



Evaluación de la contaminación por microplásticos en los sedimentos de la isla Santay

Assessment of microplastic contamination in the sediments of Santay Island

Avaliação da contaminação por microplásticos nos sedimentos da Ilha de Santay

Leila Elizabeth Zambrano Zavala ^I
lezambrano@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8149-5751>

Adriana Rosaura Gonzalez-Alcivar ^{II}
adrianagonzalezalcivar@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-3845-6972>

Luis Antonio Morocho-Rosero ^{III}
lmorocho@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7838-4698>

Correspondencia: lezambrano@uagraria.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 07 de marzo de 2025 * **Aceptado:** 14 de abril de 2025 * **Publicado:** 22 de mayo de 2025

- I. Universidad Agraria del Ecuador, Department of Environmental Sciences, Av. 25 De Julio y Pio Jaramillo, P.O. Box 09-04-100, Ecuador.
- II. Universidad Agraria del Ecuador, Department of Environmental Sciences, Av. 25 De Julio y Pio Jaramillo, P.O. Box 09-04-100, Ecuador.
- III. Universidad Agraria del Ecuador, Department of Environmental Sciences, Av. 25 De Julio y Pio Jaramillo, P.O. Box 09-04-100, Ecuador.

Resumen

La siguiente investigación justifica su ejecución en el hecho de que la contaminación por microplásticos afecta tanto a la biodiversidad como al ser humano, debido a su alto potencial de bioacumulación en los seres vivos causando la modificación del ADN (alteraciones cromosómicas, mutagénicas) y como disruptor endocrino. Estas partículas tienen interacción con metales pesados causando neurotoxicidad y daño oxidativo en las células de los peces (Barboza et al., 2018; Bour, Haarr, Keiter, & Hylland, 2018; Brennecke, Duarte, Paiva, Caçador, & Canning-Clode, 2016; Cruz Carrillo, Moreno Figueredo, & Lara Osorio, 2010; FAO, 2017; P. Ferreira, Fonte, Soares, Carvalho, & Guilhermino, 2016; Lusher et al., 2017; Macfadyen, Huntington, & Cappell, 2011; Neves, Sobral, Ferreira, & Pereira, 2015; Oliveira, Ribeiro, Hylland, & Guilhermino, 2013). El levantamiento de la información (línea base) ayudó a conocer la concentración de microplástico para aportar conocimiento sobre este tema que es una problemática mundial que involucra a la salud de los seres vivos y de los ecosistemas.

La ocurrencia de microplásticos ha sido ampliamente estudiada en Costas y océanos mundialmente, sin embargo, para los estuarios sus estudios a nivel de Sudamérica son escasos y a nivel nacional nulos. Por lo que el presente estudio describe la presencia de los microplásticos en la Isla Santay en el cual se extrajeron partículas de tamaño desde 0,5mm hasta 5mm.

El método que se utilizó previamente fue gravimétrico y para disolver el material orgánico se aplicó peróxido de hidrógeno, luego se aplicó el método de separación por densidad usando cloruro de sodio, para tal efecto se realizó un mapa conceptual del proyecto para un mejor entendimiento de cada paso que se realizaría dentro del proyecto de investigación como se muestra en la figura 1.

Los resultados se muestran en histogramas y pasteles facilitados por los datos tabulados en las tablas. Se encontraron 692 partículas plásticas, la estación más contaminada fue la Norte con 244 partículas y la menos contaminada fue la del Sur con 90 unidades. La distribución de acuerdo con los tamaños más frecuente fueron los mayores a 0,5mm con el 36% de la masa plástica; las mayores a 1 mm 33.23%; los tamaños mayores a 3mm y 2mm disminuyeron su aparición significativamente con el 16% y 13.72%. Para la distribución por formas las fibras representan el 44,1% seguido de los fragmentos con el 20,3%, las películas representan un 25,3% y el foam solo el 1,3%.

De la misma manera se describe la ocurrencia de microplásticos en el sedimento de la Isla Santay mediante flotación por densidad y observación morfológica para obtención de una línea base para investigaciones futuras.



*Figura 1. Diagrama de flujo para la ejecución del proyecto
González, 2019*

Palabras clave: contaminación; formas; microplásticos; sedimentos; tamaños.

Abstract

The following research justifies its implementation by the fact that microplastic contamination affects both biodiversity and humans, due to its high potential for bioaccumulation in living beings, causing DNA modification (chromosomal and mutagenic alterations) and as an endocrine disruptor. These particles interact with heavy metals causing neurotoxicity and oxidative damage in fish cells (Barboza et al., 2018; Bour, Haarr, Keiter, & Hylland, 2018; Brennecke, Duarte, Paiva, Caçador, & Canning-Clode, 2016; Cruz Carrillo, Moreno Figueredo, & Lara Osorio, 2010; FAO, 2017; P. Ferreira, Fonte, Soares, Carvalho, & Guilhermino, 2016; The collection of information (baseline) helped determine the concentration of microplastics and contribute to knowledge on this issue, which is a global problem affecting the health of living beings and ecosystems.

The occurrence of microplastics has been widely studied in coasts and oceans worldwide; however, studies in estuaries are scarce in South America and nonexistent at the national level. Therefore, this study describes the presence of microplastics on Santay Island, where particles ranging in size from 0.5 mm to 5 mm were extracted. The gravimetric method used previously was used to dissolve the organic material, and hydrogen peroxide was applied. Then, the density separation method using sodium chloride was applied. A conceptual map of the project was created to better understand each step of the research project, as shown in Figure 1. The results are shown in histograms and pie charts, facilitated by the data tabulated in the tables. A total of 692 plastic particles were found; the most contaminated station was the North station with 244 particles, and

the least contaminated was the South station with 90 units. The most frequent distribution according to sizes was those larger than 0.5 mm, accounting for 36% of the plastic mass; those larger than 1 mm, 33.23%; and sizes larger than 3 mm and 2 mm decreased significantly, with 16% and 13.72%. For the distribution by shape, fibers represent 44.1%, followed by fragments at 20.3%, films at 25.3%, and foam at only 1.3%.

Similarly, the occurrence of microplastics in the sediment of Santay Island is described using density flotation and morphological observation to obtain a baseline for future research.

