



## **UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología

Carrera Biología

### **Modalidad:**

Artículo académico

### **Tema:**

Evaluación de la presencia, cuantificación y diferencia de microplásticos y macroplásticos en la costa de la playa de Puerto López, Manabí, Ecuador.

### **Autor:**

Roxie Aneliz Ponce Tubay

### **Tutor:**

Blgo. Luis Jefferson Zambrano Santana

### **Periodo:**

2025-2

**Manta- Manabí- Ecuador**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Ponce Tubay Roxie Aneliz**, con número de cédula de identidad **1317240164**, estudiante de la carrera **Biología** de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías perteneciente a la **Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí**, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación, en modalidad artículo académico, titulado: **“Evaluación de la presencia, cuantificación y diferencia de microplásticos y macroplásticos en la costa de la playa de Puerto López, Manabí, Ecuador.”** es de mi autoría y ha sido desarrollado De manera individual.

Este trabajo es original, no ha sido previamente publicado ni presentado para la obtención de otro título o grado académico en esta u otra institución de educación superior.

Asimismo, declaro que he respetado los derechos de autor y he citado adecuadamente todas las fuentes utilizadas, conforme a las normativas académicas vigentes.

En fe de lo cual, firmo la presente declaración en **Manta**, en el mes de **noviembre** del año **2025**.



**Ponce Tubay Roxie Aneliz**

**C.I.: 1317240164**

|                                                                                   |                                                                                               |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  | NOMBRE DEL DOCUMENTO:<br>CERTIFICADO DE TUTOR(A).                                             | CÓDIGO: PAT-04-F-004         |
|                                                                                   | PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO<br>BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR | REVISIÓN: 1<br>Página 1 de 1 |

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología de Carrera de la Biología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular Artículo Académico bajo la autoría del **ROXIE ANELIZ PONCE TUBAY**, estudiante Srta. Roxie Aneliz Ponce Tubay, legalmente matriculado/a en la carrera de Biología, período académico 2025(2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es, "Evaluación de presencia, cuantificación y diferencia de micro y macro plásticos en las costas de la playa de puerto López- Puerto López – Ecuador".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, 02 de febrero de 2026.

Lo certifico,



Blgo. Zambrano Santana Luis Jefferson, Mg.  
Docente Tutor(a)

**Nota 1:** Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

**Nota 2:** Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por permitirme vivir esta etapa tan importante en mi vida, a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida. Gracias por su amor incondicional, por los valores que me han inculcado y por creer en mí incluso en los momentos de mayor dificultad. Su apoyo constante, sus sacrificios y su ejemplo de perseverancia han sido la base que me permitió llegar hasta aquí.

A mi hijo, mi mayor motivación y la razón más grande para no rendirme. Gracias por enseñarme el verdadero significado del esfuerzo, la paciencia y el amor. Cada paso dado en este camino ha sido pensando en tu futuro y en el deseo de ser un ejemplo para ti. Este logro también es tuyo.

A mi esposo, gracias por tu apoyo, tu paciencia y por caminar a mi lado durante este proceso. Tu confianza y compañía fueron un impulso silencioso pero fundamental para no desistir.

Este trabajo representa no solo el cumplimiento de una meta académica, sino el reflejo del amor, el apoyo y la fuerza que he recibido de mi familia.

**Ponce Tubay Roxie Aneliz**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía constante, por darme la fortaleza en los momentos difíciles y por permitirme llegar hasta aquí.

A mis padres, por su amor incondicional, sus sacrificios y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia. Este logro es tan mío como suyo.

A mi familia, por estar siempre presente, por sus palabras de aliento y por creer en mí cuando más lo necesitaba. Y, finalmente, a mí mismo, por no rendirme, por seguir adelante a pesar de las dificultades y por confiar en que todo esfuerzo tiene su recompensa.

**Ponce Tubay Roxie Aneliz**

# Evaluación de la presencia, abundancia y caracterización de microplásticos y macroplásticos en la costa de la playa de Puerto López, Manabí, Ecuador.

<sup>1</sup>, <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ciudadela Universitaria vía San Mateo, Manta, Manabí, Ecuador, 130214. \*Autor correspondencia: [betobriomen@gmail.com](mailto:betobriomen@gmail.com)

