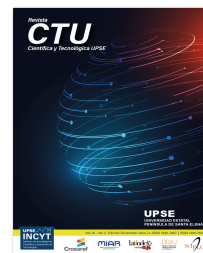


Artículo de investigación

Evaluación de microplásticos presentes en agua y arena en playas de Pacoche y de Tarqui

Evaluation of microplastics present in water and sand on the beaches of Pacoche and Tarqui



María Gabriela Patiño Mesías¹
Yenifer Quintana Cagua¹
María Fernanda Pincay Cantos¹
José Manuel Calderón Pincay¹

✉ <https://orcid.org/0009-0009-9582-9818>
✉ <https://orcid.org/0009-0004-5985-6708>
✉ <https://orcid.org/0000-0001-8431-4418>
✉ <https://orcid.org/0000-0002-3315-997X>

¹Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ESPAM MFL | Calceta, Manabí - Ecuador | CP 1701518

✉ maria.patino@espam.edu.ec

<http://doi.org/10.26423/rctu.v11i2.808>
Páginas: 68- 78

Resumen

El crecimiento exponencial de la población mundial ha llevado a una producción excesiva de plásticos, afectando gravemente a los ecosistemas terrestres y acuáticos, y convirtiéndose en un problema ambiental significativo. El objetivo de esta investigación fue evaluar la presencia de microplásticos en el agua y la arena del Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche (RVSMCP) y en la playa de Tarqui. Se georreferenció el área para su delimitación y se llevó a cabo la recolección de muestras de arena y agua, cuantificando los microplásticos según tamaño, tipo y color. Además, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas en la cantidad, tipo y tamaño de los microplásticos. En Pacoche no se detectó microplásticos en la arena; sin embargo, en el agua se encontraron 8 fibras de 0.01 milímetros. En la playa de Tarqui se hallaron 49 partículas de microplástico, predominando los films. La ausencia de macroplásticos en Tarqui sugiere que las fuerzas coligadas dispersan los plásticos, mientras que las 8 fibras encontradas en el RVSMCP se deben a los residuos de la pesca artesanal permitida en la zona.

Palabras clave: contaminación marina, reservas, playa, microplástico, ANOVA.

Abstract

The exponential growth of the world's population has led to an excessive production of plastics, seriously affecting terrestrial and aquatic ecosystems and becoming a significant environmental problem. The objective of this research was to evaluate the presence of microplastics in the water and sand of the Pacoche Coastal Marine Wildlife Refuge (RVSMCP) and the Tarqui beach. The area was georeferenced for delimitation and sand and water samples were collected, quantifying microplastics according to size, type and color. In addition, an analysis of variance (ANOVA) was performed to identify significant differences in the quantity, type and size of microplastics. In Pacoche, no microplastics were detected in the sand; however, 8 fibers of 0.01 millimeters were found in the water. At Tarqui beach, 49 microplastic particles were found, predominantly films. The absence of macroplastics in Tarqui suggests that colligative forces disperse the plastics, while the 8 fibers found in the RVSMCP are due to residues from artisanal fishing allowed in the area.

Keywords: marine pollution, reserves, beach, microplastic, ANOVA.

Recepción: 06/07/2024 | Aprobación: 04/12/2024 | Publicación: 26/12/2024

1. Introducción

La producción de plástico ha aumentado exponencialmente desde la década de 1950, lo que ha dado lugar a la producción de aproximadamente 359 millones de toneladas de plástico virgen por año [1]. El aumento del uso de materiales plásticos en la vida cotidiana ha provocado involuntariamente la aparición de un contaminante que plantea una grave preocupación para nuestro medio ambiente [2]. Se han descubierto microplásticos en todos los rincones del mundo, incluido la Antártida [3]. En el ámbito científico, es común observar que estos materiales experimentan una erosión tanto física como química, lo que conduce a su descomposición en partículas de tamaño reducido, conocidas como microplásticos, cuyas dimensiones suelen ser inferiores a <5 mm [4, 5, 2]. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente define los microplásticos como materiales en fase sólida, de menos de 5 mm de tamaño, insolubles en agua, no degradables y hechos de plástico [5]. Se dividen en microplásticos primarios y secundarios según la forma de desarrollo. Mientras que los microplásticos secundarios se producen cuando los plásticos grandes se descomponen en pequeños detritos, los microplásticos primarios son plásticos diseñados para tener un tamaño microscópico [4].

Los microplásticos tienen el potencial no solo de ser un contaminante tóxico, sino también de transportar otros contaminantes preocupantes a través del medio ambiente, como aditivos químicos, compuestos orgánicos persistentes, metales pesados, patógenos, bacterias y componentes de plaguicidas y herbicidas; se ha descubierto que los microplásticos afectan negativamente las tasas de ingestión y la capacidad de alimentación en la vida marina [6, 7]. Además, se ha demostrado que los microplásticos contaminados con fluoranteno transfieren el contaminante del microplástico a un organismo huésped, aumentando el riesgo de toxicidad en la fauna marina [8]. La contaminación por microplásticos se ha documentado en entornos terrestres, acuáticos y atmosféricos [9]. La problemática de la contaminación por plásticos en los ecosistemas de agua dulce y salina ha alcanzado una relevancia global sin precedentes en los ecosistemas de agua dulce y salina [10, 11]. Los ríos juegan un papel fundamental como conductos principales para el transporte de plásticos hacia los océanos, con estimaciones que sugieren que anualmente se desplazan billones de piezas de este material polimérico, que pesan más de un cuarto de millón de toneladas, lo que representa el 80 % de la contaminación marina [12, 13].

El entorno marino ha sido alertado por contaminación debido a la fragmentación y persistencia de los residuos no biodegradables que pueden ser transportados a las playas por medio de la marea, transporte terrestre e incluso abandonados in situ por turistas que visitan las playas lo que se considera como la “modificación más generalizada y de mayor permanencia en la superficie del planeta [14, 15]. Los organismos pequeños, incluidos los del entorno de la playa, son clave en las redes alimentarias marinas; por lo tanto, las toxinas podrían biomagnificarse. Se ha demostrado que la ingestión de microplásticos afecta el comportamiento, la aptitud y la abundancia de los organismos [16, 17] encontraron que la ingestión de microplásticos y los contaminantes orgánicos persistentes asociados afectaron el comportamiento y redujeron la supervivencia de los saltamontes, un crustáceo que habita sedimentos en playas

bañadas por las olas y una importante fuente de alimento para las aves playeras. Los microplásticos pueden tener efectos negativos sobre el fitoplancton, el zooplancton, los peces y los grandes organismos marinos [18, 19], ya sea a nivel molecular (por ejemplo, expresión genética y producción de especies reactivas de oxígeno) [20], celular (por ejemplo, apoptosis, estabilidad de la membrana) [21] o poblacional (por ejemplo, reproducción, desarrollo, actividad alimentaria) [22].

