



Contaminación del Río Magdalena: una Revisión Documental Sobre su Situación Ambiental en el Departamento del Huila

Karen Dayana Barreiro Fierro

Estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Surcolombiana

Gloria Angélica Castro Muñoz

Estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Surcolombiana

Resumen

El agua es un recurso fundamental para la supervivencia de todos los seres vivos. Actualmente, ha captado la atención de la comunidad internacional debido al crecimiento descontrolado de la población mundial y a la creciente demanda de este recurso por parte de varios países para garantizar su desarrollo y el sostenimiento de sus habitantes. Por tal motivo, este artículo tiene como objetivo revisar la literatura existente en Colombia sobre la contaminación del Río Magdalena en el departamento del Huila. Para ello, se consultaron 21 estudios académicos y científicos en bases de datos. Se establecieron criterios de selección basados en artículos sobre la hidrografía de Colombia publicados entre 2002 y 2022. Los resultados muestran que la ciudad de Neiva deposita una gran cantidad de aguas residuales en el Río Magdalena, con un total de 1.370 l/s, lo que representa el 55.37% de los vertimientos que llegan al río en su recorrido por el departamento del Huila.

Palabras Clave: Contaminación, Río Magdalena, aguas residuales, departamento del Huila.

Pollution of the Magdalena River: A Documentary Review of its Environmental Situation in the Department of Huila

Abstract

Water is a fundamental resource for the survival of all living beings. Currently, it has captured the attention of the international community due to the uncontrolled growth of the world population and the increasing demand for this resource by several countries to guarantee their development and the sustenance of their inhabitants. For this reason, this article aims to review the existing literature in Colombia on the pollution of the Magdalena River in the department of Huila. To do this, 21 academic and scientific studies were consulted in databases. Selection criteria were established based on articles on Colombia's hydrography published between 2002 and 2022. The results show that the city of Neiva deposits

a large amount of wastewater into the Magdalena River, with a total of 1,370 l/s, representing 55.37% of the discharges that reach the river in its journey through the department of Huila.

Keywords: Pollution, Magdalena River, wastewater, department of Huila.

Introducción

El departamento del Huila resalta a nivel nacional por el potencial hídrico porque cuenta con los ríos más importantes de la región: Aipe, Baché, Bordonos, Cabrera, Mazamoras, Villavieja, Las Ceibas, Fortalecillas, Guarapas, La Plata, Páez, Suaza y Yaguará, todos estos son afluentes del río Magdalena (Figura 1). Los principales usos de dichos ríos están relacionados con el consumo humano, el aprovechamiento agropecuario e industrial, la generación eléctrica, y la recreación turística (Moreno & Perdomo, 2004). Dichas actividades impulsan el sector económico de la región, generando empleos formales e informales que generan mejores ingresos y aportando al desarrollo de la población. Por este motivo, el recurso hídrico del departamento del Huila debe ser utilizado de forma adecuada y preservarlo para el bienestar de las futuras generaciones (Moreno & Perdomo, 2004; Rodríguez & Herrera, 2016).

Con respecto a su ubicación, el departamento del Huila se localiza en medio de las cordilleras Central y Oriental de los Andes, entre las latitudes $01^{\circ}33'19''$ y $03^{\circ}50'41''$ N y las longitudes $74^{\circ}24'46''$ y $76^{\circ}37'27''$ O. Al norte limita con los departamentos del Tolima y Cundinamarca, al este con los departamentos del Meta y el Caquetá, al sur con los departamentos del Caquetá y Cauca y al oeste con los departamentos del Cauca y Tolima (Gobernación del Huila, 2017). A su vez, hace parte de la Cuenca Alta del Río Magdalena y del Macizo Colombiano principal estrella hídrica del país (CAM, 2016).

Figura 1

Hidrografía del departamento del Huila



Nota. Se muestran los límites del departamento del Huila resaltando su recurso hídrico. Tomado de la Gobernación del Huila, 2017.