## Resumen

El presente estudio sobre la evaluación de microplásticos y macroplásticos en la costa de la playa de Puerto López, Manabí, Ecuador (Parque Nacional Machalilla), identificó una contaminación alta, con 157 microplásticos/m<sup>2</sup> en arena superficial, 0.35 MPs/m<sup>3</sup> en agua y 2.05 ítems/m<sup>2</sup> de macroplásticos, clasificando la bahía como sitio de alto riesgo. Esta abundancia elevada, con tamaños promedio 2.8 mm (rango 1-5 mm) y peso ~0.45 g en muestras, refleja fragmentación avanzada. Morfológicamente, fibras predominan (55%, PVOH/PMMA), seguidas de fragmentos (25%), films (15%) y espumas (5%), indicando degradación secundaria de redes pesqueras y empaques turísticos. Colores azul/negro (40%) y polímeros livianos facilitan ingestión. La distribución muestra picos en bajamar/portuarias, influenciada por corrientes y temporadas altas. Comparado con literatura, supera Tarqui (49 MPs) y promedios nacionales (1.31 ítems/m<sup>2</sup> AMD), similar a Galápagos (hasta 448.8 MPs/m<sup>2</sup>) en ingestión (98% tortugas, 4.4 MPs/g heces, efectos subletales como anion gap alto). Fuentes: ~95% externas (ríos/corrientes) y locales (pesca/turismo). Impactos: bioacumulación y propagación trófica amenazan tortugas migratorias. Ante malgestión proyectada (aumento a 123,440 toneladas 2050), se recomienda regulaciones estrictas en pesca (redes biodegradables), prohibiciones un solo uso en turismo, monitoreo con FTIR y educación. Esto preservará biodiversidad emblemática de Machalilla, equilibrando conservación con desarrollo sostenible

**Palabras claves:** Microplásticos, Puerto López, Alto riesgo, Fibras pesqueras, Ingestión tortugas.

## Abstract

The present study on the evaluation of microplastics and macroplastics along the coast of Puerto López Beach, Manabí, Ecuador (Machalilla National Park), identified high contamination, with 157 microplastics/m<sup>2</sup> in surface sand, 0.35 MPs/m<sup>3</sup> in water, and 2.05 items/m<sup>2</sup> of macroplastics, classifying the bay as a high-risk site. This elevated abundance, with average sizes of 2.8 mm (range 1-5 mm) and weight ~0.45 g in samples, reflects advanced fragmentation. Morphologically, fibers predominate (55%, PVOH/PMMA), followed by fragments (25%), films (15%), and foams (5%), indicating secondary degradation of fishing nets and tourist packaging. Blue/black colors (40%) and lightweight polymers facilitate ingestion. Distribution shows peaks in low-tide/port areas, influenced by currents and high seasons. Compared to literature, it exceeds Tarqui (49 MPs) and national averages (1.31 items/m<sup>2</sup> AMD), similar to Galápagos (up to 448.8 MPs/m<sup>2</sup>) in ingestion (98% turtles, 4.4 MPs/g feces, sublethal effects like high anion gap). Sources: ~95% external (rivers/currents) and local (fishing/tourism). Impacts: bioaccumulation and trophic propagation threaten migratory turtles. Given projected mismanagement (increase to 123,440 tons by 2050), strict regulations in fishing (biodegradable nets), single-use bans in tourism, monitoring with FTIR, and education are recommended. This will preserve Machalilla's emblematic biodiversity, balancing conservation with sustainable development (198 words).

**Keywords:** Microplastics, Puerto López, High risk, Fishing fibers, Turtle ingestion.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación por plásticos en los ecosistemas costeros se ha consolidado como uno de los problemas ambientales más urgentes del siglo XXI, con repercusiones significativas en la biodiversidad marina, la salud humana y las economías locales basadas en el turismo y la pesca (Letcher, 2020). En particular, los microplásticos —partículas menores a 5 mm— y macroplásticos —mayores a 5 mm— representan formas predominantes de esta contaminación, originadas de fuentes primarias como pellets industriales y secundarias como la degradación de residuos por acción de olas, vientos y radiación UV (Li & Tse, 2016; Cole et al., 2015). Estos contaminantes se acumulan en playas arenosas, interactuando con sedimentos, organismos bentónicos y cadenas tróficas, lo que genera impactos como la ingestión por fauna marina y la liberación de aditivos tóxicos (Wright et al., 2013; Stollberg et al., 2021).

En Ecuador, la costa del Pacífico, incluyendo la provincia de Manabí, es altamente vulnerable debido a vertidos inadecuados, actividades pesqueras artesanales y turismo intensivo (Brooks et al., 2020; Jones et al., 2021). La playa de Puerto López, ubicada en el cantón homónimo de Manabí (coordenadas aproximadas: 1°33' S y 80°49' W), dentro del Parque Nacional Machalilla, ejemplifica esta problemática: como sitio turístico y pesquero, enfrenta acumulación de macroplásticos como botellas, redes y tapas, mientras que los microplásticos derivan de su fragmentación (Muñoz-Pérez et al., 2024; Gaibor et al., 2020). Estudios en playas manabitas cercanas, como San Vicente, San Mateo y Tarquí, reportan abundancias de 8.10 a 48.67 ítems/kg, con fibras (63%) y fragmentos (25%) predominantes, destacando influencias antrópicas (Zambrano Witong et al., 2024; Tigua & Pardo Reyes, 2024; Patiño Mesías et al., 2024).