Se ha estimado que entre 19 y 23 m de residuos plásticos generados globalmente en 2016 ingresaron a los ecosistemas acuáticos [23]. Aunque los desechos sólidos mal gestionados en las comunidades costeras son una fuente importante de desechos plásticos marinos [24], los patrones de las corrientes oceánicas, la dirección del viento y la frecuencia de uso de la playa son factores que afectan la distribución de piezas de plástico de los océanos de regreso a las costas [25]. Se han encontrado microplásticos en playas de todo el mundo donde quiera que se hayan estudiado, por ejemplo, en playas continentales de Eslovenia [26], Brasil [27]. Las concentraciones de microplásticos pueden variar ampliamente en los ecosistemas marinos dependiendo de factores ambientales y biológicos, y su medición está influenciada por la metodología utilizada para recolectar y analizar los polímeros y su tamaño objetivo [28]. Las partículas microplásticas se pueden encontrar en concentraciones de miles de partículas por m³ en algunas áreas marinas costeras [29] y se predice que se duplicarán, a pesar de las prohibiciones recientes, para 2030 [30].

Ecuador consta de cinco provincias que cuentan con una extensa franja costera llamada “Ruta del Sol” o “Ruta del Spondylus” la cual se ha visto afectada por la contaminación de residuos sólidos, ya que, el 64 % de los desechos en estas zonas corresponden a plásticos [[15]] [[31]].

Las poblaciones costeras más cercanas a la zona de influencia del estudio se sitúan a 10 kilómetros al norte, en Santa Marianita, y a 17 kilómetros al sur, en Puerto Cayo [32, 31]. Esta disposición en forma lineal y concentrada se debe a la presencia de recursos disponibles en la zona donde se superponen los límites del ecosistema de bosque seco de los cerros y el ecosistema marino de Pacoche [33]. La parroquia de Tarqui destaca como un destino turístico, ya que forma parte de uno de los puertos pesqueros más grandes de la provincia; sin embargo, desde hace tiempo enfrenta una significativa contaminación en sus costas, principalmente debido a los residuos plásticos en el mar [34].

En este contexto las playas de Pacoche y de Tarqui, se han visto afectadas notablemente producto del crecimiento poblacional, lo que genera consigo un aumento en la utilización de plástico [35]. Es fundamental realizar un seguimiento continuo de los microplásticos en las reservas marinas y playas turísticas para comprender sus impactos ecológicos, ambientales y sociales. Esta vigilancia temporal y espacial proporciona la información necesaria para desarrollar estrategias efectivas de mitigación. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la presencia de microplásticos en el agua y la arena del Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche y en la playa turística de Tarqui, en la provincia de Manabí. La investigación busca determinar el nivel actual de contaminación por plásticos y así informar adecuadamente sobre la situación actual.

2. Materiales y Métodos

Ubicación

La investigación se desarrolló en el Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche ($1^{\circ}02'21.96''$ de latitud

y $80^{\circ}52'26''0$ de longitud), ubicado entre los cantones de Montecristi y Manta y en la playa de Tarqui ($0^{\circ}56'59.25''$ de latitud y $80^{\circ}42'33.14''$ de longitud) de este último cantón, provincia de Manabí, Ecuador (Figura 1). La investigación fue de tipo exploratoria descriptiva con enfoque cuali-cuantitativo.

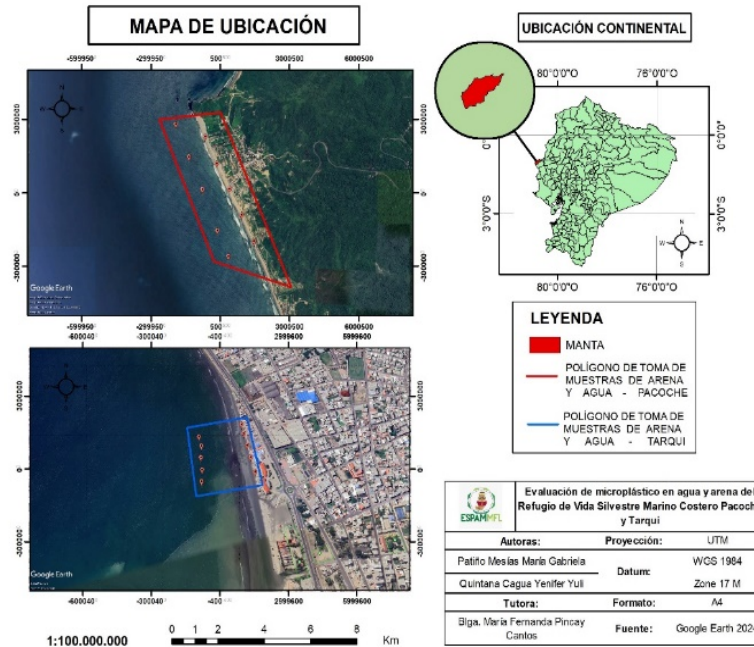


Figura 1. Ubicación Geográfica del RVSMCP y Tarqui.

Toma de muestras de arena

El estudio se llevó a cabo en la zona de pesca y turismo a lo largo de la línea pleamar Gómez y Vélez (2023) [36], en las playas de San Lorenzo y de Tarqui, donde se consideraron 10 transectos (5 en el RVSMCP y 5 en Tarqui) de muestreo de 0,5 metros por 0,5 metros, con una separación de 200 metros [37]. Para garantizar la ubicación precisa, los transectos fueron georreferenciados mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en conjunto con la aplicación Handy GPS.

Se recogió 1 libra de arena a una profundidad de 10 cm, posteriormente las muestras fueron colocadas en fundas Ziploc de 26,8 cm x 24,4 cm y etiquetadas con el número de transecto, procurando minimizar la presencia de agua y aire según las pautas de Horton *et al.* (2017) [38] y Gonzales (2019) [39].

