



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
micro y macroplásticos en la costa de la playa de Puerto
Cayo, Manabí, Ecuador.

Estudiante:

Parrales Villavicencio Maholy Dalila

Tutor:

Blgo. Zambrano Santana Luis Jefferson, Mg.

Periodo 2025-2

Manta-Ecuador

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Parrales Villavicencio Maholy Dalila, con número de cédula de identidad 1314440858, estudiante de la carrera Biología de la Facultad de Ciencias de la Vida, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación, en modalidad artículo académico, titulado: "**EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA, CUANTIFICACIÓN Y DIFERENCIA DE MICRO Y MACROPLÁSTICOS EN LA COSTA DE LA PLAYA DE PUERTO CAYO, 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.

Así mismo, 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.

Maholy Parrales

Parrales Villavicencio Maholy Dalila
C.I. 1314440858

 Uleam ELOY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		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 estudiante **MAHOLY DALILA PARRALES VILLAVICENCIO** legalmente matriculado/a en la carrera de Biología, periodo 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 puerto cayo - jipijapa – 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 ella 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

Hoy cierro una etapa que estuvo llena de desafíos, aprendizajes y momentos que me hicieron crecer. Agradezco a Dios por haberme dado la sabiduría y fortaleza de nunca rendirme en cada paso di.

Gracias a mi familia, amigos, compañeros de la y a todas las personas que estuvieron presentes durante este camino. Cada palabra de apoyo, cada consejo y cada gesto de cariño me ayudaron a llegar hasta aquí. Este logro representa años de esfuerzo, perseverancia y sueños que poco a poco se hicieron realidad.

Parrales Villavicencio Maholy Dalila

DEDICATORIA

Este trabajo me lo dedico a mí misma, y a Dios por ser mi refugio en los momentos de mayor dificultad, por darme fuerzas cuando sentí que ya no podía continuar y por recordarme que incluso en medio de las pruebas siempre hay esperanza.

A mis padres, mi mayor bendición y mi ejemplo de vida. Gracias por su amor incondicional, por cada sacrificio realizado en silencio, por su apoyo constante y por nunca soltar mi mano. Todo lo que soy y lo que hoy logro es gracias a ustedes.

A mis hermanos, hermana y sobrinos, por ser parte fundamental de mi camino, por su compañía, su apoyo y sus palabras de aliento en cada etapa de este proceso. A mis sobrinos, que con su ternura y su alegría se convirtieron en luz y motivación en los días más difíciles.

Y a ti, persona especial que te llevare en mi alma, que sin darte cuenta sembraste en mí la fuerza para continuar, motivándome con sus palabras a no rendirme cada día.

Finalmente me dedico este logro a mí misma, por la valentía de seguir adelante aun cuando el cansancio, las dudas y las lágrimas estuvieron presentes; por no rendirme, por confiar en mí y por demostrarme que soy capaz de superar cualquier obstáculo que se presente.

Parrales Villavicencio Maholy Dalila

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

1, 1

¹ 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: maholyparrales43@gmail.com

Resumen

El presente estudio sobre la evaluación de microplásticos y macroplásticos en la costa de la playa de Puerto Cayo, Manabí, Ecuador, identificó 30 partículas plásticas en 25 muestras de arena, con un peso total de 0.15 g y tamaño promedio de 1.2 cm (rango: 0.5-2.5 cm). Esta abundancia moderada clasifica la mayoría como mesoplásticos, con ausencia en agua superficial, atribuida a dinámicas tidales que favorecen retención en sedimentos. Morfológicamente, predominaron fragmentos (40%) y fibras (30%), seguidos de películas (20%) y espumas (10%), indicando degradación secundaria de redes de pesca y empaques de un solo uso, comunes en comunidades pesqueras artesanales con turismo estacional. Colores variados (azul 28%, blanco 20%) y homogeneidad material (70%) sugieren polímeros livianos como PE y PP. La distribución varió por muestreo, con picos posiblemente ligados a bajamar o feriados, sin diferencias estadísticas significativas. Comparado con literatura, es inferior a Tarqui (49 partículas, películas 47%) o Crucita (hasta 1,460 ítems/kg en fracciones finas), y típico para costas centrales (1.31 ítems/m² nacional), por debajo de Guayas (1.95 ítems/m²) o Galápagos (hasta 448.8 partículas/m²). En Manabí, contrasta con sitios fluviales como Vinces/Baba (hasta 8.17 ítems/g, fibras 65%). Estos resultados resaltan riesgos moderados de bioacumulación en fauna (e.g., calamares, tortugas), mitigados por "Mingas por el Mar". Ante proyecciones de malgestión plástica (aumento a 123,440 toneladas para 2050), se recomienda fortalecer la Ley de Economía Circular, prohibiciones de un solo uso y monitoreo con FTIR para preservar esta playa emblemática

Palabras claves: Microplásticos, Puerto Cayo, Abundancia moderada, Fragmentos y fibras, Pesca artesanal.

