

**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICRO PLÁSTICO EN LA INTER  
CUENCA BAJA DEL RIO GUATAPURÍ**



**AUTORES:**

NATALIA ESCOBAR CASTILLO

ALEX ALBERTO AVILA BELTRAN

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**VALLEDUPAR – CESAR**

**2024**

**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICRO PLÁSTICO EN LA INTER  
CUENCA BAJA DEL RIO GUATAPURÍ**

**AUTORES:**

NATALIA ESCOBAR CASTILLO

ALEX ALBERTO AVILA BELTRAN

**DIRECTOR**

JAIME LUIS ARIZA RESTREPO

Magister en Ciencias Ambientales

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

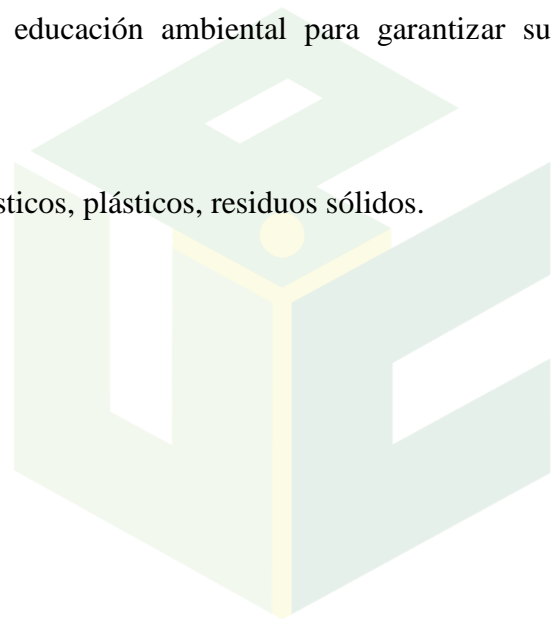
**VALLEDUPAR – CESAR**

**2025**

## **RESUMEN**

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la presencia de microplásticos en la intercuenca baja del río Guatapurí, Valledupar – Cesar, mediante una metodología integrada de caracterización fisicoquímica, cuantificación analítica y diseño de estrategias de educación ambiental. Para ello, se realizaron muestreos en seis puntos representativos del río durante las temporadas seca y lluviosa, con el fin de comparar variaciones estacionales en la calidad del agua y en la concentración de microplásticos. Los resultados evidenciaron que, la presencia continua de contaminación por microplásticos en el ecosistema fluvial, con una mayor carga durante el periodo lluvioso, lo que sugiere influencia directa de la escorrentía superficial y de actividades antrópicas asociadas al turismo y a los vertimientos domésticos. Finalmente, se diseñó el programa “Guardianes del Guatapurí”, enfocado en la educación ambiental y la participación comunitaria, con el propósito de reducir la disposición inadecuada de plásticos y fortalecer la conciencia ecológica local. El estudio concluye que el río Guatapurí presenta signos de afectación por microcontaminantes plásticos y materia orgánica, requiriendo acciones sostenidas de monitoreo, mitigación y educación ambiental para garantizar su conservación y equilibrio ecológico.

Palabras claves: contaminación del agua, microplásticos, plásticos, residuos sólidos.



## ABSTRACT

The present study aimed to determine the presence of microplastics in the lower Guatapurí River interbasin, Valledupar-Cesar, using an integrated methodology of physicochemical characterization, analytical quantification, and the design of environmental education strategies. To this end, sampling was conducted at six representative points along the river during the dry and rainy seasons to compare seasonal variations in water quality and microplastic concentrations. The results showed the continued presence of microplastic contamination in the river ecosystem, with a greater burden during the rainy season. This suggests a direct influence from surface runoff and human activities associated with tourism and domestic waste. Finally, the "Guardians of the Guatapurí" program was designed, focusing on environmental education and community participation, with the aim of reducing the inappropriate disposal of plastics and strengthening local ecological awareness. The study concludes that the Guatapurí River shows signs of being affected by plastic micropollutants and organic matter, requiring sustained monitoring, mitigation, and environmental education to ensure its conservation and ecological balance.

Keywords: water pollution, microplastics, plastics, solid waste.



## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	15
3. OBJETIVOS .....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL:.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	17
4. MARCO REFERENCIAL.....	18
4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
4.2. MARCO TEÓRICO.....	21
4.3. MARCO CONCEPTUAL .....	27
4.4. MARCO CONTEXTUAL .....	29
4.5. MARCO LEGAL.....	26
5. MARCO METODOLÓGICO.....	28
5.1. LÍNEA, SUBLÍNEA Y ÁREA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN.....	28
5.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	28
5.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....	29
5.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO .....	29
5.4. MUESTRA POBLACIONAL .....	29
5.5. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	30

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	14
7. CONCLUSIONES .....	70
8. RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFÍA .....	73



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Partes de la cuenca .....	23
<b>Figura 2</b> Concentración de microplástico .....	25
<b>Figura 3</b> Ubicación del río Guatapurí .....	30
<b>Figura 4.</b> Toma de muestras de agua .....	14
<b>Figura 5.</b> Microplásticos en temporada seca.....	48
<b>Figura 6.</b> Microplásticos en temporada lluviosa.....	53
<b>Figura 7.</b> Detección de microplásticos en las muestras .....	55
<b>Figura 8.</b> Socialización del programa con estudiantes.....	65



## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Normatividad .....	1
<b>Tabla 2.</b> Métodos y equipos usados para la caracterización fisicoquímica .....	8
<b>Tabla 3.</b> Datos de la toma de muestras de agua .....	15
<b>Tabla 4.</b> Resultados de la caracterización temporada seca .....	15
<b>Tabla 5.</b> Resultados de la caracterización temporada lluviosa.....	19
<b>Tabla 6.</b> Correlación entre las temporadas.....	22
<b>Tabla 7.</b> Datos DQO por temporada .....	25
<b>Tabla 8.</b> Datos SST por temporada .....	28
<b>Tabla 9.</b> Datos NTU por temporada.....	30
<b>Tabla 10.</b> Datos pH por temporada .....	33
<b>Tabla 11.</b> Datos DO por temporada .....	35
<b>Tabla 12.</b> Datos de saturación de oxígeno por temporada .....	35
<b>Tabla 13.</b> Matriz de documentos revisados.....	39
<b>Tabla 14.</b> Revisión documental en la cuenca del río Guatapurí.....	42
<b>Tabla 15.</b> Cuantificación de microplásticos en temporada seca .....	45
<b>Tabla 16.</b> Cuantificación de microplásticos en temporada lluviosa.....	51
<b>Tabla 17.</b> Comparación de las dos temporadas.....	56
<b>Tabla 18.</b> Identificación de fuentes .....	59
<b>Tabla 19.</b> Estrategias propuestas.....	64

## 8. CONCLUSIONES

En la temporada seca, la mayoría de los parámetros (pH, SST, turbidez y oxígeno disuelto) se mantuvieron dentro de los rangos permisibles, evidenciando una buena calidad general del agua. No obstante, los valores de DBO<sub>5</sub> y DQO superaron los límites en los puntos Escuela (40 mg/L) y Hurtado (36 mg/L y 142,08 mg/L, respectivamente), lo que sugiere una alta carga orgánica por vertimientos domésticos y una capacidad limitada de autodepuración en esos sectores. Durante la temporada lluviosa, los resultados mostraron incrementos notables en DBO<sub>5</sub> (hasta 36 mg/L), DQO (hasta 204,64 mg/L) y turbidez (hasta 42,3 NTU), lo que indica una mayor incorporación de materia orgánica, sólidos finos y compuestos no biodegradables producto del arrastre superficial por escorrentía (Rodier, 2009; Salas & Martino, 2001). Aunque los valores de pH y oxígeno disuelto se mantuvieron dentro de los límites del RAS (2000), el aumento de carga orgánica y la reducción del OD en algunos puntos revelan estrés ecológico moderado.