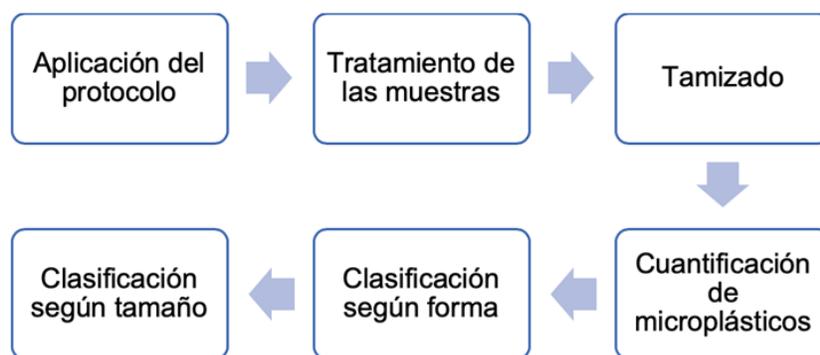


Figure 1. Flowchart for project implementation

González, 2019

Keywords: contamination; shapes; microplastics; sediments; sizes.

Resumo

A pesquisa a seguir justifica sua implementação pelo fato de que a contaminação por microplásticos afeta tanto a biodiversidade quanto os seres humanos, devido ao seu alto potencial de bioacumulação em seres vivos, causando modificação de DNA (alterações cromossômicas e mutagênicas) e como desregulador endócrino. Essas partículas interagem com metais pesados causando neurotoxicidade e danos oxidativos em células de peixes (Barboza et al., 2018; Bour, Haarr, Keiter, & Hylland, 2018; Brennecke, Duarte, Paiva, Caçador, & Canning-Clode, 2016; Cruz Carrillo, Moreno Figueredo, & Lara Osorio, 2010; FAO, 2017; P. Ferreira, Fonte, Soares, Carvalho, & Guilhermino, 2016; A coleta de dados de linha de base ajudou a determinar a concentração de microplásticos e, assim, contribuir para o conhecimento sobre essa questão, que é um problema global que afeta a saúde dos seres vivos e dos ecossistemas.

A ocorrência de microplásticos tem sido amplamente estudada em costas e oceanos no mundo todo, porém, para estuários, os estudos são escassos na América do Sul e inexistentes em nível nacional. Portanto, o presente estudo descreve a presença de microplásticos na Ilha Santay, dos quais foram extraídas partículas com tamanhos variando de 0,5 mm a 5 mm. O método utilizado anteriormente foi o gravimétrico e foi aplicado peróxido de hidrogênio para dissolver o material orgânico, em seguida foi aplicado o método de separação por densidade utilizando cloreto de sódio, para isso foi feito um mapa conceitual do projeto para melhor compreensão de cada etapa que seria realizada dentro do projeto de pesquisa conforme demonstrado na Figura 1.

Os resultados são mostrados em histogramas e gráficos de pizza fornecidos pelos dados tabulados nas tabelas. Foram encontradas 692 partículas plásticas, o posto mais contaminado foi o Norte com 244 partículas e o menos contaminado foi o Sul com 90 unidades. A distribuição mais frequente segundo tamanhos foi a dos maiores que 0,5 mm com 36% da massa plástica; aqueles maiores que 1 mm 33,23%; tamanhos maiores que 3 mm e 2 mm diminuíram significativamente sua aparência em 16% e 13,72%. Na distribuição por formas, as fibras representam 44,1%, seguidas dos fragmentos com 20,3%, os filmes representam 25,3% e as espumas apenas 1,3%.

Da mesma forma, a ocorrência de microplásticos no sedimento da Ilha Santay é descrita por flutuação de densidade e observação morfológica para obter uma linha de base para pesquisas futuras.

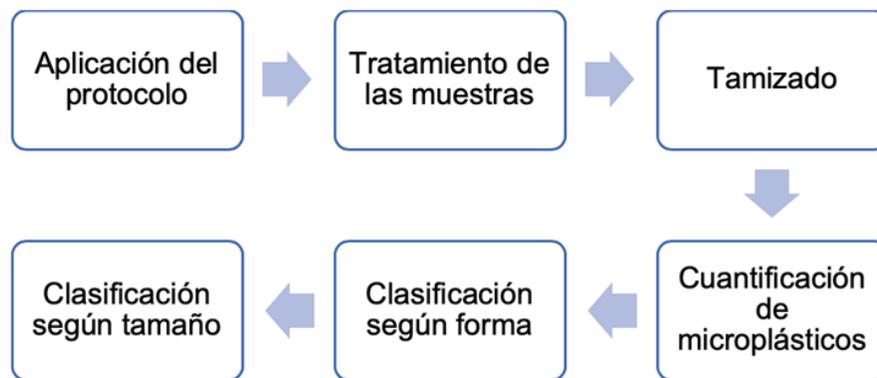


Figura 1. Fluxograma de execução do projeto

González, 2019

Palavras-chave: poluição; formas; microplásticos; sedimentos; tamanhos.

Introducción

A nivel global el estudio de microplásticos se encuentra en aumento; por consiguiente, las investigaciones en Latinoamérica son escasas. De acuerdo con la bibliografía consultada se detallan artículos encontrados a fin a este proyecto los cuales en su mayoría han sido realizados en China. Esto ocurre porque este país es el mayor consumidor de plástico a nivel mundial (PlasticsEurope, 2017).

En China se cuantificaron los microplásticos en los estuarios de Jiaojiang, Oujiang y Minjiang. La mayor densidad de microplásticos se encontró en Minjiang, después Jiaojiang y Oujiang; la razón se atribuye a las estructuras económicas en los estuarios urbanos (estuarios rodeados de urbe que se encuentran influenciados exponencialmente por actividades industriales). Las fibras y los gránulos fueron las formas que más se encontraron (Zhao, Zhu, & Li, 2015).

En el mar de China Oriental y el estuario de Yangtze se caracterizó a los microplásticos suspendidos cuantitativa y cualitativamente. Las partículas fueron extraídas a través de flotación. Los microplásticos fueron contados y categorizados según la forma y el tamaño bajo un estereomicroscopio. Las densidades de microplásticos fueron 4137.3 ± 2461.5 y 0.167 ± 0.138 n / m³, respectivamente, en las muestras de estuario y mar. Se observaron partículas plásticas (> 5 mm) con un tamaño máximo de 12.46 mm, pero las micropartículas (0.5–5 mm) constituyeron más del 90% por número de elementos. Las geometrías más frecuentes fueron las fibras, seguidas de gránulos y películas (Zhao, Zhu, Wang, & Li, 2014).

En Hong Kong se realizó una recolección de mesoplásticos (> 5 mm) y microplásticos (0,315–5 mm) en 25 playas a lo largo de la costa. Más del 90% fueron microplásticos. Los análisis mostraron poliestireno expandido (EPS) 92%, fragmentos 5% y los pellets 3%. La abundancia media para Hong Kong fue de 5595 partículas / m². Este número es más alto que los promedios internacionales, lo que indica que Hong Kong es un punto caliente de contaminación de plástico. Las cantidades de mesoplásticos y microplásticos de los mismos tipos se correlacionaron positivamente (Fok & Cheung, 2015).