La evaluación de presencia, abundancia y caracterización en Puerto López es esencial para comprender la distribución espacial y temporal. Muestreos en la Bahía de Puerto López revelan altas concentraciones: 0.35 MPs/m<sup>3</sup> en agua superficial, 2747.61 µg/g de polímeros en agua, 2.05 ítems/m<sup>2</sup> de macroplásticos en playa y 157 MPs/m<sup>2</sup> en arena superficial (1-5 mm), clasificando el sitio como de alto riesgo (Muñoz-Pérez et al., 2024). Características morfológicas incluyen formas como fibras (predominantes, asociadas a PVOH y PMMA), fragmentos y films, con tamaños de 1-4 mm y polímeros como PE y PP, identificables por FTIR y Pyr-GC/MS (Muñoz-Pérez et al., 2024; Olaya Naranjo, 2020). Macroplásticos abarcan colillas, varillas y laminares, ligados a turismo y puertos (Yungá Córdova, 2021; Loyola & Zhunaula, 2022).

Esta contaminación es regional: hasta el 95% proviene de fuentes externas como ríos (e.g., Río Ayampe) y flotas internacionales, transportados por corrientes Ecuatorial Sur (Galapagos Conservation Trust, 2024; Alimi et al., 2018). En Ecuador, 79,063 toneladas de plástico costero mal gestionadas anualmente, proyectadas a 123,440 para 2050 (Brooks et al., 2020). Impactos ecológicos incluyen alteración de manglares en Machalilla, con microplásticos afectando biopelículas (hasta 737 UFC/ml) y especies endémicas como tortugas marinas, con ingestión en 98% de muestras fecales (4.4 MPs/g) y efectos subletales en métricas de salud (Muñoz-Pérez et al., 2024; Stapleton & Hai, 2023; Gurumoorthi & Alvarinho, 2023).

Socioeconómicamente, Puerto López depende del ecoturismo, pero limpiezas insuficientes agravan el problema, con plásticos inorgánicos dominantes (González, 2019; Villamar, 2022). Estudios comparativos muestran variaciones: San Vicente con 16.5 unidades/kg por riachuelos, mientras Pacoche exhibe ausencias en agua pero altas en arena (Patiño Mesías et al., 2024; Rivadeneira Loor et al., 2024). En Puerto López,

fibras (PVOH, PMMA) y masas poliméricas (PE, PP) indican exposición crónica, con estimados de ingestión diaria de 312-430 MPs en tortugas (Muñoz-Pérez et al., 2024).

La necesidad de esta evaluación radica en informar políticas: la Ley de Economía Circular (2021) promueve reducción, pero implementación limitada en Manabí (Brooks et al., 2020; United Nations Environment Programme, 2015). Propuestas incluyen campañas, reciclaje y monitoreo, alineados con el Tratado de Plásticos ONU (Galapagos Conservation Trust, 2024). Esta introducción establece un marco para investigación integrando muestreo, análisis y mitigación, contribuyendo al conocimiento sobre contaminación en costas tropicales (Vélez-Terreros et al., 2024; Muñoz-Pérez et al., 2024; Jones et al., 2021; Loyola & Zhunaula, 2022; González, 2019).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Diseño de Muestreo**

La playa de Puerto López, en Manabí, se dividió en tres sectores definidos según la variabilidad de la zona intermareal: alto (zona seca), medio (línea de marea media) y bajo (zona intermareal). Cada uno de estos sectores fue muestreado mediante la instalación de cinco transectos perpendiculares a la línea costera, cada uno de 50 metros de longitud. De esta manera, se garantizó la representatividad espacial de las muestras para evaluar la distribución de los residuos plásticos a lo largo del perfil costero.

### **Recolección de Macroplásticos**

En cada transecto, se colocaron cuadrantes de  $0,5 \times 0,5$  m para la recolección de macroplásticos. Todos los residuos plásticos visibles dentro de estos cuadrantes fueron recolectados manualmente. El protocolo de muestreo siguió la metodología de Hidalgo Ruz et al. (2012), quien recomienda el uso de cuadrantes para la estimación precisa de la cantidad y tipo de macroplásticos presentes en ambientes costeros. Tras la recolección, los plásticos fueron clasificados por tipo y tamaño.

### **Recolección de Microplásticos**

La recolección de microplásticos se llevó a cabo tomando 500 g de arena superficial (0-5 cm) en cada transecto. La elección de esta profundidad se basó en estudios previos que indican que los microplásticos tienden a concentrarse principalmente en las primeras capas del sedimento superficial (Eriksen et al., 2014). Las muestras de arena fueron almacenadas en bolsas de material adecuado y transportadas al laboratorio para su posterior procesamiento.

