



UADE



MICROPLÁSTICOS

Identificación de pequeñas partículas con grandes impactos en las playas arenosas de Lima, Buenos Aires y Cartagena

Editores académicos

- Jeffrey León-Pulido
- Luis Santillán Corrales
- Judith Elizabeth Lacava

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

MICROPLÁSTICOS

Identificación de pequeñas partículas con grandes impactos en las playas arenosas de Lima, Buenos Aires y Cartagena



UADE



MICROPLÁSTICOS

Identificación de pequeñas partículas con grandes impactos en las playas arenosas de Lima, Buenos Aires y Cartagena

Editores académicos

- Jeffrey León-Pulido
- Luis Santillán Corrales
- Judith Elizabeth Lacava

Cómo citar en APA: León Pulido, J., Santillán Corrales, L. y Lacava, J. E. (Eds.) (2024). *Microplásticos: identificación de pequeñas partículas con grandes impactos en las playas arenosas de Lima, Buenos Aires y Cartagena*. Universidad Ean.

Catalogación en la fuente: Biblioteca Universidad EAN

León-Pulido, Jeffrey

Microplásticos : identificación de pequeñas partículas con grandes impactos en las playas arenosas de Lima, Buenos Aires y Cartagena / Jeffrey León-Pulido, Santiago Bedoya Barrera, Billy Fernando Crissien Castillo, Luis Santillán Corrales, Judith Elizabeth Lacava, Gabriel De la Torre Picho, Diana Dioses Salinas, Agustina Schmaedke, María Azul Denaro.

Descripción: 1a edición / Bogotá: Universidad Ean, 2024.

111 páginas

ISBN 9789587567076 / eISBN 9789587567083 / ISBN e-pub 9789587567090

1. Plástico - Aspectos ambientales 2. Residuos de plástico - Legislación 3. Impacto ambiental 4. Minimización de residuos - Metodología 5. Contaminación - Prevención 6. Disposición de residuos en el océano - Evaluación de riesgos

I. Bedoya Barrera, Santiago II. Crissien Castillo, Billy Fernando III. Santillán Corrales, Luis

IV. Lacava, Judith Elizabeth V. De la Torre Picho, Gabriel VI. Dioses Salinas, Diana VII. Schmaedke, Agustina VII. Azul Denaro, María

363.7 CDD23

Edición

Gerencia de Investigación y Transferencia

Gerente de Investigación y Transferencia

William S. Fajardo Moreno

Coordinadora de Publicaciones

Irina Florián Ortiz

Corrección de estilo

María José Molano

Diseño y diagramación

Mónica Cabiativa Daza

Impresión

Carvajal Soluciones de Comunicación.

Conversión a e-pub

Precolombi EU

© Universidad EAN

© Jeffrey León-Pulido

© Santiago Bedoya Barrera

© Billy Crissien Castillo

© Luis Santillán Corrales

© Lacava Judith Elizabeth

© Gabriel de la Torre Picho

© Diana Dioses Salinas

© Agustina Schmaedke

© María Azul Denaro

Primera edición: abril de 2024

ISBN (impreso): 978-958-756-707-6

ISBN (digital): 978-958-756-708-3

ISBN (e-pub): 978-958-756-709-0

DOI: <https://doi.org/10.21158/9789587567076>

Número de ejemplares: 100 ejemplares.

Hecho en Colombia

Made in Colombia

Publicado por Ediciones EAN, 2024.

Todos los derechos reservados.

Universidad EAN, El Nogal:

Calle 79 # 11-45 Bogotá D.C., Colombia,

Suramérica, 2024

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización de la Universidad EAN.

Universidad EAN: SNIES 2812 | Personería Jurídica Res. n.º 2898 del Minjusticia - 16/05/69 | Vigilada Mineducación. CON ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD, Res. n.º 29499 del Mineducación 29/12/17, vigencia 28/12/21.

Cláusula de responsabilidad: La Univesidad Ean no es responsable de las opiniones y de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Contenido

- 13 Introducción

- 16** **Capítulo 1.** La emergencia mundial alrededor del plástico
 - 16 Plástico
 - 16 Microplástico
 - 19 Impactos de los residuos plásticos y microplásticos

- 20** **Capítulo 2.** Los residuos y la legislación del microplástico
 - 20 Degradación del plástico
 - 22 Normatividad internacional
 - 24 Marco legal en Argentina, Perú y Colombia
 - 24 Marco legal argentino
 - 28 Marco legal peruano
 - 29 Marco legal colombiano

- 34** **Capítulo 3.** Antecedentes en Latinoamérica
 - 34 Antecedentes en Argentina
 - 38 Microplásticos en sedimentos costeros
 - 39 Microplásticos en ambientes acuáticos