En China, específicamente en el Tíbet se tomaron muestras de sedimentos a la orilla de cuatro lagos dentro de la cuenca de Siling. Los microplásticos se detectaron en 6 de 7 sitios de muestreo con abundancias que oscilaron entre 8 ± 14 y 563 ± 1219 elementos / m². El aporte fluvial podría haber contribuido a la gran abundancia de microplásticos observados en esta área remota. Las características morfológicas sugieren que se derivan de la descomposición de los productos

plásticos de uso diario. Se identificaron polietileno, polipropileno, poliestireno, poli (tereftalato de etileno) y cloruro de polivinilo usando espectroscopia láser Raman. Estos resultados demuestran la presencia de microplásticos incluso en lagos interiores en áreas remotas con un impacto humano muy bajo (Zhang et al., 2016).

En China se analizaron 53 muestras de sedimentos de estuarios recolectados dentro del estuario de Changjiang. Se extrajeron Microplásticos, los cuales fueron observados bajo un microscopio y se clasificaron según la forma, el color y el tamaño; los tipos más abundantes son la fibra (93%), transparente (42%) y microplásticos pequeños (<1 mm) (58%). La concentración media fue de 121 ± 9 unidades por kg de peso seco. Se encontró que la concentración de microplásticos era la más alta en la costa sureste de Shanghai (Peng et al., 2017).

En la zona litoral del río Beijiang, China se analizaron los sedimentos. Las concentraciones de microplásticos oscilaron entre 178 ± 69 y 544 ± 107 partículas/kg de sedimento. La meteorización química de microplásticos también se observó y confirmó mediante μ -FTIR. El contenido de metales (Ni, Cd, Pb, Cu, Zn y Ti) en microplásticos después de la limpieza ultrasónica se analizó por ICP-MS (Wang et al., 2017).

En el área de remanso del río Xiangxi, China se estudió la distribución y características de los microplásticos. Los microplásticos en los sedimentos con concentraciones que oscilaron entre 80 a 864 partículas por m^2 . Los resultados de este estudio confirman la presencia de microplásticos de gran abundancia en los tributarios impactados en el yacimiento, y sugieren que la condición hidrodinámica regulada por el nivel del agua y la entrada de fuentes no puntuales son reguladores importantes para la acumulación y distribución de microplásticos en el área de remanso de los tributarios del reservorio (Zhang et al., 2017).

En Shanghai, China se analizaron los sedimentos de los ríos en la zona urbana más grande. Se tomaron muestras de siete sitios y también se incluyó una planicie de mareas para comparar con muestras de ríos. La abundancia promedio de microplásticos en seis muestras de sedimento de río fue de 802 partículas por kg de peso seco. Las esferas microplásticas blancas se distribuyeron más comúnmente en los sedimentos de los ríos. Se identificaron siete tipos de microplásticos, de los cuales el polipropileno fue el polímero más predominante (Peng, Xu, Zhu, Bai, & Li, 2018).

En el lago Qinghai, China se detectaron microplásticos con abundancia de 50 a 1292 elementos m^2 en el sedimento de la orilla del lago. Los microplásticos estaban predominantemente en forma de láminas y fibras en las muestras de agua, pero eran más diversos en las muestras de sedimentos

a la orilla del lago. Los tipos de polímeros de microplásticos fueron principalmente de polietileno (PE) y polipropileno (PP). Espacialmente, la abundancia de microplástico fue la más alta en la parte central del lago, probablemente debido al transporte de la corriente lacustre (Xiong et al., 2018).

En el Lago Vembanad de la India se recolectaron 10 muestras de sedimentos para encontrar microplásticos y se procesaron para la extracción de este mediante separación por densidad. La abundancia de microplásticos registrados está en el rango de 96 a 496 partículas m^2 con una abundancia media de 252.80 ± 25.76 partículas m^2 . El polietileno de baja densidad se ha identificado como el tipo dominante de los microplásticos en este estudio (Sruthy & Ramasamy, 2017).

En la isla de Norderney en Alemania se llevó a cabo la distribución espacial de microplásticos (<1 mm) en sedimentos de playa estudiándose un tramo de 500 m de la isla. Se extrajeron macropartículas de 36 muestras de sedimento de 1 kg y se analizaron mediante inspección microscópica. El número medio de microplásticos en los tres sitios de muestreo fue de 1.7, 1.3 y 2.3 partículas por kg de sedimento seco (Dekiff, Remy, Klasmeier, & Fries, 2014).

En Oostende, Bélgica se creó un método que propone la reducción de la muestra por elutriación seguida de una separación por densidad utilizando una solución de NaI (yoduro de sodio) para extraer microplásticos del sedimento e invertebrados. Para fibras y gránulos, se observó un aumento del 23% y del 39%, la eficiencia de extracción del PVC aumentó en un 100%. La extracción de microesferas produjo rendimientos altos (94–98%). Para las fibras, las eficiencias fueron altamente variables (0 a 98%), dependiendo del tipo de polímero (Claessens, Van Cauwenberghe, Vandegheuchte, & Janssen, 2013).

A finales de la década de 1970 el incremento de la producción del plástico supero la del acero y desde entonces se ha reportado la incidencia de la contaminación por plásticos en aguas oceánicas, incluso hasta 4.5×10^4 toneladas métricas de plástico (Azzarello & Vieet, 1987; Meikle, 1995; Sileo, Sievert, & Samuel, 1989).

A nivel mundial, se estiman desechos entre 1.15 y 2.41 millones de toneladas de plásticos que ingresan al océano cada año desde los ríos, con más del 74% de las emisiones. Los principales 20 ríos contaminados están ubicados en Asia con el 67% del total mundial (Lebreton et al., 2017). Indonesia es un importante contribuyente en Asia con cuatro ríos en Java con 101300 toneladas de plástico por año (Laurent et al., 2017).

El resto del mundo compartió el 14% restante de la entrada de masa plástica fluvial, un 7.8% proviene de África con 109200 toneladas por año; 4.8% de Sudamérica con 67400 toneladas por año; 0.95% de América central y del norte con 13400 toneladas por año; Europa con 3900 toneladas por año y el 0.02% Australia-Pacífico con 300 toneladas por año (Laurent et al., 2017). En Estados Unidos se generaron 32 millones de toneladas de residuos plásticos en el 2012.

