en la cobertura vegetal, variaciones climáticas y la presencia de paisajes antropizados que pueden facilitar el desplazamiento y establecimiento de algunas especies (Parmesan y Yohe, 2003; Şekercioğlu et al., 2012; McKinney, 2006).

Este patrón ha sido documentado con mayor frecuencia gracias al incremento en la disponibilidad de registros provenientes de plataformas digitales de ciencia ciudadana, como eBird, que permiten una recopilación amplia y continua de datos de ocurrencia a escalas regionales y continentales, contribuyendo significativamente a la detección temprana de cambios en la distribución de las especies (Sullivan et al., 2014). Asimismo, el uso de estos datos facilita la identificación de tendencias emergentes con una resolución espacial y temporal difícil de alcanzar mediante muestreos tradicionales. En este sentido, la información derivada de eBird ha sido utilizada para generar mapas de abundancia y distribución a escalas finas, permitiendo identificar áreas donde las poblaciones aumentan o disminuyen, y apoyando la detección de ampliaciones de rango (Fink et al., 2020).

En este contexto, las zonas no protegidas como áreas agrícolas, bordes de carretera y ambientes periurbanos adquieren una relevancia creciente como espacios de observación y registro, al funcionar potencialmente como corredores o hábitats temporales para especies en expansión (Hennig et al., 2019; Evans et al., 2009; McKinney, 2006). Panamá,

debido a su posición geográfica como puente biogeográfico entre Suramérica y Centroamérica, constituye un escenario clave para el estudio de estos procesos. En este sentido, la ciencia ciudadana ha permitido documentar cambios en la distribución de las especies a lo largo del tiempo. Particularmente, las áreas aledañas a playa La Barqueta, en el distrito de Alanje, se perfilan como sitios de interés debido a los registros recientes de aves con ampliaciones de rango, tanto suramericanas como centroamericanas, principalmente fuera de los límites del área protegida y asociadas a carreteras y ecosistemas acuáticos adyacentes, favorecidas por la accesibilidad de la zona. De acuerdo con los datos disponibles en la plataforma eBird, el área cuenta con al menos tres sitios de interés fuera del área protegida, cada uno con listas de aves diferenciadas que reflejan la heterogeneidad de hábitats presentes (playa, potreros, canales de agua y lagunas artificiales). Estos sitios, ubicados en estrecha proximidad entre sí, incluyen Playa La Barqueta–Pantanos con 192 especies, Playa La Barqueta con 255 especies y Playa La Barqueta–Quebrada Guásimo con 189 especies (eBird. 2026).

En esta nota se presentan registros de especies de aves que, al momento de su observación y reporte, evidenciaron cambios en su distribución a nivel nacional, de acuerdo con los datos disponibles en eBird para la provincia de Chiriquí. Estos hallazgos resaltan la importancia de las áreas no protegidas como espacios clave para el monitoreo continuo y la comprensión de la dinámica espacial de la avifauna en la región.

Materiales y métodos

El área donde se han dado estos reportes se localiza en el litoral Pacífico de Panamá, cercanas al Refugio de Vida Silvestre playa La Barqueta Agrícola, el cual se ubica en el distrito de Alanje, provincia de Chiriquí (coordenadas aproximadas: 8.3145 N, -82.5680 W). La zona está conformada por un mosaico de herbazales, carreteras y cuerpos de agua fuera de los límites del área protegida.

Las observaciones se realizaron durante giras de campo no sistemáticas entre 2017 y 2026, a lo largo de un tramo aproximado de 1,53 km de la carretera que conduce a la playa, previo

al ingreso al área protegida ($8^{\circ}18'29.2''N$ $82^{\circ}34'34.8''W$). Los registros se obtuvieron mediante observación directa con binoculares Nikon (8×42), y para el registro fotográfico se utilizó una cámara Canon con un zoom óptico de 70×. Durante cada gira, se utilizó la plataforma eBird a través de un dispositivo móvil para el registro de observaciones, complementado con la aplicación Merlín para la identificación auditiva de algunas especies, cuyos registros fueron posteriormente integrados a la misma plataforma. Durante cada gira se realizaron paradas estratégicas de aproximadamente 15 minutos en puntos favorables para la observación y documentación fotográfica. La identificación de las especies se apoyó en la Guía de Aves de Panamá de Angehr y Dean (2010). El esfuerzo de muestreo en las giras de observación realizadas fue de 7 horas aproximadamente.

Aunque se registraron numerosas especies en cada gira, en esta nota se destacan únicamente aquellas con ampliaciones documentadas en sus patrones de distribución de acuerdo a la información existentes en la plataforma para cada especie. Estos datos subrayan la importancia del área como sitios relevantes para el monitoreo de especies en expansión, especialmente fuera de áreas protegidas.



Figura. 1. Sitios de interés en el área de Playa la Barqueta. Coordenadas $8.3145 N$, $-82.5680 W$, fuera del límite del área protegida del Refugio de Vida Silvestre Playa La Barqueta Agrícola

Resultados

Se documentan registros de cinco especies de aves: *Streptopelia decaocto*, *Machetornis rixosa*, *Ardea cocoi*, *Quiscalus lugubris* y *Larus smithsonianus*, observadas en diferentes giras realizadas a la zona. Estas especies evidenciaron cambios en sus patrones de distribución a nivel nacional o, en su momento, constituyeron nuevos registros para la provincia según datos en eBird.

El primer registro a destacar en esta nota corresponde a *Streptopelia decaocto*, que al momento de la observación constituyó el segundo registro documentado para la provincia de Chiriquí y el primero para la zona según datos disponibles en la plataforma (eBird: S38987342). El registro para el área data del 3 de septiembre de 2017, cuando se observó un individuo caminando en la carretera. Aunque no se obtuvo evidencia fotográfica, la identificación se sustentó en caracteres morfológicos diagnósticos claramente observables en campo. En la actualidad la especie cuenta con más de 200 reportes en la provincia de Chiriquí (eBird, 2026).

Posteriormente, el 24 de julio de 2021 se registró un individuo de *Machetornis rixosa* en el mismo tramo vial. Este avistamiento representó, en ese momento, el registro más occidental de la especie en el país, con una expansión aproximada de 230 km respecto a su rango previamente conocido, según registros en la plataforma eBird y referencias bibliográficas como Ridgely y Gwynne (1993) y Angehr (2010). En esta ocasión, la evidencia fotográfica respaldó la presencia de la especie en la provincia, constituyendo un aporte significativo a los registros disponibles (eBird: S92231738).

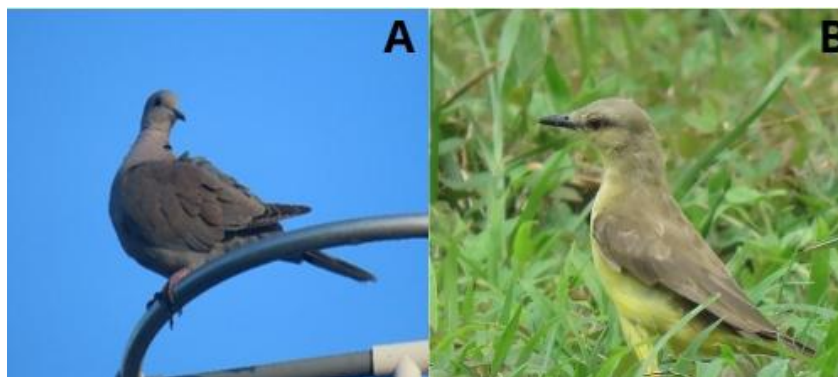


Figura 2. Especies registradas en zonas adyacentes al Refugio de Vida Silvestre Playa la Barqueta Agrícola. Provincia de Chiriquí. A. *Streptopelia decaocto*, B. *Machetornis rixosa*

Para el 9 de noviembre del 2024 se registró la tercera especie con un nuevo patrón de distribución ampliado para la zona, se trató de *Ardea cocoi*, en esa ocasión un ejemplar adulto fue visto mediante observación directa, binoculares y evidencia fotográfica en un ambiente acuático ubicado en un sitio de interés adyacente del Refugio de Vida Silvestre Playa La Barqueta, distrito de Alanje (8°18'24.0"N, 82°34'41.1"W). El ave en ese entonces se encontró parcialmente oculta entre la vegetación, aun así, permitió apreciar con claridad sus características morfológicas principalmente del cuello y la cabeza, mientras que el resto del cuerpo permanecía oculto (eBird: S201961273). Al ser perturbada, la garza emprendió vuelo de forma inmediata, permitiendo apreciar los hombros negros en marcado contraste con el cuello blanco, los flancos blanquecinos y la corona oscura. Por un par de semanas, la especie continuó registrándose en el mismo sitio de interés, sin embargo, mantenía siempre un comportamiento esquivo que no permitió acercarse demasiado. El ultimo registro de la especie se realizó en enero del 2025 (eBird: S208054554) a la fecha no se ha vuelto a reportar en la zona (obs. pers).

En otra gira de campo se obtuvo el cuarto registro para la zona que correspondió a *Quiscalus lugubris*, especie no incluida en la guía de campo de Angehr y Dean (2010) para las aves de Panamá, pero que actualmente presenta una distribución amplia en gran parte del país. Asimismo, ha sido considerada como una de las adiciones potenciales para Costa Rica, de acuerdo con registros recientes (eBird, 2026), aunque aún no ha sido documentada en ese

país. El primer registro en la zona de la Barqueta se realizó en 2025 (eBird: S208054259), cuando se observó una pareja alimentándose en el suelo en un área de arrozal. En esta ocasión, la vocalización fue clave para confirmar la identificación de la especie, dada su escasa representación en la provincia. Para observadores no familiarizados, puede pasar desapercibida o incluso confundirse con *Quiscalus mexicanus*, especie localmente común y abundante. Un año después, en enero de 2026, se registraron cinco individuos (dos machos y tres hembras) en el mismo sitio de cultivo de arroz. Nuevamente, las vocalizaciones permitieron corroborar su presencia, complementadas con evidencia fotográfica (eBird: S292954744). Durante esta última observación, los machos se mostraron activos vocalizando entre los matorrales, mientras que las hembras fueron observadas recolectando materia vegetal, posiblemente para la construcción de nidos (obs. pers.). El macho de *Quiscalus lugubris* presenta plumaje negro brillante, pico puntiagudo y ojos amarillos; la cola es larga y con forma de cuña. La hembra es de color marrón grisáceo oscuro, ligeramente más pálida en las partes inferiores, con ojos amarillos, menor tamaño y cola más corta (eBird, 2026). Según Fraga (2020), la especie prefiere bosques abiertos y matorrales, pastizales, plantaciones, palmerales, parques y jardines, así como zonas urbanas y suburbanas.

La adición más reciente se registró el 14 de marzo de 2026 y correspondió a *Larus smithsonianus*, una gaviota migratoria de gran tamaño, ampliamente distribuida y adaptable, que forma parte del complejo de gaviotas grandes que se reproducen en regiones templadas del norte de Norteamérica y Eurasia (Birds of the World, 2026). En la porción meridional de su área de distribución, sus poblaciones han experimentado fluctuaciones significativas durante los últimos 150 años (Birds of the World, 2026). Un individuo fue observado descansando en la orilla de la playa, asociado a grupos de *Leucophaeus atricilla*. Las diferencias de tamaño y otros rasgos morfológicos permitieron corroborar que se trataba de una especie distinta, y al momento de su observación representó un nuevo registro para la zona, según datos disponibles en la plataforma (eBird: S309111680). El individuo permaneció el tiempo suficiente, mostrando tolerancia a la

presencia humana, lo que facilitó la obtención de evidencia fotográfica para respaldar el registro(Obs.pers).



Figura 3. Especies con cambios en sus patrones de distribución registradas en sitios de interés adyacentes al Refugio de Vida Silvestre Playa la Barqueta Agrícola. C. *Ardea cocoi*. D. *Quiscalus lugubris*. E. *Larus smitsonianus*.

Discusión

Los registros presentados en esta nota muestran que el occidente de Panamá, y en particular las zonas adyacentes al Refugio de Vida Silvestre Playa La Barqueta, constituyen sitios de interés donde se están produciendo ajustes en los patrones de distribución de diversas especies de aves. La detección de *Streptopelia decaocto*, seguida por *Machetornis rixosa*, *Ardea cocoi*, *Quiscalus lugubris* y *Larus smithsonianus* fuera de sus rangos previamente conocidos en eBird para Panamá, sugiere cambios en los patrones de distribución, lo que coincide con tendencias más amplias observadas a nivel global, donde factores ambientales y antropogénicos influyen en la distribución de las especies (Parmesan & Yohe, 2003; Şekercioğlu et al., 2012).

Modelos basados en escenarios climáticos han predicho expansiones significativas en especies generalistas como *Quiscalus quiscula* en Norteamérica, en respuesta al cambio climático y a la disponibilidad de hábitats transformados (Capainolo y Fellowes, 2021). En el caso de *S. decaocto*, su expansión hacia Centroamérica había sido anticipada desde años previos (2011) mediante registros y proyecciones basados en la ciencia ciudadana (eBird, 2024). Actualmente, la especie se encuentra ampliamente distribuida en la provincia de

Chiriquí, con observaciones frecuentes en ambientes urbanos y rurales (obs. pers.), lo que concuerda con su afinidad por hábitats abiertos y antropizados (Romagosa et al., 2022). En la actualidad, la especie se encuentra ampliamente distribuida en Panamá, con registros en múltiples regiones del país (eBird, 2026).

En cuanto a *Machetornis rixosa*, el comportamiento observado de forrajeo activo en el suelo, desplazamientos mediante saltos cortos y postura erguida permitió diferenciarla de especies similares como *Tyrannus melancholicus*. Las condiciones del área de estudio, caracterizadas por pastizales, potreros y presencia de ganado, coinciden con los hábitats descritos para la especie (Ridgely y Gwynne, 1993), lo que podría explicar su establecimiento. La observación posterior de múltiples individuos y los registros de ocurrencia continuos sugieren que su presencia no correspondió a un evento aislado, sino a un proceso de expansión sostenido hacia el occidente del país, con continuidad hacia Centroamérica. Este patrón se ve respaldado por su registro en Costa Rica por primera vez en 2023, según datos disponibles en la plataforma (eBird: S156395055). En la actualidad, la especie cuenta con más de 30 reportes con evidencia fotográfica en la zona (eBird, 2026), y es frecuente observar individuos generalmente en pares forrajeando en el suelo, mostrando además una alta tolerancia a la presencia humana, lo que ha facilitado seguramente su detección y documentación (obs. pers.).

De forma similar, *Quiscalus lugubris* ha mostrado patrones de dispersión y colonización en nuevas áreas en Sudamérica (Maldonado Casanova, 2025), lo que respalda la tendencia observada en este estudio. Asimismo, cambios en la distribución no solo se limitan a especies residentes, sino que también han sido documentados en aves migratorias y de bosque, incluyendo variaciones en su fenología, detectadas gracias al uso de datos históricos y de ciencia ciudadana (Gutiérrez-Carrillo et al., 2024). El patrón observado, dominado por especies asociadas a ambientes abiertos o transformados, coincide con estudios que indican que las especies con mayor plasticidad ecológica tienden a expandir sus rangos con mayor rapidez en paisajes antropizados (McKinney, 2006; Şekercioğlu et al., 2012). En este contexto, la recurrencia de registros de *M. rixosa* y *Q. lugubris*, sugiere



procesos de establecimiento y posible incremento poblacional en la región, como ocurrió con *Streptopelia decaocto*.

En conjunto, estos resultados demuestran que los sitios de interés adyacentes al Refugio de Vida Silvestre Playa La Barqueta Agrícola son relevantes para la detección de especies con ampliaciones recientes de distribución en Chiriquí y Panamá, destacando el papel de los ambientes abiertos y transformados en estos procesos. Asimismo, subrayan la importancia del monitoreo continuo en zonas de transición ecológica y el valor de la ciencia ciudadana, apoyada en observaciones de campo y evidencia fotográfica, para documentar y comprender cambios en la avifauna.

Finalmente, la accesibilidad a estos sitios de interés ha favorecido la realización constante de observaciones sin restricciones administrativas, aumentando la probabilidad de continuar detectando nuevos registros. En este sentido, resulta fundamental mantener y fortalecer la participación en plataformas como eBird, promoviendo la ciencia ciudadana responsablemente como un componente clave para el monitoreo de la avifauna regional.

