

Caracterización de los desechos en la quebrada La Ermita y su impacto en contaminación

Characterization of the waste in the La Ermita creek and its impact on pollution

Ricardo Adelbar Calderón Rodríguez

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Los Santos, Panamá

ricardo.calderon@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-7289-9479>

Miguel Ángel Pinto Mendoza

Investigador independiente, Panamá

miguelanpinto29@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9858-7337>

Félix Hermenegildo Camarena Quiroz

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Panamá

felix.camarena@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-5601-3252>

Recibido: 13/06/2025

Aprobado: 12/10/2025

Doi: <https://doi.org/10.48204/rea.v4n2.8839>

Resumen

La contaminación de cuerpos de agua dulce, como ríos y quebradas, representa una amenaza crítica para la salud pública y el equilibrio ambiental, especialmente en regiones donde las comunidades dependen directamente de estas fuentes para su consumo, higiene y actividades económicas. En la quebrada La Ermita, Las Tablas, Panamá, se caracterizaron los desechos orgánicos e inorgánicos presentes y se evaluó la calidad del agua y el grado de contaminación. El presente estudio tiene como objetivo caracterizar los tipos de desechos orgánicos e inorgánicos presentes en la quebrada La Ermita de la ciudad de Las Tablas, determinando su impacto en la calidad del agua y evaluando el grado de contaminación asociado a estos residuos. Mediante un diseño no experimental transversal, se muestrearon tres puntos, clasificando residuos sólidos y realizando análisis microbiológicos de coliformes. Los resultados revelaron una predominancia de desechos inorgánicos, constituyendo aproximadamente el 81 % del total. Las bolsas plásticas (19.59 %), latas de aluminio (18.13 %) y botellas plásticas (13.30 %) fueron los más abundantes. Además, se registraron coliformes fecales y totales, especialmente después de los carnavales, que exceden ampliamente los límites establecidos por normativas nacionales e internacionales. Este incremento se atribuye al arrastre superficial de residuos y agua de actividades masivas. La Ermita enfrenta una contaminación grave, lo que es un riesgo significativo para la salud pública y el ecosistema. Se recomienda la implementación de educación ambiental y la gestión de residuos.

Palabras clave: Coliformes, contaminación del agua, desechos sólidos, impacto ambiental, quebrada La Ermita.

Abstract

The contamination of freshwater bodies, such as rivers and streams, poses a critical threat to public health and environmental balance, especially in regions where communities depend directly on these sources for consumption, hygiene, and economic activities. In the La Ermita stream, Las Tablas, Panama, the organic and inorganic waste present were characterized and the water quality and degree of contamination were evaluated. The objective of this study is to characterize the types of organic and inorganic waste present in the La Ermita creek in the city of Las Tablas, determining their impact on water quality and evaluating the

29

degree of contamination associated with these wastes. Through a cross-sectional non-experimental design, three points were sampled, classifying solid waste and performing microbiological analysis of coliforms. The results revealed a predominance of inorganic wastes, constituting approximately 81% of the total. Plastic bags (19.59%), aluminum cans (18.13%) and plastic bottles (13.30%) were the most abundant. In addition, fecal and total coliforms were recorded, especially after carnivals, which far exceed the limits established by national and international regulations. This increase is attributed to the surface dragging of waste and water from mass activities. La Ermita faces serious contamination, which is a significant risk to public health and the ecosystem. The implementation of environmental education and waste management is recommended.

Keywords: Coliforms, water pollution, solid waste, environmental impact, La Ermita creek.

Introducción

La contaminación de cuerpos de agua dulce, como ríos y quebradas, representa una amenaza crítica para la salud pública y el equilibrio ambiental, especialmente en regiones donde las comunidades dependen directamente de estas fuentes para su consumo, higiene y actividades económicas. En los países desarrollados, aunque la degradación de un río puede generar problemas ambientales serios, generalmente no afecta de manera inmediata la salud de la población debido a la existencia de sistemas avanzados de tratamiento y suministro de agua potable. Sin embargo, en muchas áreas de América Latina y otras regiones en desarrollo, la contaminación de ríos, la destrucción de humedales y la contaminación de acuíferos no solo destruyen recursos naturales esenciales, sino que también impactan directamente la salud de comunidades enteras que consumen estas aguas y mantienen una estrecha relación con su entorno natural (La República, 2024).