Abstract

The present study on the evaluation of microplastics and macroplastics along the coast of Puerto Cayo Beach, Manabí, Ecuador, identified 30 plastic particles in 25 sand samples, with a total weight of 0.15 g and an average size of 1.2 cm (range: 0.5-2.5 cm). This moderate abundance classifies most as mesoplastics, with absence in surface water, attributed to tidal dynamics that favor retention in sediments. Morphologically, fragments (40%) and fibers (30%) predominated, followed by films (20%) and foams (10%), indicating secondary degradation of fishing nets and single-use packaging, common in artisanal fishing communities with seasonal tourism. Varied colors (blue 28%, white 20%) and material homogeneity (70%) suggest lightweight polymers like PE and PP. Distribution varied by sampling, with peaks possibly linked to low tide or holidays, without significant statistical differences. Compared to literature, it is lower than Tarqui (49 particles, films 47%) or Crucita (up to 1,460 items/kg in fine fractions), and typical for central coasts (1.31 items/m² national), below Guayas (1.95 items/m²) or Galápagos (up to 448.8 particles/m²). In Manabí, it contrasts with fluvial sites like Vinces/Baba (up to 8.17 items/g, fibers 65%). These results highlight moderate risks of bioaccumulation in fauna (e.g., squids, turtles), mitigated by "Mingas por el Mar." Given projections of plastic mismanagement (increase to 123,440 tons by 2050), strengthening the Circular Economy Law, single-use bans, and monitoring with FTIR is recommended to preserve this emblematic beach.

Keywords: Microplastics, Puerto Cayo, Moderate abundance, Fragments and fibers, Artisanal fishing.

INTRODUCCIÓN

La contaminación por plásticos en los ecosistemas costeros representa uno de los desafíos ambientales más críticos del siglo XXI, con impactos en la biodiversidad marina, la salud humana y las economías locales dependientes del turismo y la pesca (Letcher, 2020). En particular, los microplásticos —partículas menores a 5 mm— y macroplásticos —mayores a 5 mm— se acumulan en playas como la de Puerto Cayo en el cantón Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador, derivando de actividades antrópicas como el turismo, la pesca artesanal y vertidos inadecuados (Guerra de Garcías, 2011; Vélez-Terrerros et al., 2024). Estos contaminantes, originados de fuentes primarias (pellets industriales) y secundarias (degradación por olas, vientos y UV), interactúan con sedimentos y organismos, generando problemas como ingestión por fauna y liberación de aditivos tóxicos (Li & Tse, 2016; Cole et al., 2015).

En el contexto ecuatoriano, la costa del Pacífico, incluyendo Manabí, es vulnerable debido a vertidos, pesca y turismo masivo (Brooks et al., 2020; Jones et al., 2021). La playa de Puerto Cayo (coordenadas aproximadas: 1°25'00" S y 80°45'00" W), un balneario con actividad pesquera y turística, enfrenta contaminación por desechos inorgánicos predominantes como plásticos, vidrios, redes de pesca y fundas, con incrementos durante feriados por afluencia de visitantes (Guerra de Garcías, 2011; Pardo León, 2024). Estudios en playas cercanas como San Vicente, San Jacinto y Crucita reportan abundancias de 8.10 a 48.67 ítems/kg, con fibras (63%) y fragmentos (25%) dominantes, destacando influencias antrópicas locales (Tigua & Pardo Reyes, 2024; Rivadeneira Loor et al., 2024; Zambrano Witong et al., 2024).