Del total generados la mayor cantidad fueron los contenedores y materiales de empaques (44%), empaques de alimentos duraderos (34%) y empaques de alimentos no duraderos (22%) (Sarria-Villa /Gallo Corredor, 2016).

En América del Sur se estima una entrada de 38900 toneladas por año provenientes del río Amazonas, el río más grande del mundo por descarga de agua, con afluentes en Perú, Colombia, Ecuador y Brasil.

También se estima una contribución significativa del río Magdalena con 16700 toneladas por año que ingresan al Golfo de México (Laurent et al., 2017), los microplásticos se remueven difícilmente en las plantas de tratamiento de aguas residuales porque son pequeños, flotan, y son fácilmente arrastrados a los cuerpos de agua (Sarria-Villa /Gallo Corredor, 2016).

Se han encontrado microplásticos en 12 de las 25 especies y géneros más importantes que contribuyen a la pesca marina mundial (Lusher, Hollman, & Mendoza-Hill, 2017).

Los plásticos que dominan la producción mundial son el polietileno (PE), polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS), poliuretano (PUR) y poli (tereftalato de etileno) (PET)(GESAMP, Kershaw, & Rochman, 2015).

Los sedimentos de los cuerpos de agua dulce son un reservorio para microplásticos terrestres y una fuente de microplásticos marinos. La falta de estudios en ecosistemas de agua dulce se ha convertido en un obstáculo para la comprensión de la fuente y el destino de los mismos (Zhang et al., 2018).

Se desconoce la ocurrencia de microplásticos en ecosistemas acuáticos del Ecuador. La Isla Santay es considerada internacionalmente como Área de Importancia para la conservación de las Aves (AICA o IBAS) y sitio Ramsar para lo cual analizar la ocurrencia de microplásticos en los sedimentos que son hábitat una gran cantidad de fauna que habitan en la isla es relevante.

Materiales y Métodos

El estudio se lo realizó en la Isla Santay - provincia del Guayas donde se tomaron muestras de sedimentos en las cuatro zonas previstas: norte (N), sur (S), este (E) y oeste (O), (Figura 2).

La toma de muestras se realizó en el contorno de la Isla Santay y no se alteraron ni química ni físicamente el comportamiento y la estructura de las partículas de plástico, se colocó una estación de muestreo en la que los sedimentos fueron abundantes en donde la marea no tuvo una interferencia significativa, siendo las muestras tomadas a lo largo del transecto de 3 m. (Horton et al., 2016).

Se realizó la observación morfológica mediante tratamiento previo (flotación por densidad) la ocurrencia, analizándose el tamaño y la forma presente en cada litro de sedimento tomado.



Figura 2. Puntos de Muestreo de Sedimentos en la Isla Santay

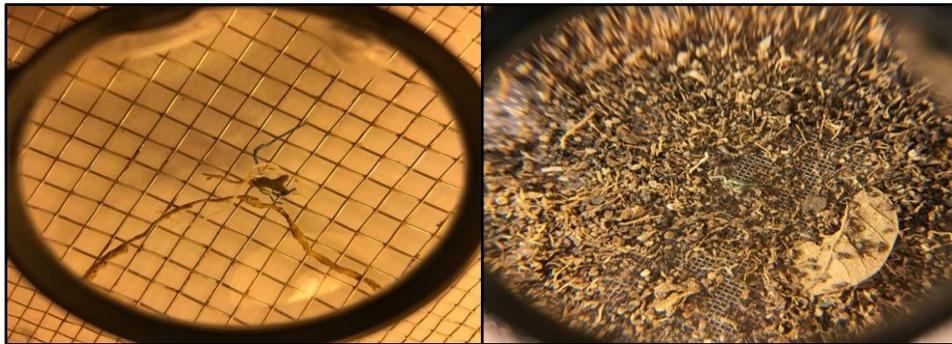
González, 2019

Técnica de separación

Para descartar partículas superiores al tamaño de los microplásticos, las muestras fueron tamizadas con agua destilada usando una malla de 5 mm de poro (Sruthy & Ramasamy, 2017) y se repitió el

tamizado dos veces para reducir errores. Se dejó secar el sedimento tamizado por 24 horas a temperatura ambiente y se pesó el sedimento seco usando la balanza digital marca Sartorius en los laboratorios de botánica de la universidad (Figura 3).

Una vez reducido el tamaño de la muestra, se colocó sobre el sedimento reducido peróxido de hidrógeno al 30% durante la noche para degradar el material orgánico dentro de la muestra (Peng et al., 2017; Xiong et al., 2018). Los frascos fueron revisados cada 24 horas verificando si el material orgánico fue disuelto. En las muestras en las cuales no fue disuelto se repitió el proceso completamente se agregó más peróxido y se esperó 24 horas más.



*Figura 3. Tamices 3mm y 1mm
González, 2019*

Técnica de flotación por densidad

Para la flotación del microplástico contenido en las muestras se disolvió cloruro de sodio en agua destilada para preparar una solución salina concentrada (1.2 g L^{-1}). Esta solución fue añadida a cada vaso de vidrio en el que se colocó previamente el sedimento y se agitó manualmente con una varilla de vidrio limpia durante dos minutos (Peng et al., 2017). Luego, se colocaron los cuatro tamices de acero inoxidable uno sobre otro en orden inverso a su tamaño de poro (3 mm, 2 mm, 1 mm y 0.5 mm) para reducir la muestra y resumirla a los rangos de interés.

Posteriormente, el sobrenadante permaneció durante 24 horas en la solución de cloruro de sodio (Peng et al., 2017), para ser sometido al proceso de filtración mediante el uso de un tamiz metálico el cual se encargó de retener las partículas de interés (Figura 4). Las partículas fueron colocadas en placas Petri para análisis con microscópico o lupa (Figura 5).

Durante el proceso de la toma, tratamiento y análisis de las muestras, se utilizaron guantes de nitrilo, para el tratamiento de las muestras también se usó bata de laboratorio de algodón y gafas de protección, se lavaron todos los recipientes con agua destilada mientras no se usaron (Zhang et al., 2017).

Para la investigación se utilizó: Cuchara de acero inoxidable, frasco de vidrio de boca ancha, piola, estacas de madera o metal, cinta métrica, hielera, botas, gps, papel aluminio, guantes de nitrilo, agua destilada, tamiz de acero inoxidable (5 mm de poro, 3 mm de poro, 2 mm, 0.6 mm), peróxido de hidrogeno 30% a 60°C, cloruro de sodio, placas Petri, pinzas.