Referencias Bibliográficas

- Angehr, G. R., & Dean, R. (2010). The birds of Panama: A field guide. Cornell University Press.
- Capainolo, P., Perktas, U., & Fellowes, M. D. E. (2021). Rapid range expansion predicted for the Common Grackle (*Quiscalus quiscula*) in the near future under climate change scenarios. Avian Research, 12, Article 50. <https://doi.org/10.1186/s40657-021-00285-2>
- Capllonch, P., Ortiz, D., & Díaz, R. (2020). Expansión y cambios recientes en la distribución de aves neotropicales. Ornitología Neotropical, 31, 215–230.
- Cornell Lab of Ornithology. (2026). eBird: An online database of bird distribution and abundance. eBird. <https://ebird.org>
- eBird. 2017. eBird Checklist: S38987342. Cornell Lab of Ornithology. <https://ebird.org/checklist/S38987342>
- eBird. 2021. eBird Checklist: S92231738. Cornell Lab of Ornithology. <https://ebird.org/checklist/S92231738>
- eBird. 2023. eBird Checklist: S156395055. Cornell Lab of Ornithology. <https://ebird.org/checklist/S156395055>
- eBird. 2023. eBird Checklist: S309111680. Cornell Lab of Ornithology. <https://ebird.org/checklist/S309111680>
- eBird. 2024. eBird Checklist: S201961273. Cornell Lab of Ornithology.

- <https://ebird.org/checklist/S201961273>
- eBird. 2024. Ampliaciones de rango en Centroamérica. Cornell Lab of Ornithology. <https://ebird.org/region/PA-4/post/ampliaciones-de-rango-en-centroamerica>
- eBird. 2025. eBird Checklist: S208054259. Cornell Lab of Ornithology. <https://ebird.org/checklist/S208054259>
- eBird. 2025. eBird Checklist: S208054554. Cornell Lab of Ornithology. <https://ebird.org/checklist/S208054554>
- eBird. 2026. eBird Checklist: S292954744. Cornell Lab of Ornithology. <https://ebird.org/checklist/S292954744>
- eBird. 2026. Streptopelia decaocto – distribución en Panamá. Cornell Lab of Ornithology. <https://ebird.org/species/eucdov/PA>
- eBird. 2026. Larus smithsonianus – registros en la región PA-4 (Chiriquí, Panamá). Cornell Lab of Ornithology. <https://ebird.org/lifelist?spp=amhgul1&r=PA-4>
- Evans, K. L., et al. (2009). The effect of urbanisation on avian morphology and latitudinal gradients in body size. *Oikos*, 118, 251–259.
- Fink, D., Auer, T., Johnston, A., Strimas-Mackey, M., Robinson, O., Ligoeki, S., et al. (2020). Modeling avian full annual cycle distribution and population trends with citizen science data. *Ecological Applications*, 30(3), e02056.
- Fraga, R. (2020). Carib Grackle (*Quiscalus lugubris*), version 1.0. En J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.cargra1.01>
- Gutiérrez-Carrillo, D. A., Mateus-Aguilar, B., Gómez, C., & Cadena, C. D. (2024). Records from Neotropical non-breeding grounds reveal shifts in bird migration phenology over six decades. *Current Biology*, 34(20), 4845–4851.
- Hennig, E. I., et al. (2019). Roadside habitats support bird diversity in agricultural landscapes. *Landscape Ecology*, 34, 1367–1380.
- Howard, C., Stephens, P. A., Tobias, J. A., Sheard, C., Butchart, S. H. M., & Willis, S. G. (2023). Climate change and habitat loss drive range shifts in birds. *Nature Climate Change*, 13, 101–108.
- Maldonado Casanova, J. (2025). Primeros registros del Clarinero Negro (*Quiscalus lugubris*) en Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Ornitología*.
- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 127, 247–260.
- Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421, 37–42.
- Ridgely, R.S. y Gwynne, J. (1993). *Guía de Aves de Panamá, incluyendo Costa Rica, Nicaragua y Honduras*. Princeton University. ANCON.
- Şekercioğlu, C. H., Primack, R. B., & Wormworth, J. (2012). The effects of climate change on tropical birds. *Biological Conservation*, 148, 1–18.
- Sullivan, B. L., Wood, C. L., Iliff, M. J., Bonney, R. E., Fink, D., & Kelling, S. (2014). eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological Conservation*, 169, 31–40.



Diversidad y relevancia ecológica de Platyhelminthes y Nemertea en ecosistemas marinos de Panamá: una revisión bibliográfica

Diversity and ecological relevance of Platyhelminthes and Nemertea in marine ecosystems of Panama: A Literature Review

Mateus Lima

<https://orcid.org/0009-0002-0216-5506>

Ana Barrios

<https://orcid.org/0009-0002-1930-1949>

Vivian Quirós

<https://orcid.org/0009-0009-9526-0852>

Natalia Rovira

<https://orcid.org/0009-0002-0216-5506>

Rafael Melgar

<https://orcid.org/0009-0006-5870-2293>

Universidad de Panamá, Departamento de Biología Marina y Limnología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Autor correspondiente: mateus26lima26@gmail.com

Enviado: 9 de mayo de 2026. **Aceptado:** 13 de julio de 2026.

<https://doi.org/10.59722/rcvn.v4i1.1212>

Resumen

El presente estudio constituye una revisión bibliográfica sobre la diversidad, los ciclos de vida y la relevancia ecológica de los platelmintos y nemertinos marinos en Panamá. Mediante consultas en Google Scholar y ResearchGate, se recopilaron artículos publicados entre 1995 y 2025. Tras un cribado sistemático de 48 registros iniciales y la eliminación de duplicados, se seleccionaron los documentos relevantes. Se identificaron 28 especies reportadas para el país: 12 pertenecientes al Phylum Platyhelminthes y 16 a Nemertea. No obstante, se presume que la diversidad real es considerablemente mayor debido al escaso esfuerzo de muestreo y a las dificultades taxonómicas. Ecológicamente, los platelmintos actúan como depredadores bentónicos y bioindicadores; asimismo, incluyen parásitos que afectan a peces de importancia comercial como el mero (*Epinephelus labriformis*) y el berrugate (*Lobotes pacificus*), lo que podría repercutir en la productividad pesquera. Por su parte, los nemertinos son depredadores carnívoros que regulan poblaciones de invertebrados y participan en el reciclaje de nutrientes, destacando algunas especies por la producción de tetrodotoxina, un compuesto de interés biotecnológico y farmacológico. La revisión evidencia importantes vacíos de información en taxonomía, distribución y ecología en Panamá. En este contexto, se propone fortalecer las investigaciones mediante el uso de herramientas moleculares y estudios ecológicos integrales. Esto permitirá comprender mejor sus funciones e importancia sanitaria, contribuyendo así a la conservación y al manejo sostenible de los ecosistemas marinos del país.

Palabras clave

Bioindicadores, ecología bentónica, parásitos, pesquerías y tetrodotoxina.

Abstract

This study presents a literature review on the diversity, life cycles, and ecological relevance of marine flatworms (Platyhelminthes) and nemerteans (Nemertea) in Panama. Through searches in Google Scholar and ResearchGate, articles published between 1995 and 2025 were compiled. Following a systematic screening of 48 initial records and the removal of duplicates, relevant documents were selected. A total of 28 species were identified as reported for the country: 12 belonging to the Phylum Platyhelminthes and 16 to Nemertea. Nevertheless, the actual diversity is presumed to be considerably higher due to limited sampling effort and taxonomic difficulties. Ecologically, flatworms act as benthic predators and environmental quality bioindicators; likewise, they include parasitic species that affect commercially important fish such as the flag cabrilla (*Epinephelus labriformis*) and the tripletail (*Lobotes pacificus*), which could impact fisheries productivity. On the other hand, nemerteans are primarily carnivorous predators that regulate invertebrate populations and contribute to nutrient cycling, with some species notable for producing tetrodotoxin, a compound of biotechnological and pharmacological interest. This review highlights significant information gaps regarding the taxonomy, distribution, and ecology of these organisms in Panama. In this context, it is proposed to strengthen research through the use of molecular tools and comprehensive ecological studies. This will allow for a better understanding of their functions and sanitary importance, thereby contributing to the conservation and sustainable management of the country's marine ecosystems.

Keywords

Benthic ecology, bioindicators, fisheries, parasitic, tetrodotoxin

Introducción

El Phylum Platyhelminthes, conocidos comúnmente como gusanos planos marinos, comprenden organismos de vida libre y especies parásitas caracterizadas por presentar un cuerpo aplanado dorsoventralmente y un desarrollo embrionario triblástico (Valdés, 2022). Este filo exhibe una gran diversidad morfológica y funcional, con numerosos miembros que desempeñan hábitos parasitarios en un amplio rango de hospederos, desde invertebrados hasta vertebrados (Sáez, 2017). Actualmente, se han descrito aproximadamente 13 521 especies marinas y 13 241 de agua dulce (WoRMS, 2025).

Por otro lado, el Phylum Nemertea, conocidos como gusanos cinta, está constituido principalmente por organismos de vida libre que actúan como depredadores, carroñeros o

comensales en ecosistemas bentónicos. Se caracterizan por poseer un sistema digestivo completo y una probóscide eversible alojada en un rincocelo, estructura distintiva del grupo (Bastida y García, 2022). Se han identificado alrededor de 1 334 especies, la mayoría marinas, con solo 24 registradas en aguas continentales (Norenburg et al., 2025).

Aunque predominan las formas de vida libre, algunas especies de nemertinos presentan relaciones parasitarias. Entre ellas destaca *Carcinonemertes* sp., asociado a hembras ovadas del cangrejo *Plagusia depressa*, afectando directamente el éxito reproductivo de sus hospederos (Carro et al., 2004). Asimismo, géneros como *Nemertopsis* sp. y *Malacobdella* spp podrían presentar interacciones parasíticas aún no completamente confirmadas (Walker, G, 1995; Alfaya et al., 2015; Moldes, 2022).

Tanto platelmintos como nemertinos son componentes esenciales del bento marino con importancia ecológica significativa. Los platelmintos actúan como descomponedores que reciclan nutrientes y como fuente de alimento para otros organismos, interviniendo en la degradación de materia orgánica y en el intercambio entre seres vivos y el ambiente. Los nemertinos son depredadores superiores en ecosistemas marinos, con poca depredación sobre ellos debido a sus toxinas y moco tóxico, lo que les confiere un rol único en la estructura de las comunidades bentónicas (Göransson et al., 2019).

En las últimas décadas, el estudio de helmintos marinos ha adquirido creciente relevancia, particularmente en Pacífico Tropical Oriental, incluyendo Panamá (Mendoza et al., 2017). En este contexto, el reciente registro), de ectoparásitos digéneos de la familia Didymozoidae en el mero *Epinephelus labriformis* (Serranidae: Epinephelinae) en el Golfo de Panamá se ha ampliado el conocimiento sobre la diversidad de platelmintos en peces de importancia comercial (Rodríguez et al., 2024). Además, para ambos filos, se ha evidenciado que el muestreo de múltiples etapas de vida incrementa significativamente las estimaciones de diversidad, lo que sugiere que muchas especies permanecen subrepresentadas en los registros actuales (Bastida et al., 2022; Maslakova et al., 2022; Ellison, 2025).

Algunas especies pertenecientes a ambos filos pueden afectar recursos pesqueros, ya que pueden afectar peces y crustáceos de importancia comercial (Rodríguez et al., 2024) Estas

infecciones pueden generar estrés crónico, disminuir el crecimiento, afectar la reproducción y, en casos severos, causar mortalidad, impactando el rendimiento pesquero (Kearn, 2014; Muñoz y Olmos, 2007). En crustáceos, nemertinos del género *Carcinonemertes* actúan como parásitos obligados que consumen los huevos de cangrejos; su presencia en hembras ovadas puede ocasionar pérdidas significativas de la puesta, reduciendo el reclutamiento poblacional y el stock disponible para la captura, con potenciales consecuencias económicas a largo plazo (Carro et al., 2004).

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar las relaciones ecológicas de platelmintos y nemertinos con otros organismos marinos y sus implicaciones en los ecosistemas y pesquerías de Panamá mediante una revisión bibliográfica. Asimismo, se busca identificar vacíos de conocimiento y proponer futuras líneas de investigación relacionadas con la diversidad, ecología e importancia sanitaria de estos grupos en la región.

Materiales y métodos

Revisión bibliográfica

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica sistemática dirigida a recopilar información sobre la diversidad, ecología y ciclos de vida de nemertinos y platelmintos registrados en Panamá y otras regiones tropicales. La búsqueda abarcó publicaciones científicas editadas entre 1995 y 2025, indexadas en las plataformas Google Scholar y ResearchGate. El proceso se centró en la selección de registros con relevancia temática directa para establecer una base documental descriptiva de ambos taxones en la región de estudio. Se emplearon palabras claves relacionadas con diversidad, ecología, ciclos de vida, pesquerías y distribución geográfica de ambos filos. Entre las principales combinaciones utilizadas se incluyeron:), empleando : “nemertinos + diversidad”, “nemertinos + ciclo de vida”, “nemertinos + ecología”, “nemertinos + Panamá”, “nemertinos + pesquerías”, “platelmintos + diversidad”, “platelmintos + ciclo de vida”, “platelmintos + ecología”, “platelmintos + Panamá”, “platelmintos + pesquerías”, “Nemerteans + diversity”, “Nemerteans + life cycle”, “Nemerteans + ecology”, “Nemerteans + Panamá”, “Nemerteans + fisheries”, “Platyhelminthes + diversity”, “Platyhelminthes + life cycle”, “Platyhelminthes + ecology”, “Platyhelminthes + Panama” and “Platyhelminthes + fisheries”. Asimismo, se consideraron

estudios relacionados con ambientes marinos tropicales del Caribe y Pacífico oriental debido a su relevancia biogeográfica para Panamá.

Diagrama de flujo del proceso de selección bibliográfica

Se realizó un proceso sistemático de cribado bibliográfico para la selección de los documentos incluidos en la revisión. Inicialmente se identificaron 48 registros provenientes de diversas bases de datos y fuentes externas, estos registros fueron depurados mediante la eliminación de duplicados y, posteriormente, sometidos a un tamizaje preliminar para descartar aquellos que no presentaban relevancia temática con el objetivo del estudio. De los 48 registros mencionados, 44 procedían de búsquedas en Google Scholar y ResearchGate, mientras que 4 fueron obtenidos mediante fuentes complementarias.

Durante la fase de evaluación de elegibilidad, se eliminó 1 registro duplicado quedando 47 documentos para evaluación preliminar. Durante el cribado se excluyeron 14 registros por no estar relacionados con los objetivos de la investigación o por no aportar información relevante sobre la diversidad, ecología, ciclos de vida o importancia pesquera de Platyhelminthes y Nemertea marinos.

Se revisaron a texto completo 33 publicaciones. Durante esta fase se excluyeron 21 documentos debido a que no presentaban información directamente aplicable al área de revisión. Como resultado de este proceso, se seleccionaron 12 documentos, correspondiente a 10 estudios y 2 reportes, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para el análisis (figura 1).

Los criterios de inclusión consideraron publicaciones relacionados con la diversidad, ecología, ciclos de vida o importancia pesquera de platelmintos y nemertinos marinos en Panamá y regiones tropicales adyacentes del Pacífico oriental y Caribe, publicados entre 1995 y 2025, en español o inglés y con acceso a texto completo. Se incluyeron estudios que aportaran registros taxonómicos, descripciones ecológicas, relaciones parasitarias o información sobre ciclos de vida de las especies relevantes.

Se excluyeron publicaciones duplicadas, documentos sin acceso a texto completo y estudios enfocados exclusivamente en ambientes no marinos, así como trabajos que no presentaban información relevante sobre diversidad, ecología, ciclos de vida o interacción con pesquerías de platelmintos y nemertinos.