El Río Magdalena es el afluente más importante del país, nace en el Macizo Colombiano, al sur del departamento del Huila y desemboca en el mar Caribe, en Bocas de Ceniza en el departamento del Atlántico, recorre el país de sur a norte con una distancia total de 1.528 Km y un caudal promedio de 7.200 m³/s (Castro & Ortiz, 2015). Durante su recorrido atraviesa 11 departamentos, conformando el valle del Magdalena entre las cordilleras Central y Oriental de los Andes. Su cuenca hidrográfica corresponde a 257.438 Km², ocupando el 24% del territorio nacional, siendo la zona más poblada e industrializada del país, concentrando el 80% de la población y del PIB (Rodríguez & Herrera, 2016). Debido a lo anterior, el Río Magdalena se encuentra expuesto a todo tipo de contaminantes de origen natural o artificial que pueden generar riesgos en la salud humana si no se realizan los tratamientos adecuados para mejorar su calidad (Quesada, 2019).

Dentro de los contaminantes de origen artificial se encuentran las aguas residuales, que son corrientes de agua que han sido utilizadas en algún proceso productivo y contienen una gran cantidad de contaminantes (Quesada, 2019). Su descarga en los cuerpos de agua receptores altera y modifica la calidad de la misma, por eso es indispensable su tratamiento previo (Kabata-Pendias y Pendias, 2001). De acuerdo con su origen y función para la cual fueron empleadas, las aguas residuales se clasifican en domésticas, industriales y agrícolas. Las domésticas provienen de las necesidades cotidianas de la sociedad, las industriales proceden de las actividades de producción, manipulación o transformación de materias primas y las agrícolas provienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas (Reyes et al. 2011).

Con base en lo anterior, el Río Magdalena recibe vertimientos de aguas residuales durante los 371 Km que recorre en el departamento del Huila, en la subregión sur se encuentra el caso del río Guachicos y Guarapas, principales afluentes del municipio de Pitalito, los cuales presentan una alta carga de compuestos de origen orgánico provenientes de las actividades agrícolas y domésticas del municipio, estos contaminantes llegan al Río Magdalena a través de la desembocadura del Río Guarapas (Trujillo-Zapata et al. 2020). En la subregión centro se encuentra el caso de la quebrada Garzón, principal afluente de abastecimiento del acueducto municipal, la cual recoge todos los vertimientos de aguas residuales durante su recorrido por el municipio (Camargo-Arévalo, 2021).

En la subregión norte se encuentra el caso del Río Baché, que según Sánchez y León (2004) este afluente tiene una gran relevancia por sus características hidrológicas y su biodiversidad, pero la calidad del agua se ve afectada por la alta concentración de sedimentos y de coliformes fecales provenientes de los vertimientos domésticos y agrícolas. Para López y Gómez (2014), el mayor impacto que recibe el Río Magdalena es al pasar por la ciudad de Neiva, capital del departamento del Huila donde se vierten 1.370 l/s de aguas residuales de todos los orígenes sin ningún tratamiento previo, convirtiendo a este municipio como la ciudad capital que más contamina al río (Quintero, 2015; Charry & González, 2020).

Por esta razón se realiza la presente revisión bibliográfica, donde se pretende identificar y analizar los registros existentes de los diferentes afluentes contaminantes del Río Magdalena y su incidencia en la calidad del agua en el departamento del Huila, planteando soluciones que ayuden a mitigar dicha problemática.

Metodología

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de 21 estudios académicos relacionados con la contaminación en el Río Magdalena en el departamento del Huila. La información fue obtenida a través de bases de datos como Scielo (15), ScienceDirect (394), RefSeek (132), Redalyc (64) y motores de búsqueda como Google Académico (100). Se establecieron como criterios de selección artículos basados en la hidrografía de Colombia, especialmente aquellos propuestos por entidades gubernamentales como la CAM, así como artículos o tesis realizadas por universidades en un periodo de veinte años comprendido entre los años 2002 y 2022. También se utilizaron palabras clave como "contaminación Río Magdalena" y "aguas residuales del Huila".

Resultados y discusión:

El Río Magdalena es el principal afluente de agua dulce para sus pobladores, animales y cultivos, y su papel como medio natural para el control de las inundaciones resulta esencial para prevenir desastres y proteger a las comunidades cercanas. En cuanto al turismo, el Río Magdalena ofrece diversas actividades que destacan por su belleza natural y diversidad, como paseos en bote, pesca deportiva, avistamiento de aves y deportes acuáticos, aportando a la economía regional y al desarrollo del turismo sostenible. Por estas razones, el Río Magdalena es fundamental para la salud, el bienestar de sus pobladores y la conservación de la fauna y flora de la región. Por tanto, es necesario garantizar su sostenibilidad a través de una adecuada gestión y conservación para las futuras generaciones (Perdomo & Perdomo, 2004; González, 2005; Utria, 2019).