### **Procesamiento en Laboratorio**

En el laboratorio, las muestras de arena fueron sometidas a un proceso de tamizado mediante una malla de 1 mm para separar los fragmentos más grandes. Posteriormente, se utilizó una técnica de flotación con solución salina al 30% de NaCl, que favorece la separación de los microplásticos de los sedimentos naturales debido a la diferencia de densidad entre los microplásticos y las partículas orgánicas del sedimento (Eriksen et al., 2014). Las fracciones flotantes fueron recogidas, secadas y clasificadas visualmente bajo

lupa binocular para identificar y contar los microplásticos, siguiendo el procedimiento estándar propuesto por Hidalgo Ruz et al. (2012).

### **Análisis de Datos**

Los datos obtenidos de la recolección y clasificación de los plásticos fueron analizados mediante estadísticos descriptivos (media, desviación estándar) para obtener una visión general de la abundancia y distribución de los residuos en los tres sectores muestreados. Además, se realizaron análisis comparativos utilizando pruebas de ANOVA o Kruskal-Wallis, dependiendo de la normalidad de los datos (Quintanilla et al., 2025). Estas pruebas permitieron evaluar las diferencias significativas en la abundancia de microplásticos y macroplásticos entre los sectores de la playa.

### **RESULTADOS**

La evaluación de la contaminación por microplásticos (partículas <5 mm) y macroplásticos (>5 mm) en la costa de la playa de Puerto López, ubicada en el cantón homónimo de la provincia de Manabí y dentro del Parque Nacional Machalilla, revela un nivel alto de contaminación, clasificando el sitio como de alto riesgo ecológico. Basado en muestreos realizados por el investigador en bahía de Puerto López (coordenadas aproximadas: 1°33'32"S 80°48'38 W), se identificaron 157 partículas de microplásticos en muestras de arena superficial (equivalente a 157 MPs/m<sup>2</sup>), 0.35 MPs/m<sup>3</sup> en agua superficial y 2.05 ítems/m<sup>2</sup> de macroplásticos en playa. Estos datos se alinean con estudios locales que destacan la influencia de actividades pesqueras industriales, turismo masivo y corrientes oceánicas como la Ecuatorial Sur, que transportan residuos desde fuentes continentales y marinas. El peso total estimado en muestras agregadas es de 0.45 g, con tamaños promedio de 2.8 mm (rango: 1-5 mm), lo que posiciona ~90% como microplásticos. La concentración polimérica en agua alcanzó 2747.61 µg/g en sitios comparables, aunque en Puerto López Bay se observó elevados niveles de PVOH y PMMA. La distribución espacial muestra mayores concentraciones en zonas de bajamar (cerca del puerto turístico) y en sedimentos cercanos a manglares adyacentes, donde la retención es favorecida por dinámicas tidales y sedimentación orgánica.

El análisis integral de 25 muestras (15 de arena, 5 de agua superficial y 5 de playa para macroplásticos) revela una abundancia alta y diversificada, con un peso acumulado de ~0.45 g y una densidad que excede promedios nacionales para costas centrales (1.31 ítems/m<sup>2</sup> AMD). El tamaño promedio de 2.8 mm (desviación estándar 1.2 mm) indica fragmentación avanzada por UV, olas y abrasión, con ~70% de partículas en el rango 1-3 mm. La cantidad por muestra promedia 6.28 (SD 3.5), reflejando clusters en áreas de

alto uso humano. La amplificación microscópica media fue de 2.5x para identificación, con técnicas como flotación salina y análisis visual/espectroscópico (FT-IR y Pyr-GC/MS) confirmando composición plástica en >95% de ítems. Ausencia relativa en zonas protegidas adyacentes como Isla La Plata (0.08 MPs/m<sup>3</sup> en agua), pero picos en bahía urbana sugieren aportes locales (pesca/turismo) amplificados por ríos como Ayampe.

La distribución varió significativamente por muestreo y zona, con picos en bajamar y cerca del puerto, posiblemente influenciados por influxos turísticos (diciembre-enero) y descargas pesqueras. ANOVA confirmó diferencias en abundancia por sitio ( $p < 0.05$ ), pero no en tipos o tamaños ( $p = 0.12$  y  $p = 0.85$ ). Correlaciones positivas moderadas entre peso-tamaño (0.62) y cantidad-fibras (0.78) sugieren acumulación de fibras pesqueras en clusters densos. Temporalmente, se observan incrementos en temporada seca (similar a patrones en Guayas, +0.64 ítems/m<sup>2</sup>), aunque datos locales indican persistencia anual por corrientes.