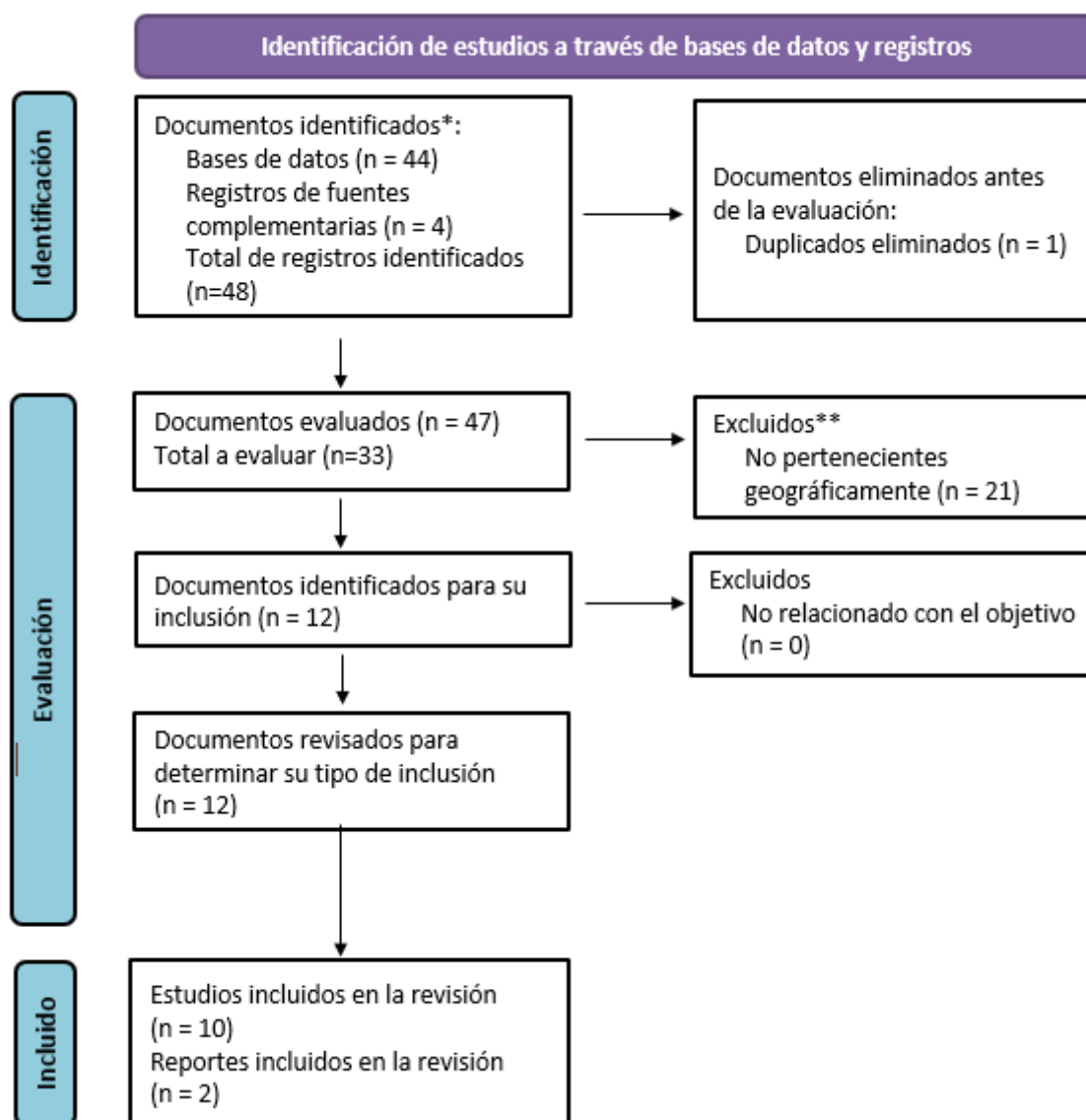


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección bibliográfica basado en los lineamientos PRISMA, utilizado para la identificación, evaluación y selección de publicaciones relacionadas con la diversidad, ecología y relevancia pesquera de platelmintos y nemertinos marinos en Panamá y regiones tropicales adyacentes

Diversidad de Platyhelminthes y Nemertea en Panamá

En Panamá se han reportado 28 especies de ambos filos; de estas, 12 (42.86 %) corresponden al phylum Platyhelminthes (Rodríguez et al., 2024), mientras que 16 especies (57.14 %) pertenecen al phylum Nemertea, incluyendo formas marinas de vida libre y especies parásitas (Ellison, 2025; Norenburg et al., 2025).

Los estudios sugieren que los nemertinos han ampliado su distribución en algunas zonas del país, especialmente en áreas cercanas al Canal de Panamá. Sin embargo, se señala que muchas especies pasan desapercibidas debido a la falta de análisis de todas las etapas de su ciclo de vida, lo que indica que la riqueza de especies registrada podría ser significativamente mayor de lo que se conoce en la actualidad.

Con el fin de estandarizar la interpretación de la información recopilada, se establecieron acrónimos y definiciones asociados a las etapas del ciclo de vida, el tipo de material analizado y la relevancia ecológica de nemertinos y platelmintos marinos (tabla 1). Adicionalmente, se presenta una síntesis de los registros taxonómicos documentados para Panamá y regiones tropicales adyacentes del Caribe y Pacífico oriental (tabla 2).

Resultados

Los platelmintos cumplen un papel relevante como bioindicadores, reguladores poblacionales y componentes de las redes tróficas, con implicaciones directas para la pesca y la acuicultura; en este sentido, en el Golfo de Panamá se ha reportado la infección por digeneos en especies de alto valor comercial, como el mero, lo que podría afectar la salud de los stocks pesqueros y la calidad del recurso aprovechado (Rodríguez et al., 2024). De igual manera, el monitoreo de estos organismos resulta importante en temas asociados al consumo de productos pesqueros, especialmente en el turismo gastronómico, debido al riesgo potencial de parasitosis que podrían comprometer la salud pública y la seguridad alimentaria local (Grano y Mendieta, 2019).

Los nemertinos desempeñan un papel predador y químicamente mediador, influyendo en la estructura de las comunidades bentónicas y en la dinámica de nutrientes. Esta capacidad

mediadora se sustenta en adaptaciones evolutivas complejas, como la distribución y función de la tetrodotoxina, que les otorga ventajas defensivas y ofensivas en el medio marino (Kem, 1985; Göransson et al., 2019). Además, sus interacciones biológicas van más allá de la depredación simple, estableciendo relaciones complejas (como el comensalismo y parasitismo) con especies clave del bentos, tal como se observa en la asociación con la almeja generosa (Alfaya et al., 2015).

Estos organismos tienen un papel importante en el equilibrio del ecosistema marino, donde los platelmintos participan en la regulación de poblaciones bentónicas (González & Cobo, 2006) y algunos parásitos pueden afectar la salud de peces, reduciendo su crecimiento y reproducción (Kearn, 2014; González, 2024; Rodríguez et al., 2024), lo que impacta a la pesca y a la acuicultura. Por su parte, algunos nemertinos se alimentan de huevos de cangrejos y reducen la cantidad de crías, lo que puede disminuir las poblaciones y afectar a las actividades pesqueras a largo plazo (Ramos & Bastida, 2022; Ellison, 2025).



Tabla 1. Definición de parámetros ecológicos, metodológicos y acrónimos utilizados en el análisis bibliográfico (Merchán et al.,2020; Aida, V.,2022; Liljesthröm et al.,2025)

Término	Abreviatura	Definición
Ciclo monoxeno	CM	Ciclo de vida que requiere un único hospedero para completar el desarrollo y la reproducción sexual.
Ciclo heteroxeno	CH	Ciclo de vida que requiere dos o más hospederos para completar el desarrollo, incluyendo un hospedero definitivo y uno o más hospederos intermediarios.
Sin ciclo de vida	SC	En el estudio o reporte realizado por el investigador, no cuenta con información del ciclo de vida.
Fase adulta	FA	Registro o análisis de organismos en etapa adulta.
Fase larvaria	FL	Registro o análisis de organismos en etapas larvarias o tempranas del desarrollo.
Estudio morfológico	EM	Disciplina encargada del estudio de la estructura de un organismo o taxón y sus componentes o características.
Métodos basados en ADN	MBA	Aproximaciones analíticas y experimentales en las que se utiliza el material genético como fuente primaria de información para la identificación, delimitación taxonómica y monitoreo de la biodiversidad.
Vida libre	VL	Organismo que no depende fisiológicamente de un hospedero, sin depender de otro organismo para sobrevivir
Parásitos	P	Vive dentro o sobre otro organismo, del cual obtienen protección y nutrientes.
Simbiontes	SB	Organismo involucrado en una simbiosis con otro denominado huésped
Especie introducida	EI	Taxones que han sido transportados por acción humana fuera de su área de distribución geográfica nativa y registrados en la zona de estudio durante el periodo revisado.
Produce toxinas	PT	Especies que son capaces de sintetizar toxinas a base de aminoácidos, para su protección o para cazar.
Afecta a la pesquería	AP	Interacción potencial positiva o negativa con recursos pesqueros o actividades de pesca.
Indicadores de calidad de agua	ICA	Especie sensible a cambios en su entorno.



Tabla 2. Platelminetos y Nemertinos de Panamá, el Caribe y el Pacífico cercano

Phylum Nemertea

Clasificación Taxonómica	Especie	Referencia	Distribución Geográfica	Material Analizado	Relevancia Ecológica
Monostilifera Cratenemertidae	- <i>Nipponnemertes aurantiaca</i> - Ellison, 2025	- Ellison, 2025	Isla Otoque (Panamá), Pacífico	EM, FA	VL,PT, ICA
	<i>Nipponnemertes maculata</i> - Ellison, 2025 Maslakova et al. 2022	- Ellison, 2025	Isla Bona, Isla Contadora, Isla Mogo, Isla Otoque (Panamá), Pacífico	EM, FA	VL, PT, ICA
	<i>Nipponnemertes rubrasanguinea</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Isla Tabogilla (Panamá), Pacífico	EM	VL, PT, ICA
Monostilifera Oerstediiidae	- <i>Tetranemertes majinbuui</i> - Cherneva et al., 2023	- Cherneva et al., 2023	Bocas del Toro (Panamá), Caribe	SC, MBA	VL, PT, ICA
	<i>Tetranemertes bifrost</i> - Cherneva et al., 2023	Cherneva et al., 2023	Bocas del Toro (Panamá); Fuerte Sherman, Colón, Caribe	SC, MBA	VL, PT, ICA
	<i>Tetranemertes pastafariensis</i> - Cherneva et al., 2023	- Cherneva et al., 2023	Bocas del Toro (Panamá), Caribe	SC, MBA	VL, PT, ICA
	<i>Nemertellina pachequillense</i> - Ellison, 2025 Maslakova et al. 2022	- Ellison, 2025	Isla Bona, Isla Contadora, Isla Mogo Mogo, Isla Otoque, Isla Pachequilla (Panamá), Pacífico	EM, MBA, FA	VL, PT
	<i>Nemertellina transisthmia</i> - Ellison, 2025 Maslakova et al. 2022	- Ellison, 2025	Isla Chapera (Panamá); Caribe (Panamá), Pacífico y Caribe	EM, FA	VL, PT



	<i>Oerstedia</i> - Quatrefages, 1846	Ellison, 2025	Chumical (Panamá), Pacífico	SC, EM, MBA VL, PT
	<i>Diplomma serpentinum</i> - Stimpson, 1855	Ellison, 2025	Isla Bona, Isla Chapera (Panamá), Pacífico	SC, FA, MBA, VL, PT EM
Monostilifera Ototyphlonemerti dae	- <i>Ototyphlonemertes</i> - Diesing, 1863	Ellison, 2025	Aguadulce (Panamá), Pacífico	SC, MBA VL, PT, ICA
Monostilifera Poseidonemertida e	- <i>Poseidonemertes christyi</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Aguadulce (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL,PT,ICA EM, MBA
	<i>Poseidonemertes roseocephala</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Aguadulce (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL,PT,ICA EM, MBA
	<i>Poseidonemertes roseosanguinea</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Aguadulce (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL,PT,ICA EM, MBA
Monostilifera Prosorhochmidae	- <i>Prosorhochmus panamensi</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Aguadulce, Isla Taboga (Panamá), Pacífico	SC, FA, EM, VL,PT MBA
Monostilifera Tetrastemmatidae	- <i>Tetranemertes pacifica</i> - Maslakova et al. 2022	Ellison, 2025	Isla Pachequilla (Panamá), Pacífico	SC, FA, EM VL,PT
	<i>Tetrastemma divae</i> - Maslakova et al. 2022	Ellison, 2025	Costas Caribeñas (Panamá), Isla Bona, Isla Chapera, Isla Contadora, Isla Mogo Mogo, Isla Otoque, Punta Bajo Rico (Panamá), Pacífico y Caribe	SC, FA, EM, P, PT MBA
	<i>Tetrastemma rhizophorum</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Aguadulce (Panamá), Pacífico	SC, FA, EM, VL, PT MBA



	<i>Tetrastemma roseorhynchum</i> - Ellison, 2025	Isa Bona, Isla Chapera, Isla Mogo Mogo, Isla Otoque, Isla Pachequilla (Panamá), Pacífico	SC, FA, EM, VL, PT MBA
	<i>Tetrastemma solspeculum</i> - Ellison, 2025	Isla Otoque, Isla Contadora (Panamá), Pacífico	FA, EM VL, PT
	<i>Tetrastemma superhero</i> - Ellison, 2025	Isla Mogo, Isla Otoque (Panamá), Pacífico	FA, EM VL, PT
	<i>Tetrastemma vitiligum</i> - Ellison, 2025	Isla Chapera (Panamá), Pacífico	FA, EM VL, PT
Monostilifera Zygonemertidae	- <i>Zygonemertes stefanieae</i> - Ellison, 2025 Maslakova et al. 2022; Ellison, 2025	Isla Taboga (Panamá), Pacífico	FA, EM P,AP
Archinemertea Cephalotrichellidae	- <i>Cephalotrichella otoquense</i> - Ellison, 2025 Maslakova et al. 2022	Isla Otoque, Isla Chapera (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, EM VL,SB,PT
	<i>Cephalothrix promiscua</i> - Ellison, 2025 Maslakova et al. 2022	Aguadulce, Veracruz (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, EM VL,PT,AP
Carinomiformes Carinomidae	- <i>Carinoma aguadulce</i> - Maslakova Ellison, 2025 et al. 2022	Aguadulce (Panamá), Pacífico	SC, FA, EM VL,PT
Tubulaniformes Tubulanidae	- <i>Tubulanus albimaculatu</i> - Ellison, 2025	Isla Contadora, Isla Chapera (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, EM VL, ICA
	<i>Tubulanus bamboo</i> - Ellison, 2025	Isla Contadora, Isla Mogo, Isla Otoque, Isla Taboga, Isla Taboguilla (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL MBA, EM
	<i>Tubulanus semirhabdotus</i> - Ellison, 2025	Veracruz (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL VL



Hubrechtiformes - <i>Hubrechtella</i> - Bergendal, 1902	Ellison, 2025	Costas del Golfo de Panamá, Pacífico	SC, FL	VL, PT
Hubrechtellidae				
Heteronemertea - <i>Amphiporus panamensis</i> - Ellison, 2025		Isla Contadora, Isla Mogo, Isla Pachequilla, Punta	SC, FA, EM	P, AP
Amphiporidae	Maslakova et al. 2022	Bajo Rico (Panamá), Pacífico y Caribe		
Heteronemertea - <i>Cerebratulus leucopsis</i> - Coe, 1901	Kvist et al., 2014	Costas Caribeñas, Caribe	SC, MBA	VL, PT
Lineidae				
<i>Hubrechtella ijimai</i> - Takakura, 1922	Kvist et al., 2014	Bocas del Toro, Caribe	SC, MBA	VL, PT
<i>Micrura chlorapardalis</i> - Schwartz & Norenburg, 2005	Kvist et al., 2014	Bocas del Toro, Caribe	SC, MBA	P, PT, AP
<i>Micrura rubramaculosa</i> - Schwartz & Norenburg, 2005	Kvist et al., 2014	Bocas del Toro, Caribe	SC, MBA	P, PT, AP
<i>Notospermus geniculatus</i> - Delle Chiaje, 1822	Kvist et al., 2014	Bocas del Toro, Caribe	SC, MBA	VL, PT
<i>Apatronemertes albimaculosa</i> - Wilfert & Gibson, 1974	Kvist et al., 2018	Canal de Panamá, Lago Miraflores, Pacífico	SC, FA	VL, EI
<i>Archimicrura copiosa</i> - Maslakova et al. 2022	Ellison, 2025	Chumical, Isla Chepillo, Isla Coiba, Isla Venao, Punta Culebra, Pacífico	SC, FA, MBA, EM	VL, PT
<i>Archimicrura ignea</i> - Schwartz & Norenburg, 2005	Ellison, 2025	Costas del Caribe (Panamá); Santa Marta (Colombia), Caribe	SC, FA, MBA, EM	VL, PT
<i>Archimicrura infrequens</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Chumical, Punta Culebra (Panamá), Pacífico	SC, FA, EM, MBA	VL, PT
<i>Euborlasia hancocki</i> - Coe, 1940	Ellison, 2025	Chiriquí, Veraguas (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, EM, MBA	VL, PT



	<i>Euborlasia tenuicauda</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Chumical (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL, PT, ICA EM, MBA
	<i>Meganemertes mogomogo</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Isla Mogo Mogo (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL, PT, ICA EM, MBA
	<i>Micrurides kajiharai</i> - Maslakova et al. 2022	Ellison, 2025	Isla Saboga, Isla Taboguilla (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL, PT EM, MBA
	<i>Micrurides venaoense</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Isla Venao (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, EM VL, PT
	<i>Notospermus mirae</i> - Maslakova et al. 2022	Ellison, 2025	Isla Otoque, Isla Coiba, Isla Secas, Isla Taboguilla (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL, PT EM, MBA
	<i>Siphonenteron albitergum</i> - Maslakova et al. 2022	Ellison, 2025	Isla Chapera, Isla Contadora, Isla Mogo Mogo, Isla Otoque, Isla Taboga (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL, PT, AP, EM, MBA ICA, SB
	<i>Siphonenteron albolineatum</i> - Maslakova et al. 2022	Ellison, 2025	Isla Mogo Mogo, Isla Otoque (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL, PT, AP, EM, MBA ICA, SB
	<i>Zygeupolia panamensis</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Aguadulce (Panamá), Pacífico	SC, FA, FL, VL, PT EM, MBA
Heteronemertea - Valenciniidae	<i>Baseodiscus delineatus</i> - Delle Chiaje, 1822	Andrade et al., 2012; Kvist et al., 2014; Kajihara et al., 2022	Panamá-Colombia, Caribe	SC, MBA VL, PT, ICA, SB
	<i>Baseodiscus giribeti</i> - Kajihara et al., 2022	Andrade et al., 2012; Kvist et al., 2014; Kajihara et al., 2022	Bocas del Toro (Panamá), Caribe	SC, MBA VL, PT