El departamento del Huila está conformado por 37 municipios, de los cuales solamente 20 cuentan con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), siendo responsables del vertido del 15% de la carga contaminante al Río Magdalena. Los 17 municipios restantes no cuentan con una PTAR y son responsables del 85% restante de la carga contaminante que llega al río. Entre los municipios que más contaminan el Río Magdalena se encuentran Neiva, con el 55.37% de la contaminación, seguido de Pitalito con el 11%, Garzón con el 4.73% y La Plata con el 3.90%, concentrando entre ellos el 75% de la contaminación total. Los 13 municipios restantes contribuyen solo con el 10% restante de la contaminación que llega al Río Magdalena (Guzmán & Ordóñez 2019).

Tejeda y Olivero (2016) llevaron a cabo una investigación en la cuenca del Río Magdalena, en la que encontraron que las actividades agrícolas, mineras e industriales que se desarrollan en la zona contribuyen a la contaminación de esta arteria fluvial con diversos contaminantes, como metales pesados (MPs) e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPS). Estos contaminantes son altamente tóxicos, mutagénicos y cancerígenos, lo que representa un peligro no solo para la fauna silvestre, sino también para la salud pública. Es importante destacar que estos químicos son absorbidos por partículas superficiales de compuestos orgánicos en fase sólida, lo que ocasiona su acumulación en el lecho del río, formando sedimentos e incorporándose en los seres vivos a través de las redes tróficas.

Según la investigación de Guzmán y Ordóñez (2019), las actividades antropogénicas como la potabilización del agua, la agricultura, la ganadería, la industria, la generación eléctrica, la piscicultura, la recreación y el turismo tienen un impacto negativo en el ambiente y afectan la calidad del agua del Río Magdalena, generando fuentes de contaminación puntuales y no puntuales. Para abordar esta problemática, investigadores colombianos de la Universidad Javeriana y la Corporación Autónoma Regional CAR desarrollaron una herramienta llamada "CALIDAD CAR" (Guzmán y Ordóñez, 2019). Esta herramienta tiene como objetivo realizar el seguimiento de los procesos biológicos y fisicoquímicos que experimentan las especies de flora y fauna en los medios acuáticos.

En la investigación de García (2013) se ejecutó un muestreo en el agua y en los sedimentos de las quebradas cercanas a la zona minera de Pacarní-San Luis, en los municipios de Íquira y Tesalia, asimismo, como en los Ríos Yaguará y Pacarní, en el departamento del Huila, con el objetivo de establecer el grado de contaminación por mercurio producida por las actividades mineras desarrolladas en la zona. Aunque las concentraciones de los contaminantes encontrados en el agua no superaron los niveles nacionales para el uso humano, si superaron los criterios establecidos por la EPA para los niveles de exposición alta para la vida acuática. En los sedimentos, se evidenció el esparcimiento de los contaminantes desde la zona minera hasta la Represa de Betania, lo que genera un grave problema ambiental en el ecosistema.

De acuerdo con Calderón et. al, (2020), los desechos plásticos, las descargas de aguas residuales y los lixiviados que se arrojan a las aguas superficiales se desintegran en microplásticos con diámetros menores a 5 mm. Estos

microplásticos pueden ser absorbidos por la biota y acumularse en la cadena trófica, afectando la digestión y tejidos de organismos como algas, crustáceos y peces, y finalmente llegar a vertebrados, incluyendo a los seres humanos. En el Río Magdalena se han detectado concentraciones de microplásticos debido a la contaminación generada por diversas actividades humanas, como el uso doméstico, la pesca, la actividad industrial y el turismo. Esta situación se ve agravada por la falta de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Por lo tanto, es crucial implementar estrategias de manejo de residuos sólidos y líquidos, incluyendo la construcción de una PTAR en la ciudad, fomentar prácticas sostenibles y concienciar a los residentes sobre el impacto ambiental de sus acciones para evitar el aumento de la contaminación por microplásticos en las aguas superficiales.