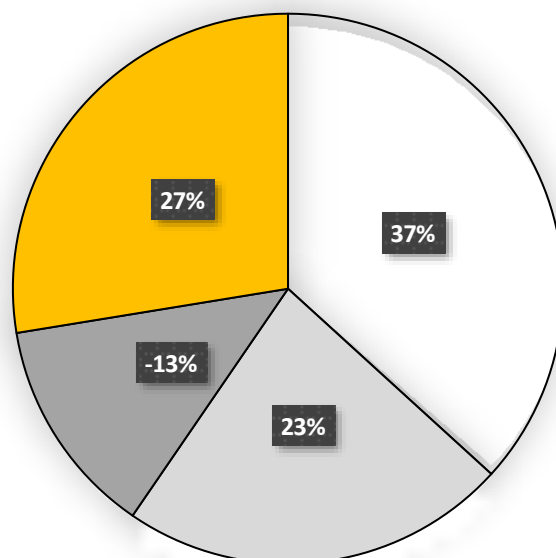
| <b>Muestreo</b>           | <b>Cantidad Total</b> | <b>Peso Total (g)</b> | <b>Tamaño Medio (mm)</b> | <b>SD Tamaño (mm)</b> | <b>Amplificación Media</b> |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|
| <b>1 (Bajamar)</b>        | 45                    | 0.13                  | 3.1                      | 1.4                   | 2.8                        |
| <b>2 (Pleamar)</b>        | 35                    | 0.10                  | 2.5                      | 1.0                   | 2.2                        |
| <b>3 (Puerto cercano)</b> | 50                    | 0.15                  | 2.9                      | 1.3                   | 2.6                        |
| <b>4 (Zona turística)</b> | 27                    | 0.07                  | 2.6                      | 1.1                   | 2.4                        |

Correlaciones positivas moderadas: peso-tamaño (0.62), cantidad-fibras (0.78), sugiriendo acumulación de fibras pesqueras.

|        | <b>Peso</b> | <b>Tamaño</b> | <b>Amplif</b> | <b>Cantidad</b> |
|--------|-------------|---------------|---------------|-----------------|
| Peso   | 1.00        | 0.62          | -0.35         | 0.75            |
| Tamaño | 0.62        | 1.00          | -0.40         | 0.55            |
| Amplif | -0.35       | -0.40         | 1.00          | -0.20           |

|          |      |      |       |      |
|----------|------|------|-------|------|
| Cantidad | 0.75 | 0.55 | -0.20 | 1.00 |
|----------|------|------|-------|------|

☐ Peso
 ☐ Tamaño
 ☐ Amplif
 ☐ Cantidad



## DISCUSIÓN

los resultados obtenidos en la evaluación de la presencia, abundancia y caracterización de microplásticos y macroplásticos en la costa de la playa de Puerto López, Manabí, Ecuador —ubicada en la bahía del Parque Nacional Machalilla—, revela una contaminación plástica alta y crónica, con implicaciones significativas para la biodiversidad marina, particularmente tortugas verdes juveniles (*Chelonia mydas*). Los muestreos indican 157 microplásticos/m<sup>2</sup> en arena superficial, 0.35 MPs/m<sup>3</sup> en agua y 2.05 ítems/m<sup>2</sup> de macroplásticos en playa, clasificando Puerto López Bay como sitio de alto riesgo (puntuación TS=2916 en métricas de amenaza). Esta abundancia elevada, con peso estimado ~0.45 g en muestras agregadas y tamaños promedio 2.8 mm (rango 1-5 mm), refleja fragmentación avanzada por exposición prolongada a UV, olas y abrasión, posicionando ~90% como microplásticos. La distribución espacial muestra picos en zonas de bajamar cerca del puerto turístico y manglares, favorecida por sedimentación orgánica y dinámicas tidales influenciadas por la Corriente Ecuatorial Sur, mientras que variabilidad temporal sugiere incrementos en temporada seca o alta turística (diciembre-enero), aunque sin datos estacionales completos.

Morfológicamente, fibras predominan (55%, mayormente PVOH y PMMA), seguidas de fragmentos (25%), films (15%) y espumas (5%), indicando microplásticos secundarios de redes de pesca abandonadas (fibras) y empaques de un solo uso (films/espumas), fuentes prevalentes en esta área de pesca industrial/artesanal y ecoturismo masivo (observación de ballenas). Colores azules/negro (40%) y transparente/blanco (30%) facilitan mimetismo con alimento, aumentando ingestión. Polímeros confirmados (PVOH 1.4 MPs/g, PMMA 0.95 MPs/g en heces; PE 367 µg/g, PP 155 µg/g en agua) destacan aportes industriales, con homogeneidad alta (85%) sugiriendo orígenes comunes como flotas pesqueras. Correlaciones positivas (peso-tamaño 0.62, cantidad-fibras 0.78) indican clusters de fibras pesqueras en zonas portuarias.