Toma de muestras de agua superficial marina

El proceso de recolección se llevó a cabo tomando de referencia los planteamientos de Kovac *et al.* (2016) [40] y Gómez y Vélez (2023) para la colecta de microplástico en la superficie del mar [36]. Se tomaron 5 muestras cada 200 metros en la playa de San Lorenzo y se repitió el mismo proceso en Tarqui en cada transecto de recolección, utilizando una red planctónica que fue sumergida y arrastrada a 20 cm de profundidad mientras la embarcación se desplazaba a una velocidad constante.

Posteriormente se quitó el copo de la red y se colocó 1 litro

de muestra en frascos de vidrio del mismo volumen, los cuales fueron previamente esterilizados; consecuentemente, se etiquetaron las muestras con el número de transecto y coordenadas UTM, siendo almacenadas en un cooler para su traslado al laboratorio.

Extracción de microplásticos en muestras de arena y agua superficial marina

Para la extracción de microplásticos en la arena, se secaron las muestras por dos días a temperatura ambiente y se siguió la metodología de Urban *et al.* (2020) [41], en donde se sometieron a un primer tamizado con aberturas de 5 mm para eliminar partículas no deseadas, luego para separar las partículas de microplástico de la arena, se tomaron submuestras y se colocaron en vasos de vidrio con volumen 100 ml, a los cuales les fueron agregados 80 ml de solución saturada de NaCl; dichas soluciones se agitaron magnéticamente durante 5 minutos, consecuentemente acorde a Benavente (2021) [42] se dejaron en reposo por 30 minutos. Con el propósito de recolectar las partículas de microplástico de interés y siguiendo la metodología, finalmente se dispusieron las submuestras de arena en 4 tamices de acero inoxidable de 5 mm, 4 mm, 3 mm y 2 mm de tamaño de porosidad.

En cuanto a la detección de microplásticos en las muestras de agua superficial, se empleó el procedimiento de filtración al vacío de Besley *et al.* (2017) [43]. Las muestras fueron filtradas a través de papel filtro de microporo 102 y una vez estuvieron secas, fueron inspeccionadas

mediante el estereomicroscopio. Seguidamente las partículas se colocaron en placas Petri para su identificación y cuantificación de acuerdo a la Guía de Identificación de Microplásticos del Marine and Environmental Research Institute (2019) [44].

Análisis estadístico

Se realizó un ANOVA [45] para comprobar la significancia entre la relación del tipo, tamaño y cantidad de MPs encontrados en Tarqui, ya que, en la playa de Pacoche no se identificaron microplásticos.

3. Resultados y Discusión

Recolección de microplásticos en arena y agua superficial marina mediante georreferenciación

En ambos lugares se establecieron transectos que abarcaron zonas de agua y arena en áreas comerciales y turísticas. Concordando con la elección de los puntos de muestreo Chaverri (2017) señala que, la selección de los mismos es importante porque ayuda a identificar las condiciones

ambientales y actividades humanas que influyen de manera directa e indirecta en un estudio [46]. Asimismo, Aranda et al. (2022) menciona que, si un estudio se desarrolla en zonas costeras, escoger áreas pesqueras, turísticas y de poca intervención humana permite obtener una visión más representativa de las distintas influencias sobre el medio ambiente costero [47].

Tipos y tamaños de microplásticos en muestras de agua y arena

En el RVSMCP no se encontraron MPs en ninguno de los transectos evaluados (Tabla 1); dicha característica se considera peculiar, teniendo en cuenta que en el área de estudio se realizan actividades de pesca artesanal y se observa a lo largo de la playa presencia de turistas, sin embargo; existen condicionantes que tributan a la conservación de la reserva, estas incluyen monitoreos constantes, realizados por los guarda parques de la reserva, que se llevan a cabo tanto en el agua como en la arena y normas dirigidas hacia los turistas, mismas que son cruciales para minimizar la contaminación que altera la biodiversidad marina y terrestre del lugar.

Tabla 1: Tamaño y tipos de microplásticos por transecto muestreado en arena del RVSMCP y Tarqui.

MPs por transecto	RVSMCP					TARQUI					
	Tipo	Tamaño				Total	Tamaño				Total
		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	
Fragmentos	0	0	0	0	0	1	4	3	2	10	
Fibras	0	0	0	0	0	4	0	1	0	5	
Espumas	0	0	0	0	0	5	4	1	4	14	
Films	0	0	0	0	0	3	5	7	5	20	
Total	0	0	0	0	0	13	13	12	11	49	

Los turistas de esta área están limitados en cuanto a las actividades que pueden llevar a cabo, esto con la finalidad de disminuir la contaminación por plásticos [48]. Es crucial destacar que Pacoche ha sido designado como zona protegida desde 2008 [33], lo que implica la implementación de medidas para regular las actividades humanas permitidas. En un estudio reciente, Guzmán (2019) resalta la importancia del ecoturismo como un indicador clave para mitigar los impactos negativos tanto en la zona como en la comunidad que rodea el refugio [49].

Además, otros factores, como la conciencia ambiental, también contribuyen a la ausencia de microplásticos en la reserva, lo que representa un beneficio directo para la conservación [49]. Esto se traduce en una reducción de la disposición final de plásticos en las playas, lo que a su vez previene la amenaza invisible de los microplásticos en este lugar de estudio[50].

Otro aspecto relevante es que el Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche (RVSMCP) alberga la mayor concentración de nidos de tortugas golfinas en el

territorio ecuatoriano continental [51]. Esta característica conlleva la realización de monitoreos en las playas para proteger los nidos, lo que también contribuye a reducir la contaminación por desechos sólidos, que pueden convertirse en microplásticos debido a su fragmentación.

En Tarqui, un popular balneario de la ciudad de Manta, se encontraron 49 microplásticos (MPs) (Tabla 1) de diversos tipos, colores y tamaños (Tabla 2); los films fueron los MPs que se encontraron en mayor porcentaje en las proporciones de 2 mm, 3 mm y 4 mm con una presencia de 54%, 67% y 36% respectivamente; mientras que las espumas fueron los microplásticos de 1 mm más abundantes (Figura 2), encontrándose en el total de los transectos con una tendencia de 38%; estas partículas encontradas se derivan de plásticos de un solo uso, como bolsas y recipientes de poliestireno, de ahí su fundamentación con los colores identificados de los MPs evaluados. La zona de muestreo, frecuentada por turistas locales y extranjeros, alberga varias actividades comerciales, como la pesca para la venta de productos marinos y la venta de alimentos, entre otras. Esto evidenció la contaminación por plásticos en el área.