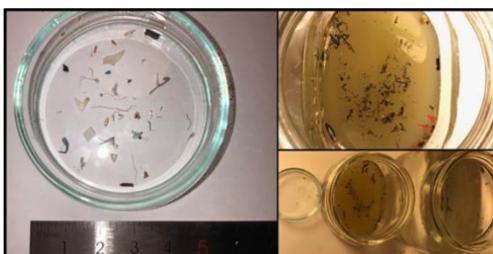


Figura 4. Método de suspensión con NaCl

González, 2019



Figura 5. Análisis de partículas

González, 2019

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se describe de manera general la cantidad de partículas que se encontraron en cada litro de sedimento que se muestreo. El total de microplásticos encontrado en Isla Santay es de 692 unidades. De los cuatro puntos cardinales que se muestrearon la parte **norte** es en donde se encontró la mayor cantidad de macropartículas, representando un total de 244 unidades lo que equivale al 35,28% a diferencia de las anteriores.

El siguiente el punto de muestreo es el **oeste** representado por 183 unidades (26,33%), observándose poca diferencia con respecto al **este**, donde se encontraron 175 unidades (25,29%). Mientras que el punto de muestreo donde se cuantificaron la menor cantidad de fue el **sur** con 90 (13%).

Tabla 1. Microplásticos encontrados en los sedimentos de la Isla

Puntos de muestreo	Punto (Unidades)	1 Punto (Unidades)	2 Punto (Unidades)	3 Punto (Unidades)	Total, estación por
Norte	82	77	85		244
Este	60	58	57		175
Oeste	60	65	58		183
Sur	29	34	27		90

González, 2019

Respecto a la Figura 66, se muestra la ocurrencia del tamaño en cada una de las tres muestras tomadas en el lado norte (N1, N2 y N3), este (E1,E2,E3), oeste (O1,O2,O3) y sur (S1, S2 y S3), en donde los tamaños oscilaron entre 0,5mm a 1mm, los cuales se encontraron con mayor frecuencia (256 unidades) representando el 36,9%, seguido por el tamaño de 1mm a 2mm con el 33,2% (230 unidades), las micropartículas de mayor tamaño 2 mm representan un 16,4% (111 unidades) y las menores a 3 mm con el 13,7% (95 unidades).

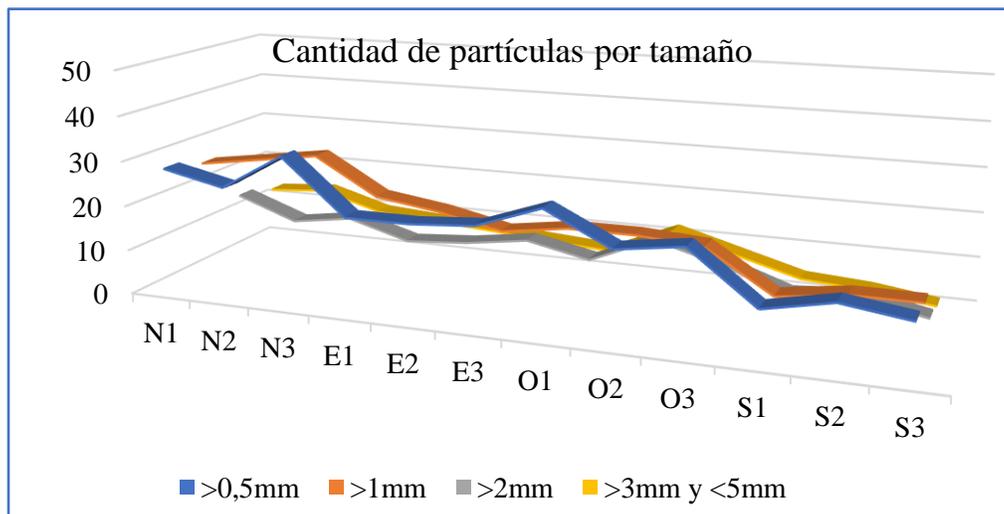


Figura 6: Cantidad de partículas de microplásticos por tamaño (González, 2019)

En lo que respecta al número de partículas por su forma o estructura constitutiva en la Figura 7, se pudo observar que el mayor número de ocurrencia fueron las fibras con el 44,08% (305 unidades) las cuales superaron en mayor cantidad a los fragmentos con el 29,34% (203 unidades), la siguiente forma fue la película que se repitió en un 25,28% (175 unidades) y por último con bastante diferencia se presentaron los foam con el 1,30% (9 unidades) de frecuencia de aparición en los sedimentos muestreados de la Isla Santay.

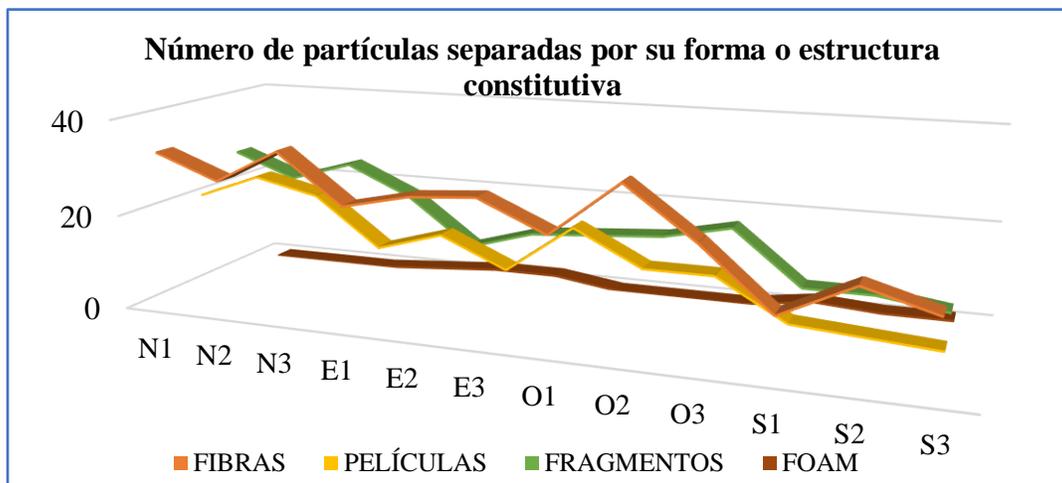


Figura 7: Cantidad de partículas de microplásticos por tamaño (González, 2019)

La **Figura 8** describe el total de partículas presentadas tanto en el tamaño como en la forma o estructura constitutiva. El tamaño de las partículas que ocurre con mayor frecuencia son los mayores a 0,5mm representando el 36% del 100% de la masa plástica; entre las partículas con tamaño mayor a 1 mm su frecuencia bajó hasta llegar al 33.23%; los tamaños mayores a 3mm y 2mm disminuyeron su aparición significativamente entre el 16% y 13.72%. Se pudo observar que a medida que se acercan al tamaño límite (5mm) su frecuencia va disminuyendo. Para la distribución por formas las fibras representan el 44,1% seguido de los fragmentos con el 20,3%, las películas representan un 25,3% y el foam solo el 1,3%.