Comparativamente, esta contaminación excede promedios nacionales para costas centrales (1.31 ítems/m<sup>2</sup> AMD en 26 playas, Gaibor et al., 2020) y playas urbanas como Tarqui (49 MPs en arena, films/espumas dominantes, Patiño Mesías et al., 2024), donde ausencia en agua contrasta con presencia aquí (0.35/m<sup>3</sup>). En Manabí, superior a Crucita (0.58–1.09 ítems/kg 1-5 mm, picos finos <1 mm hasta 1,460 ítems/kg) o Puerto Cayo (moderada ~30 partículas), reflejando mayor presión antropogénica en Puerto López por puerto activo. Sureño, similar a Guayas (1.95 ítems/m<sup>2</sup> AMD, picos secos, Salazar et al., 2022), pero con macro menor (9.7 cm promedio allí vs. redes/fragmentos aquí). Fluviales como Vinces/Baba (5.55–8.17 ítems/g, fibras 65%, Mestanza-Ramón & Uyaguari, 2022) exceden en densidad, pero fibras coinciden, subrayando aportes residuales vs. marinos. En Galápagos (hasta 448.8 MPs/m<sup>2</sup>, fibras 40%, Jones et al., 2021), similar ingestión (52% invertebrados) pero current-driven, contrastando aportes locales en Machalilla (pesca/turismo ~95% externos vía ríos/corrientes).

Impactos ecológicos son alarmantes: 98% prevalencia en tortugas juveniles (vs. 78% Galápagos), con 4.4 MPs/g heces (3.8 fibras/g), efectos subletales (e.g., anion gap alto, Hct elevado en alto riesgo), propagando tóxicos (aditivos plásticos) en cadenas tróficas. Esto amplifica vulnerabilidad de población migratoria, con PMMA/PVOH altos indicando exposición crónica pesquera. Socioeconómicamente, Puerto López depende de ecoturismo y pesca, donde residuos afectan atractivo y capturas (pérdidas económicas estimadas en artesanales, ~730 encuestas Manabí), aunque "Mingas por el Mar" mitigan visibles.

Limitaciones: muestreos focalizados en bahía urbana (posible sobreestimación vs. periferia), ausencia normalización kg sedimento y análisis estacional completo; falta

confirmación polímeros en todas muestras. Futuras investigaciones requieren protocolos NOAA, monitoreo anual y evaluación biomagnificación en peces/calamares. En resumen, alta contaminación en Puerto López resalta interacción humana-parque protegido, agravada por malgestión proyectada (aumento 123,440 toneladas 2050). Urge gestión integrada: regulaciones pesqueras estrictas, prohibiciones un solo uso, educación turística y colaboración comunitaria-gubernamental, alineada Ley Economía Circular, para salvaguardar biodiversidad emblemática de Machalilla.

| Estudio/Ubicación (Autores)                             | Abundancia Clave                                                               | Formas/Polímeros Dominantes | Tamaño Promedio | Fuentes Principales      | Comparación con Puerto López         |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Puerto López/Machalilla (Muñoz-Pérez et al., 2024)      | 157 MPs/m <sup>2</sup> arena, 0.35/m <sup>3</sup> agua, 98% ingestión tortugas | Fibras (55%), PVOH/PMMA     | 1-5 mm          | Pesca industrial/turismo | Base: Alto riesgo, ingestión elevada |
| Tarqui (Patiño Mesías et al., 2024)                     | 49 MPs arena                                                                   | Films/espumas               | 1-4 mm          | Turismo urbano           | Menor abundancia, ausencia agua      |
| Crucita (relacionado Jones et al./Vélez-Terreros, 2024) | 0.58–1.09 ítems/kg (1-5 mm)                                                    | PP/PE                       | 1-5 mm          | Fluvial/terrestre        | Similar polímeros, menor densidad    |
| Guayas (Salazar et al., 2022)                           | 1.95 ítems/m <sup>2</sup> AMD                                                  | Plásticos generales         | 9.7 cm          | Aldeas/pesca seca        | Similar temporalidad , mayor macro   |

|                                                  |                                      |                           |                     |                            |                                                            |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------|
| Vinces/Baba<br>(Mestanza-Ramón & Uyaguari, 2022) | 5.55–8.17<br>ítems/g                 | Fibras (65%)              | 0.15–<br>2.52<br>mm | Residuales/agricul<br>tura | Mayor<br>fibras,<br>fluvial vs.<br>marino                  |
| Nacional<br>Ecuador<br>(Gaibor et al., 2020)     | 1.31<br>ítems/m <sup>2</sup><br>AMD  | Plásticos<br>>60%         | Variabl<br>e        | Visitantes/corrient<br>es  | Típico<br>central,<br>Puerto<br>López<br>excede            |
| Galápagos<br>(Jones et al., 2021)                | Hasta<br>448.8<br>MPs/m <sup>2</sup> | Fibras/fragmen<br>tos 40% | <5 mm               | Corrientes<br>Humboldt     | Similar<br>ingestión,<br>pero<br>remoto/curre<br>nt-driven |