Durante la temporada seca, la cuantificación de microplásticos en la intercuenca baja del río Guatapurí evidenció una mayor presencia de partículas en los puntos P2, P4 y P5, con una concentración total de 64 microplásticos identificados. Se destacaron principalmente fibras de algodón, poliéster, nailon y fragmentos de silicona y caucho, lo que sugiere una fuerte influencia de actividades domésticas, recreativas y vehiculares en las zonas de mayor intervención antrópica. La presencia de fragmentos verdes y azules asociados a caucho y

silicona indica aportes de desgaste vehicular y residuos industriales livianos, mientras que los fragmentos de origen natural (algodones) pueden representar contaminación mixta por residuos domésticos y recreativos. Los resultados demuestran que la temporada seca presenta condiciones favorables para la retención y acumulación de microplásticos, debido a la menor velocidad de flujo y a la limitada capacidad de arrastre del río como determinantes en la sedimentación de microplásticos en cuerpos de agua de bajo caudal.

Durante la temporada lluviosa se identificaron 20 microplásticos en total, con una reducción significativa respecto a la temporada seca. Los puntos con presencia destacada fueron P5 y P6, donde se hallaron fibras de algodón, poliéster, polipropileno y fragmentos de silicona, lo que refleja la influencia de escorrentía superficial, arrastre de residuos urbanos y materiales agrícolas. La disminución general de microplásticos se asocia con el aumento del caudal y la dispersión por dilución. Sin embargo, la detección de polipropileno y silicona en P6 confirma el aporte de fuentes agrícolas y de mantenimiento vial. Los resultados de la temporada lluviosa evidencian una menor carga acumulada pero mayor diversidad de polímeros, reflejando la dinámica de transporte y redistribución estacional de los microplásticos en la cuenca baja del río Guatapurí.

La implementación del programa permitió evidenciar que la educación ambiental, cuando se fundamenta en la participación social y el aprendizaje significativo, se convierte en un instrumento eficaz para modificar actitudes y prácticas frente a la conservación del entorno. Los talleres, campañas y actividades desarrolladas contribuyeron a fortalecer la cultura ambiental en la cuenca baja del río Guatapurí, generando una mayor comprensión sobre los impactos de la contaminación plástica y la necesidad de adoptar hábitos sostenibles. Asimismo, la articulación entre comunidad, instituciones educativas, autoridades ambientales y visitantes

consolidó una red de apoyo orientada a la protección y recuperación del ecosistema. En este sentido, el programa demuestra que la acción colectiva y la educación transformadora son pilares fundamentales para preservar los recursos hídricos y garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

## **9. RECOMENDACIONES**

Ampliar el monitoreo de microplásticos en la cuenca del río Guatapurí, incorporando metodologías de identificación mediante microscopía electrónica y espectroscopía FTIR, con el fin de caracterizar su composición polimérica y origen potencial.

Evaluar los efectos ecotoxicológicos de los microplásticos sobre organismos acuáticos nativos, especialmente peces e invertebrados bentónicos, para comprender su impacto en la cadena trófica.

Integrar estudios socioambientales que analicen las percepciones y comportamientos de las comunidades locales frente a la contaminación plástica, permitiendo fortalecer las estrategias educativas desde un enfoque cultural y territorial.

Implementar sistemas de monitoreo participativo, en los que las comunidades locales contribuyan de forma continua al registro y control de residuos sólidos en el cauce.

Desarrollar propuestas tecnológicas y de economía circular, enfocadas en la valorización de residuos plásticos y la promoción de materiales alternativos biodegradables, como parte de una estrategia integral de mitigación.

## BIBLIOGRAFÍA

Aguirre Núñez, Mario. (2021). “La Cuenca Hidrográfica en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos”. *Revista Virtual REDESMA* 5 (1): 10-20

Alcaldía de Valledupar (2024). Información general municipal.

Andrade, J., Torres, M., & Castaño, L. (2023). Microplastic pollution in tropical freshwater ecosystems: Sources, types, and environmental risks. *Environmental Pollution*, 329, 121623.

Arellano-Monterrosas, José Luis, y Laura Elene Ruiz-Meza. (2019). “Variabilidad Climática y Eventos Extremos en la Cuenca Del Río Zanatenco, Chiapas”. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 10 (3): 249-274. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-03-10>

Arias Hoyos, A., Vela Rico, J. J. y Gomez Ortiz, C. S. (2024). Microplásticos, ambiente y salud humana. Una revisión a nivel global. *Gestión y Ambiente*, 26(2), 11. <https://doi.org/10.15446/ga.v26n2.108714>

Arias, L., Gutiérrez, A., & Silva, M. (2019). Evaluación de la calidad del agua en ecosistemas acuáticos tropicales. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 12(3), 45–57.