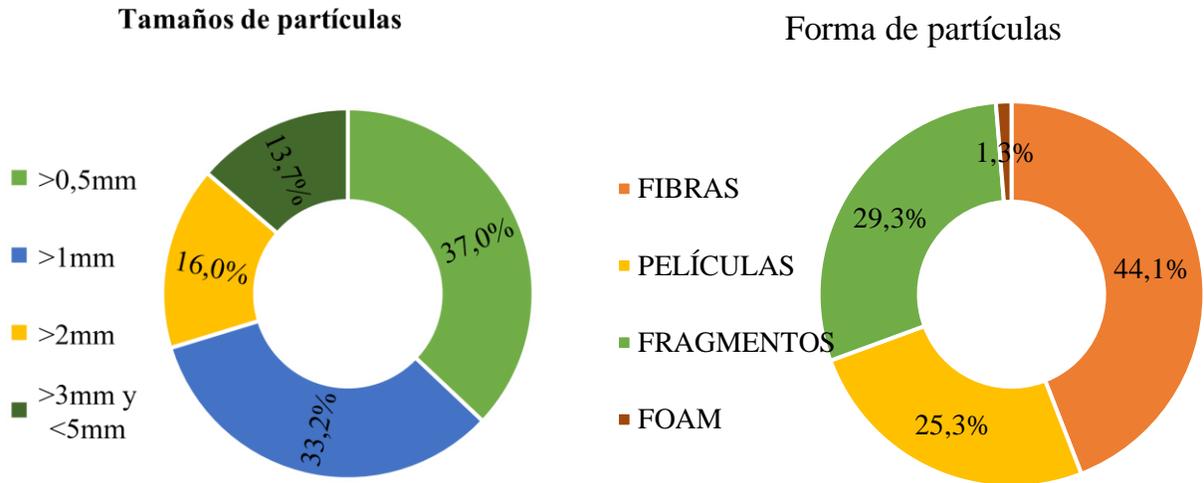


Figura 8: Datos porcentuales en base al tamaño y forma de partículas microplásticos (González, 2019)

La Figura 9 presenta la distribución de tamaños y forma de acuerdo con cada estación. En todas las estaciones respecto al rango el mayor porcentaje que se repite están entre 5mm y 1 mm. Respecto a las formas o estructura constitutiva frecuentemente encontradas son las fibras presentes en todos los puntos de muestreo con un gran porcentaje. En los puntos de muestreo Norte y Oeste no aparecieron partículas en la categoría de foam, solo en los puntos de muestreo Este y Sur, pero su aporte fue mínimo. Cabe recalcar que el lado norte de la Isla Santay fue el más contaminado por los microplásticos representado por un 35,26% del total de micropartículas encontradas en el estudio; seguido el punto de muestreo localizado en el oeste con el 26,44% (estación frente a Guayaquil), el este con 25,28% (estación frente a Durán) y por último la que muestra menor microplásticos es la del sur con 13% de la masa plástica.

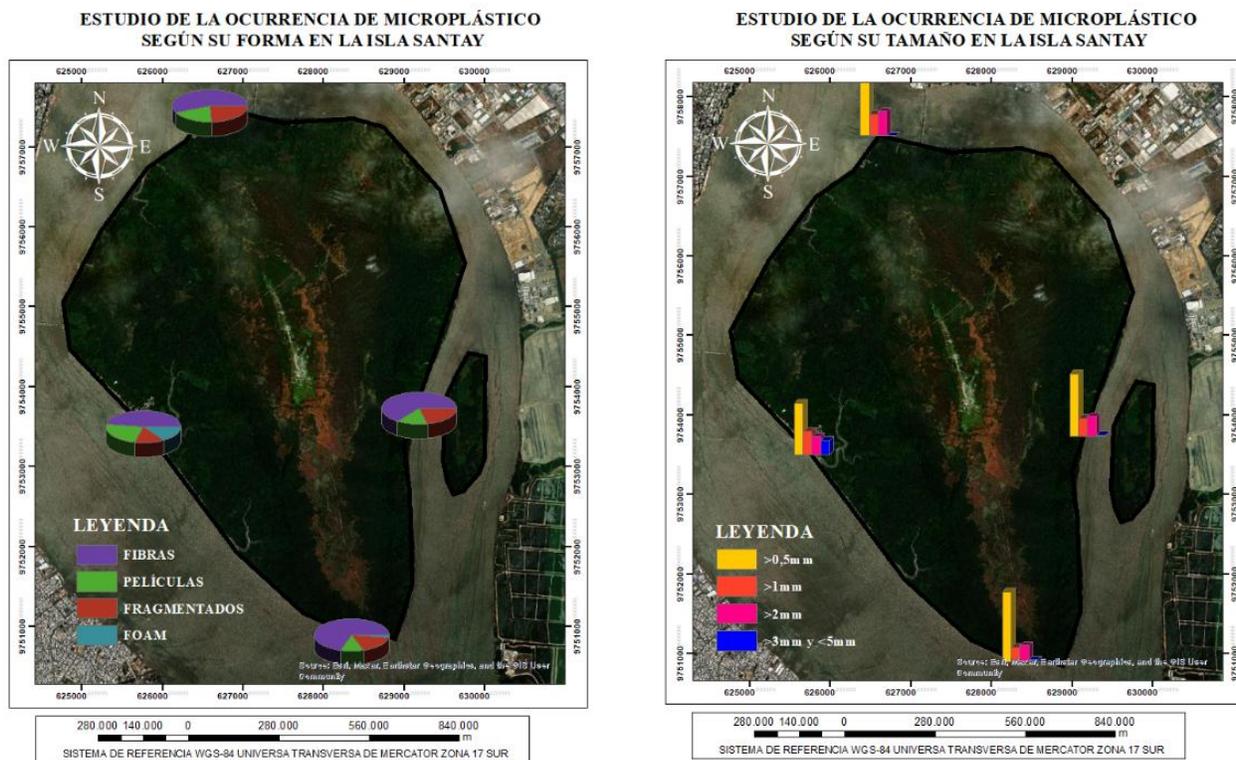


Figura 9: Mapa temático con la distribución de forma y tamaño partículas microplásticas en cada estación de monitoreo (González, 2019)

A partir de los resultados obtenidos en este estudio que muestran la presencia de microplásticos en los sedimentos de la Isla Santay, donde se demuestra que la ocurrencia de estos es mayor entre los 0,5mm y 2mm lo cual comprueba afirmativamente la hipótesis planteada donde se infería que el tamaño con mayor frecuencia en su ocurrencia era de 0,5mm a 2mm.