En el estudio realizado por Trujillo-Zapata et. al, (2020) se evaluó la calidad del agua en el Río Guachicos y sus quebradas tributarias mediante métodos fisicoquímicos y microbiológicos, utilizando cinco índices de contaminación y calidad de agua. Los resultados mostraron que la mayoría de las fuentes evaluadas presentaron aguas poco contaminadas, con excepción de la quebrada Maralla que mostró contaminación media. El análisis de componentes principales indicó influencias positivas del Río Guachicos y las quebradas Cedro y Caney, mientras que la quebrada Maralla tuvo una influencia negativa. El ICOMI y el ICOSUS no presentaron mayores influencias en el estudio.

Lomaba (2003) y González (2005) destacan la relevancia del Río Magdalena en Colombia como una fuente de agua, transporte, recreación y generación de recursos económicos. No obstante, señalan que las crecientes del río pueden ocasionar daños materiales y poner en riesgo la vida de las personas que habitan en las zonas cercanas. Para solucionar este problema, los autores proponen la creación de un Modelo de Alarma para el Río Magdalena, el cual sería implementado desde Palermo en el departamento del Huila hasta Puerto Berrío en el departamento de Antioquia, con el fin de alertar a las poblaciones sobre las posibles crecientes y coordinar la evacuación de las zonas de riesgo. En este sentido, se plantean los desafíos asociados con la implantación del modelo, y se propone una solución adaptada a las condiciones locales utilizando rutinas programadas en MATLAB. Los autores detallan los procesos de adquisición de datos y la calibración del modelo, resaltando la comparación con otro modelo más complejo para evaluar su precisión.

Conclusiones:

De acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, se ha determinado que el Río Magdalena en el departamento del Huila presenta altos niveles de contaminación debido a la presencia de metales pesados (MPs), hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAPS), desechos plásticos y descargas de aguas residuales. Esta situación genera una gran problemática ambiental no solo en el departamento del Huila, sino también a nivel nacional, ya que muchas familias dependen del río para su sustento a través de la pesca.

La contaminación del Río Magdalena en el departamento del Huila es un problema grave que requiere atención inmediata. Aunque algunos municipios cuentan con Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), la mayoría de la carga contaminante proviene de aquellos que no tienen estas instalaciones. Es necesario implementar más PTAR en los municipios más afectados, como Neiva, Pitalito, Garzón y La Plata, que son responsables de la mayor parte de la contaminación del río. Solo así podremos reducir el impacto negativo en el ambiente y garantizar un futuro sostenible para el Río Magdalena y las comunidades que dependen de él.

Es importante reiterar la necesidad de identificar el estado actual de conservación del Río Magdalena, ya que existe muy poca información concreta sobre los contaminantes que llegan a él. Además, no existe un proyecto por parte de las entidades ambientales encargadas (CAM) para su cuidado y preservación.