Tabla 2: Cuantificación de partículas de microplásticos identificados por color en arena de la playa de Tarqui.

Tamaño	Unidad de MPs por transectos de arena	Fracción por color	Tipo
1 mm	2	15 % azul	8 % fragmentos
	3	23 % amarillo	31 % fibras
	3	23 % verde	38 % espumas
	5	38 % blanco	23 % films
2 mm	2	15 % amarillo	
	2	15 % rosado	15 % fragmentos
	3	23 % blanco	31 % espumas
	3	23 % azul	54 % films
	3	23 % café	
3 mm	2	17 % azul	17 % fragmentos
	2	17 % blanco	8 % fibras
	3	17 % transparente	8 % espumas
	3	42 % amarillo	64 % films
	3	8 % naranja	
4 mm	3	27 % azul	27 % fragmentos
	1	9 % transparente	36 % espumas
	3	27 % amarillo	36 % films
	4	6 % blanco	

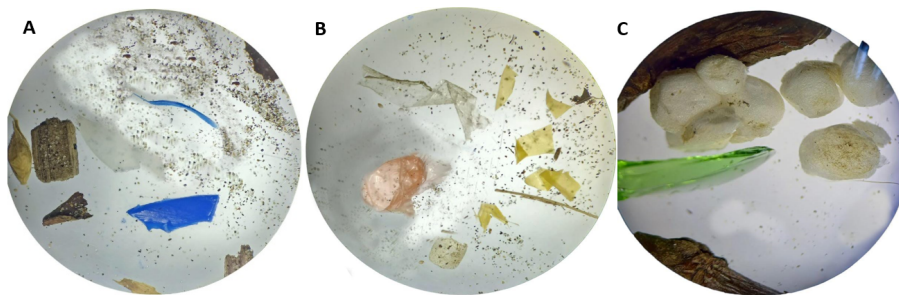


Figura 2. Tipos de microplásticos encontrados en arena. (A) Fragmentos, (B) Films, (C) Espuma.

En un estudio realizado por Torres et al. (2021) [52] en la zona de Playita Mía, en Tarquí, se encontró la presencia de MPs en el tracto digestivo de peces pelágicos. Estos MPs incluían materiales como hilos de pescar, bolsas, envoltorios de cebo, botellas y contenedores plásticos utilizados por los pescadores en sus actividades. La acción de la luz solar convierte estos materiales en partículas más pequeñas, especialmente en rangos menores a 5 mm, que se consideran MPs; esto se relaciona con lo encontrado en las muestras de la playa de Tarquí, teniendo en cuenta que la mala disposición de los plásticos en la arena, en conjunto con los materiales olvidados producto de la pesca, hacen que por acción de las mareas estos elementos sean arrastrados hacia el mar, los que a su vez por acción de las condiciones y el tiempo se fragmentan, siendo ingeridos por los peces como alimento.

Henostroza y Purca (2017) indican que el factor principal de la contaminación por MPs radica en las actividades cotidianas, donde la mayor cantidad de los productos utilizados diariamente están creados a bases de polímeros sintéticos [53]. Por ello, pese a que el plástico es perjudicial para el medio por la incapacidad de degradarse fácilmente, su bajo costo de producción y practicidad son una de las causas que han permitido la generación y el consumo excesivo en todo el mundo [54] Una investigación presentada por Mendoza et al. (2022) muestra que, en la actualidad se

producen 430 millones de toneladas de elementos plásticos que son ampliamente usados para la elaboración de ropa, calzado y materiales de embalaje que son usados para transportar alimentos, bebidas y otros bienes [55].

A pesar de que el turismo y la pesca son importantes fuentes de ingresos, también son causas de contaminación [56]. Sin embargo, restringirlas tendría un impacto negativo en la economía local. El turismo, en particular, es la tercera fuente de ingresos no petroleros en Ecuador, y afectarla podría perturbar gravemente la economía de la región, especialmente teniendo en cuenta que la mayoría de los habitantes dependen del comercio pesquero y artesanal [57].

Respecto a los resultados en muestras de agua, se aprecia en las Tablas 3 y 4 que en el RVSMCP destaca la presencia de fibras de 0,01 mm; se identificaron de 2 tonos, 6 de color negra y 2 rojas (Figura 3), esto se fundamenta por la pesca artesanal, la cual es permitida en el lugar, considerada como una práctica sostenible, cuyos métodos de pesca (redes de enmalle, líneas de mano, trampas y nasas) tienen un menor impacto con el ambiente [58]. Sin embargo, investigaciones revelan que más de 290 toneladas de residuos plásticos en el mar son provenientes de la pesca artesanal, estos residuos quedan en los océanos debido al abandono, pérdida o descarte de redes de enmalle y espineles que son usados para realizar dichas actividades [59].

Tabla 3: Tipos de microplásticos por transecto muestreado en agua del RVSMCP y Tarqui

Área	Tipo	MPs por transecto en agua superficial marina					Total
		Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4	Transecto 5	
RVSMCP	Fibra	3	1	1	2	1	8
Tarqui		0	0	0	0	0	0

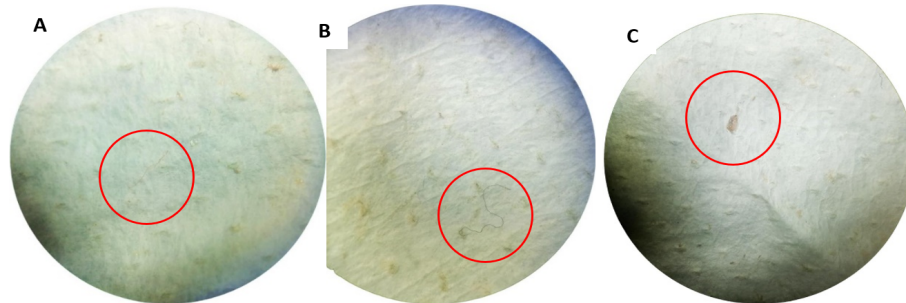


Figura 3. Tipos de microplásticos encontrados en arena. (A) Fragmentos, (B) Films, (C) Espuma.