	40	Bioacumulación de microplásticos
41		Antecedentes de estudio en Perú
44		Antecedentes de estudio en Colombia
48		Capítulo 4. Técnicas y metodologías para la interacción con microplásticos
48		Definición del área de estudio
	48	Área de estudio en Argentina
	50	Área de estudio en Perú
	51	Área de estudio en Colombia
53		Metodología
	53	Muestreo
	57	Determinación de microplásticos en sedimentos
62		Capítulo 5. Impacto de los microplásticos en Latinoamérica: caso Argentina-Perú-Colombia
62		Resultados y conclusiones en Argentina
	62	Resultados obtenidos en Argentina
	70	Conclusiones
72		Resultados y conclusiones en Perú
	73	Playa Las Conchitas
	77	Playa Costa Azul
	79	Playa San Pedro
83		Resultados y conclusiones en Colombia
	83	Resultados
	88	Conclusión

89	Capítulo 6. La interacción de los microplásticos en playas de América Latina
89	Análisis diferencial de técnicas de muestreo
91	Comparación y análisis de resultados
92	Conclusiones
93	Perspectivas a futuro en Latinoamérica
95	Referencias
106	Glosario
109	Autores

Lista de tablas

21	Tabla 1. Tipos y características de plásticos
22	Tabla 2. Ejemplos de contaminantes tóxicos en el plástico
23	Tabla 3. Normatividad internacional
25	Tabla 4. Legislación vigente al año 2021 en materia de plásticos en Argentina
27	Tabla 5. Listado de proyectos de ley actualizado al año 2021 en materia de plásticos en Argentina
32	Tabla 6. Normatividad nacional para el manejo de residuos, reglamentación de reciclaje, prevención y manejo de la contaminación marina en Colombia

- 40 Tabla 7. Antecedentes de bioacumulación de microplásticos en tejido animal en la Provincia de Buenos Aires, Argentina
- 46 Tabla 8. Distribución de las formas de microplástico halladas en las costas del Caribe y del Pacífico colombiano
- 47 Tabla 9. Distribución de las formas de microplástico halladas en las costas del Caribe y del Pacífico colombiano con relación al tipo de polímero
- 66 Tabla 10. Ítems de MPs identificados en CI2019 por kg de sustrato seco
- 73 Tabla 11. Total de residuos plásticos en las playas arenosas de Lima
- 74 Tabla 12. Residuos plásticos en la playa Las Conchitas (por 0,01 m³)
- 76 Tabla 13. Primer muestreo. Anova de puntos de muestreo
- 76 Tabla 14. Segundo muestreo. Anova de puntos de muestreo
- 77 Tabla 15. Residuos plásticos en la playa Costa Azul (por 0,01 m³)
- 80 Tabla 16. Residuos plásticos en la playa San Pedro (por 0,01 m³)
- 82 Tabla 17. Primer muestreo. Anova de puntos de muestreo
- 82 Tabla 18. Segundo muestreo. Anova de puntos de muestreo
- 83 Tabla 19. Muestras de sedimento tomadas en las playas de Cartagena
- 86 Tabla 20. Cantidad y tipo de microplásticos observados en el microscopio.
- 88 Tabla 21. Relación de cantidad de microplásticos por kilogramo de sustrato húmedo
- 91 Tabla 22. Análisis y comparación de resultados en Argentina, Perú y Colombia

Lista de figuras

- 17 Figura 1. Tipos de microplásticos
- 18 Figura 2. Comportamiento de los microplásticos
- 35 Figura 3. Localización del amba, Provincia de Buenos Aires, Argentina
- 36 Figura 4. Localización de parques industriales e industrias en el AMBA, Buenos Aires, Argentina
- 37 Figura 5. Ítem plásticos en la Costa Argentina durante el 2018
- 49 Figura 6. Localización de los puntos de muestreo
- 50 Figura 7. Estado inicial del sitio muestreado durante la CI2019
- 51 Figura 8. Playas en Perú
- 52 Figura 9. Ubicación de las playas de estudio en Cartagena, Colombia
- 54 Figura 10. Metodología de muestreo
- 55 Figura 11. Cuadrante, caso en Perú
- 56 Figura 12 . Diseño de muestreo de sedimentos de playas en Colombia
- 59 Figura 13. Fibras y otros registros fotográficos de los plásticos encontrados
- 61 Figura 14. Método de contabilización de microplásticos
- 63 Figura 15. Morfología de identificación de ítems de MPs
- 64 Figura 16. Distribución de ítems de MPs por zona de muestreo para la CI2019
- 65 Figura 17. MPs CI2019. Identificación de ítems de MPs por color y tipo
- 67 Figura 18. Microperlas encontradas en la CI2019, escala 500 μm