A nivel global, a pesar de los avances en el acceso a servicios de agua potable gestionados de forma segura, todavía existen importantes brechas. Según el informe de la Organización Mundial de la Salud y UNICEF (2023), aproximadamente 2,000 millones de personas continúan utilizando fuentes de agua contaminadas con heces, lo que incrementa el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, tales como diarrea, cólera, disentería, fiebre tifoidea y poliomielitis. Estas enfermedades causan cientos de miles de muertes anuales, especialmente en comunidades vulnerables y países en desarrollo. Además, cerca de 771 millones de personas carecen de acceso a servicios básicos de agua potable, lo que subraya la urgencia de mejorar la gestión y calidad del agua a nivel mundial. La calidad microbiológica del agua es esencial para prevenir estos riesgos, y la presencia de bacterias coliformes, especialmente *Escherichia coli*, es el principal indicador de

contaminación fecal y posible presencia de patógenos entéricos (World Health Organization [WHO], 2017; Ashbolt, 2015).

La contaminación del agua no solo afecta la salud humana, sino que también altera ecosistemas acuáticos, reduce la biodiversidad, provoca la proliferación de organismos patógenos y genera impactos sociales y económicos, como la pérdida de recursos pesqueros y la disminución del turismo (Velázquez-Chávez *et al.*, 2022; Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2021).

En Panamá, la contaminación de fuentes superficiales como ríos y quebradas se ha intensificado debido al crecimiento demográfico, la expansión agrícola e industrial, y la falta de infraestructura adecuada para el manejo de desechos sólidos y líquidos (Ministerio de Ambiente, 2024; Swissinfo, 2025). Este fenómeno no solo afecta la disponibilidad de agua para consumo humano, sino que también incrementa la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, tales como diarrea, cólera, disentería, fiebre tifoidea y poliomielitis (WHO, 2019; UNICEF & World Health Organization, 2023). Se estima que la contaminación del agua potable es responsable de más de 500,000 muertes anuales por diarrea a nivel mundial (UNICEF & World Health Organization, 2023).

Esta situación refleja el uso insostenible del agua potable y potencialmente potable, agravado por sequías que afectan la agricultura, la ganadería y el consumo humano (FAO, 2025).

Los desechos presentes en las quebradas y ríos incluyen residuos orgánicos, como restos de comida y material vegetal biodegradable que se descompone naturalmente, y desechos inorgánicos, como plásticos, metales y vidrios, que requieren procesos tecnológicos para su reciclaje o eliminación (Acosta *et al.*, 2011). La acumulación de basura en ríos y quebradas provoca obstrucciones, disminución de cauces e inundaciones, con consecuencias graves para la salud pública y la seguridad de las comunidades (Grupo de Investigación de Economía Ecológica, 2016).

La contaminación de las quebradas representa un riesgo significativo para la salud pública y el medio ambiente local, reflejando una problemática que se replica en muchas regiones del mundo donde el acceso a agua potable segura es limitado. La caracterización detallada de los desechos y

la evaluación microbiológica son pasos esenciales para implementar soluciones efectivas que garanticen un suministro de agua saludable y sostenible para las comunidades afectadas (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Conocer y caracterizar los desechos, así como evaluar la presencia de bacterias coliformes en las quebradas, es fundamental para determinar el grado de contaminación y los riesgos sanitarios asociados. La identificación precisa de los tipos de residuos y la cuantificación de coliformes fecales permiten establecer estrategias de mitigación y manejo sostenible del recurso hídrico, protegiendo la salud de la población y la integridad de los ecosistemas acuáticos (OMS, 2017; Eugenio Córdova & Ortiz Tejedor, 2025).

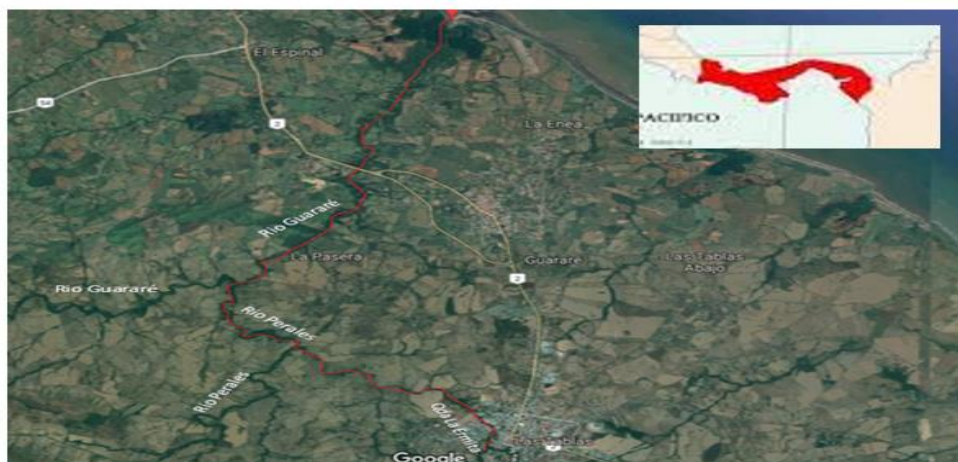
El presente estudio tiene como objetivo caracterizar los tipos de desechos orgánicos e inorgánicos presentes en la quebrada La Ermita de la ciudad de Las Tablas, determinando su impacto en la calidad del agua y evaluando el grado de contaminación asociado a estos residuos. Los resultados buscan servir como línea base para la formulación de políticas públicas y estrategias de gestión sostenible del recurso hídrico en Panamá y la región latinoamericana.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la quebrada La Ermita, ubicada en el corregimiento de La Ermita, distrito de Las Tablas, provincia de Los Santos, Panamá. Se realizó una observación inicial para identificar hallazgos de residuos sólidos y determinar los puntos de muestreo.