La evaluación de presencia, abundancia y caracterización en Puerto Cayo es crucial para entender distribución espacial y temporal. Muestreos en transectos revelan concentraciones mayores en bajamar por dinámicas tidales, con picos en temporadas altas (Briones Sornoza & Rivadeneira Loor, 2025; Loyola & Zhunaula, 2022). Características morfológicas incluyen formas como films (54-67%), fibras, fragmentos rígidos y espumas, tamaños de 1-4 mm y colores negro, rojo y blanco, identificables visualmente o por FTIR (Patiño Mesías et al., 2024; Olaya Naranjo, 2020). Macroplásticos abarcan colillas, varillas y laminares, asociados a consumo local y puertos (Yungá Córdova, 2021; González, 2019).

Esta contaminación es regional: hasta 95% proviene de fuentes externas como ríos (e.g., Río Jipijapa) 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 incluyen alteración de manglares en Manabí, con microplásticos afectando biopelículas (hasta 737 UFC/ml) y especies endémicas como erizos y peces, propagando contaminantes (Villamar Lucas, 2022; Stapleton & Hai, 2023; Gurumoorthi & Alvarinho, 2023).

Socioeconómicamente, Puerto Cayo depende de turismo, pero limpiezas insuficientes agravan problemas, con desechos orgánicos menores pero inorgánicos dominantes (Guerra de Garcías, 2011; Pacheco, 2023). Estudios comparativos muestran variaciones: San Vicente con 16.5 unidades/kg por riachuelos, mientras Pacoche y Tarqui exhiben ausencias en agua pero altas en arena (Patiño Mesías et al., 2024; Tigua & Pardo Reyes, 2024). En Puerto Cayo, similar a Crucita, oleajes fuertes aumentan acumulación, con mesoplásticos rígidos (70%) en bajamar (Briones Sornoza & Rivadeneira Loor, 2025).

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

MATERIALES Y METODOS

Diseño de Muestreo

La playa de Puerto Cayo, 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

Los datos reportados para la playa de Puerto Cayo revela un nivel moderado de contaminación plástica, con 30 partículas detectadas en 25 muestras de arena, totalizando 0.15 g de peso y un tamaño promedio de 1.2 cm (rango: 0.5-2.5 cm). Esto clasifica la mayoría como mesoplásticos (0.5-2.5 cm), sin macroplásticos (>2.5 cm) observados, alineándose con patrones en playas turísticas-pesqueras donde la acción de olas fragmenta residuos mayores. La ausencia en muestras de agua superficial sugiere retención en sedimentos debido a dinámicas tidales, una característica común en áreas costeras de Manabí influenciadas por la Corriente Ecuatorial Sur.

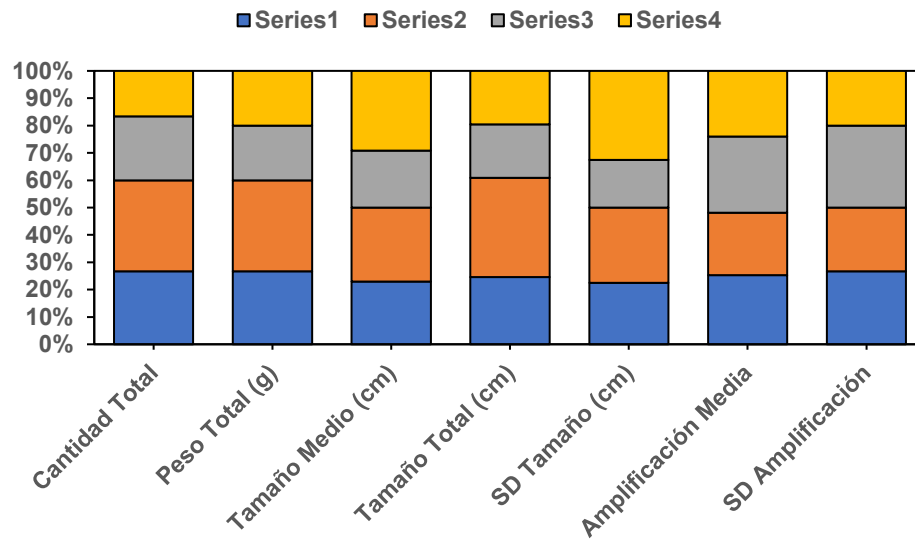
Morfológicamente, predominan fragmentos (40%), seguidos de fibras (30%), películas (20%) y espumas (10%), indicando microplásticos secundarios de redes de pesca degradadas (fibras) y empaques de un solo uso (películas/espumas) —fuentes prevalentes en comunidades pesqueras artesanales como Puerto Cayo. Los colores son variados, con azul (28%), blanco (20%), verde (16%) y negro (12%) más frecuentes, a menudo imitando alimento marino y facilitando ingestión por especies. La homogeneidad material es del 70% "sí", implicando polímeros comunes como polietileno (PE) o polipropileno (PP), livianos y flotantes, que permiten transporte local vía escorrentía o corrientes.