- 68 **Figura 19.** Fibras y otros tipos de microplásticos evidenciados en la CI2019, escala 500 μm
- 75 **Figura 20.** Distribución de plásticos en el primer muestreo
- 75 **Figura 21.** Distribución de plásticos en el segundo muestreo
- 78 **Figura 22.** Distribución de plásticos en el primer muestreo
- 78 **Figura 23.** Distribución de plásticos en el segundo muestreo
- 81 **Figura 24.** Distribución de plásticos en el primer muestreo
- 81 **Figura 25.** Distribución de plásticos en el segundo muestreo
- 84 **Figura 26.** Microplásticos sobrenadantes en Punta Arenas (solución NaCl)
- 85 **Figura 27.** Microplásticos sobrenadantes en Punta Arenas (Solución H_2O_2)
- 85 **Figura 28.** Microplásticos sobrenadantes en Bocagrande (solución NaCl)
- 87 **Figura 29.** Distribución de ítems de MPs por zona de muestreo en Cartagena
- 90 **Figura 30.** Análisis diferencial de las técnicas de muestreo en Argentina, Perú y Colombia



Introducción

Los plásticos forman parte de nuestra cotidianidad, pues son utilizados en la mayoría de las áreas y productos tales como embalajes, construcción y electrónica. La versatilidad, la maleabilidad, el bajo costo y la durabilidad del plástico han hecho que su producción mundial aumente a gran escala desde la década de 1950 (Gesamp, 2015). Esto lo convierte en el tercer material más fabricado en el mundo después del acero y del cemento (Williams y Rangel-Buitrago, 2019).

De acuerdo con Plastics Europe (2020), para el 2019 la producción de plásticos fue de 368 millones de toneladas, y se prevé que su fabricación siga creciendo. Sin embargo, muchos de los residuos plásticos no tienen una gestión adecuada y la tasa de su reciclaje sigue siendo baja en la mayoría de los países, lo que ha desencadenado la acumulación de materiales plásticos en la naturaleza (Geyer *et al.*, 2017). Muchos de estos desechos vienen de fuentes terrestres como redes de pesca, cuerdas, botellas y bolsas de plástico que terminan en ambientes marinos y costeros, por lo que se ha estimado que cada año entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas de plástico ingresan a los océanos (Jambeck *et al.*, 2015).

Esta basura marina conduce al incremento de plásticos en los ambientes costeros, marinos y oceánicos debido a su alta producción y utilización, a su mal manejo y a su disposición en los cuerpos de agua y en la acumulación de sedimentos, a los que llega por acción directa de las personas o por descargas



de industrias. Una vez en el medio marino, los residuos plásticos persisten durante siglos debido a su difícil biodegradación (Galgani *et al.*, 2013).

En efecto, la basura plástica desechada incorrectamente a la intemperie puede resultar en fragmentos más pequeños que se denominan *microplásticos* (en adelante, *MPs*), los cuales, a simple vista, pueden ser imperceptibles. Los microplásticos se definen como piezas de plástico de menos de 5 milímetros de diámetro (Gigault *et al.*, 2018), y se clasifican en *primarios*, que son aquellos que provienen de la fabricación deliberada por debajo del límite de 5 milímetros (Auta *et al.*, 2017); y *secundarios*, que corresponden a los que se forman debido a la fragmentación de desechos plásticos por su exposición a procesos fisicoquímicos y/o biológicos (Horton y Dixon, 2018). Algunos de los principales impactos de los microplásticos sobre los ecosistemas marinos son el deterioro de la calidad del agua y la mortalidad de animales marinos.

Los plásticos liberados en el ambiente provienen de la basura común. En el caso particular de aquellos que se hallan en el mar, estos pueden provenir de dos fuentes: la terrestre y la marina. La basura proveniente de la fuente terrestre es la más representativa según la Comisión Permanente del Pacífico Sur (2007); esta es usualmente depositada de manera inadecuada en botaderos donde los componentes no degradables son trasladados hacia los ríos por el viento, la lluvia o por los animales, incluso muchas veces la disposición ocurre directamente en los ríos y desde allí son transportados hacia el mar. La Comisión Permanente del Pacífico Sur (2007) indica que los plásticos no son necesariamente los más abundantes en la basura que se produce en Chile, Perú, Ecuador, Colombia y Panamá; sin embargo, al llegar al mar se vuelven los desechos más contaminantes debido a su durabilidad y permanencia.