<i>Baseodiscus mexicanus</i> - Bürger, 1893	Andrade et al., 2012; Kvist et al., 2014; Kajihara et al., 2022	Panamá, Pacífico	SC, MBA	VL, PT
<i>Baseodiscus unicolor</i> - Stiasny-Wijnhoff, 1925	Andrade et al., 2012; Kvist et al., 2014; Kajihara et al., 2022	Bocas del Toro (Panamá), Caribe	SC, MBA	VL, PT
<i>Baseodiscus dumbledorei</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Isla Otoque, Coiba (Panamá), Pacífico	SC, FA, EM, MBA	VL, PT
<i>Baseodiscus kingsnakei</i> - Ellison, 2025	Ellison, 2025	Isla Otoque, Isla Venao, Isla Taboga (Panamá), Pacífico	SC, FA, EM, MBA	VL, PT
<i>Baseodiscus mexicanus</i> - Bürger, 1893	Ellison, 2025	Isla Otoque, Coiba, Isla Secas, Isla Taboga, Isla Venao (Panamá), Pacífico	SC, FA, EM, MBA	VL, PT

Phylum Platelminthes

Clasificación Taxonómica	Especie	Referencia	Distribución Geográfica	Material Analizado	Relevancia Ecológica
Mazocraidea Diclidophoridae	- <i>Heterobothrium ecuadori</i> - Meserve, 1938	- Caballero et al., 1953	Zona del Canal (Panamá); Costa Rica y México, Pacífico	CM, FA	P
Mazocraidea Microcotylidae	- <i>Axinoides oceanicus</i> - Bravo-Hollis & Grocott, 1953	- Caballero et al., 1953	Bahía de Panamá, Pacífico	CM, FA	P, AP
Rhabdocoela Polycystididae	- <i>Sabulirhynchus axi</i> - Schockaert, 2000	- Artois & Schockaert, 2000; Diez et al.,	Isla Iguana (Panamá); Bahía de Panamá; Isla Galápagos Orientales, Pacífico	SC, FA, EM	VL



2023

	<i>Brachyrhynchoides ortizi</i> - Diez, Sanjuan, Monnens & Artois, 2023	Diez et al., 2023	Santiago de Cuba, Siboney, Caribe	SC, FA	VL
	<i>Djeziraia adriani</i> - Diez, Sanjuan, Monnens & Artois, 2023	Diez et al., 2023	Santiago de Cuba, Sardinero, Caribe	SC, FA	VL, ICA
	<i>Phonorhynchoides lalanai</i> - Diez, Sanjuan, Monnens & Artois, 2023	Diez et al., 2023	Santiago de Cuba, Bueycabón; Bahía de Panamá, Caribe y Pacífico	SC, FA	VL, ICA
	<i>Sabulirhynchus ibarrae</i> - Diez, Sanjuan, Monnens & Artois, 2023	Diez et al., 2023	Santiago de Cuba, Siboney; Isla Iguana (Panamá), Caribe y Pacífico	SC, FA	VL
Plagiorchiida Bucefalidae	- <i>Bucephalus polymorphus</i> - von Baer, 1827	Caballero et al., 1953	Bahía de Panamá, Caribe y Pacífico	CH, FA, EM	P
	<i>Prosorhynchoides ovatus</i> (Linton, 1900) Dollfus, 1929	Caballero et al., 1953	Bahía de Panamá, Caribe y Pacífico	CH, FA, EM	P, AP
	<i>Prosorhynchus crucibulum</i> Rudolphi, 1819	Caballero et al., 1953	Bahía de Panamá, Caribe y Pacífico	CH, FA, EM	P



Plagiorciida Cryptogonimidae	- <i>Pseudoacanthostomum panamense</i> - Caballero, Bravo-Hollis & Grocott, 1953	Caballero et al., Bahía de Panamá, Caribe y Pacífico 1953	CH, FA, EM	P
Plagiorciida Haplospilichnidae	- <i>Schikhobalotrema acutum</i> (Linton, 1910) - Skrjabin & Guschanskaja, 1955	Caballero et al., Bahía de Panamá, Caribe y Pacífico 1953	CH, FA, EM	P
Plagiorciida Hemiuridae	- <i>Lecithochirium magniacetabulatum</i> - Caballero, Bravo-Hollis & Grocott, 1953	Caballero et al., Bahía de Panamá, Pacífico 1953	CH, FA, EM	P
Plagiorciida Lepocreadiidae	- <i>Hypocreadium scaphosomum</i> (Manter, 1940) - Bravo Hollis & Manter, 1957	Caballero et al., Bahía de Panamá, Pacífico 1953	CH, FA, EM	P

Términos y abreviaturas: Ciclo monoxeno (**CM**), ciclo heteroxeno (**CH**), sin ciclo de vida (**SC**), fase adulta (**FA**), fase larvaria (**FL**), estudio morfológico (**EM**), métodos basados en ADN (**MBA**), vida libre (**VL**), parásitos (**P**), especie introducida (**EI**), produce toxinas (**PT**), afecta a la pesquería (**AP**), indicadores de calidad de agua (**ICA**).

Las dificultades metodológicas asociadas a la biología de Nemertea restringen el conocimiento de su diversidad en Panamá. La fragilidad y rápida degradación poscolecta de los especímenes limitan la preservación de material para estudios taxonómicos (Ramos & Bastida, 2022). En consecuencia, la identificación mediante caracteres anatómicos internos se complejiza, lo que eleva el riesgo de diagnósticos erróneos y de subestimar la riqueza regional del grupo (Alfaya, 2015).

La superación de estas barreras taxonómicas requiere integrar marcadores moleculares que complementen la morfología clásica, facilitando la identificación precisa de especímenes deteriorados (Alfaya, 2015). Por lo tanto, se sugiere la adopción de enfoques filogenéticos más amplios; los análisis multilocus ya han demostrado su capacidad para respaldar y clarificar la clasificación sistemática de Nemertea (Andrade et al., 2012).

Los registros actuales sugieren que la diversidad de nemertinos en Panamá y el Pacífico oriental permanece subestimada. Estudios comparativos que integran estadios larvales de plancton y adultos de zonas someras revelan una discrepancia significativa entre la taxonomía molecular y la morfológica tradicional, evidenciando múltiples especies genéticas aún no descritas (Maslakova et al., 2022). Este hallazgo pone de manifiesto que el muestreo exhaustivo de los ciclos de vida es crucial para obtener estimaciones de riqueza confiables. Bajo esta premisa, la actualización biogeográfica y taxonómica de la región requiere una reestructuración de los diseños de muestreo, orientada a la combinación de aproximaciones moleculares y ecológicas capaces de resolver complejos de especies crípticas (Maslakova et al., 2022; Ellison, 2025).

Los platelmintos monogéneos presentan ciclos de vida directos y estrechamente vinculados a sus hospedadores, lo que facilita la evaluación de las fases críticas de infestación. En modelos experimentales como *Heterobothrium ecuadori* Meserve, 1938 (Sproston, 1946) un ectoparásito branquial del pez *Sphoeroides annulatus*. Se ha documentado que el

desarrollo progresa desde huevos operculados hasta larvas oncomiracidios, las cuales constituyen la fase infestiva que se fija a los filamentos branquiales (Kearn, 2014; Mendoza et al., 2017). Este proceso abarca cinco estadios juveniles antes de alcanzar la madurez, manifestando una tasa de desarrollo influenciada por la temperatura ambiental, la cual acelera el ciclo en condiciones estivales. La caracterización de estos estadios permite identificar los puntos críticos de transmisión, aportando la base científica necesaria para diseñar tratamientos profilácticos y terapéuticos contra infecciones branquiales en sistemas pesqueros o acuícolas (Grano, M., 2004).

Los nemertinos presentan patrones de desarrollo particulares, especialmente aquellos con larva pilidio, una fase planctónica de larga duración. Durante este periodo, el juvenil se desarrolla internamente a lo largo de varias semanas o meses hasta que, mediante la metamorfosis, emerge consumiendo los tejidos larvarios para iniciar la transición hacia la vida bentónica (Maslakova, 2010). Este ciclo biológico, detallado en especies intermareales como *Micrura alaskensis*, evidencia que una fase planctónica prolongada dificulta la asociación morfológica entre los estadios larvarios y las formas adultas (Maslakova, 2010). En consecuencia, se requiere de enfoques integradores que combinen el cultivo en condiciones controladas con herramientas moleculares para subsanar los vacíos taxonómicos derivados de identificaciones basadas en recolecciones oportunistas.

El análisis de la información disponible sobre los nemertinos y platelmintos en Panamá evidencia que ambos grupos han recibido una atención limitada debido a factores distintos. En los nemertinos, la escasez de registros locales se asocia principalmente a dificultades técnicas, tales como la fragilidad de los ejemplares, su rápida degradación tras la captura y la necesidad de examinar caracteres internos para la diagnosis taxonómica. Por lo tanto, la baja representatividad de este Phylum en los inventarios nacionales no refleja una pobreza biológica real, sino una subestimación causada por limitaciones en el muestreo y la preservación. Superar este sesgo requiere la implementación de enfoques integradores que

vinculen los estadios larvarios y adultos mediante herramientas moleculares, permitiendo así revelar la diversidad oculta en los ambientes marinos del país.

Para los platelmintos, el análisis revela un vínculo estrecho con la pesca, la acuicultura y la salud pública, debido principalmente a las especies parasitarias que afectan a peces comerciales. El estudio de sus ciclos de vida permite determinar cómo los estadios infectivos y las variables ambientales regulan la dinámica de transmisión, aportando criterios científicos para establecer puntos de intervención sanitaria en sistemas acuícolas. Al contrastar ambos Phyla, se concluye que los vacíos de información en Panamá trascienden los inventarios taxonómicos. Las brechas actuales involucran dimensiones ecológicas, metodológicas y epidemiológicas que permanecen prácticamente inexploradas en la región.

El análisis sistemático de la literatura disponible evidencia vacíos de conocimiento críticos respecto a los platelmintos y nemertinos en Panamá, lo que constata que la región permanece notablemente subexplorada a pesar de su potencial biodiverso. Con el propósito de subsanar estas brechas científicas, las perspectivas futuras deben priorizar, en primer lugar, la caracterización taxonómica comparativa entre las comunidades marinas del Océano Pacífico y el Mar Caribe. En segundo lugar, se requiere evaluar formalmente la utilidad de estos organismos como bioindicadores de la calidad ambiental en ecosistemas acuáticos. Finalmente, es imperativo impulsar investigaciones de carácter aplicado que abarquen tanto el impacto sanitario de las fases parasitarias en el sector pesquero, como el potencial biotecnológico y farmacológico de compuestos específicos, tales como las tetrodotoxinas en el ámbito de la salud pública.

Conclusiones

Los platelmintos y nemertinos representan una fracción críptica pero fundamental de la biodiversidad acuática en Panamá. Aunque frecuentemente subestimados, estos

organismos influyen de manera decisiva en el funcionamiento, estabilidad y sostenibilidad de los ecosistemas a través de sus variadas funciones tróficas, ecológicas e interacciones parasitarias.

La información sobre la fauna parasitaria marina y los taxones crípticos en Panamá continúa siendo críticamente limitada. Está marcada brecha de conocimiento exige priorizar líneas de investigación enfocadas en documentar su diversidad, distribución y funciones ecológicas. Fortalecer estos estudios es indispensable para mitigar los vacíos de información regionales y comprender de manera integral las implicaciones sanitarias en los ambientes costero-marinos y continentales.

El esclarecimiento de los ciclos de vida de los helmintos parasitarios es fundamental para precisar las vías de transmisión y evaluar su impacto en especies de interés ecológico y comercial, como peces y crustáceos. A pesar de los desafíos metodológicos en su recolección y observación, caracterizar estas etapas de desarrollo es un requisito clave para diseñar estrategias efectivas de prevención y manejo sanitario, especialmente en los sistemas de producción acuícola de la región.

Referencias bibliográficas

- Aida, V. (2022). Los gusanos nemertinos: sorprendentes depredadores con potentes venenos. https://www.mncn.csic.es/sites/default/files/2022-09/04_nemertinos.pdf
- Alfaya, J. (2015). Caracterización molecular, genética poblacional y relación biológica del nemertino *Malacobdella arrokeana* endocomensal de la almeja gigante *Panopea abbreviata*. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires.
- Alfaya, J., Galván, D., Machordom, A., Penchaszadeh, P. & Bigatti, G. (2015). *Malacobdella arrokeana*: Parasite or commensal of the giant clam *Panopea abbreviata* Zoological Science, 32(6), 523–530. <https://doi.org/10.2108/zs150030>
- Andrade, S., Strand, M., Schwartz, M., Chen, H., Kajihara, H., von Döhren, J., Sun, S., Junoy, J., Thiel, M., Norenburg, J. L., Turbeville, J. M., Giribet, G. & Sundberg, P. (2012). Disentangling ribbon worm relationships: Multi-locus analysis supports traditional classification of the phylum Nemertea. Cladistics, 28(2), 141–159. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2011.00376.x>
- Artois, T. & Schockaert, E. (2000). Interstitial fauna of the Galapagos: Typhlopolycystidinae (Platyhelminthes: Polycystididae). Tropical Zoology, 13(1), 141–158.

- Bastida, J. & García, M. (2022). Invertebrados marinos y costeros del Pacífico sur de México. Universidad del Mar y Geomare. https://www.researchgate.net/profile/Rolando-Bastida-Zavala/publication/362606278_Invertebrados_marinos_y_costeros_del_Pacifico_sur_de_Mexico/links/62f3ce4d79550d6d1c6fbb05/Invertebrados-marinos-y-costeros-del-Pacifico-sur-de-Mexico.pdf
- Bravo-Hollis, M.; Manter, H. W. (1957). Trematodes of marine fishes of Mexican waters. X. Thirteen Digenea including nine new species and two new genera from Pacific coast. Proceedings of the Helminthological Society of Washington. 24(1): 35-48. Page(s): 38.
- Caballero, E., Bravo, M. & Grocott, R. (1953). Helmintos de la República de Panamá. VII. Descripción de algunos trematodos de peces marinos. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 24(1), 97-136. Page(s): 124.
- Caballero y C., E., Bravo-Hollis, M., Grocott, R. G. (1953). Helmintos de la Republica de Panama. VII. Descripción de algunos trematodos de peces marinos. Anales del Instituto de Biología Universidad de México. 24 (1): 97-136. Page(s): 125.
- Carro, M., Roo, J., Socorro, J. & Izquierdo, M. (2004). Infección del nemertino parásito, *Carcinonemertes* sp., sobre hembras ovadas de cangrejo blanco *Plagusia depressa* (Fabricius, 1775): Ciclo biológico y efecto sobre la puesta. XIII Simposio Ibérico de Estudios del Bentos Marino. <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/12432>
- Cherneva, I., Ellison, C., Zattara, E., Norenburg, J., Schwartz, M., Junoy, J. & Maslakova, S. (2023). Seven new species of *Tetranemertes* Chernyshev, 1992 (Monostilifera, Hoplonemertea, Nemertea) from the Caribbean Sea, western Pacific, and Arabian Sea, and revision of the genus. ZooKeys, 1181, 167-200. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10570821/>
- Diez, Y., Sanjuan, C., Monnens, M. & Artois, T. (2023). New species of Polycystididae (Platyhelminthes: Kalyptorhynchia) from Cuba and the Pacific coast of Panama. European Journal of Taxonomy, 856(1), 67-86. <https://doi.org/10.5852/ejt.2023.856.2029>
- Dollfus, R.-P. (1929). Helmintha I. Trematoda et Acanthocephala. *Faune des Colonies Francaises*. 3, 73-114.
- Ellison, C. (2025). Species diversity and distribution of ribbon worms (phylum Nemertea) in two East Pacific ecoregions. Tesis Doctoral. University of Oregon.
- González, K. (2024). Identificación y caracterización de parásitos de la familia Anisakidae en especies de peces de valor comercial, ciudad de Panamá. Tesis de Licenciatura. Universidad de Panamá.
- González, M. & Cobo, F. (2006). Macroinvertebrados de las aguas dulces de Galicia. Hércules de Ediciones.
- Göransson, U., Jacobsson, E., Strand, M. & Andersson, H. (2019). The toxins of nemertean worms. Toxins, 11(2), 120. <https://doi.org/10.3390/toxins11020120>
- Grano, M. (2004). Ciclo de vida de *Heterobothrium ecuadori*. Tesis de máster. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/3c4f2a72-9b5d-4f81-9ecb-0424fe239bbb/content>
- Grano, M. & Mendieta, R. (2019). Parasitosis, turismo gastronómico e identidades alimentarias: Un problema de salud pública en Mazatlán, Sinaloa, México. Neotropical Helminthology, 13(2), 203-225.
- Huston, D. C.; Cutmore, S. C.; Cribb, T. H. (2017). Molecular phylogeny of the Haplospilachnata Olson, Cribb, Tkach, Bray and Littlewood, 2003, with a description of *Schikhobalotrema huffmani* n. sp. Acta Parasitologica. 62(3): 502-512., available online at <https://doi.org/10.1515/ap-2017-0060> .page(s): 505.
- Kajihara, H., Abukawa, S. & Chernyshev, A. (2022) Exploring the basal topology of the