Balza, Elianny, María Zapata, Milagros Jiménez-Noda, Lisbeth Manganiello, Cristóbal Vega,

Rosalyn Cova, y Jesús Moreno. 2019. “Nota de la Calidad y el Caudal de Aguas de una  
[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Teléfono conmutador PBX: (+57 605 588 5592)  
Balneario Hurtado, Vía a Patillal  
Valledupar – Cesar, Colombia

- Subcuenca Hidrográfica Ubicada en un Parque Nacional”. Revista Ingeniería UC 26 (1): 105 -118
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). *Gestión integral de residuos sólidos en América Latina y el Caribe: Avances y desafíos*. BID.
- Bollaín, C., & Vicente, D. (2019). Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. *Revista Española de Salud Pública*, 93.
- Borrell, YJ, Masiá, P., Sol, D., Ardura, A., Laca, A Dopico, E., ... & Garcia-Vazquez, E. (2020) Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution: *Science*, Volume 369.
- Boyd, C. (2020). *Water Quality: An Introduction*. Springer.
- Breuer, A., y U. Oswald Spring. 2020. ¿La Agenda 2030 como evento de establecimiento de agenda para la gobernanza del agua? Evidencia de la cuenca del río Cuautla en Morelos y México. *Agua* 12 (2): 314
- Bustamante, M., Gavito, M. E., Jiménez, A., Loboguerrero Rodriguez, A. M., Pérez, C., Torres, I., ... & Vidal-Abarca, M. R. (2020). Ecosistemas terrestres y acuáticos continentales. Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos— Informe RIOCCADAPT
- Chapra, S. (2015). *Surface Water-Quality Modeling*. Waveland Press.
- Da Costa Leite, Olavo, Saulo De Oliveira Lima, Lawrence N. De Oliveira, Rodrigo J. Da Silva, Gilson A. De Freitas, Osvaldo J. F. Júnior, y Allan D. P. Da Silva. 2019. “Morphometric

- Characterization of Part of Muricizal River Watershed-Tocantins, Brazil”. *Agricultural Environmental Sciences* 5: E019004. <https://doi.org/10.36725/agries.v5i0.1184>
- Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2012). Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. *Progress in Polymer Science*, 37(11), 1552–1596.
- Franco-Herrera, A., Díaz, L., & López, J. (2021). Caracterización de microplásticos en ríos urbanos del Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Ambientales*, 13(2), 45–59.
- Franco-Herrera, A., Polanía-Zenner, P. I., Otálora-Rincón, C. D., & Tigreros-Benavides, P. C. (2022). Spatial and temporal distribution of floating microplastics in waters of the Colombian central Caribbean region. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(179), 406–425. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1578>
- García, D., Mendoza, L., & Pérez, R. (2020). Evaluación de microplásticos en sedimentos y aguas superficiales de ríos tropicales colombianos. *Revista de Ciencias del Mar*, 56(1), 67–82.
- Gomez, J. (2023). Presencia de microplásticos en la playa San Jacinto de la Provincia, Ecuador.
- Gómez, L., & Pacheco, J. (2021). Impactos ambientales de los rellenos sanitarios en zonas urbanas de Latinoamérica. *Revista de Gestión Ambiental*, 12(3), 45-58.
- Gómez, S., Patiño, M., & Ríos, F. (2021). Fuentes domésticas de contaminación por microplásticos en cuencas urbanas. *Journal of Environmental Monitoring*, 25(4), 234–242.

Gong, M., Yang, G., Zhuang, L. & Zeng, E. (2019). Microbial biofilm formation and community structure on low-density polyethylene microparticles in lake water microcosms. *Environmental Pollution*, Volume 252, Part A. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.05.090>.

Hidalgo-Ruz, V., Thiel, M., & Miranda, R. (2020). Microplastic dynamics in fluvial and estuarine environments. *Marine Pollution Bulletin*, 161, 111760.