En Tarqui los resultados cambian, como se observa en la Tabla 3, la cantidad de los MPs es nula, debido a que los plásticos encontrados superan los 5 mm, dicha característica hace que no se clasifiquen como MPs, sino como macroplásticos. Estudios revelan que la ausencia de MPs en las aguas de Tarqui se atribuye a la limpieza enfocada en plásticos de mayor tamaño o las condiciones ambientales que evitan la fragmentación rápida [54]. Cantera y Franco (2022) [60] sostienen que otras de las causas asociadas a la ausencia de MPs en las aguas superficiales marinas, es la

dinámica de las fuerzas, coligadas al ajuste océano-atmósfera lo que permite que las corrientes marinas arrastren los plásticos, incluidos los de menor tamaño, llevándolos hacia otros destinos. Acosta et al (2022) [61] en una investigación sobre especies marinas, demuestra que el 59 % de peces en México presentaron MPs en sus estómagos, lo que afecta a sus funciones reproductivas, particularmente durante la gestación o en estadios tempranos del desarrollo de dichas especies.

Tabla 4: Cuantificación de partículas de microplásticos identificados por color en el agua de la playa del RVSMCP

RVSMCP			
Transecto	Unidad por transecto de agua	Fración por color	Tipo
1	3	67 % fibra negra	Fibra
		33 % fibra negra	
		envuelta con film	
2	1	100 % fibra negra	
3	1	100 % fibra roja	
4	2	100 % fibra negra	
5	1	100 % fibra negra	

En aspectos generales, el color de los MPs influye en el zooplancton presente en el agua, haciendo que los peces y demás organismos los consuman, formando parte de la cadena trófica. Godoy et al. (2021) menciona que, la ingesta de microplásticos en peces, se genera por la mezcla de estas partículas con sedimentos, lo que favorece que los peces las engullan con mayor facilidad durante su alimentación. En el mismo estudio se destacan a las fibras con un 86 % como el tipo de MPs con mayor presencia en los peces estudiados, este tipo de microplástico es considerado como la principal partícula que se encuentra en los cuerpos de aguas naturales, mismos que suelen desembocar en las playas [39].

Considerando que en el RVSMCP no se encontraron MPs en los transectos muestreados de arena y que en las muestras de agua se evidenció un solo tipo de MPs en el mismo lugar, se realizó un ANOVA para los resultados de Tarqui, en donde la proyección instaba en realizar una comparación estadística para comprobar la influencia del tamaño, color o tipo de MPs sobre la cantidad encontrada.

En la Tabla 5 se observa que el p-valor para ambos fue de 0,0815 y 0,9276 siendo >0,05, lo que indica que no existe diferencia significativa respecto al tipo, tamaño y color en la cantidad de microplásticos encontrada en el sitio de muestreo de la playa de Tarqui.

Tabla 5: Análisis de Varianza (DBCA) para resultados de MPs por transecto de arena en Tarqui.

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.79	6	0.80	1.63	0.2451
Tipos	4.57	3	1.52	3.11	0.0815
Tamaño	0.22	3	0.07	0.15	0.9276
Error	4.42	9	0.49		
Total	9.21	15			

Barraza *et al.* (2021) en el estudio sobre microplásticos en la costa de El Salvador, hallaron diferencia significativa en la cantidad de MPs recolectada, los autores asocian el tamaño de los poros de las redes de muestreo como uno de los elementos más importantes para explicar la diferencia significativa; en esa investigación el tamaño usado fue de 40 μm [62], mientras que en esta investigación para recolectar las muestras en la arena no se usaron redes, sin embargo, en el proceso de tamizado incidió dicho elemento, ya que, el tamaño usado osciló entre los 4 mm a 1 mm, por ende a menor tamaño más capacidad de recolección.

Por otro lado, Browne *et al.* (2010) mencionan que la abundancia de microplásticos en una playa en donde exista un vertido de agua residual doméstica gris, se ve influenciada por factores como los periodos de tiempo, eso relacionado con la diferencia significativa respecto a la cantidad de microplásticos, se debe a que esta tiende a aumentar durante los meses de invierno, porque se realizan más lavados de ropa, ya que, una sola prenda arroja 1900 piezas de fibra de polímero por lavado [63], así mismo, la presencia mayoritaria de turistas en las playas en fechas de feriados aumenta la probabilidad de la incidencia de desechos plásticos en estos lugares, incrementando la fragmentación de los mismos hasta volverse MPs.

4. Conclusiones

La selección de lugares de muestreo en una reserva marina y una playa turística proporciona una visión integral de las distintas actividades que se desarrollan en estos sitios. Se consideraron factores clave como la pesca artesanal, el comercio pesquero y el sector turístico como influencias importantes en los transectos elegidos para el muestreo. Las áreas seleccionadas fueron apropiadas para esta investigación, ya que incluían zonas destinadas al turismo, la pesca artesanal y la conservación, lo que facilitó la implementación de los transectos y la recolección de muestras en arena y agua.

En el Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche, no se detectaron microplásticos en las muestras de arena. En contraste, en la playa de Tarqui se encontraron microplásticos en las siguientes cantidades, de mayor a menor: films (20), espumas (14), fragmentos (10) y fibras (5). Esta diferencia se debe a que Tarqui es una zona turística y comercial sin las medidas de conservación y cuidado presentes en el Refugio. La presencia de films, espumas, fragmentos y fibras en Tarqui se atribuye al impacto del comercio y el turismo en la región.

En las muestras de agua de Tarqui no se evidencian macroplásticos, por lo que la incidencia de las fuerzas coligadas a la relación tiempo atmosférico y mareas inciden en el arrastre de los plásticos de mayor y menor tamaño

a otros sitios, así mismo en las muestras del RVSMCP se evidencian 8 fibras, la presencia de dicho valor se relaciona a la pesca artesanal permitida en el lugar y los residuos que la actividad genera.

El análisis de los datos sobre microplásticos en Tarqui mediante ANOVA indica que no existe diferencia significativa puesto que el p-valor de los tipos y tamaños de microplásticos son de 0.0815 y 0.9276 siendo $>0,05$, eso sugiere que las variables no influyen en la cantidad encontrada. Sin embargo, otros factores como el período de tiempo, especialmente en épocas de feriados, y el tamaño de los poros en los artículos de recolección de muestras, particularmente en las marinas, sí influyen en la cantidad de MPs encontrados.

Financiamiento:

El desarrollo y escrito de este artículo no tiene ninguna fuente de financiamiento ya sea interna o externa.