Figura 1.

Ubicación de la quebrada La Ermita, distrito de Las Tablas, provincia de Los Santos, república de Panamá.



Fuente: Extraído de Google Earth, (2025).

Figura 2.

Puntos de muestreo en la quebrada La Ermita en el distrito de Las Tablas, provincia de Los Santos, república de Panamá.



Fuente: Extraído de Google Earth, (2025).

Se seleccionaron tres puntos específicos de muestreo a lo largo de la quebrada La Ermita para la caracterización de desechos y análisis microbiológico. El punto N°1 se ubicó en Ermita Uno (7.769349° N, -80.280223° O), el punto N°2 se localizó a 250 metros del primero (7.767104° N, -80.280403° O) y el punto N°3 a 150 metros del segundo (7.766772° N, -80.280223° O). Los

muestreos se llevaron a cabo en varias fechas comprendidas entre febrero y julio de 2024, considerando periodos antes y después de los carnavales. Esta planificación permitió evaluar posibles variaciones en la presencia de desechos y en la calidad microbiológica del agua relacionada con eventos sociales. El seguimiento en distintos puntos y tiempos facilitó una caracterización integral y representativa de la situación ambiental en la quebrada. Así, se obtuvo información valiosa para comprender el impacto de los residuos en el ecosistema acuático local.

Diseño

Para el estudio realizado en la quebrada La Ermita se utilizó un diseño no experimental transversal para describir el nivel de contaminación del agua en diferentes puntos de la quebrada. Este enfoque es descriptivo porque detalla el tipo y nivel de contaminación presentes en las áreas estudiadas, y explicativo porque se fundamenta en teorías sobre los riesgos y consecuencias de la contaminación hídrica.

Se tomaron muestras de agua en tres puntos estratégicos de la quebrada La Ermita para evaluar la calidad del agua y determinar los niveles de contaminantes, incluyendo indicadores microbiológicos y químicos, con el fin de identificar las fuentes y el impacto de la contaminación en la zona, como la utilizada por Camarena *et al.*, (2022). Este método permite no solo caracterizar la situación actual, sino también explicar las posibles causas y efectos ambientales y sociales derivados de la contaminación, facilitando la formulación de medidas de mitigación y gestión ambiental adecuadas para la región.

Así, el estudio en la quebrada La Ermita combina la descripción detallada de la contaminación con un análisis explicativo basado en teorías ambientales, para contribuir a la comprensión integral del problema y apoyar la toma de decisiones en la gestión del recurso hídrico en el distrito de Las Tablas. Se utilizaron materiales tanto para el trabajo de campo (muestreo) como para el laboratorio:

- Campo: Botas, overol, nevera pequeña con hielo, mascarilla, recipientes para muestras, guantes de látex.

- Laboratorio: Envases con agua destilada, pipetas esterilizadas, sustrato definido (Colilert), muestra a destilar, alcohol, papel toalla, molde para incubar, autoclave (esterilizador), Quanty-try (sellador), guantes de látex, Pipet Helper, incubadora, solución de cloro.

Procedimiento

El estudio incluyó la caracterización de desechos sólidos y el procesamiento de muestras de agua para análisis microbiológico. Paralelamente al muestreo de agua, se realizó una categorización de los residuos presentes en los lugares de muestreo utilizando una tabla confeccionada por el profesor asesor para el conteo de residuos orgánicos e inorgánicos. Los desechos se clasificaron en categorías orgánicas, como restos de alimentos, animales muertos, material fecal, papel/cartón y plantas muertas, y en categorías inorgánicas, que incluyen bolsas plásticas, latas de aluminio, platos y vasos desechables, restos de electrodomésticos, retazos de tela, botellas de plástico y botellas de vidrio. Se registraron las cantidades observadas para cada tipo de desecho en cada fecha de muestreo para garantizar un análisis detallado de la contaminación en la quebrada.