- heteronemertean tree of life: establishment of a new family, along with turbotaxonomy of Valenciniidae (Nemertea: Pilidiophora: Heteronemertea). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 196 (1), 503-548. <https://doi.org/10.1093/zoolinlean/zlac015>
- Kearn, G. (2014). Some aspects of the biology of monogenean (Platyhelminth) parasites of marine and freshwater fishes. *Journal of Oceanography and Marine Research*, 2(1), 117.
- Kem, W. (1985). Structure and action of nemertine toxins. *American zoologist*, 25(1), 99-111.
- Kvist S, Laumer CE, Junoy J, Giribet G. (2014) New insights into the phylogeny, systematics and DNA barcoding of Nemertea. *Invertebrate Systematics*, 28(3), 287–308. <https://connectsci.au/is/article-abstract/28/3/287/67685/New-insights-into-the-phylogeny-systematics-and?redirectedFrom=fulltext>
- Kvist, S., Carle, D., Cornejo, A. & Ocegüera, A. (2018). Biological introductions or native ranges: Two curious cases of new distributional records in the Panama Canal. *BioInvasions Records*, 7(3), 273–279. DOI: <https://doi.org/10.3391/bir.2018.7.3.04>
- Liljesthröm, G; Kristensen, M; Maroñas, M. (2025). *Glosario de ecología: Vocabulario técnico ecológico-ambiental*. 1a ed. UNPL, 9-187. <https://doi.org/10.35537/10915/186282>
- Maslakova, S. (2010). Development to metamorphosis of the nemertean pilidium larva. *Frontiers in Zoology*, 7(1), 30. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-7-30>
- Maslakova, S., Ellison, C., Hiebert, T., Conable, F., Heaphy, M., Venera, D., Norenburg, J., Schwartz, M., Moss, N., Boyle, M., Driskell, A., Macdonald, K., Zattara, E. & Collin, R. (2022). Sampling multiple life stages significantly increases estimates of marine biodiversity. *Biology Letters*, 18(4), 20210596. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0596>
- Mendoza, B., García, L. & Pérez, G. (2017). Checklist of the Monogenea (Platyhelminthes) parasitic in Mexican aquatic vertebrates. *Zoosystema*, 39(4), 501–598. <https://doi.org/10.5252/z2017n4a5>
- Merchán, M., Gonzales, J., Velásquez, Y., Berden, A., Saavedra, L., Hurtado, A., Mercado, J., Quiroga, S. (2020). *Gusanos cinta (Nemertea) - depredadores y parásitos*. Vol. 13. https://www.researchgate.net/publication/356972943_GUSANOS_CINTA_NEMERTEA_-_DEPREDADORES_Y_PARASITOS
- Meserve, F.G. (1938) Some monogenetic trematodes from the Galapagos Islands and the neighboring Pacific. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 2(5): 31-89.
- Moldes, E. (2022). ¿Es el nemertino *Tetrastemma fozensis* (Gibson y Junoy, 1991) un buen de contaminación? Estudio en las Rías Altas gallegas. Tesis de Maestría. Universidad de Alcalá.
- Muñoz, G. & Olmos, V. (2007). Revisión bibliográfica de especies ectoparasitas y hospedadoras de sistemas acuáticos de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(2), 89–148. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572007000200001>
- Norenburg, J., Chernyshev, A., Kajihara, H. & Maslakova, S. (2025). World Nemertea Database. World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org/nemertea/>
- Ramos, M. & Bastida, J. (2022). *Invertebrados marinos y costeros del Pacífico sur de México*. Geomare, A.C.
- Rodríguez, L., Sellers, A. & Rengifo, C. (2024). Primer reporte de ectoparásitos digéneos de la familia Didymozoidae en el mero *Epinephelus labriformis* (Serranidae: Epinephelinae) en el golfo de Panamá. *Tecnociencia*, 26(2), 94–100.
- Sáez, G. (2017). Community structure of metazoan parasites of the Panama spadefish *Parapsettus panamensis* (Perciformes: Ephippidae) from the coastal zone of Tumbes, Peru. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 12(2), 155-165.
- Valdés, D. (2022). Diversidad de helmintos presentes en agua crudas y potables de la planta



- potabilizadora centenario de Pacora. Tesis de Licenciatura. Universidad de Panamá. https://up-rid.up.ac.pa/6389/1/danelys_valdes.pdf
- Walker, G. (1995). Preliminary observations on the association of the nemertean *Nemertopsis quadripunctatus* with the stalked barnacle *Capitulum mitella* in exposed Hong Kong waters. *Asian Marine Biology*, 11(1), 125–136.
- WoRMS Editorial Board. (2025). World Register of Marine Species: Platyhelminthes. World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=793>



Transformaciones fisicoquímicas durante el freído por inmersión en aceite y sus implicaciones en la inocuidad alimentaria en Panamá

Physicochemical transformations during deep-fat frying and their implications for food safety in Panama

Gabriela Reyes

<https://orcid.org/0009-0003-4230-8855>

Yovelis Sandoval

<https://orcid.org/0000-0003-3719-0074>

Universidad Autónoma de Chiriquí. Maestría en Ciencias Químicas con Énfasis en Inocuidad Alimentaria.

Autor correspondiente: gabriela.reyes@unachi.ac.pa

Enviado: 14 de mayo de 2026. Aceptado: 20 de julio de 2026.

<https://doi.org/10.59722/rcvn.v4i1.1216>

Resumen

El freído por inmersión es una de las técnicas culinarias más utilizadas en el mundo y, en Panamá, forma parte habitual de la alimentación mediante preparaciones tradicionales como patacones, carimañolas, hojaldras y empanadas. Esta revisión analiza los mecanismos de absorción de aceite durante el freído, su comportamiento cinético y la influencia de la viscosidad y degradación del medio de fritura. Asimismo, examina las estrategias empleadas para disminuir la incorporación de aceite, incluidos los pretratamientos, el freído al vacío y otras tecnologías alternativas. Se describen las principales transformaciones físicas y químicas del proceso, con énfasis en la reacción de Maillard, la oxidación lipídica y la degradación térmica. Se comparan la composición y estabilidad de diferentes aceites, los perfiles de ácidos grasos más adecuados para fritura y la función de los antioxidantes en la conservación de su calidad. Además, se aborda la formación de compuestos de interés para la inocuidad alimentaria, como acrilamida, hidrocarburos aromáticos policíclicos y ácidos grasos trans, junto con los factores que favorecen su generación y las estrategias disponibles para reducirlos. La revisión incorpora el contexto panameño al considerar los hábitos de consumo, la disponibilidad y el uso de aceites comestibles, el marco regulatorio vigente y las implicaciones del freído para la inocuidad alimentaria y la salud pública. A partir de este análisis, se reconocen necesidades de investigación y de fortalecimiento de las prácticas de control asociadas con este proceso en el país.

Palabras clave

Acrilamida, degradación de aceites, freído por inmersión, inocuidad alimentaria, oxidación lipídica, reacción de Maillard

Abstract

Deep-fat frying is one of the most widely used culinary techniques in the world and, in Panama, it is a common part of the diet through traditional preparations such as patacones, carimañolas, hojaldras, and empanadas. This review analyzes the mechanisms of oil absorption during frying, its kinetic behavior, and the influence of the viscosity and degradation of the frying medium. It also examines the strategies used to reduce oil uptake, including pretreatments, vacuum frying, and other alternative technologies. The main physical and chemical transformations of the process are described, with emphasis on the Maillard reaction, lipid oxidation, and thermal degradation. The composition and stability of different oils, the fatty acid profiles most suitable for frying, and the role of antioxidants in preserving their quality are compared. In addition, the formation of compounds of interest for food safety, such as acrylamide, polycyclic aromatic hydrocarbons, and trans fatty acids, is addressed, together with the factors that favor their generation and the strategies available to reduce them. The review incorporates the Panamanian context by considering consumption habits, the availability and use of edible oils, the current regulatory framework, and the implications of frying for food safety and public health. Based on this analysis, research needs and the need to strengthen control practices associated with this process in the country are recognized.

Keywords

Acrylamide, deep-fat frying, food safety, lipid oxidation, Maillard reaction, oil degradation

Introducción

El freído por inmersión consiste en sumergir el alimento en aceite o grasa caliente, típicamente entre 150 y 200 °C, muy por encima del punto de ebullición del agua (Cui et al., 2022). A esas temperaturas se producen simultáneamente transferencia de calor y masa, deshidratación superficial y desarrollo de la corteza que define los atributos sensoriales del producto (Tirado et al., 2015; De Mendonça Lima et al., 2024). Es un método de cocción rápido y eficiente ya que la transferencia de calor va desde el aceite hacia la superficie del alimento y, luego, hacia el interior de su matriz (Asokapandian et al., 2019).

La cinética y el resultado del proceso dependen de variables interdependientes como el tipo de aceite, la relación superficie-volumen del alimento, temperatura, modo de calentamiento, tiempo de inmersión y materiales del recipiente (Xu et al., 2020).

La reutilización de aceites es una práctica frecuente, influenciada por razones económicas, de educación, experiencia y falta de capacitación sobre cómo se deben hacer los descartes (Oladunjoye y Aluko, 2024). Lo cual plantea una pregunta sanitaria concreta: ¿cuántos ciclos de fritura soporta

un aceite en condiciones tropicales antes de generar compuestos polares por encima de los límites recomendados? Este vacío es uno de los que motiva la presente revisión.

El objetivo de esta revisión es ofrecer una síntesis crítica de las transformaciones físicas y químicas del freído por inmersión y de sus implicaciones para la inocuidad alimentaria. Los objetivos específicos son: (1) describir los mecanismos de transferencia de calor y masa, incluida la absorción de aceite; (2) revisar las reacciones químicas que afectan la matriz alimentaria y el aceite, con énfasis en la reacción de Maillard y la oxidación lipídica; (3) analizar la formación de compuestos de interés toxicológico (acrilamida, HAP y ácidos grasos trans); (4) discutir estrategias para reducir el riesgo asociado al consumo de fritos; y (5) identificar líneas de investigación pendientes para el contexto panameño.

La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos científicas como Scopus, Web of Science, PubMed, ScienceDirect y Google Scholar. Se emplearon combinaciones de términos en español e inglés relacionados con el freído por inmersión, la absorción de aceite, la transferencia de calor y masa, la oxidación lipídica, la reacción de Maillard, acrilamida, hidrocarburos aromáticos policíclicos, ácidos grasos trans y la reutilización de aceites de fritura. Se consideraron principalmente artículos científicos y revisiones publicados entre 2015 y 2026, con especial énfasis en publicaciones a partir del año 2020. También, se consultaron documentos técnicos, informes estadísticos y bases de datos oficiales de instituciones nacionales, con el propósito de incorporar información sobre prácticas alimentarias, consumo de alimentos fritos y condiciones relevantes para el contexto nacional.

2. Mecanismos de absorción de aceite durante el freído

La absorción de aceite es un fenómeno complejo, gobernado por la calidad del aceite, la temperatura y duración del freído, la geometría del alimento, el contenido inicial de humedad y grasa y las propiedades físicas de la corteza en formación (Rani et al., 2023; S. Zhang et al., 2025). Comprender estos mecanismos es la base para diseñar estrategias que reduzcan el contenido graso del producto sin comprometer su textura.

2.1. Cinética de absorción de aceite

En determinados alimentos y bajo condiciones específicas, la pérdida de humedad y la absorción de aceite presentan comportamientos cinéticos estrechamente relacionados al tiempo que dure el

freído, a su vez la temperatura a la que se realice el proceso puede modificar la velocidad de evaporación del agua, la cantidad de aceite que se absorbe y la formación de la corteza (Li et al., 2022). El porcentaje de aceite absorbido por las papas fritas alcanza hasta un 40 % de su peso total (Abrante-Pascual et al., 2024). Sin embargo, la cantidad de aceite que se absorbe varía dependiendo del tipo de alimento y a la viscosidad del aceite utilizado (Wang et al., 2024).

La cinética de absorción del aceite durante el freído describe la velocidad con la que el aceite se distribuye, penetra y permanece en el alimento a lo largo de la cocción y durante el enfriamiento. No es un fenómeno que ocurra de manera aislada, sino que está estrechamente relacionado a factores como el calor, la pérdida de humedad, la formación de la corteza y los cambios estructurales del alimento. En el proceso de freído cuando el alimento entra en contacto con el aceite caliente, el calor se va transfiriendo desde el medio de fritura hacia su superficie y hasta llegar al interior. En donde a medida que aumenta la temperatura del aceite, el agua presente en el alimento se va evaporando. Por lo que, aunque el vapor actúa como una barrera temporal que limita la entrada de aceite, la pérdida de agua va dejando poros y microgrietas que posteriormente son ocupados por el aceite (Dangal et al., 2024; Li et al., 2022). No obstante, la cantidad de agua que pierde el alimento durante el freído no equivale a la cantidad de aceite que absorbe, debido a que se producen cambios en el volumen, la densidad, la porosidad y la presión interna del alimento.

En un estudio realizado por Verma et al. (2025), mediante el uso de tomografía computarizada de alta velocidad se ha observado este fenómeno y han confirmado que la penetración del aceite está fuertemente relacionada con los cambios de presión y con la red porosa formada durante la cocción. Por esta razón, una parte considerable del aceite retenido en el producto puede penetrar después de que este ha sido retirado del medio de fritura.

2.2. Influencia de la viscosidad y la degradación del aceite

La viscosidad del aceite influye en su adhesión a la superficie del alimento; un aceite viscoso puede formar una película superficial persistente, lo que deja una mayor cantidad de aceite disponible sobre la corteza. Por lo que, durante el enfriamiento, parte de este aceite puede penetrar a través de los poros formados en el alimento. En bastones de papa frita se observó una correlación positiva entre la viscosidad del medio de fritura y el contenido total de aceite del producto, lo que indica que

tanto la composición lipídica como las propiedades reológicas del aceite influyen en su distribución y absorción (Yang et al., 2020).

El grado de degradación del aceite influye en la cinética de absorción y en el contenido final de aceite dentro de un alimento. Yang et al. (2022), observó que el deterioro del aceite incrementó su retención en la superficie y en la corteza. No obstante, la fracción de aceite que penetró desde la superficie hacia el interior disminuyó, lo que demuestra que la degradación no afecta de igual manera todas las vías de absorción. A su vez los autores identificaron un mayor deterioro de la microestructura superficial y una mayor formación de asociaciones entre el aceite degradado y el almidón. Por lo que, el efecto de la degradación parece estar relacionado principalmente con el aumento de la adhesión y retención superficial, los cambios microestructurales de la corteza y las interacciones entre los productos de degradación del aceite y los componentes del alimento.

2.3. Estrategias para reducir la absorción de aceite

Debido a que una parte del aceite durante el freído queda adherida a la superficie del alimento, existen estrategias para disminuir la absorción que van orientadas a modificar las características superficiales del alimento. Estas intervenciones buscan controlar la evaporación del agua, reducir la formación de poros y grietas, incrementar la resistencia de la corteza a la penetración del aceite o facilitar su drenaje después del freído. Por el contrario, la eficacia de cada tratamiento depende de la composición, geometría y humedad inicial del alimento, así como de las condiciones de tiempo y temperatura aplicadas durante el proceso (Liberty et al., 2019; Manoharan et al., 2024).

Entre los pretratamientos más empleados se encuentra el presecado, que disminuye parcialmente la humedad inicial y favorece la formación de una corteza compacta, reduciendo los espacios disponibles para la entrada del aceite (Zhang & Fan, 2021). También se emplean los recubrimientos elaborados con hidrocoloides que actúan como barreras frente a la transferencia de aceite, mientras que el escaldado y la deshidratación osmótica modifican la estructura celular y reducen el tiempo necesario de fritura. Además, el control de la temperatura y tiempo es fundamental, ya que un tratamiento excesivamente prolongado puede producir grietas y poros que favorezcan la absorción del aceite. Por tanto, estas estrategias buscan acondicionar la materia prima o controlar el proceso sin sustituir la fritura por inmersión tradicional (Omidiran et al., 2023; Wang et al., 2023).