Hua, T., Kiran, S., Li, Y., & Sang, Q. X. A. (2022). Microplastics exposure affects neural development of human pluripotent stem cell-derived cortical spheroids. *Journal of Hazardous Materials*, 435(April), 128884. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128884>

Iannacone, J., Príncipe, F., Alvarino, L., Minaya, D., Panduro, G., & Ayala, Y. (2022). Microplásticos en el «cangrejo peludo» *Romaleon setosum* (Molina, 1782) (Cancridae) del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 33(1), 1–22. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i1.22161>

IDEAM. (2022). Informe nacional del estado del agua en Colombia 2022. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2015). *Guía para la toma de muestras de agua superficial y subterránea*. IDEAM. <https://www.ideam.gov.co>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch>

Iriarte, J., Morales, P., & Duarte, A. (2022). Silicone and polymer-based microplastics in inland water systems: New findings and implications. *Environmental Chemistry Letters*, 20(5), 2789–2803.

Joseph, A., Parveen, N., Ranjan, V. P., & Goel, S. (2023). Drinking hot beverages from paper cups: Lifetime intake of microplastics. *Chemosphere*, 317(May 2022), 137844.  
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137844>

Laborda, F., Trujillo, C., & Lobinski, R. (2021). Analysis of microplastics in consumer products by single particle-inductively coupled plasma mass spectrometry using the carbon-13 isotope. *Talanta*, 221. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121486>

Li, A., Sathishkumar, P., Selahuddeen, M., Mahmood, W., Abidin, M., Wahab, R., Huri, M. & Abdullah, F. (2022). Adverse environmental effects of disposable face masks due to the excess usage. *Environmental Pollution*, Volume 308.  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119674>.

Lineamientos y guía orientadora para la formulación y estructuración del anteproyecto y proyecto de grado en el programa de ingeniería ambiental y sanitaria de la universidad popular del cesar. (2022).

Liu, K., Wang, X., Wei, N., Song, Z., & Li, D. (2019). Accurate quantification and transport estimation of suspended atmospheric microplastics in megacities: Implications for human health. *Environment International*, 132(July), 105127.  
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105127>

Llerena, C. A. (2023). Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. FAO Presentado  
[www.unicesar.edu.co](http://www.unicesar.edu.co)  
Teléfono conmutador PBX: (+57 605 588 5592)  
Balneario Hurtado, Vía a Patillal  
Valledupar – Cesar, Colombia

en el Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA), Arequipa, Perú, 9-12 junio, durante el Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas

Martínez, P., Torres, F., & Ramírez, C. (2022). Evaluación del cumplimiento normativo en rellenos sanitarios de Colombia. *Revista Colombiana de Ingeniería Ambiental*, 15(2), 112-128.

Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. McGraw-Hill.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2020). *Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia*. MADS. <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Vivienda construcción y Saneamiento (MVCS), 2014. Plan Nacional de Inversiones del Sector Saneamiento 2014 -2021. [pdf] Accesible en: < [http://gestoresdeaguasegura.org/wpcontent/uploads/2015/04/plan\\_nacional\\_inversiones\\_saneamiento.pdf](http://gestoresdeaguasegura.org/wpcontent/uploads/2015/04/plan_nacional_inversiones_saneamiento.pdf)>

Muñoz, A. (2020) El Manejo integral de cuencas: limitaciones de una política sectorial para la gestión territorial del agua. Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica, A.C. (IDESMAC)

OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable* (Tercera ed., Vol. I). Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

OMS. (2018). *Sanitary Inspection Forms*. Appendix C. Organización Mundial de la Salud.

OMS| Kate Medlicott, Jennifer De France, Elena Villalobos-Prats y Bruce Gordon  
contribuciones de: Halshka Graczyk (OIT); Sarantuyaa Zandaryaa (UNESCO-PHI);  
Javier Mateo-Sagasta (IWMI); Rio Hada (ACNUDH); Serena Caucci (UNU-  
FLORES); Vladimir Smakhtin (UNU-INWEH); y Lesley Pories (Water.org)

Palacio, J., & Gómez, M. (2016). Indicadores fisicoquímicos de calidad de agua en zonas rurales. Universidad del Valle.