Referencias

- Calderón, H., Martínez, P., & Muñoz, J. (2020). Caracterización y cuantificación de microplásticos en los sedimentos y la columna de agua del Río Magdalena en la ciudad de Neiva, Colombia. *Desarrollo e Innovación en Ingeniería*, 5(1), 2-7. <http://doi.org/10.5281/zenodo.4031208>
- Camargo-Arévalo, L. X. (2021). *Evaluación de la carga contaminante de la Quebrada Garzón por la descarga directa de aguas residuales de la red de alcantarillado del casco urbano del municipio de Garzón*. [Trabajo de Especialización, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/26974>
- Castro, S., & Ortiz, J. (2015). *Análisis ambiental en la zona de mezcla de la desembocadura del Río Bogotá al Río Magdalena*. [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1313&context=ing_ambiental_sanitaria
- Charry, L., & González, J. (2020). *Caracterización de la calidad del agua en la zona media y baja de la microcuenca Río del Oro, municipio de Neiva, departamento del Huila*. [Tesis de especialización, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29668/2020licethcharry.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM). (2016). *Evaluación Regional Del Agua (ERA)*. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. https://pirma.cam.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/ERA_Huila_2016.pdf
- García, A. G. (2013). Evaluación de la contaminación por vertimiento de mercurio en la zona minera, Pacarní - San Luis departamento del Huila. *Revista de Tecnología*, 12(1), 91-98. <https://doi.org/10.18270/rt.v12i1.653>
- Gobernación del Huila. (2017). Departamento del Huila / Mapa de Ciudades, Municipios y Parques [Colombiamania]. Google My Maps. https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1n-sPmIZRtD3AtXgT_Jy9vzJYobw
- González, J. (2005). *Desarrollo y aplicación de un modelo hidrológico de niveles en el Río Magdalena. Tramo Girardot- Puerto Berrio*. [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes]. <https://library.co/document/y805eo4q-desarrollo-aplicacion-hidrologico-niveles-magdalena-girardot-puerto-berrio.html>
- Guzmán, J., & Ordóñez, J. (2019). *Validación de la herramienta "Calidad CAR" para modelación de la calidad agua. Caso de estudio: Río Magdalena*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/dcd7bfd4-61d8-475b-bd71-b9cde564bde1/content>
- Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. (2001). *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC Press. <http://base.dnsgb.com.ua/files/book/Agriculture/Soil/Trace-Elements-in-Soils-and-Plants.pdf>
- Lombana, C. (2003). *Modelo de alarma integrado de flujo y transporte de contaminantes. "aplicación al tramo Palermo-Puerto Berrio en el Río Magdalena"*. [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/199215834/u239288.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, G., & Gómez, C. (2014). Políticas públicas de protección del agua en el departamento del Huila. *Revista Jurídica Piélagus*, 13, 69-82. <https://journalusco.edu.co/index.php/pielagus/article/view/665/1269>
- Moreno, H. P., & Perdomo, L. J. (2004). Cuencas hidrográficas estratégicas para el desarrollo de la irrigación y otros proyectos hidráulicos en el Departamento del Huila. *Ingeniería y Región*, 3, 66-73. <https://doi.org/10.25054/22161325.859>
- Tejeda, L., & Olivero, J. (2016). *Perfil toxicológico de los sedimentos del Río Magdalena usando como modelo biológico "Caenorhabditis elegans"*. Sevilla: Editorial Universidad Internacional de Andalucía. https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/3609/2016_riomagdalena_%20978-84-7993-290-9.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quesada, J. H. (2019). *Evaluación de la capacidad biorremediadora de la macrófita Lemna minor en aguas contaminadas con metales pesados*. [Tesis de Maestría, Universidad Surcolombiana]. <https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-MARCdetail.pl?biblionumber=45522>
- Quintero, A. M. B. (2015). *Propuesta de modelo de gestión regional sostenible para sistemas de tratamiento de aguas residuales en los municipios del Huila, ribereños al Río Magdalena*. [Trabajo de pregrado, Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1520&context=ing_ambiental_sanitaria
- Reyes, P., González-Salas, R., Romero-Cruz, O., Ponce-Palafox, J., Peillón-Verdecía, O., Castillo-Vargasmachuca, S., & Ruíz-Luna, A. (2011). Producción de la macrófita acuática Lemna perpusilla utilizando agua residual de una instalación porcina, con propósito para producción de biomasa para acuicultura. *Revista Biociencias*, 1(2), 17-27. <https://doi.org/10.15741/revbio.01.02.03>
- Rodríguez, Y., & Herrera, D. (2016). *Evaluación de la carga contaminante del Río Magdalena con incidencia en la calidad del agua para el consumo humano de la población de Girardot (Cundinamarca, Colombia)*. [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5812/Evaluacion%20Carga%20Contaminante%20Rio%20Magdalena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, M., & León, V. (2004). Evaluación de Condiciones Ambientales y Caracterización de Comunidades Acuáticas en el Río Baché. *Ingeniería y Región*, 3, 8-18. <https://doi.org/10.25054/22161325.853>
- Trujillo-Zapata, S. A., Cortés-Orozco, C. P., Vinasco-Guzmán, M. C., Ortega-Astudillo, J. D., & Cruz-Ospina, C. A. (2020). Evaluación de la calidad del agua en la fuente abastecedora de Pitalito - Huila: Río Guachicos y sus afluentes principales, utilizando los índices de contaminación e índice de calidad de agua. *Gestión y Ambiente*, 23(2), 182-192. <https://doi.org/10.15446/ga.v23n2.83600>
- Utría, K. (2019). La importancia del Río Magdalena en el suministro de agua en el departamento del Huila. *Revista de Estudios Ambientales*, 23(1), 45-56.