2.4. Freído al vacío y tecnologías alternativas

A diferencia de los pretratamientos anteriores, el freído al vacío y las tecnologías alternativas modifican directamente el medio, la fuente de energía o el mecanismo mediante el cual se frie el alimento. En el freído al vacío, la reducción de la presión disminuye el punto de ebullición del agua, permitiendo trabajar a temperaturas inferiores a las empleadas en el freído convencional. Esto puede reducir el deterioro térmico, la formación de acrilamida y la oxidación y favorecer la conservación del color; sin embargo, el contenido final de aceite depende también de la presión, la temperatura, el tiempo y la etapa secado posterior (Ayustaningwarno et al., 2020; Devi et al., 2020).

Entre las tecnologías más recientes se encuentran el vacío asistido por microondas con pulso de chorro y el freído al vacío asistido por ultrasonido, que producen alimentos con menor contenido de aceite y mejor textura que el freído convencional (Zhang et al., 2020). Donde el freído con aire alcanza color y sabor comparables a los del freído en aceite, con menor contenido de grasa y menor formación de compuestos polares (Zaghi et al., 2019). Aunque requiere tiempos de procesamiento más largos, alrededor de 21 minutos frente a los 9 minutos del freído profundo, lo que produce alimentos con un contenido de grasa sustancialmente menor (Del Rocío Teruel et al., 2015). En estudios comparativos entre freído profundo y freído con aire usando aceites comerciales (girasol, soya, canola y oliva), los productos obtenidos por aire presentaron en promedio un 70 % menos de grasa y una menor oxidación lipídica, en especial cuando se usó aceite de oliva (Santos et al., 2017). La combinación del presecado con otras tecnologías produce efectos superiores a los que se pueden obtener usando un tratamiento individual. Esto se puede ver en el estudio de Zhang et al. (2024), donde se encontró que la combinación de ambos produjo una disminución en la absorción de aceite de chips de papa en un 39,17, 26,78 y 50,62 %, respectivamente. Estos resultados muestran que no solo debe considerarse la humedad eliminada antes del freído, sino también la forma en que el pretratamiento modifica el tamaño, la distribución y la conectividad de los poros.

3. Reacciones físicas y químicas durante el freído

El sabor de los alimentos fritos depende del tipo de aceite, el perfil de ácidos grasos, la temperatura y la duración del freído. En este intervalo térmico se desarrollan, simultáneamente, reacciones físicas (deshidratación, formación de corteza) y químicas (Maillard, oxidación lipídica, hidrólisis, polimerización) que definen las propiedades sensoriales y la inocuidad del producto (Xu et al., 2021).

3.1. Reacción de Maillard

La reacción de Maillard, característica de las altas temperaturas del freído, ocurre entre aminoácidos y azúcares reductores y produce compuestos como pirazinas, furanos y aldehídos, responsables del aroma y sabor de los fritos. Esta reacción también contribuye a la textura crujiente al deshidratar la superficie y formar la red proteica de la corteza. Procede en tres etapas: condensación de grupos amino con grupos carbonilo, reordenamientos intermedios que producen compuestos de Amadori o de Heyns, y reacciones finales que generan melanoidinas, pigmentos pardos responsables del color del producto (Kathuria et al., 2023; Shakoor et al., 2022).

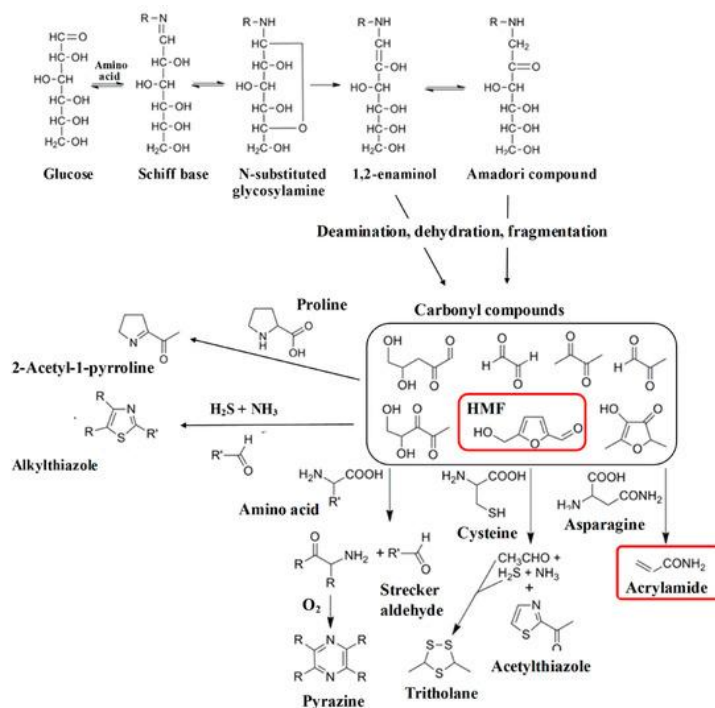


Figura 1. Ilustración simplificada de la reacción de Maillard que muestra la formación de acrilamida, HMF en rojo y otros subproductos, muchos de los cuales contribuyen al sabor y aroma de los alimentos fritos, horneados, asados y tostados. La posterior desaminación, deshidratación y fragmentación de estos compuestos generan compuestos carbonílicos altamente reactivos, incluido el HMF. Estos pueden interactuar además con aminoácidos libres, dando como resultado una amplia gama de productos (Hosry et al., 2025).

En la figura 1 se muestra de manera simplificada la reacción de Maillard, desde la interacción inicial entre la glucosa y el grupo amino hasta la formación de la base de Schiff, la glucosilamina N-sustituida y el compuesto de Amadori. La posterior desaminación, deshidratación y fragmentación

de estos intermediarios genera compuestos carbonílicos reactivos que participan en distintas rutas de formación de aldehídos de Strecker, pirazinas, tiazoles y otros productos asociados con el aroma y el sabor de los alimentos sometidos a calentamiento. El esquema evidencia que esta reacción puede originar compuestos de interés sanitario, como el 5-hidroximetilfurfural y la acrilamida. Por tanto, la reacción de Maillard contribuye tanto al desarrollo de las características sensoriales deseables de los alimentos fritos como a la generación de productos cuya formación debe controlarse mediante las condiciones del proceso (El Hosry et al., 2025).

3.2. Oxidación lipídica y degradación térmica

Durante el freído ocurren reacciones que degradan el aceite. La oxidación térmica produce hidroperóxidos y compuestos carbonílicos de bajo peso molecular; la hidrólisis genera ácidos grasos libres; y la polimerización forma compuestos polares de alto peso molecular. Estos procesos consumen los antioxidantes presentes y deterioran progresivamente la calidad del aceite, lo que afecta tanto el sabor como las propiedades nutricionales del alimento (Rani et al., 2023; Wu et al., 2019).

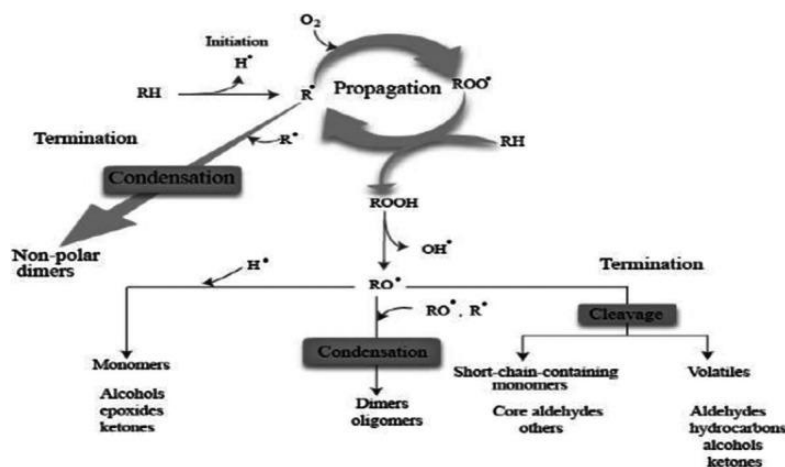


Figura 2. Esquema general de la oxidación lipídica y de las rutas de formación de productos volátiles, monómeros, dímeros y oligómeros durante la degradación térmica del aceite (Bazina et al., 2025).

Como se observa en la figura 2, la oxidación lipídica ocurre mediante reacciones radicalarias que generan hidroperóxidos inestables. Su descomposición origina aldehídos, cetonas, alcoholes y otros compuestos volátiles, mientras que la combinación de radicales favorece la formación de dímeros y oligómeros. Estos procesos explican el deterioro progresivo, el aumento de la viscosidad y los

cambios de olor y sabor del aceite reutilizado (Grootveld, 2022).

Durante el freído, las elevadas temperaturas y la exposición al oxígeno favorecen la oxidación de los ácidos grasos insaturados del aceite. Este proceso genera inicialmente hidroperóxidos, compuestos inestables que posteriormente se descomponen en aldehídos, cetonas, alcoholes, ácidos y otras sustancias responsables de cambios en el aroma, el sabor y la calidad del alimento frito (Bazina et al., 2025). Entre ellas se incluyen la transferencia de calor y masa, la evaporación de agua, la formación de la corteza, la absorción de aceite, la reacción de Maillard y la oxidación lipídica. La tabla 1 presenta un resumen de los cambios físicos y químicos que ocurren durante el freído y de sus principales efectos sobre el alimento.

Tabla 1. Resumen de los cambios físicos y químicos durante el freído por inmersión.

<i>Tipo de cambio</i>	<i>Fenómeno</i>	<i>Consecuencias principales</i>	<i>Referencias</i>
Físico	Transferencia de calor y masa	Calentamiento del núcleo, cocción interna y migración de humedad.	(Huang et al., 2023; Verma et al., 2025)
Físico	Deshidratación superficial	Formación de corteza, reducción de humedad y textura crujiente.	(Huang et al., 2023; Verma et al., 2025)
Físico	Cambios de porosidad	Formación de poros y grietas que facilitan la entrada de aceite.	(Touffet et al., 2020; Verma et al., 2025)
Físico	Absorción de aceite	Aumento del contenido graso, principalmente en la corteza.	(Cui et al., 2022; Verma et al., 2025)
Químico	Reacción de Maillard	Color pardo, aromas, sabores y posible formación de acrilamida.	(Liu et al., 2024; Mesías et al., 2020)
Químico	Oxidación lipídica	Formación de hidroperóxidos, aldehídos y pérdida de calidad.	(Chen et al., 2025; Wang et al., 2026)
Químico	Hidrólisis	Formación de ácidos grasos libres y aumento de la acidez.	(Chen et al., 2025; Wang et al., 2026)

Químico	Polimerización	Compuestos polares, mayor viscosidad y oscurecimiento del aceite.	(Chen et al., 2025; Wang et al., 2026)
Químico	Isomerización cis–trans	Posible formación de ácidos grasos trans por calentamiento repetido.	(Manzoor et al., 2023; Szabó et al., 2022)

4. Características y estabilidad de los aceites de fritura

4.1. Estabilidad comparativa de diferentes aceites

Los aceites vegetales presentan comportamientos diferentes durante la fritura debido a su composición lipídica. El estudio Aşkın y Kaya (2020) compararon aceite refinado de girasol alto oleico, aceite de girasol rico en ácido linoleico y aceite de oliva refinado durante cinco días de freído. El aceite de girasol alto oleico presentó la mayor estabilidad térmica, comportamiento atribuido principalmente a su menor contenido de ácido linoleico y a su menor índice de yodo a diferencia del otro aceite empleado. Estos resultados muestran que la denominación botánica del aceite no determina por sí sola su resistencia al calentamiento, porque dos aceites procedentes del girasol pueden presentar comportamientos muy diferentes según su variedad y perfil de ácidos grasos. Esta diferencia también fue observada por Graña et al. (2025); donde después de 24 horas, el aceite de girasol alto oleico presentó un valor de oxidación total de 87,79, frente a 222,36 presente en el aceite de girasol convencional. Además, el aceite convencional superó el 25 % de compuestos polares después de 24 horas, mientras que el alto oleico alcanzó ese nivel después de 48 horas. Por consiguiente, la sustitución de aceites convencionales ricos en ácido linoleico por aceites con alto contenido de ácido oleico puede prolongar su estabilidad y vida útil durante el freído. Zhou et al. (2024) compararon aceites de colza alto oleico obtenidos por prensado en frío y en caliente con aceite de soya, aceite de salvado de arroz y aceite de palma. Como resultado se obtuvo que los aceites de colza alto oleico presentaron menores niveles de oxidación y una combinación favorable de ácidos grasos monoinsaturados y compuestos antioxidantes. Por ello, no puede establecerse que un solo tipo de aceite sea siempre el más estable; ya que debe considerarse su contenido de antioxidantes, el método de obtención, el alimento frito y las condiciones de operación.

4.2. Perfiles ideales de ácidos grasos para fritura

En términos nutricionales, el perfil de ácidos grasos más conveniente sería aquel en el que predomine el ácido oleico, mantenga un bajo contenido de ácidos grasos poliinsaturados altamente susceptibles a la oxidación y no se recurra a la hidrogenación parcial para aumentar la estabilidad. Aunque los ácidos grasos saturados aumentan la resistencia térmica, una concentración excesiva no resulta necesariamente deseable desde la perspectiva nutricional. Por tanto, los aceites altos en ácido oleico pueden representar un equilibrio entre estabilidad durante el freído, estado líquido a temperatura ambiente y menor contenido de grasas saturadas en comparación otros aceites. (Aşkın & Kaya, 2020; Zhou et al., 2024).

4.3. Antioxidantes en la estabilidad del aceite de fritura

Los aceites contienen antioxidantes naturales, como tocoferoles, tocotrienoles, polifenoles y otros componentes menores. Aunque un elevado contenido de ácido oleico mejora la resistencia del aceite frente a la oxidación, su estabilidad durante el freído también depende de la conservación de los antioxidantes naturales. Las altas temperaturas aceleran la degradación de los tocoferoles y de otros componentes minoritarios, disminuyendo progresivamente la protección del aceite y favoreciendo la formación de productos de oxidación (Alberdi-Cedeño et al., 2025; Kreps et al., 2025).

Los antioxidantes en los aceites pueden ser añadidos, pero su adición no compensa un perfil de ácidos grasos poco estable. Esto se puede observar en el estudio de Lužaić et al. (2025) que comparó el aceite de girasol refinado sin aditivos, con el aceite de girasol enriquecido con TBHQ y extracto de romero, aceite de girasol alto oleico y oleína de palma. Antes de del freído, la oleína de palma y el aceite de girasol alto oleico presentaron periodos de inducción de 27 y 26,2 horas, respectivamente, frente a 9,6 horas en el aceite de girasol convencional. La adición de TBHQ elevó este valor a 23,4 horas, mientras que el extracto de romero lo aumentó a 11,5 horas. Estos resultados indican que la estabilidad más efectiva se obtiene combinando un perfil de ácidos grasos apropiado con antioxidantes naturales o autorizados, en lugar de depender exclusivamente de la incorporación de aditivos a un aceite altamente poliinsaturado.

5. Formación de acrilamida durante el freído

La acrilamida es un contaminante químico del proceso que se forma principalmente en alimentos vegetales ricos en carbohidratos cuando son sometidos a temperaturas elevadas y condiciones de baja humedad. Su formación no depende de un único factor, sino de la interacción entre la composición de la materia prima, las condiciones de almacenamiento, los tratamientos previos y la intensidad del proceso térmico (Nahid & Bhuiyan, 2025).

5.1. Factores que influyen en la formación de acrilamida

Uno de los factores que determina la cantidad de acrilamida que se puede generar durante el freído es el contenido de asparagina libre y azúcares reductores que posea el alimento. Aunque esta no es una relación lineal, debido a que estos valores cambian según el alimento. Un ejemplo es la papa, sus niveles de glucosa, fructosa y asparagina varía entre variedades ya sean sometidas a freído u horneado (Liyanage et al., 2021; Orsák et al.; 2022).

La temperatura y el tiempo de procesamiento constituyen factores determinantes en la formación de acrilamida, por lo que su efecto debe evaluarse de manera conjunta. Lee et al. (2024) observaron que un tratamiento a 170 °C durante 13 minutos produjo menos acrilamida que el procesamiento a 150 °C durante 19 minutos, lo que demuestra que disminuir la temperatura sin ajustar adecuadamente el tiempo puede aumentar la carga térmica total y favorecer la formación del contaminante. No obstante, la combinación de temperaturas elevadas con tiempos prolongados generó las mayores concentraciones de acrilamida. Por otra parte, Li et al. (2025) comprobaron que su distribución en tiras de papa no es uniforme, sino que se concentra principalmente en las zonas externas y los bordes, donde la pérdida de humedad es mayor y las condiciones favorecen las reacciones responsables de su formación.