Paulina Díaz-Mosquera Natalia Rodríguez-Villamil Alejandra Valencia-González (2022). El problema del agua no es solo el agua”: reflexiones sobre el diálogo desde una experiencia educativa con poblaciones sin acceso al agua potable, en Turbo (Colombia) entre 2015 y 2016. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902022190728>

Pérez, J., & Castaño, D. (2023). Distribución espacial de microplásticos en ecosistemas fluviales colombianos. *Revista de Hidrobiología Aplicada*, 5(1), 33–49.

RAS. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000. Título B: Sistemas de acueducto y saneamiento básico. República de Colombia.

Rendón, Luis. (2023). La cuenca: sistema hidrológico o curso de agua natural. IMTA. Documento electrónico.

República de Colombia. (2007). Resolución 2115 de 2007. Por la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Diario Oficial No. 46.623.

República de Colombia. (2015). Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Diario Oficial No. 49.523.

República de Colombia. (2015). Resolución 0631 de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a sistemas de alcantarillado público. Diario Oficial No. 49.427.

Rocha-Santos, T., & Duarte, A. (2022). Microplastics and Nanoplastics: Environmental Assessment and Mitigation. Elsevier.

Rojas, K., Blanco, M., & Díaz, C. (2022). Evaluación de microplásticos en cuerpos de agua del Caribe colombiano: composición y fuentes. *Revista Colombiana de Química Ambiental*, 28(3), 89–102.

Rojas, M. (2021). abundancia de microplásticos en algunas playas del departamento de la magdalena.

Rojas, P., & Rodríguez, D. (2017). Evaluación de la DQO y DBO como indicadores de contaminación orgánica en aguas superficiales. *Revista Colombiana de Ingeniería Ambiental*, 9(1), 23–32.

Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). Guía para el monitoreo de ecosistemas acuáticos. Universidad de Antioquia.

Velasco, E., Parra, C., & López, R. (2023). Efectos ecotoxicológicos de microplásticos en sistemas acuáticos continentales. *Ecología y Ambiente*, 31(1), 77–94.



## ANEXOS

### Anexo 1. Caracterización físicoquímica

**temporada seca**

parametros	Rincon	Escuela	Hurtado	OmarG	Vivero Mun	Vivero Dep
DBO5	22 mg/l	40 mg/l	36 mg/l	21 mg/l	16 mg/l	18 mg/l
DQO	18,94 mg/l	94,72 mg/l	142,08 mg/l	18,94 mg/l	13,56 mg/l	47,48 mg/l
SST		0 0,02	0,04	0,06	0.006	0.004
turbidez	1,76 NTU	1,27 NTU	1,79 NTU	1,68 NTU	1,82 NTU	1,81 NTU
PH	7,01	7,78	7,52	7,20	7,82	7,76
DO	5,58 mg/l	4,69 mg/l	4,67 mg/l	4,49 mg/l	4,03 mg/l	3,19 mg/l
%	62,7 %	59,6 %	61,3 %	58,8 %	65,7 %	48,6%
MP		3FN,2FRA,		11FA,11FRV	11FRV	

**TEMPORADA DE LLUVIA**

parametro	RINCON	ESCUELA A	HURTADO	OMARGEL	VIVERO M	VIVERO D
DBO5	14 mg/l	24 mg/g	28 mg/l	12 mg/l	19 mg/l	36 mg/l
DQO	12,8 mg/l	87,04 mg/l	80,64 mg/l	182,4 mg/l	58,24 mg/l	204,64 mg/l
SST	0.05	0.09	0.02	0.15	0.02	0.06
NTU	42,3 ntu	24,4 ntu	16,8 ntu	10,9 ntu	10,0 ntu	6,92 ntu
PH	7,96	8,44	8,56	8,31	7,95	7,97
DO	4,31 mg/l	4,15 mg/l	4,48 mg/l	4,30 mg/l	5,23 mg/l	4,99 mg/l
%	57,1 %	55,3 %	57,8%	57,7 %	69,1 %	65,4%
MP					3FR,1FA	7FRA

### Tutulación

R1:1 ml

R2: 1 mL

R3: 0.9 ml

Prom: 0.96

E1:0.9 ml