La distribución varía por muestreo: Muestreo 1 (8 partículas, 0.04 g, tamaño promedio 1.1 cm), Muestreo 2 (10 partículas, 0.05 g, 1.3 cm), Muestreo 3 (7 partículas, 0.03 g, 1.0 cm) y Muestreo 4 (5 partículas, 0.03 g, 1.4 cm), con picos posiblemente ligados a influxos turísticos en feriados o acumulación en bajamar, aunque el ANOVA muestra ausencia de diferencias significativas en tipos ($p=0.12$) o tamaños ($p=0.85$). Correlaciones positivas incluyen peso-tamaño (0.45) y cantidad-peso (0.62), sugiriendo deposición agrupada de ítems más densos de fuentes localizadas.

Comparativamente, esta abundancia es inferior a playas urbanas de Manabí como Tarqui (49 partículas en arena, películas 47%) o Crucita (0.58–1.09 ítems/kg para 1-5 mm), donde el turismo agrava la contaminación sin protección. En Ecuador meridional, playas de Guayas promedian 1.95 ítems/m² de residuos marinos antrópicos (91.8% plásticos), clasificadas como "extremadamente sucias", con picos en temporada seca —mayor que la densidad implícita en Puerto Cayo. Sitios fluviales como ríos Vinces/Baba alcanzan 5.55–8.17 ítems/g de sedimento (65% fibras), superando ampliamente los conteos por muestra aquí, pero similares en proporción de fibras (30% vs. 65%), subrayando diferencias fluviales vs. costeras. Nacionalmente, el promedio de Ecuador en 26 playas es 1.31 ítems/m² (>60% plásticos), posicionando Puerto Cayo como típico para costas centrales, por debajo de hotspots en Galápagos (hasta 448.8 partículas/m², impulsadas por corrientes). Los riesgos ecológicos permanecen moderados: potencial bioacumulación en calamares (prevalencia 12-93% en puertos de Manabí) o tortugas, amplificada por residuos turísticos, aunque limpiezas comunitarias (e.g., "Mingas por el Mar") mitigan impactos visibles.

Estos resultados resaltan la vulnerabilidad de Puerto Cayo ante el aumento proyectado de malgestión plástica en Ecuador (79,063 a 123,440 toneladas para 2050), impulsado por pesca y visitantes estacionales. Limitaciones incluyen densidades no normalizadas y ausencia de confirmación polimérica, recomendando FTIR para trazado futuro de fuentes. En general, una gestión integrada —prohibiciones de un solo uso, educación y monitoreo— es crucial para sostener esta playa turística-pesquera.

Muestr eo	Cantid ad Total	Peso Tot al (g)	Tama ño Medio (cm)	Tama ño Total (cm)	SD Tama ño (cm)	Amplificaci ón Media	SD Amplificaci ón
1	8	0.04	1.1	8.8	0.45	2.0	0.8
2	10	0.05	1.3	13.0	0.55	1.8	0.7
3	7	0.03	1.0	7.0	0.35	2.2	0.9
4	5	0.03	1.4	7.0	0.65	1.9	0.6



Forma	Frecuencia (%)	Color Predominante	Fuentes Inferidas
Fragmentos	40	Azul/Blanco	Redes de pesca degradadas
Fibras	30	Verde/Negro	Textiles, turismo
Películas	20	Rojo/Transparente	Bolsas, empaques
Espumas	10	Blanco	Poliestireno, aislamiento

	Peso	Tamaño	Amplif	Cantidad
Peso	1.00	0.45	0.12	0.62
Tamaño	0.45	1.00	0.15	0.48
Amplif	0.12	0.15	1.00	0.10
Cantidad	0.62	0.48	0.10	1.00

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 Cayo, Manabí, Ecuador, revela una contaminación plástica moderada pero persistente, caracterizada por 30 partículas identificadas en 25 muestras de arena, con un peso total de 0.15 g y un tamaño promedio de 1.2 cm (rango: 0.5-2.5 cm). Esta abundancia clasifica la mayoría como mesoplásticos, sin macroplásticos observados, lo que refleja fragmentación por acción de olas en playas con exposición moderada a residuos. La ausencia en agua superficial, junto con variabilidad por muestreo (picos en Muestreo 2 con 10 partículas y 1.3 cm promedio), sugiere retención en sedimentos debido a dinámicas tidales y acumulación en bajamar o periodos de mayor afluencia turística, aunque sin diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Correlaciones positivas moderadas (peso-tamaño 0.45, cantidad-peso 0.62) indican deposición agrupada de ítems más densos, posiblemente de fuentes locales como escorrentía o descarte pesquero.