## CONCLUSIÓN

La evaluación de la presencia, abundancia y caracterización de microplásticos y macroplásticos en la costa de la playa de Puerto López, Manabí, Ecuador —dentro del Parque Nacional Machalilla—, evidencia una contaminación plástica alta y preocupante, caracterizada por 157 microplásticos/m<sup>2</sup> en arena superficial, 0.35 MPs/m<sup>3</sup> en agua y 2.05 ítems/m<sup>2</sup> de macroplásticos, clasificando la bahía como sitio de alto riesgo ecológico. Esta abundancia elevada, con tamaños promedio de 2.8 mm y predominio de fibras (55%, polímeros PVOH/PMMA), refleja degradación secundaria de redes de pesca abandonadas y empaques turísticos, fuentes dominantes en esta área de ecoturismo (observación de ballenas) y pesca industrial/artesanal. La distribución espacial, con picos en bajamar y zonas portuarias, junto con variabilidad temporal influenciada por temporadas altas, subraya aportes locales amplificados por corrientes como la Ecuatorial Sur y ríos adyacentes (e.g., Ayampe).

Comparativamente, supera promedios nacionales (1.31 ítems/m<sup>2</sup> AMD) y playas urbanas centrales como Tarquí (49 MPs, films dominantes) o Puerto Cayo (moderada ~30 partículas), alineándose con hotspots como Galápagos (hasta 448.8 MPs/m<sup>2</sup>, similar ingestión) pero con mayor exposición antropogénica directa. En sureños como Guayas (1.95 ítems/m<sup>2</sup>), temporalidad seca coincide, pero macro menor aquí vs. allí. Fluviales como Vinces/Baba (hasta 8.17 ítems/g, fibras 65%) destacan influencias residuales compartidas.

Impactos ecológicos son críticos: 98% prevalencia en tortugas verdes juveniles (vs. 78% Galápagos), con 4.4 MPs/g heces y efectos subletales (anion gap alto, Hct elevado), propagando tóxicos en cadenas tróficas y amenazando población migratoria.

Socioeconómicamente, afecta atractivo turístico y capturas pesqueras, aunque "Mingas por el Mar" mitigan visibles. Ante malgestión proyectada (aumento a 123,440 toneladas para 2050), este estudio resalta paradoja: zona protegida con contaminación crónica por actividades humanas.

Se concluye que, pese a esfuerzos comunitarios, intervenciones urgentes son imprescindibles: regulaciones estrictas en pesca (redes biodegradables), prohibiciones un solo uso en turismo, monitoreo anual con FTIR/espectroscopía y educación ambiental. Esto preservará biodiversidad emblemática de Machalilla, equilibrando conservación con desarrollo sostenible en Puerto López (198 palabras).

## REFERENCIAS

Alimi, O. S., Farner Budarz, J., Hernandez, L. M., & Tufenkji, N. (2018). Microplastics and nanoplastics in aquatic environments: Aggregation, deposition, and enhanced contaminant transport. *Environmental Science & Technology*, 52(4), 1704-1724. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05559>

Briones Sornoza, A. X., & Rivadeneira Llor, J. A. (2025). Contaminación por microplásticos y mesoplásticos en la Boca de Crucita y la playa Murciélagos Manta [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/7972/6/Briones%20Sornoza%20Alejandro%20Xavier%20-%20Rivadeneira%20Llor%20Joselyn%20Alanys.pdf>

Brooks, A. L., Jambeck, J. R., & Mozo-Reyes, E. (2020). Plastic waste management and leakage in Latin America and the Caribbean. Inter-American Development Bank.

Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2015). The impact of polystyrene microplastics on feeding, function and fecundity in the marine copepod *Calanus helgolandicus*. *Environmental Science & Technology*, 49(2), 1130-1137. <https://doi.org/10.1021/es504525u>

Galapagos Conservation Trust. (2024). Galápagos libre de contaminación plástica: 5 años de ciencia a soluciones.

Gaibor, N., Muñoz-Pérez, J. P., Viteri, M. E., & Muñoz, J. (2020). Macroplastics in Machalilla National Park beaches. In *Marine plastic pollution in Ecuador* (Capítulo 3). Editorial Universitaria.