Conflicto de intereses:

Las autoras de este artículo declaran no tener conflictos de intereses

Contribución de autor/es:

Las autoras confirman igual participación para la investigación siguiendo la descripción de la Carta CRediT.

Agradecimiento:

Las autoras manifiestan agradecimiento a la Ing. Iliana Solórzano Solórzano, Administradora del Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Blgo. Ronald Pincay Choez, Capitán Cristhian Rivera Calderón, Guardaparques Gustavo Taffur Alvarez y Ángel López Reyes, por la apertura, guía y acompañamiento prestado para el desarrollo de la investigación.

5. Referencias

1. LETCHER T. Plastic Waste and Recycling. *Revista Academic Press* [online]. 2020, págs. 13-358. Disponible en: <https://shop.elsevier.com/books/plastic-waste-and-recycling/letcher/978-0-12-817880-5>.
2. STAPLETON M, HAI F. Microplastics as an emerging contaminant of concern to our environment: a brief overview of the sources and implications. *Revista Bioengineered* [online]. 2023, vol. 14, n.º 1. Disponible en: 10.1080/21655979.2023.2244754.

3. GURUMOORTHY K, ALVARINHO L. Recent trends on microplastics abundance and risk assessment in coastal Antarctica: Regional meta-analysis. *Environmental Pollution* [online]. 2023, vol. 124, págs. 1-50. Disponible en: [10.1016/j.envpol.2023.121385](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121385).
4. LI W, TSE H. Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of The Total Environment* [online]. 2016, vol. 566-567, págs. 333-349. Disponible en: [10.1016/j.scitotenv.2016.05.084](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084).
5. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Plastic in cosmetics. Are we polluting the environment through our personal care. [Online]. 2015. Disponible en: <https://www.unep.org/resources/report/plastic-cosmetics-are-we-polluting-environment-through-our-personal-care>.
6. M. COLE, P. LINDEQUE, E. FILEMAN, C. HALSBAND Y T. GALLOWAY. The Impact of Polystyrene Microplastics on Feeding, Function and Fecundity in the Marine Copepod *Calanus helgolandicus*. *Environmental Science Technology* [online]. 2016, vol. 49, n.º 2, págs. 1130-1137. Disponible en: [10.1021/es504525u](https://doi.org/10.1021/es504525u).
7. WRIGHT S, ROWE D, THOMPSON R, GALLOWAY T. Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Current Biology* [online]. 2016, vol. 23, R1031-R1033. Disponible en: [10.1016/j.cub.2013.10.068](https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.068).
8. STOLLBERG N, KRÖGER S, REININGHAUS M, FORBERGER J, WITT G, BRENNER M. Uptake and absorption of fluoranthene from spiked microplastics into the digestive gland tissues of blue mussels, *Mytilus edulis* L. *Chemosphere* [online]. 2021, vol. 279, pág. 130480. Disponible en: [10.1016/j.chemosphere.2021.130480](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130480).
9. ALIMI O, FARNER J, HERNANDEZ L, TUFENKJI N. Microplastics and Nanoplastics in Aquatic Environments: Aggregation, Deposition, and Enhanced Contaminant Transport. *Environmental Science Technology* [online]. 2018, vol. 52, págs. 1704-1724. Disponible en: [10.1021/acs.est.7b05559](https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05559).
10. VILLAMAR J. Análisis de la presencia de microplásticos en diferentes organismos marinos del Ecuador 2018-2021. *Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena*. [Online]. 2022. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8865>.
11. SULLIVAN E, COLE M, ATWOOD E, LINDEQUE P, CHIN P, MARTÍNEZ, V. In situ correlation between microplastic and suspended particulate matter concentrations in river-estuary systems support proxies for satellite-derived estimates of microplastic flux. *Elsevier* [online]. 2023, vol. 196, págs. 2-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115529>.
12. KYE H, KIM J, JU S, LEE J, LIM C, YOON Y. Microplastics in water systems: A review of their impacts on the environment and their potential hazards. *Heliyon* [online]. 2023, vol. 9, págs. 1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14359>.
13. ERIKSEN M, LEBRETON L, CARSON H, THIEL M, MOORE C, BORRERO J, GALGANI F, RYAN P, REISSER J. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS One* [online]. 2014, vol. 9, n.º 12, págs. 1-15. Disponible en: [10.1371/journal.pone.0111913](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913).
14. LÓPEZ J, POMAQUERO J, LÓPEZ J. Análisis de la contaminación ambiental por plásticos en la ciudad de Riobamba. *Redalyc* [online]. 2022, vol. 53, págs. 725-742. Disponible en: <https://doi.org/10.23857/pc.v5i12.2139>.
15. MONTILLA A, REYES A, AGÜERO E. Análisis de Deforestación en Ecosistemas Boscosos del Refugio de Vida Silvestre Pacoche, Manabí Manta, Ecuador. *SciELO* [online]. 2017, vol. 41, págs. 74-94. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142017000300005&script=sci_abstract.
16. GALLOWAY T; COLE M, LEWIS C. Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nature Ecology Evolution* [online]. 2017, vol. 1, págs. 110-116. Disponible en: [10.1038/s41559-017-0116](https://doi.org/10.1038/s41559-017-0116).
17. TOSETTO L, BROWN C, WILLIAMSON J. Microplastics on beaches: ingestion and behavioural consequences for beachhoppers. *Marine Biology* [online]. 2016, vol. 163, págs. 1-54. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00227-016-2973-0>.
18. ROCHMAN C, BROWNE M, UNDERWOOD A, FRANEKER J, THOMPSON R, AMARAL Z. The ecological impacts of marine debris: unraveling the demonstrated evidence from what is perceived. *Ecology Ecological Society Of America* [online]. 2016, vol. 97, págs. 302-312. Disponible en: [10.1890/14-2070.1](https://doi.org/10.1890/14-2070.1).