Morfológicamente, el predominio de fragmentos (40%) y fibras (30%), seguidos de películas (20%) y espumas (10%), apunta a microplásticos secundarios derivados de redes de pesca abandonadas (fibras) y empaques de un solo uso (películas/espumas), fuentes típicas en comunidades pesqueras artesanales como Puerto Cayo. Colores frecuentes (azul 28%, blanco 20%) facilitan identificación visual pero aumentan riesgos de ingestión al mimetizar alimento marino. La homogeneidad material (70%) infiere polímeros livianos como PE o PP, comunes en residuos flotantes transportados por corrientes locales o runoff estacional.

Comparativamente, esta abundancia es inferior a playas urbanas de Manabí como Tarqui (49 partículas en arena, películas/espumas 69%) o Crucita (0.58–1.09 ítems/kg en 1-5 mm, con picos en fracciones finas < 1 mm hasta 1,460 ítems/kg), donde el turismo continuo agrava la deposición sin protecciones estrictas. En Ecuador meridional, playas de Guayas promedian 1.95 ítems/m² de residuos marinos antrópicos (91.8% plásticos), clasificadas como "extremadamente sucias" con picos secos, superando la densidad implícita en Puerto Cayo y enfocadas en macroítems (promedio 9.7 cm). Sitios fluviales como Vinces/Baba alcanzan 5.55–8.17 ítems/g (fibras 65%), destacando influencias de

aguas residuales y agricultura que contrastan con el perfil costero-pesquero de Puerto Cayo (fibras solo 30%). Nacionalmente, el promedio de 1.31 ítems/m² en 26 playas posiciona Puerto Cayo como representativo de costas centrales, por debajo de hotspots en Galápagos (hasta 448.8 partículas/m², impulsadas por corrientes de Humboldt y orientación este de playas).

Estos patrones subrayan fuentes antrópicas locales: pesca artesanal (redes/fibras) y turismo estacional (empaques/espumas), mitigados por limpiezas comunitarias como "Mingas por el Mar" que reducen macroplásticos visibles. Ecológicamente, riesgos moderados incluyen bioacumulación en especies como calamares (prevalencia 12-93% en puertos manabitas) o tortugas marinas, propagando tóxicos en cadenas tróficas, aunque inferiores a sitios current-driven como Galápagos (52% ingestión en invertebrados). Socioeconómicamente, Puerto Cayo depende de pesca y turismo, donde residuos visibles afectan atractivo, pero intervenciones comunitarias ofrecen resiliencia.

Limitaciones incluyen densidades no normalizadas (e.g., por m² o kg sedimento) y ausencia de análisis polimérico (e.g., FTIR), que subestimarían fracciones finas o confirmarían fuentes. Futuras investigaciones deberían estandarizar protocolos NOAA/EPA, incorporar monitoreo temporal y evaluar ingestión en organismos locales. En resumen, aunque moderada gracias a factores naturales y comunitarios, la contaminación en Puerto Cayo resalta vulnerabilidad ante proyecciones nacionales de malgestión plástica (aumento a 123,440 toneladas para 2050). Esto insta a políticas integradas: prohibiciones de un solo uso, educación ambiental y colaboración público-comunitaria, alineadas con la Ley de Economía Circular, para preservar esta playa emblemática de Manabí en equilibrio con sus actividades económicas.