5.2. Estrategias de mitigación

El control de las condiciones de fritura continúa siendo una de las medidas más accesibles de mitigación. Pero existen estrategias como el lavado, remojo y escaldado que pueden reducir la formación de acrilamida al favorecer la extracción de sus precursores hidrosolubles. En tiras de papa, Negoitǎ et al. (2022) observaron que el escaldado en agua a 70 °C durante 10 minutos redujo la acrilamida aproximadamente en un 89 %, mientras que tratamientos de 10 a 15 minutos a 70–80 °C alcanzaron reducciones de hasta 96 %. No obstante, la eficacia del escaldado depende de las

condiciones de procesamiento, como la temperatura y el tiempo de freído. Esto es debido a que si el tratamiento es demasiado intenso pueden perderse nutrientes, ocurrir cambios indeseables en la textura, color y sabor del alimento (Saini et al., 2023).

6. Formación de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) durante el freído

La formación de HAP durante el freído es un proceso complejo cuyo mecanismo todavía no ha sido completamente esclarecido. La evidencia disponible indica que el calentamiento del aceite provoca oxidación, ruptura térmica y generación de radicales libres. Los hidroperóxidos producidos inicialmente por la oxidación de los ácidos grasos son inestables y se descomponen en aldehídos, cetonas, hidrocarburos y otros compuestos de bajo peso molecular. Algunos de estos productos pueden experimentar reacciones posteriores de condensación, ciclización y aromatización, originando estructuras con varios anillos. Se ha propuesto que los hidrocarburos insaturados y los radicales derivados de la degradación lipídica actúan como precursores importantes de los HAP durante el freído (Xu et al., 2023).

Un punto para considerar es la composición de ácidos grasos, ya que influyen en la formación de estos compuestos. Los aceites con mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados son generalmente más susceptibles a la oxidación que aquellos en los que predomina el ácido oleico o los ácidos grasos saturados. Pero, la estabilidad no depende únicamente del grado de insaturación, sino que intervienen antioxidantes naturales, tocoferoles, el grado de refinación y las condiciones de freído. Al comparar doce aceites comerciales, Xin et al. (2022) observaron diferencias en la formación de HAP, la acumulación de compuestos polares y la conservación de los tocoles durante el freído. Estos resultados indican que la denominación comercial del aceite no es suficiente para predecir su comportamiento térmico, ya que este depende también de su composición en ácidos grasos y compuestos minoritarios.

7. Formación de ácidos grasos trans durante el freído

En la formación de ácidos grasos trans, la temperatura de calentamiento constituye un factor determinante. Bhat et al. (2022), mediante una revisión que incluyó 21 tipos de aceites, encontraron

que el calentamiento a temperaturas iguales o inferiores a 200 °C se produjeron cambios mínimos en el contenido total de ácidos grasos trans. En cambio, a 200 y 240 °C estos aumentaron progresivamente, especialmente cuando el calentamiento se prolongó. Estos resultados indican que un proceso de freído adecuadamente controlado no genera necesariamente cantidades elevadas de grasas trans.

La formación de ácidos grasos trans durante la fritura repetida varía según el tipo de aceite empleado. Después de tres ciclos de fritura de papas, los aceites de soya y salvado de arroz presentaron incrementos en estos compuestos, mientras que la oleína de palma los mostró únicamente en el tercer ciclo y el aceite de girasol no presentó formación detectable. Estos resultados evidencian que la composición lipídica inicial condiciona la respuesta de cada aceite al calentamiento repetido (Lisa et al., 2022).

Un antecedente importante es el estudio realizado por Bhardwaj et al. (2016), quienes analizaron seis aceites y grasas sometidos a calentamiento y freído a 180 y 220 °C. La formación de ácidos grasos trans aumentó en todas las muestras y fue mayor con temperaturas elevadas y calentamientos repetidos; simultáneamente, disminuyeron los ácidos grasos insaturados en configuración cis. Este estudio contribuyó a demostrar que la reutilización y el sobrecalentamiento modifican el perfil lipídico, aunque las cantidades producidas varían ampliamente según el aceite y las condiciones aplicadas.

8. Consideraciones para el contexto panameño

8.1. Alimentos fritos tradicionales y patrones de consumo

Los alimentos fritos forman parte habitual de la alimentación panameña. Esto queda en evidencia por un estudio realizado en adultos de las provincias de Panamá y Colón, en el cual se documentó que el consumo de preparaciones fritas como tortillas, hojaldres, empanadas, papas, plátano y yuca es común en esta población. Incluyendo, además, proteínas fritas como pollo, pescado, carne de res, cerdo, embutidos y chicharrón. La presencia conjunta de estos productos refleja que la fritura se utiliza tanto en alimentos tradicionales como en productos de preparación rápida (Mc Donald et al., 2015).

En un estudio realizado con 100 bomberos de la provincia de Panamá Oeste, el 97 % de los

participantes reportó consumir preparaciones fritas (Burgos et al., 2023). Sin embargo, el consumo de alimentos fritos no solo se ha observa en regiones urbanas, sino también en poblaciones indígenas. Esto se observó en los adultos gunas de Ustupu y Ogobsucum, donde el 47 % informó consumir alimentos fritos diariamente, lo que evidencia la incorporación habitual de estas preparaciones en su pdieta (Neitzel et al., 2019). Y a nivel nacional, la Encuesta Nacional de Salud de Panamá (ENSPA-2019) se evidenció que, entre las personas de 15 años y más, el 45,8 % consumía alimentos fritos entre uno y tres días por semana, el 10,6 % entre cuatro y cinco días y el 12,1 % seis o más días por semana. En total, el 68,5 % reconoció consumir semanalmente alimentos fritos. En la población de 2 a 14 años, el consumo semanal alcanzó el 68,6 %, y el 13,0 % consumía alimentos fritos entre seis y siete días por semana (Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud [ICGES] et al., 2019). Estos datos sugieren que la ingesta de alimentos fritos constituye un patrón de conducta alimentaria generacional, que se forma desde la infancia hasta consolidarse en la vida adulta. Donde el consumo de alimentos fritos abarca desde la cocina tradicional, así como productos procesados y comida rápida.

8.2. Aceites comúnmente utilizados y consideraciones de mercado

En Panamá se comercializan distintos aceites vegetales, entre ellos los de soya, palma, girasol, canola, oliva, coco y maíz. La Hoja de Balance de Alimentos de Panamá registró para 2023 una disponibilidad alimentaria de 69 497 toneladas métricas de aceites vegetales, equivalente a un aporte diario estimado de 41,8 g de grasa por habitante. Dentro de la disponibilidad nacional, el aceite de soya ocupó la primera posición, con 32 128 toneladas métricas, seguido por el aceite de palma, con 16 959 toneladas, y la categoría de otros aceites de cultivos oleaginosos, con 12 586 toneladas. En proporciones menores se registraron el aceite de almendra de palma, con 3 160 toneladas; el aceite de oliva, con 1 876 toneladas; el aceite de girasol, con 1 242 toneladas; el aceite de colza y mostaza categoría en la que se incluye la canola, con 789 toneladas; el aceite de coco, con 530 toneladas; y el aceite de germen de maíz, con 129 toneladas. Este indicador representa la cantidad potencialmente disponible para alimentación después de considerar la producción, las importaciones, las exportaciones, la elaboración de alimentos, los usos industriales y otras utilidades. Por tanto, no equivale necesariamente a la cantidad realmente ingerida por cada persona ni al volumen empleado exclusivamente en procesos de fritura, pero da un vistazo de los aceites que más se consumen en el país (Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC], 2026).

La vida útil efectiva de un aceite depende de otros factores como su composición de ácidos grasos, calidad inicial, estabilidad oxidativa, contenido de antioxidantes y comportamiento ante ciclos sucesivos de calentamiento y enfriamiento. Por lo que, un aceite con mayor estabilidad puede soportar más ciclos antes de alcanzar los criterios de descarte, lo que modifica el costo real asociado con su reposición. Pero, desde una perspectiva de mercado, la elección del aceite de fritura suele estar condicionada por su disponibilidad, precio, presentación comercial y rendimiento durante.

8.3. Marco regulatorio del uso de aceites comestibles en Panamá

La normativa panameña sobre el uso de aceites es el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 87-2021, aprobado mediante la Resolución No. 179 de 6 de octubre de 2021. Donde se establecen las características que deben cumplir los aceites y grasas comestibles reutilizados en restaurantes, fondas, establecimientos de comida rápida y otros comercios dedicados a la preparación de alimentos. Tiene como propósito evitar que el aceite sea utilizado después de alcanzar niveles de degradación que puedan afectar la inocuidad y calidad del alimento. Entre sus parámetros de control se encuentra un máximo permitido de 3 % de ácidos grasos libres, indicador relacionado con el deterioro hidrolítico del aceite. A su vez, la Autoridad de Protección al Consumidor y Defensa de la Competencia realiza verificaciones en los establecimientos mediante la toma de muestras o pruebas de campo, por lo que el reglamento tiene carácter obligatorio y no constituye únicamente una recomendación técnica (Autoridad de Protección al Consumidor y Defensa de la Competencia [ACODECO], 2021; Ministerio de Comercio e Industrias [MICI], 2021).

8.4 Implicaciones en la inocuidad alimentaria y en la salud de la población panameña

La relación entre los aceites de fritura y la inocuidad alimentaria no se limita al contenido de grasa del producto. También comprende los peligros químicos generados cuando el aceite permanece expuesto durante periodos prolongados a temperaturas elevadas, oxígeno, agua procedente del alimento y residuos de la fritura. Investigaciones confirman que la temperatura elevada, la fritura prolongada y la utilización discontinua del aceite aceleran la formación de estos productos de degradación (Abrante Pascual et al., 2024; Chen et al., 2025). Por consiguiente, el control de los ácidos grasos libres y de otros indicadores de deterioro contemplado en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 87-2021 constituye una medida de inocuidad y no únicamente un criterio relacionado con el sabor, olor o apariencia del aceite.

La elevada frecuencia de consumo de frituras debe analizarse en el contexto de la situación epidemiológica de Panamá. Datos oficiales recientes indican que el 71,7 % de la población adulta presenta exceso de peso y el 35,3 % vive con obesidad. Asimismo, la ENSPA 2019 estimó que la hipertensión arterial afecta al 42,3 % de los adultos (Ministerio de Salud [MINSA], 2026; Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2026).

La magnitud de estas enfermedades también se observa en las estadísticas de mortalidad. En 2024 se registraron 23 206 defunciones en Panamá, de las cuales 7 240 correspondieron a enfermedades del sistema circulatorio. Dentro de este grupo se notificaron 2 304 muertes por enfermedades isquémicas del corazón, 1 875 por enfermedades cerebrovasculares y 924 por enfermedades hipertensivas. (Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC], 2026). Pero, no es correcto afirmar que el consumo de frituras causó directamente los casos de obesidad, hipertensión, diabetes o las defunciones cardiovasculares. Sin embargo, la combinación de una exposición frecuente a frituras y una elevada prevalencia de enfermedades cardíacas respalda la necesidad de fortalecer las políticas de prevención, vigilancia de los aceites reutilizados y educación alimentaria.

9. Perspectivas futuras

De la revisión emergen diversos vacíos de conocimiento que permiten definir líneas de investigación futuras para Panamá y otros países de la región. Primero, se requieren estudios que caractericen las condiciones reales de freído empleadas en los hogares especialmente en relación con la temperatura, el tiempo de calentamiento, la frecuencia de reutilización y los criterios utilizados para descartar el aceite. Segundo, es necesario determinar los niveles de acrilamida, hidrocarburos aromáticos policíclicos y productos de oxidación lipídica en alimentos fritos de consumo habitual, incluidas las preparaciones tradicionales elaboradas con plátano, tubérculos y masas. Tercero, deben desarrollarse y validarse métodos rápidos, accesibles y de fácil aplicación para evaluar el deterioro del aceite en pequeños establecimientos de servicio de alimentos. Cuarto, resulta pertinente estudiar el potencial de antioxidantes naturales obtenidos de especies vegetales nativas para mejorar la estabilidad oxidativa del aceite durante el freído. Quinto, se requieren investigaciones que comparen el desempeño de los distintos aceites disponibles en el mercado nacional y que evalúen tecnologías alternativas, como el freído al vacío y el freído con aire caliente. Sexto, son necesarias evaluaciones integrales de la exposición alimentaria a los contaminantes

generados durante el freído, con el fin de sustentar recomendaciones de consumo, prácticas de control y futuras medidas regulatorias adaptadas al contexto panameño.

Las líneas de investigación futuras deberían concentrarse en: (1) adaptar y validar el freído al vacío y el freído con aire para preparaciones tradicionales como patacones, carimañolas y hojaldras; (2) elaborar lineamientos regionales para el manejo del aceite de fritura; y (3) realizar estudios epidemiológicos que estimen el impacto sanitario de las prácticas actuales de freído en la población panameña.

Conclusión

El freído por inmersión es uno de los métodos de cocción más empleados en el mundo y, en Panamá, sostiene una parte fundamental de la dieta diaria. Esta revisión integró la evidencia disponible sobre las transformaciones físicas y químicas del proceso y sus implicaciones en la calidad y la inocuidad alimentaria.

La absorción de aceite ocurre principalmente durante el enfriamiento posterior al freído, no durante el freído activo. Este hecho abre una ventana concreta para reducir el contenido de grasa mediante presecado, recubrimientos con hidrocoloides y tecnologías alternativas como el freído al vacío y el freído con aire.

Las reacciones de Maillard y la oxidación lipídica son responsables de los atributos sensoriales del producto, pero también producen compuestos de interés sanitario. La formación de acrilamida puede mitigarse mediante control de temperatura, escaldado previo y selección de materias primas con baja maduración. La generación de HAP y ácidos grasos trans subraya la necesidad de manejar el aceite con criterios técnicos: temperaturas controladas, reposición con aceite fresco y descarte oportuno.

Para el contexto panameño, la combinación de alimentos fritos y reutilización del aceite plantea un escenario que aún no se ha caracterizado cuantitativamente. Las prioridades inmediatas son tres: medir niveles de acrilamida y compuestos polares en preparaciones locales, proponer a las instituciones gubernamentales que se establezcan en el país criterios técnicos para la calidad del aceite de fritura, y desarrollar materiales de educación al consumidor adaptados al contexto cultural. Estas acciones son la base para articular políticas de inocuidad alimentaria.

Agradecimientos

Expreso mi sincero agradecimiento a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) por el apoyo y financiamiento brindados a la Maestría en Ciencias Químicas con Énfasis en Inocuidad Alimentaria de la Universidad Autónoma de Chiriquí, los cuales han contribuido de manera significativa a mi formación académica y al desarrollo de este trabajo.

De manera especial, agradezco a la profesora Jacqueline Jones y al Dr. José Robinson Duggon por su orientación, acompañamiento y valiosas observaciones durante la elaboración y revisión de este manuscrito. Sus conocimientos, recomendaciones y aportes críticos permitieron enriquecer su contenido y mejorar la calidad de la versión final.