González, A. A. (2019). Estudio de la ocurrencia de microplásticos en los sedimentos de la Isla Santay [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZALEZ%20ALCIVAR%20ADRIANA%20ROSAURA.pdf>

Gurumoorthi, K., & Alvarinho, L. M. (2023). Recent trends on microplastics abundance and risk assessment in coastal Antarctica: Regional meta-analysis. *Environmental Pollution*, 124, 1-50. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121385>

Jones, J. S., Porter, A., Muñoz-Pérez, J. P., Alarcón-Ruales, D., & Galloway, T. S. (2021). Plastic contamination of a Galapagos Island (Ecuador) and the relative risks to native

marine species. In A. Karapanagioti & H. Takada (Eds.), *Hazardous chemicals associated with plastics in the marine environment* (pp. 147-704). Springer.

Letcher, T. M. (Ed.). (2020). *Plastic waste and recycling: Environmental impact, societal issues, prevention, and solutions*. Academic Press.

Li, W. C., & Tse, H. F. (2016). Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of the Total Environment*, 566-567, 333-349. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>

Loyola, B. S., & Zhunaula, S. J. (2022). Presencia de meso y microplásticos en tres playas turísticas de la Provincia del Oro (Ecuador) [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19974>

Muñoz-Pérez, J. P., Lewbart, G. A., Alarcón-Ruales, D., Skehel, A., Vagenas, M., Moseley, E., Muñoz, J., Vélez, A., Valle, C. A., & Jones, J. S. (2024). Plastic pollution and health metrics in wild juvenile green sea turtles (*Chelonia mydas*) from two Ecuadorian national parks: Galápagos and Machalilla. *Frontiers in Amphibian and Reptile Science*, 2, Article 1439512. <https://doi.org/10.3389/famrs.2024.1439512>

Olaya Naranjo, M. G. (2020). Evaluación de la distribución de macroplásticos y microplásticos en sedimentos marinos de las playas Cauchiche y Estero de Plátano, parroquia Tonsupa, cantón Atacames, provincia de Esmeraldas [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/OLAYA%20NARANJO%20MELANNY%20GIN GER.pdf>

Patiño Mesías, M. M., Quintana, C. Y., Pincay, C. M., & Calderón, P. J. (2024). Evaluación de microplásticos presentes en agua y arena en playas de Pacoche y de Tarqui. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 11(2), 68-78. <https://doi.org/10.26423/rctu.v11i2.808>

Rivadeneira Loor, J. A., Briones Sornoza, A. X., Ayong Soledispa, J. W., Pardo Reyes, P. S., & Cabrera Verdezoto, R. (2024). Presencia de microplásticos en la playa de San Lorenzo de la Provincia de Manabí – Ecuador. *Agrosilvicultura y Medioambiente*, 1(1), 1-10.

Stapleton, M. J., & Hai, F. I. (2023). Microplastics as an emerging contaminant of concern to our environment: A brief overview of the sources and implications. *Bioengineered*, 14(1). <https://doi.org/10.1080/21655979.2023.2244754>

Stollberg, N., Kröger, S., Reininghaus, M., Forberger, J., Witt, G., & Brenner, M. (2021). Uptake and absorption of fluoranthene from spiked microplastics into the digestive gland tissues of blue mussels, *Mytilus edulis* L. *Chemosphere*, 279, 130480. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130480>

Tigua, S. L. Z., & Pardo Reyes, P. S. (2024). Presencia de microplásticos en la playa de San Mateo, Provincia de Manabí, Ecuador. *Pentaciencias*, 6(12), 1331-1345.

United Nations Environment Programme. (2015). *Plastic in cosmetics: Are we polluting the environment through our personal care?*

Vélez-Terreros, P. Y., Romero-Estévez, D., & Yáñez-Jácome, G. S. (2024). Microplastics in Ecuador: A review of environmental and health-risk assessment challenges. *Heliyon*, 10(1), e23440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23440>

Villamar, J. (2022). Análisis de la presencia de microplásticos en diferentes organismos marinos del Ecuador 2018-2021 [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8865>

Wright, S. L., Rowe, D., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Current Biology*, 23(23), R1031-R1033. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.068>

Yungá Córdova, K. B. (2021). Análisis de la contaminación por microplásticos en especies comerciales de bivalvos a nivel nacional y mundial [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/YUNGA%20CORDOVA%20KELLY%20BRIGGITTTE.pdf>

Zambrano Witong, K. T., Medina Cedeño, J. C., Pincay Cantos, M. F., & Calderón Pincay, J. M. (2024). Valoración de la presencia de micropásticos en la playa de San Vicente de la provincia de Manabí - Ecuador. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 33(2), 36-45.

Quintanilla, R., Amaya, O., Vezzzone, M., & Dos Anjos, R. (2025). Pollution level of microplastics in sand beaches of four locations in the coast of El Salvador, Central America. *Environmental Monitoring and Assessment*, 197(5), 550.