19. MA H, PU S, LIU S, BAI Y, MANDAL S, XING B. The ecological impacts of marine debris: unraveling the demonstrated evidence from what is perceived. *Microplastics in aquatic environments: Toxicity to trigger ecological consequences*. *Ecology Ecological Society Of America* [online]. 2020, vol. 261, págs. 34-65. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114089>.
20. HEINDLER F, ALAJMI F, HUERLIMANN R, ZENG C, NEWMAN S, VAMVOUNIS G, HERWERDEN L. Toxic effects of polyethylene terephthalate microparticles and Di(2-ethylhexyl) phthalate on the calanoid copepod, *Parvocalanus crassirostris*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* [online]. 2017, vol. 141, págs. 298-305. Disponible en: [10.1016/j.ecoenv.2017.03.029](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.03.029).
21. VON M, PATRICIA B, ANGELA K. Uptake and Effects of Microplastics on Cells and Tissue of the Blue Mussel *Mytilus edulis* L. after an Experimental Exposure. *Environmental Science and Technology* [online]. 2012, vol. 46, 11327-11335. Disponible en: [10.1021/es302332w](https://doi.org/10.1021/es302332w).
22. VINCENT M, LEILA C, ERWAN P, ANNE P, GILLES V. Long-term aquaria study suggests species-specific responses of two cold-water corals to macro-and microplastics exposure. *Environmental Pollution* [online]. 2019, vol. 253, págs. 322-329. Disponible en: [10.1016/j.envpol.2019.07.024](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.07.024).
23. STEPHANIE B, JEREMY R, LAVENDER L, COLE M, LAURENT L. El crecimiento previsto de los residuos plásticos supera los esfuerzos por mitigar la contaminación plástica. *Science* [online]. 2020, vol. 369, págs. 1515-1518. Disponible en: [10.1126/ciencia.aba3656](https://doi.org/10.1126/ciencia.aba3656).
24. JENNA J, ROLAND G, CHRIS W, THEODORE S, MIRIAM P, ANTHONY A, RAMANI N, KARA L. Contaminación marina. Residuos plásticos que llegan desde la tierra al océano. *Science* [online]. 2015, vol. 347, págs. 768-771. Disponible en: [10.1126/ciencia.1260352](https://doi.org/10.1126/ciencia.1260352).
25. STEPHANIE B, JEREMY R, KARA L, COLE M, LAURENT L. Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Elsevier* [online]. 2020, vol. 369, págs. 1515-1518. Disponible en: [10.1126/ciencia.aba3656](https://doi.org/10.1126/ciencia.aba3656).
26. BETTY L, RITA F, MIGUEL A, LISA B, MARÍA P, ANDREJA P, MATEJA G, TIM D. Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia. *Marine Pollution Bulletin* [online]. 2014, vol. 89, págs. 356-366. Disponible en: [10.1016/j.marpolbul.2014.09.036](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.036).
27. GOMES D, BAPTISTA J. Microplastic pollution of the beaches of Guanabara Bay, Southeast Brazil. *Ocean Coastal Management* [online]. 2016, vol. 128, págs. 10-17. Disponible en: [10.1016/j.ocecoaman.2016.04.009](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.04.009).
28. NGOC P, AURORE Z, POIRIER L, ABDERRAHMANE K, AMÉLIE C, CATHERINE M, FABIENNE L. Is there any consistency between the microplastics found in the field and those used in laboratory experiments. *Environmental Pollution* [online]. 2016, vol. 211, págs. 111-123. Disponible en: [10.1016/j.envpol.2015.12.035](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.12.035).
29. AUTA H, EMENIKE, C, FAUZIAH S. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International* [online]. 2017, vol. 102, págs. 165-176. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>.
30. ATSUHIKO I, SHINSUKE I, KEIICHI U, TADASHI T. Abundancia de microplásticos no conservativos en las capas superiores del océano entre 1957 y 2066. *Nature Communications* [online]. 2019, vol. 10, págs. 1-13. Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73_2/PDF/Ciencia_73-2.pdf.
31. MOSCOSO, L. Caracterización de la basura marina en las costas continental e insular del Ecuador. *Universidad Estatal Península de Santa Elena* [online]. 2021. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6586>.
32. MARTÍNEZ, V; GUERRERO, S; MORA, G; MORENO, M; ORMEÑO, C. La problemática de los micro y nanoplasticos en las costas americanas del Océano Pacífico. *Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología* [online]. 2023, vol. 30, n.º 2-34.
33. MINISTERIO DE AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA [MAATE]. Refugio de Vida Silvestre Pacoche. [Online]. 2024, n.º 1-23. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/refugio-de-vida-silvestre-pacoche/>.
34. MENDOZA M, MENDOZA K. Presencia de microplásticos en peces pelágicos de mayor comercialización, en el mercado de "Playita Mia" de la ciudad de Manta. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López* [online]. 2020. Disponible en:

- <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1327/1/TTMA08D.pdf>.
35. MORENO G. Percepción de los servicios ambientales de provisión en la reserva natural Pacoche. *Telos* [online]. 2023, vol. 23, págs. 267-285. Disponible en: www.doi.org/10.36390/telos232.05.
 36. GÓMEZ, S Y VÉLEZ, S. Presencia de microplásticos en la playa de San Jacinto de la Provincia de Manabí - Ecuador. [Online]. 2020. Disponible en: https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/2081/1/TIC_IA35D.pdf.
 37. OLAYA, M. Evaluación de la distribución de macrolásticos y microplásticos mediante sistema de monitoreo en la playa Cauchiche ubicada en la Isla Puná. *Universidad Agraria del Ecuador* [online]. 2020. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/OLAYA%20NARANJO%20MELANNY%20GINGER.pdf>.
 38. HORTON AL; SVENDSEN C; WILLIAMS R; SPURGEON D. Large microplastic particles in sediments of tributaries of the River Thames, UK – Abundance, sources and methods for effective quantification. *Marine Pollution Bulletin* [online]. 2017, vol. 114, págs. 218-226. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.004>.
 39. GONZALES A. Estudio de la ocurrencia de microplástico en los sedimentos de la Isla Santay. *Universidad Agraria del Ecuador* [online]. 2019. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GONZALEZ%20ALCIVAR%20ADRIANA%20ROSAURA.pdf>.
 40. KOVAČ, M; PALATINUS, A; KOREN, Š; PETERLIN, M; HORVAT, P; KRŽAN, A. Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments* [online]. 2016, vol. 15, págs. 123-201. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.3791/55161>.
 41. URBAN, B; ZALEWSKI, M; JAKUBOWSKA, A; WODZINOWSKI, T; MALINGA, M; PALYS, B; DĄBROWSKA, A. Microplastics on sandy beaches of the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* [online]. 2020, vol. 115, págs. 1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111170>.
 42. BENAVENTE, V. Determinación de la presencia de microplásticos en nueve playas de Camaná - Arequipa - Perú y Programa de Sensibilización. *Universidad Católica de Santa María* [online]. 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10594>.
 43. BESLEY, A; VIJVER, M; BEHRENS, P; BOSKER, T. A. standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. *El Sevier* [online]. 2021, vol. 114, págs. 77-83. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.055>.
 44. BESLEY, A; VIJVER, M; BEHRENS, P; BOSKER, T. A. standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. *El Sevier* [online]. 2017, vol. 114, págs. 77-83. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.055>.
 45. VARGAS, A; VALERIO, E; SALAZAR, J; GARCÍA, S. Diseños Experimentales. *Revista Serengueti* [online]. 2019, vol. 1, págs. 1-93. Disponible en: [10.1016/j.eimc.2008.10.006](https://doi.org/10.1016/j.eimc.2008.10.006).
 46. CHAVERRI, D. Delimitación del Área de Estudio en una Investigación. *Revista de Ciencias Sociales* [online]. 2017, vol. 3, págs. 185-193. Disponible en: <https://www.redalyc.org/revista.oa?id=153>.
 47. ARANDA, D; DÍAZ, M; LABRADA, V; REYES, H. Contaminación por Microplásticos. *Revista de la Academia Mexicana de Ciencias* [online]. 2022, vol. 73, págs. 4-45. Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73_2/PDF/Ciencia_73-2.pdf.
 48. SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS [SNAP]. Normas de Visita Playa San Lorenzo Pacoche. Sistema Nacional de Áreas Protegidas. *Revista de la Academia Mexicana de Ciencias* [online]. 2015. Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/refugio-de-vida-silvestre-marino-costera-pacoche>.
 49. GUZMAN D. Ecoturismo en las zonas de anidación y eclosión de tortugas marinas. Playa de San Lorenzo-Manta-Ecuador. *ESPAM CIENCIA* [online]. 2019, vol. 4, n.º 1-12. Disponible en: <https://sitios.esпам.edu.ec/sigloxxi/Ponencias/IV/ponencias/20.pdf>.
 50. CONTRERAS L, QUISPE A, MENDIOLA O. Microplástico: una amenaza imperceptible en la Playa Agua Dulce, Distrito de Chorrillos. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas* [online]. 2016, vol. 25, n.º 1-12, págs. 303-311. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/iigeo.v25i49.19219>.

51. W. G. MAATE. Protección, manejo y monitoreo de nidos de tortugas marinas en Ecuador Continental. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas* [online]. 2021. Disponible en: <https://wildaidec.org/wp-content/uploads/2022/05/20211216-P0E-T0rtugas-Marinas.pdf>.
52. CASTAÑETA, G; GUTIÉRREZ, A; NACARATTE, F; MANZANO, C. Microplásticos un Contaminante que Crece en Todas las Esferas Ambientales, sus Características y Posibles Riesgos para la Salud Pública por Exposición. *Scielo* [online]. 2020, vol. 37, págs. 160-175. Disponible en: [10.34098/2078-3949.37.3.4](https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.3.4).
53. HENOSTROZA, A Y PURCA, S. Presencia de Microplásticos en Cuatro Playas de Perú. *Scielo* [online]. 2017, vol. 24, págs. 101-106. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>.
54. TORRES K, CERVANTES O, REYES J, OLIVOS A. Clasificación de Microplásticos en Playas Rurales del Catón Manta. *Costas* [online]. 2021, vol. 3, págs. 207-230. Disponible en: [0.25267/Costas.%202021.v2.i3.0903](https://doi.org/10.25267/Costas.%202021.v2.i3.0903).
55. MENDOZA, I; LEAL, M; CEJUDO, E; CERVANTES, J; RODRÍGUEZ, N; ACOSTA, G. Contaminación por Microplásticos en el acuífero Kárstico de la Península de Yucatá. *Costas* [online]. 2022, vol. 1, n.º 2-13, págs. 207-230. Disponible en: <https://doi.org/10.19136/era.a9n3.3360>.
56. TUBAY F. Tursismo, escuela e interculturalidad. *Costas* [online]. 2019. Disponible en: <https://www.ivt.coppe.ufrj.br/caderno/article/view/1398/612>.
57. DELGADO, A. Comercio Electrónico y Ventas en la Emergencia Sanitaria de los Emprendimientos de la Parroquia Tarqui-Manta. *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí* [online]. 2021. Disponible en: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4490/1/Delgado%20Casquete%20Allysson%20Melissa.pdf>.
58. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN [FAO]. Pesca Artesanal Sostenible. [Online]. 2024. Disponible en: <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/sustainable-small-scale-fisheries/es/>.
59. FERNÁNDEZ, C; BRITO, P; MENDOZA, G; VILLAVICENCIO, C. Tradición Pesquera Artesanal e Identidad Sociocultural de Puerto Bolívar: Contexto del Golfo de Guayaquil-Ecuador. *Redalyc* [online]. 2021, vol. 27, págs. 386-400. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/280/28066593027/html/>.
60. CANTERA, J Y FRANCO, A. Las Grandes Manchas de Plásticos en los Océanos. *Revista Academia Colombia* [online]. 2022, vol. 46, págs. 567-569. Disponible en: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1709>.
61. ACOSTA G, CARRILLO D, CABALLERO A. Microplásticos en Agua y Organismos. *Revista Ciencia* [online]. 2022, vol. 73, págs. 16-21. Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73_2/PDF/04_73_2_1431_Microplasticos_Agua.pdf.
62. BARRAZA, J; MELARA, V; CHRISTOPH, R; HERNÁNDEZ, Á; MUÑOZ, R; BÜSCHER, W; VENTURA, J; HUMBERSTONE, J; SANZ, A. Microplásticos en agua superficial de la costa de El Salvador. *Revista Realidad Reflexión* [online]. 2021, vol. 26, págs. 140-155. Disponible en: <https://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/9698/1/Micropla%cc%81sticos%20en%20agua%20superficial.pdf>.
63. BROWNE, M; GALLOWAY, T Y THOMPSON, R. Spatial Patterns of Plastic Debris along Estuarine Shorelines. *Environmental Science Technology* [online]. 2010, vol. 44, págs. 3404-3409. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/es903784e>.



Artículo de **libre acceso** bajo los términos de una **Licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual 4.0 Internacional**. Se permite que otros remezclen, adapten y construyan a partir de su obra sin fines comerciales, siempre y cuando se otorgue la oportuna autoría y además licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.