REFERENCIAS

- Abrante Pascual, S., Nieva-Echevarría, B., & Goicoechea-Oses, E. (2024). Vegetable Oils and Their Use for Frying: A Review of Their Compositional Differences and Degradation. *Foods*, 13(24), 4186. <https://doi.org/10.3390/foods13244186>
- Alberdi-Cedeño, J., Martínez-Yusta, A., Ruiz-Aracama, A., Goicoechea-Oses, E., & Nieva-Echevarría, B. (2025). Different effects of tocopherol natural extract on sunflower oil stability under frying and accelerated storage conditions: A comprehensive study on the fate of major and minor components of oil, and added tocopherols. *Food Chemistry*, 472, 142871. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.142871>
- Aşkın, B., & Kaya, Y. (2020). Effect of deep frying process on the quality of the refined oleic/linoleic sunflower seed oil and olive oil. *Journal Of Food Science And Technology*, 57(12), 4716-4725. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04655-4>
- Asokapandian, S., Swamy, G. J., & Hajjul, H. (2019). Deep fat frying of foods: A critical review on process and product parameters. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, 60(20), 3400-3413. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1688761>
- Autoridad de Protección al Consumidor y Defensa de la Competencia. (2021). Verificación de aceites y grasas comestibles reutilizados conforme al Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 87-2021.
- Ayustaningwarno, F., Verkerk, R., Fogliano, V., & Dekker, M. (2020). The pivotal role of moisture content in the kinetic modelling of the quality attributes of vacuum fried chips. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, 102251. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102251>
- Bhardwaj, S., Passi, S. J., Misra, A., Pant, K. K., Anwar, K., Pandey, R., & Kardam, V. (2016). Effect of heating/reheating of fats/oils, as used by Asian Indians, on trans fatty acid formation. *Food Chemistry*, 212, 663-670. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.021>
- Bhat, S., Maganja, D., Huang, L., Wu, J. H. Y., & Marklund, M. (2022). Influence of Heating during Cooking on Trans Fatty Acid Content of Edible Oils: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 14(7), 1489. <https://doi.org/10.3390/nu14071489>
- Bazina, N., Ahmed, T., Almdaaf, M., Hallalah, H. M. o. A., & Jibia, S. (2025). Chemical Changes in Deep-Fat Frying: Reaction Mechanisms, Oil Degradation, and Health Implications. *Food Science*



- & Nutrition, 13(10), e70969. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70969>
- Burgos, A., Ortega, I., Fontes, F., Valdés, V., Camaño-Cacó, E., & Ríos-Castillo, I. (2023). Malnutrición e inadecuados hábitos de alimentación en bomberos de Panamá. *Revista Chilena de Nutrición*, 50(4), 413-423. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182023000400413>
- Chen, J., Zhang, L., Guo, X., Qiang, J., Cao, Y., Zhang, S., & Yu, X. (2025). Influence of frying conditions on quality attributes of frying oils: Kinetic investigation of polar compounds. *Food Chemistry: X*, 29, 102673. DOI: 10.1016/j.fochx.2025.102673.
- Cui, L., Chen, J., Zhai, J., Peng, L., & Hayes, D. G. (2022). Oil penetration of batter-breaded fish nuggets during deep-fat frying: Effect of frying oils. *Foods*, 11(21), 3369. <https://doi.org/10.3390/foods11213369>
- Dangal, A., Tahergorabi, R., Acharya, D. R., Timsina, P., Rai, K., Dahal, S., Acharya, P., & Giuffrè, A. M. (2024). Correction: Review on deep-fat fried foods: physical and chemical attributes, and consequences of high consumption. *European Food Research And Technology*, 250(11), 2893. <https://doi.org/10.1007/s00217-024-04583-z>
- De Mendonça Lima, L. E., Maciel, B. L. L., & Passos, T. S. (2024). Oil Frying Processes and Alternative Flour Coatings: Physicochemical, Nutritional, and Sensory Parameters of Meat Products. *Foods*, 13(4), 512. <https://doi.org/10.3390/foods13040512>
- Dehghannya, J., Ghaderi, A., & Ghanbarzadeh, B. (2025). Three-dimensional modeling of coupled momentum, heat, and mass transfer during potato frying: Effects of oil temperature, type, frying load, and fryer heating cycles. *Current Research in Food Science*, 10, 101097. DOI: 10.1016/j.crfs.2025.101097.
- Del Rocio Teruel, M., Gordon, M., Linares, M. B., Garrido, M. D., Ahromrit, A., & Niranjan, K. (2015). A Comparative Study of the Characteristics of French Fries Produced by Deep Fat Frying and Air Frying. *Journal Of Food Science*, 80(2), E349-58. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12753>
- Devi, S., Zhang, M., Ju, R., & Bhandari, B. (2020). Water loss and partitioning of the oil fraction of mushroom chips using ultrasound-assisted vacuum frying. *Food Bioscience*, 38, 100753. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100753>
- Graña, S. Á., Abarquero, D., Claro, J., Combarros-Fuertes, P., Fresno, J. M., & Tornadijo, M. E. (2025). Behaviour of sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil and high oleic sunflower oil during the frying of churros. *Food Chemistry Advances*, 6, 100899. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.100899>
- Grootveld, M. (2022b). Evidence-Based Challenges to the Continued Recommendation and Use of Peroxidatively-Susceptible Polyunsaturated Fatty Acid-Rich Culinary Oils for High-Temperature Frying Practises: Experimental Revelations Focused on Toxic Aldehydic Lipid Oxidation Products. *Frontiers In Nutrition*, 8, 711640. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.711640>
- Hanna, D. R., Walker, R. J., Smalls, B. L., Campbell, J. A., Dawson, A. Z., & Egede, L. E. (2019). Prevalence and correlates of diagnosed and undiagnosed hypertension in the indigenous Kuna population of Panamá. *BMC Public Health*, 19(1), 843. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7211-5>
- Hosry, L. E., Elias, V., Chamoun, V., Halawi, M., Cayot, P., Nehme, A., & Bou-Maroun, E. (2025). Maillard Reaction: Mechanism, Influencing Parameters, Advantages, Disadvantages, and Food Industrial Applications: A Review. *Foods*, 14(11), 1881. <https://doi.org/10.3390/foods14111881>
- Hu, B., Wu, R., Sun, J., Shi, H., Jia, C., Liu, R., & Rong, J. (2023). Monitoring the oxidation process of soybean oil during deep-frying of fish cakes with ¹H nuclear magnetic resonance. *Food Chemistry: X*, 17, 100587. DOI: 10.1016/j.fochx.2023.100587.
- Huang, X., You, Y., Karrar, E., Zhang, H., Jin, Q., Wu, G., & Wang, X. (2023). Effect of moderate electric field voltage on the quality and heat transfer characteristics of potato strips during deep-frying



- process. Food Chemistry: X, 17, 100605. DOI: 10.1016/j.fochx.2023.100605.
- Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Ministerio de Salud de Panamá, & Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2019). Capítulo 8: Estado nutricional y prácticas alimentarias de la población de 15 años y más. Encuesta Nacional de Salud de Panamá (ENSPA 2019). <https://www.gorgas.gob.pa/wp-content/uploads/external/SIGENSPA/documentos/INFORME%20TECNICO%20ENSPA%202019/CAPITULO%208%20ESTADO%20NUTRICIONAL%20Y%20PRACTICAS%20ALIMENTARIAS%20DE%20LA%20POBLACION%20DE%2015%20A%C3%91OS%20Y%20MAS.pdf>
- Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Ministerio de Salud, & Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2021). Encuesta Nacional de Salud de Panamá 2019: Estado nutricional y prácticas alimentarias de la población de 15 años y más. Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2026). Estadísticas vitales: Volumen III. Defunciones, año 2024. Contraloría General de la República de Panamá.
- Kathuria, D., Hamid, Gautam, S., & Thakur, A. (2023). Maillard reaction in different food products: Effect on product quality, human health and mitigation strategies. Food Control, 153, 109911. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109911>
- Kreps, F., Krepsová, Z., & Dubaj, T. (2025). Formation of oxidative and cytotoxic products of tocopherols and their adsorption onto the surface of French fries when fried with rapeseed oil. Food Chemistry, 478, 143701. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143701>
- Lee, H. W., Baek, C. H., Ma, Y., Lee, J., Moon, B., Lee, K., & Jung, M. Y. (2024). Identifying high-risk factors and mitigation strategies for acrylamide formation in air-fried lotus root chips: Impact of cooking parameters, including temperature, time, presoaking, and seasoning. Journal Of Food Science, 89(3), 1473-1484. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16939>
- Li, Y., Guo, Q., Wang, K., Nverjiang, M., Wu, K., Wang, X., & Xia, X. (2022). Monitoring the Changes in Heat Transfer and Water Evaporation of French Fries during Frying to Analyze Its Oil Uptake and Quality. Foods, 11(21), 3473. <https://doi.org/10.3390/foods11213473>
- Liberty, J. T., Dehghannya, J., & Ngadi, M. O. (2019). Effective strategies for reduction of oil content in deep-fat fried foods: A review. Trends In Food Science & Technology, 92, 172-183. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.050>
- Lisa, S., Kabir, M., Rahman, M., & Rahman, S. (2022). Qualitative changes of different vegetable oils during repeated deep frying. Bangladesh Journal Of Scientific And Industrial Research, 57(1), 49-60. <https://doi.org/10.3329/bjsir.v57i1.58900>
- Liu, Y., Liu, C., Huang, X., Li, M., Zhao, G., Sun, L., Yu, J., & Deng, W. (2024). Exploring the role of Maillard reaction and lipid oxidation in the advanced glycation end products of batter-coated meat products during frying. Food Research International, 178, 113901. DOI: 10.1016/j.foodres.2023.113901.
- Liyanage, D. W., Yevtushenko, D. P., Konschuh, M., Bizimungu, B., & Lu, Z. (2020). Processing strategies to decrease acrylamide formation, reducing sugars and free asparagine content in potato chips from three commercial cultivars. Food Control, 119, 107452. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107452>
- Lužaić, T., Škrbić, J., Nakov, G., Petrović, J., & Romanić, R. (2025). Deep-frying performance of palm olein and sunflower oil variants: Antioxidant-enriched and high-oleic oil as potential substitutes. Processes, 13(10), 3285. doi: 10.3390/pr13103285.
- Mc Donald, A., Bradshaw, R. A., Fontes, F., Mendoza, E. A., Motta, J. A., Cumbreira, A., & Cruz, C. (2015). Prevalence of obesity in Panama: Some risk factors and associated diseases. BMC Public Health, 15, 1-10. DOI: 10.1186/s12914-015-0388-8.



- Health, 15, Article 1075. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2397-7>
- Manoharan, S., Dubey, P. K., & Sharma, M. (2024). Recent advances in deep-fat frying through pretreatments and edible coating to reduce oil absorption. *Journal Of Food Process Engineering*, 47(8). <https://doi.org/10.1111/jfpe.14706>
- Manzoor, S., Masoodi, F. A., & Rashid, R. (2023). Influence of food type, oil type and frying frequency on the formation of trans-fatty acids during repetitive deep-frying. *Food Control*, 147, 109557. DOI: 10.1016/j.foodcont.2022.109557.
- Ministerio de Comercio e Industrias. (2021, 6 de octubre). Resolución No. 179, por la cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 87-2021: Aceites y grasas comestibles reutilizadas. *Gaceta Oficial Digital* No. 29396.
- Ministerio de Salud. (2026, 26 de febrero). Decreto Ejecutivo No. 8, que reglamenta la Ley 430 de 25 de abril de 2024, que crea la Dirección Nacional de Control de Alimentos y Vigilancia Veterinaria y dicta otras disposiciones. *Gaceta Oficial Digital* No. 30471-A.
- Navruz-Varlı, S., & Mortaş, H. (2024). Acrylamide formation in air-fried versus deep and oven-fried potatoes. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1297069. DOI: 10.3389/fnut.2023.1297069.
- Negoită, M., Mihai, A. L., & Horneț, G. A. (2022). Influence of Water, NaCl and Citric Acid Soaking Pre-Treatments on Acrylamide Content in French Fries Prepared in Domestic Conditions. *Foods*, 11(9), 1204. <https://doi.org/10.3390/foods11091204>
- Neitzel, A. L., Smalls, B. L., Walker, R. J., Dawson, A. Z., Campbell, J. A., & Egede, L. E. (2019). Examination of dietary habits among the indigenous Kuna Indians of Panama. *Nutrition Journal*, 18(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s12937-019-0469-8>
- Oladunjoye, O. M., & Aluko, O. O. (2024). The perception of food vendors on the associated effects of used cooking oil in Lagos State, Nigeria. *International Journal Of Environmental Health Research*, 34(12), 4096-4109. <https://doi.org/10.1080/09603123.2024.2338888>
- Omidiran, A. T., Odukoya, O. J., Akinbule, O. O., & Sobukola, O. P. (2023). Effect of microwave-assisted pre-drying and deep-fat-frying conditions on some quality attributes of orange-fleshed sweet potato chips. *Food Chemistry Advances*, 3, 100534. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100534>
- Organización Panamericana de la Salud. (2026). Panamá lidera el cambio: Nueva herramienta científica para hacerle frente a la obesidad.
- Rani, L., Kumar, M., Kaushik, D., Kaur, J., Kumar, A., Oz, F., Proestos, C., & Oz, E. (2023). A review on the frying process: Methods, models and their mechanism and application in the food industry. *Food Research International*, 172, 113176. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113176>
- Saini, R., Kaur, S., Aggarwal, P., Dhiman, A., & Suthar, P. (2023). Conventional and emerging innovative processing technologies for quality processing of potato and potato-based products: A review. *Food Control*, 153, 109933. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109933>
- Santos, C. S., Molina-Garcia, L., Cunha, S. C., & Casal, S. (2017). Fried potatoes: Impact of prolonged frying in monounsaturated oils. *Food Chemistry*, 243, 192-201. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.117>
- Saraç, M. G., Dedevas, T., & Can, Ö. P. (2026). Valorization of oleaster seed by-products as functional edible coatings: Impact on oxidation kinetics modeling of frying oil and quality attributes of fried mussels. *Journal of Food Measurement and Characterization*. Advance online publication. DOI: 10.1007/s11694-026-04590-6.
- Shakoor, A., Zhang, C., Xie, J., & Yang, X. (2022). Maillard reaction chemistry in formation of critical intermediates and flavour compounds and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 393, 133416. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133416>



- Szabó, Z., Marosvölgyi, T., Szabó, É., Koczka, V., Verzár, Z., Figler, M., & Decsi, T. (2022). Effects of repeated heating on fatty acid composition of plant-based cooking oils. *Foods*, 11(2), 192. DOI: 10.3390/foods11020192.
- Tirado, D. F., Acevedo, D., & Montero, P. M. (2015). Transferencia de Calor y Materia durante el Proceso de Freído de Alimentos: Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y Fruta de Pan (*Artocarpus communis*). *Información Tecnológica*, 26(1), 85-94. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642015000100010>
- Verma, U., Riley, I. M., Lukić, B., Broche, L., Verboven, P., Delcour, J. A., & Nicolai, B. M. (2025). High-speed computed tomography to visualise the 3D microstructural dynamics of oil uptake in deep-fried foods. *Nature Communications*, 16, 2600. DOI: 10.1038/s41467-025-57934-z.
- Wang, X., McClements, D. J., Xu, Z., Meng, M., Qiu, C., Long, J., Jin, Z., & Chen, L. (2023). Recent advances in the optimization of the sensory attributes of fried foods: Appearance, flavor, and texture. *Trends in Food Science & Technology*, 138, 297–309. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.06.012>
- Wang, Z., Liu, Y., Li, Q., Liu, R., Cai, M., & Zhao, S. (2026). Comparative assessment of quality deterioration in various vegetable oils during deep-fat frying of crispy meat. *Foods*, 15(4), 771. DOI: 10.3390/foods15040771.
- Wu, G., Chang, C., Hong, C., Zhang, H., Huang, J., Jin, Q., & Wang, X. (2019). Phenolic compounds as stabilizers of oils and antioxidative mechanisms under frying conditions: A comprehensive review. *Trends In Food Science & Technology*, 92, 33-45. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.043>
- Xin, L., Hu, M., Ma, X., Wu, S., Yoong, J. H., Chen, S., Tarmizi, A. H. A., & Zhang, G. (2022). Selection of 12 vegetable oils influences the prevalence of polycyclic aromatic hydrocarbons, fatty acids, tocol homologs and total polar components during deep frying. *Journal Of Food Composition And Analysis*, 114, 104840. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104840>
- Xu, L., Wu, G., Zhang, Y., Wang, Q., Zhao, C., Zhang, H., Jin, Q., & Wang, X. (2020). Evaluation of glycerol core aldehydes formation in edible oils under restaurant deep frying. *Food Research International*, 137, 109696. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109696.
- Xu, L., Ji, X., Wu, G., Karrar, E., Yao, L., & Wang, X. (2021). Influence of Oil Types and Prolonged Frying Time on the Volatile Compounds and Sensory Properties of French Fries. *Journal Of Oleo Science*, 70(7), 885-899. <https://doi.org/10.5650/jos.ess20360>
- Xu, X., Xu, X., Liu, X., Liu, X., Zhang, J., Liang, L., Wen, C., Li, Y., Shen, M., Wu, Y., He, X., Liu, G., Xu, X., & Xu, X. (2023). Formation, migration, derivation, and generation mechanism of polycyclic aromatic hydrocarbons during frying. *Food Chemistry*, 425, 136485. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136485>
- Yang, D., Zhu, L., Wu, G., Li, X., Li, P., Zhang, H., & Liu, T. (2022). Whether the degradation of frying oil affects oil absorption: Tracking fresh and degraded oil in fried potato strips during frying and cooling and microstructure characterization. *Food And Bioproducts Processing*, 133, 87-99. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2022.03.001>
- Zaghi, A. N., Barbalho, S. M., Guiguer, E. L., & Otoboni, A. M. (2019). Frying Process: From Conventional to Air Frying Technology. *Food Reviews International*, 35(8), 763-777. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1600541>
- Zhang, Y., Zhang, T., Fan, D., Li, J., & Fan, L. (2018). The description of oil absorption behavior of potato chips during the frying. *LWT*, 96, 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.094>
- Zhang, X., Zhang, M., & Adhikari, B. (2020). Recent developments in frying technologies applied to fresh foods. *Trends In Food Science & Technology*, 98, 68-81.



<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.007>

Zhang, J., & Fan, L. (2021). Effects of preliminary treatment by ultrasonic and convective air drying on the properties and oil absorption of potato chips. *Ultrasonics Sonochemistry*, 74, 105548.

<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105548>

Zhang, S., Gong, Z., Wang, S., Zhao, S., Mao, W., Liu, B., & Liu, Y. (2025). Comprehensive insights into oil absorption in fried foods: The role of surface characteristics. *Food Chemistry*, 483, 144341.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.144341>

Zhou, Z., Gao, P., Zhou, Y., Wang, X., Yin, J., Zhong, W., & Reaney, M. J. T. (2024). Comparative analysis of frying performance: Assessing stability, nutritional value, and safety of high-oleic rapeseed oils. *Foods*, 13(17), 2788. doi: 10.3390/foods13172788.