Así pues, la investigación realizada, de la cual se da cuenta en el presente texto, tuvo como fin visibilizar la problemática

que en algunos países de Suramérica representan los residuos plásticos, pues al producir estos graves impactos en el ambiente se convierten en un tema de estudio pertinente. De esta manera, se muestra el estado actual en tres países de la región, a saber, Argentina, Perú y Colombia, en cuanto a los microplásticos se refiere, haciendo un acercamiento especialmente teórico y normativo.

Para lograr el cumplimiento del objetivo, se acudió a la información teórica actual y se aplicaron métodos de muestreo y técnicas analíticas para identificar los microplásticos en los sedimentos, lo que permitió evaluar el contenido de dichos residuos en algunos puntos de zonas costeras de los países mencionados, así como las causas de esta contaminación y las alternativas de su mitigación acogidas a las políticas y normatividad vigentes. Particularmente se propone un estudio de caso frente a un foco de contaminación por microplásticos y su correspondiente alternativa de solución.

Capítulo 1.

LA EMERGENCIA MUNDIAL ALREDEDOR DEL PLÁSTICO

Plástico

Los plásticos son polímeros orgánicos sintéticos procedentes del petróleo y combinados con una serie de aditivos que, a su vez, les confieren diferentes características entre las que se encuentran la textura, la resistencia a la temperatura, la maleabilidad, la estabilidad, el brillo y la dureza (Arandes *et al.*, 2004; Derraik J.G.B, 2002). Como resultado de las combinaciones entre los diferentes polímeros y aditivos, se originan diversos tipos de plásticos que pueden clasificarse en convencionales, oxo-degradables y bioplásticos (Bilbao Villena, 2015).

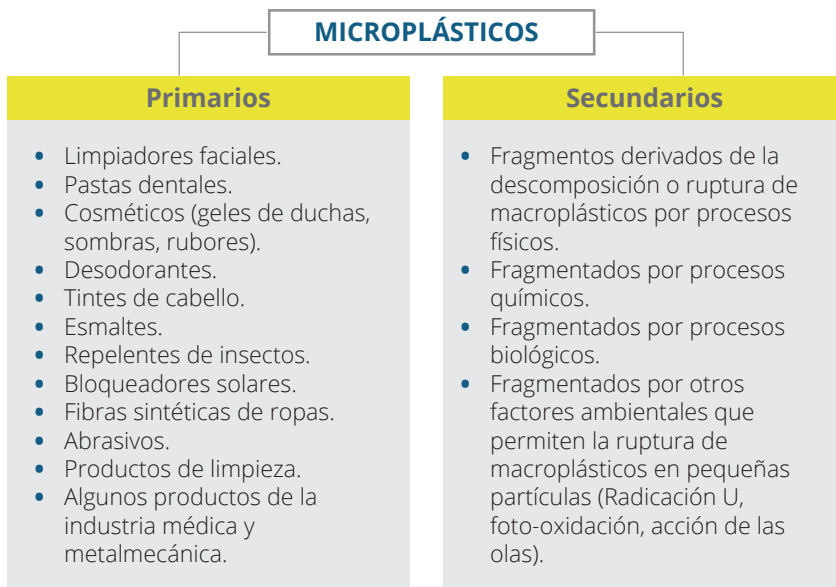
Microplástico

El término *microplásticos* o MPs se usa para designar las partículas de plásticos inferiores a 5 milímetros de diámetro (Barnes *et al.*, 2009; Betts, 2008; Ryan *et al.*, 2009; Claessens *et al.*, 2013). Gracias a su tamaño y composición química, presentan diversas densidades, lo que permite que se distribuyan verticalmente a lo largo de la columna de agua, se depositen en el sedimento y sean transportados por las corrientes marinas hacia diferentes lugares del mundo para alcanzar distintos

hábitats marinos (UNEP, 2016; Auta *et al.*, 2017). En el ambiente, los plásticos pueden ser encontrados en diferentes tamaños como megaplásticos (>100 mm), macroplásticos (>20-100 mm), mesoplásticos (5-20 mm) y microplásticos (<5 mm); también en diferentes tipos como fibras, foam, fragmentos y pellets (Machovsky-Capuska *et al.*, 2019).

Los microplásticos se pueden clasificar por su origen en primarios o secundarios (Figura 1). Los primeros provienen de la fabricación directa para su uso en la industria médica, metalmecánica, cosmética y en productos del hogar, entre otros; mientras que los secundarios se generan por la fragmentación de artículos de plásticos de mayor tamaño y por procesos físicos, químicos y biológicos, o por una combinación de varios factores (Cole *et al.*, 2011; Auta *et al.*, 2017).

Figura 1. Tipos de microplásticos



Fuente: Cole *et al.*, (2011) y Auta *et al.* (2017).