Los hallazgos encontrados en el presente estudio respecto a la forma o estructura constitutiva de microplásticos más frecuente aparición fueron: las fibras, las cuales coinciden con el estudio realizado en el estuario de Yangtze, ubicado en China, realizado por Zhao, Zhu, Wang y Li en el 2014. También coincide con otro estudio realizado en tres estuarios (Jiaojiang, Oujiang y Minjiang) ubicados en China y realizado por Zhao, Zhu, & Li en el 2015, donde las fibras fueron las que se presentaron con mayor frecuencia. En ambos estudios mencionados (Jiaojiang, Oujiang, Minjiang y Yangtze) se encontraron también gránulos como una de las formas más frecuentes difiriendo del presente estudio, en el cuál las más frecuentes fueron las fibras, los fragmentos y las películas, sin haberse encontrado ningún gránulo. Los gránulos se refieren a pequeñas esferas que provienen generalmente de los productos de limpieza y cosméticos; estos pueden guardar relación a la

industrialización y consumo masivo de productos que los contengan, por ejemplo: exfoliantes, detergentes y artículos de belleza.

Acerca del total de plásticos encontrados en la Isla Santay, incluidos los mesoplásticos (19 unidades) y microplásticos (692) tiene una similitud con el estudio realizado en Hong Kong por Fok y Cheung en los años 2015 donde más del 90% de la frecuencia de aparición fueron los microplásticos. Los resultados respecto a las formas más frecuentes en Hong Kong no se relacionan con el de la Isla Santay. La distribución de sus formas es significativamente diferente: Foam 92% fragmentos 5% y pellets 3%.

Los autores Peng, Xu, Zhu, Bai, y Li, en el 2018 demostraron en su estudio realizado en Shanghai, China que el 58% de las unidades encontradas (802 partículas) pertenecían a tamaños inferiores a 1mm. Estos valores carecen de conexión con el presente trabajo ya que para la Isla Santay los tamaños superiores a 1mm abarcan el 62,9%; es decir que aparecen microplásticos grandes con mayor frecuencia. Según las formas presentadas en ambos estudios existes ciertas similitudes respecto a las formas más recurrentes como las fibras y los fragmentos, con la escaza diferencia que no se encontraron pellets en los sedimentos de la Isla.

Aunque las ciudades de Guayaquil y Durán son las urbes más grandes de la provincia del Guayas e influyen sobre la contaminación de plásticos en la Isla, los resultados demostraron que la frecuencia con que aparecen las partículas en los sedimentos es considerablemente menor al estudio realizado en los estuarios de Jiaojiang, Oujiang y Minjiang en China por Zhao, Zhu, & Li en el 2015. China es uno de los principales productores de Plástico a nivel mundial (PlasticsEurope, 2017) y sus niveles industriales son mayores que Ecuador, “la razón se atribuye a las estructuras económicas en los estuarios urbanos” (Zhao et al., 2015).

Los microplásticos aparecen en diferentes escenarios o ecosistemas ya sean acuáticos o terrestres, y según ello debería existir un protocolo de tratamiento de muestra previo al análisis y cuantificación; como es el caso de las playas donde su proceso de cuantificación en línea de marea u orilla es mucho más fácil que en los casos de sedimentos o suelos estuarinos ya que se encuentran mojados y es más difícil la extracción de estas partículas.

En un documento emitido por la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) se sugiere un protocolo para el tratamiento de microplásticos en ambientes marinos y no se contempla a los estuarios como parte de ello; adicional a eso sugieren que la sal comercial es suficiente para realizar la separación por densidad, esto podría alterar los resultados de la cuantificación y la razón

es, porque en otro estudio publicado en el 2017 por la revista *natura* y realizado por Karami et al., afirman que la sal comercial muestreada en 8 países diferentes contenía microplásticos en diferentes proporciones; sumando al estudio en el año 2018 realizado por Kim, Lee, Kim y Kim donde se demuestra que en el 90% de la sal comercial muestreada a nivel mundial existe microplásticos, entonces este protocolo no fue el más idóneo para el estudio. Para este trabajo de investigación se utilizó sal de laboratorio 100% pura para así evitar cualquier alteración o influencia en los resultados.

El camarón de río que se encuentra en la Isla Santay estaría expuesto potencialmente a la ingestión de microplásticos primarios los cuales son inferiores a 1mm ya que un estudio experimental realizado recientemente en el 2018 por Lehtiniemi et al., concluyen que el tamaño importa más que la forma y que los más peligrosos son los microplásticos secundarios, los que hemos encontrado en la Isla Santay, esto quiere decir que, entre más pequeños son los tamaños de la partícula la ingestión y absorción de microplásticos es mayor, como el camarón es consumido comercialmente, deberían existir estudios toxicológicos que analicen la presencia de estas microparticulas en el interior de estos organismos.

A pesar de tener certezas de que la contaminación con plástico en la Isla Santay, y que la forma más frecuente en la mayoría de los estudios a nivel mundial son las fibras y fragmentos, no existe una normativa con la cual se pueda comparar el nivel de contaminación de partículas y su grado de peligrosidad ya que no existen estudios al respecto. En un artículo de revisión publicado en el 2018 por la SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) Burns y Boxall revisan y analizan datos de 320 artículos publicados los cuales contienen como tema principal la ocurrencia y toxicología de los microplásticos en ecosistemas acuáticos; de los artículos revisados, 50 pertenecían a estudios de microplásticos en sedimentos y de estos tan solo 10 pertenecían a ecosistemas de agua dulce; adicionalmente las investigaciones informan la ocurrencia de microplásticos en diferentes unidades como: artículos por kilogramo o litro, artículos por metro cuadrado y artículos por metro cúbico. Aunque es posible convertir las unidades no siempre se puede hacer las comparaciones ya que no todos los estudios reportan la cantidad de partículas exactas en total.