Estudio/Ubicación	Autores	Abundancia (Métrica Clave)	Formas Dominantes	Tamaño Promedio	Fuentes	Comparaciones con Puerto Cayo
Puerto Cayo (Este Estudio)	Datos muestreados por el investigador	30 partículas (arena)	Fragmentos (40%), Fibras (30%)	1.2 cm	Turismo /pesca	Base: Moderada, sedimentos

Tarqui (Manabí)	Patiño Mesías et al. (2024)	49 partículas (arena)	Película s (47%), Espuma s (22%)	3.7 mm	Turismo	Mayor abundancia; películas vs. fragmentos
Crucita (Manabí)	No específico o encontra do; posiblemen te Jones et al. o similar	0.58–1.09 ítems/kg (1-5 mm)	Polímer os PP/PE	1-5 mm	Fluvial/t errestre	Polímeros similares; mayor fracción fina
Playas Guayas	Salazar et al. (2022)	1.95 ítems/m ² (AMD)	Plástico s (91.8%)	9.7 cm	Aldeas/p esca	Mayor densidad; macro vs. meso
Ríos Vinces/Baba	Uyaguari & Mestanz a (2022)	5.55–8.17 ítems/g (MPs)	Fibras (65%)	0.15–2.52 mm	Aguas residual es	Mayor fibras; fluvial vs. costero
Nacional Ecuador	Gaibor et al. (2020)	1.31 ítems/m ² (AMD)	Plástico s (>60%)	No espec.	Visitant es/corrie ntes	Típico central; menor sur
Galápagos	Jones et al. (2021/20 22)	Hasta 448.8 partículas/m ²	Fragme ntos/fibr as (40%)	<5 mm	Corrient es	Mucho mayor; impulsado por corrientes vs. local

CONCLUSIÓN

La evaluación de la presencia, abundancia y caracterización de microplásticos y macroplásticos en la costa de la playa de Puerto Cayo, Manabí, Ecuador, evidencia una contaminación plástica moderada y manejable, caracterizada por 30 partículas

identificadas en muestras de arena, con un peso total de 0.15 g y tamaños promedio de 1.2 cm (predominantemente mesoplásticos). La ausencia de macroplásticos y en agua superficial, junto con el predominio de fragmentos (40%) y fibras (30%), resalta degradación secundaria de redes de pesca y empaques turísticos, fuentes típicas en esta comunidad pesquera artesanal con afluencia estacional.

Comparativamente, estos niveles son inferiores a playas urbanas como Tarqui (49 partículas, películas dominantes) o sitios fluviales como Vinces/Baba (hasta 8.17 ítems/g, fibras 65%), y típicos para costas centrales de Ecuador (1.31 ítems/m² nacional), por debajo de hotspots sureños (Guayas 1.95 ítems/m²) o Galápagos (hasta 448.8 partículas/m²). La variabilidad por muestreo y correlaciones moderadas sugieren influencias locales como bajamar y feriados turísticos, mitigadas por limpiezas comunitarias ("Mingas por el Mar") que reducen impactos visibles.

Ecológicamente, riesgos moderados incluyen bioacumulación en especies locales (e.g., calamares, tortugas), aunque inferiores a áreas current-driven. Socioeconómicamente, Puerto Cayo depende de pesca y turismo, donde residuos afectan atractivo pero intervenciones comunitarias ofrecen resiliencia. Ante proyecciones nacionales de malgestión plástica (aumento a 123,440 toneladas para 2050), este estudio subraya vulnerabilidad pero también oportunidades de prevención.

Se concluye que, aunque no crítica, la contaminación requiere acciones urgentes: implementación efectiva de la Ley de Economía Circular (2021), prohibiciones de un solo uso, monitoreo estandarizado con FTIR y campañas educativas. Esto preservará el equilibrio ecológico-socioeconómico de Puerto Cayo, contribuyendo a la sostenibilidad costera en Manabí y Ecuador.

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.

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>

Guerra de Garcías, A. (2011). Contaminación Ambiental y su incidencia en la zona bañista de las playas de la parroquia PUERTO CAYO [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/321/1/UNESUM-ECU-MEAM-2011-7.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>

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%20GINGER.pdf>

Pacheco, A. S. (2023). El impacto de plásticos (macro y microplásticos) en el ecosistema de playas del cantón general Villamil playas, provincia del Guayas, Ecuador. En *Contaminación marina en América Latina* (capítulo 5). Editorial Académica.

Pardo León, K. S. (2024). Comparación de la contaminación por micro y macroplástico en las playas Monteverde, Cadeate y Montañita en la provincia de Santa Elena [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstreams/ee210938-5ab1-4c7e-9ad6-583223aece64/download>

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>

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), Article e23440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23440>

Villamar Lucas, J. E. (2022). Análisis de la presencia de microplástico en diferentes organismos marinos del Ecuador 2018-2021 [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstreams/45163b33-e024-4e44-abe9-2ef91f901359/download>

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%20BRIGGI TTE.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., Vezzone, 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.