Recientemente en dos tesis publicadas en la Universidad Central del Ecuador en abril del 2019, Poma, autora de la determinación de microplásticos en cerveza artesanal y, Regnifo, autora del estudio de microplásticos en la miel artesanal, afirman que encontraron microplásticos en la miel

y en la cerveza; también que las formas más frecuentes fueron fibras y fragmentos, los cuales coinciden con el presente estudio. A pesar de ello, el escenario está alejado de un ambiente marino; no se podría comparar con el estudio presente porque sería comparar manzanas con peras.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) y la FAO (Food American Organization) afirman que las cantidades ingeridas por un ser humano se aproximan a 2000 partículas al año y que esto no significa un peligro inminente, sin embargo, la comparación que hacen en sus estudios es de partículas (<100 um) inferiores a los datos reportados, con lo cual la comparación no sería correcta.

Conclusiones

El punto de muestreo con más partículas cuantificadas fue la norte y la de menor cantidad la sur; por consiguiente, el norte de la isla fue el más contaminado en comparación del este, oeste y sur.

El tamaño más frecuente pertenece a los microplásticos pequeños, es decir mayor (<1mm). Este evento podría estar relacionado al tamaño de los poros del filtro que poseen las plantas de tratamiento de aguas residuales y que desembocan en la cuenca del río Guayas, entonces las micropartículas debajo de este tamaño de poro se escapan y acaban en los cuerpos de agua dulce.

Las formas o la estructura constitutiva de las partículas plásticas encontradas sugieren que son el resultado de la degradación física de plásticos más grandes (macroplásticos y mesoplásticos). Las formas más abundantes fueron las fibras y los fragmentos seguido por las películas. No se encontraron foam (poliestireno expandido) significativamente, su valor representó apenas un 4,4% del contenido total.

La isla Santay está expuesta a la contaminación de las urbes más grandes de la provincia del Guayas y por su ubicación en la Cuenca Baja esta sufre consecuencias de contaminación plástica por parte de actividades humanas (agrícolas, cotidianas y mal manejo de desechos); los mismos que ponen en riesgo la ecología, alimentación y biología de los animales que habitan allí.

No se puede determinar si las partículas encontradas en la Isla Santay son el producto de lo que lleva la corriente o lo que traen las aguas cuenca abajo ya que la isla se encuentra expuesta a corrientes de agua. Las partículas podrían ser generadas en Cuenca arriba, Guayaquil o Durán.

Referencias

1. Aguilar Mugica, S., Devenish, C., Wege, D. C., Anadón-Irizarry, V., Balman, M., & BirdLife International. (2009). Important bird areas Americas: Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: Birdlife International.
2. Alfaro-Núñez, A., & Bermúdez, R. (2018). The scientific problem of plastic pollution: An ocean of reports with little standardization of procedures. *Bionatura*, 3, 639–640. Recuperado de <http://www.revistabionatura.com>
3. Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025326X11003055>
4. Azzarello, M. Y., & Vleet, E. S. V. (1987). Marine birds and plastic pollution. *Marine Ecology*, 37, 295–303. Recuperado de <https://www.int-res.com/articles/meps/37/m037p295.pdf>
5. Barboza, L. G. A., Vieira, L. R., Branco, V., Figueiredo, N., Carvalho, F., Carvalho, C., & Guilhermino, L. (2018). Microplastics cause neurotoxicity, oxidative damage and energy-related changes and interact with the bioaccumulation of mercury in the European seabass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). *Aquatic Toxicology*, 195, 49–57. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166445X17303776>
6. Barletta, M., Lucena, L. R. R., Costa, M. F., Barbosa-Cintra, S. C. T., & Cysneiros, F. J. A. (2012). The interaction rainfall vs. Weight as determinant of total mercury concentration in fish from a tropical estuary. *Environmental Pollution*, 167, 1–6. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749112001455>
7. Barletta, Mário, Lima, A. R. A., & Costa, M. F. (2019). Distribution, sources and consequences of nutrients, persistent organic pollutants, metals and microplastics in South American estuaries. *Science of The Total Environment*, 651, 1199–1218. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969718337264>
8. Horton, A. A., Svendsen, C., Williams, R. J., Spurgeon, D. J., & Lahive, E. (2016). Large microplastic particles in sediments of tributaries of the River Thames, UK – Abundance, sources and methods for effective quantification. *Marine Pollution Bulletin*, 114(1), 218–226. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025326X16307251>

9. Laurent, L., Joost van der, Z., Jan-Willem, D., Boyan, S., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *NATURE COMMUNICATIONS*. Recuperado de www.nature.com/naturecommunications
10. Lebreton, L. C. M., van der Zwet, J., Damsteeg, J.-W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8, 15611–15621. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms15611>
11. PlasticsEurope. (2017). An analysis of European plastics production, demand and waste data. Recuperado de https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf
12. Peng, G., Zhu, B., Yang, D., Su, L., Shi, H., & Li, D. (2017). Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. *Environmental Pollution*, 225, 283–290. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749116308338>
13. Peng, G., Xu, P., Zhu, B., Bai, M., & Li, D. (2018). Microplastics in freshwater river sediments in Shanghai, China: A case study of risk assessment in mega-cities. *Environmental Pollution*, 234, 448–456. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749117332797>
14. Sarria-Villa, R. A., & Gallo-Corredor, J. A. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. 7. Sruthy, S., & Ramasamy, E. V. (2017). Microplastic pollution in Vembanad Lake, Kerala, India: The first report of microplastics in lake and estuarine sediments in India. *Environmental Pollution*, 222, 315–322. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749116327166>
15. Sruthy, S., & Ramasamy, E. V. (2017). Microplastic pollution in Vembanad Lake, Kerala, India: The first report of microplastics in lake and estuarine sediments in India. *Environmental Pollution*, 222, 315–322. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749116327166>
16. Xiong, X., Zhang, K., Chen, X., Shi, H., Luo, Z., & Wu, C. (2018). Sources and distribution of microplastics in China's largest inland lake – Qinghai Lake. *Environmental Pollution*, 235, 899–906. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749117345591>

17. Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Gao, Y., Zhan, Z., Chen, Q., & Cai, L. (2017). Microplastics in the surface sediments from the Beijiang River littoral zone: Composition, abundance, surface textures a Xiong, X., Zhang, K., Chen, X., Shi, H., Luo, Z., & Wu, C. (2018). Sources and distribution of microplastics in China's largest inland lake – Qinghai Lake. *Environmental Pollution*, 235, 899–906. Recuperado de <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749117345591>
18. Zhang, K., Xiong, X., Hu, H., Wu, C., Bi, Y., Wu, Y., ... Liu, J. (2017). Occurrence and Characteristics of Microplastic Pollution in Xiangxi Bay of Three Gorges Reservoir, China. *Environmental Science & Technology*, 51(7), 3794–3801. Recuperado de <http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.7b00369>

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).