Se establecieron tres puntos de muestreo (punto 1, punto 2, punto 3) a lo largo de la quebrada La Ermita, en el corregimiento de La Ermita, distrito de Las Tablas, provincia de Los Santos, Panamá, para la aplicación del instrumento de categorización de desechos orgánicos e inorgánicos. Este instrumento fue diseñado para registrar y clasificar los residuos sólidos presentes en las riberas de la quebrada, con el objetivo de analizar su incidencia y posible impacto en la calidad del agua y el entorno ambiental.

El instrumento de observación de campo para caracterización de residuos orgánicos e inorgánicos incluye datos esenciales como la identificación de los investigadores, la hora, la fecha y el tiempo dedicado al recorrido en cada punto de observación. Para la categorización, se utilizó una lista de cotejo que permitió clasificar sistemáticamente los desechos encontrados en las áreas seleccionadas.

Tras la validación por un experto en el área, el instrumento se aplicó en cada uno de los tres puntos de la quebrada La Ermita, iniciando con el monitoreo y la anotación detallada de las observaciones.

Además, se recopilaron evidencias fotográficas en un portafolio que sirvió para validar los resultados y complementar el análisis estadístico de los tipos de residuos identificados.

El instrumento está estructurado en dos apartados principales:

- **Desechos Orgánicos:** Se registró la incidencia de restos de alimentos, animales muertos, material fecal, papel, cajas de cartón, plantas muertas y lixiviados provenientes de diversas actividades en la zona.
- **Desechos Inorgánicos:** Se catalogaron residuos como bolsas plásticas, latas de aluminio, restos de electrodomésticos, botellas de plástico y vidrio, así como platos y vasos desechables.

Procesamiento de Muestras de Agua:

Las muestras de agua fueron recolectadas en envases plásticos esterilizados en los tres puntos y transportadas refrigeradas a 4 °C hasta un laboratorio del Ministerio de Salud en Los Santos. En el laboratorio, las muestras turbias se diluyeron en envases esterilizados con agua destilada, ajustando el grado de dilución según la turbidez. Al último envase diluido se añadió el suplemento Colilert, que se disolvió para permitir el crecimiento bacteriano, y la mezcla se transfirió a charolas sellables con Quanta-try para distribuir uniformemente en pocillos. Estas charolas se incubaron a 37 °C durante 24 horas. La detección de coliformes totales se identificó por la coloración amarilla, mientras que la presencia de *E. coli* se detectó mediante fluorescencia bajo luz ultravioleta, interpretándose los resultados con la tabla del Número Más Probable (NMP).

Procesamiento y Análisis de los datos

Los datos serán recopilados y procesados utilizando el software Microsoft Excel 2010, permitiendo una organización eficiente de la información obtenida en los muestreos. Se aplicarán técnicas de estadística descriptiva para resumir y presentar de manera clara los resultados. Asimismo, se elaborarán tablas y gráficos para apoyar la visualización y comparación de los datos recopilados, contribuyendo a una mejor comprensión del grado de contaminación en la quebrada La Ermita.

Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis de los desechos sólidos y la calidad microbiológica del agua en la quebrada La Ermita. Los datos recopilados a través de los distintos puntos de muestreo permiten identificar las principales categorías y tipos de residuos presentes, así como la concentración de coliformes totales y fecales a lo largo del tiempo. Estos resultados ofrecen una visión integral del estado ambiental de la quebrada, proporcionando información clave para evaluar el impacto de la contaminación en este ecosistema acuático.

Tabla 1.

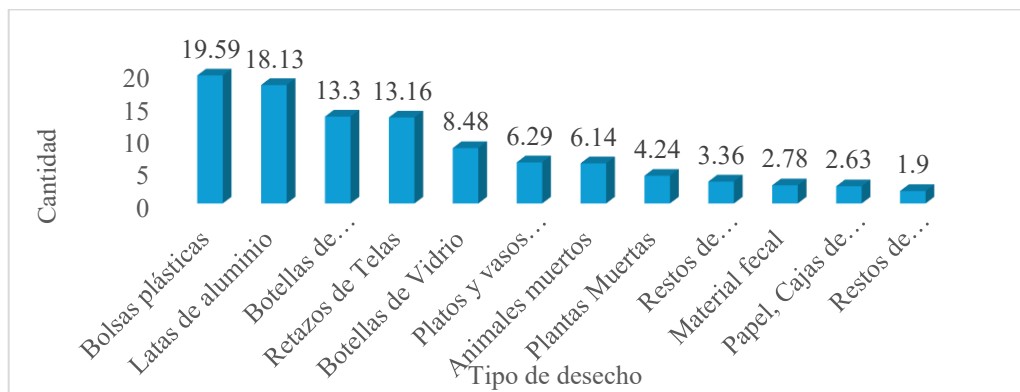
Consolidado de los desechos orgánicos e inorgánicos.

Categoría	Tipo de Desecho	Porcentaje (%)
Orgánico	Restos de alimentos	3.36
Orgánico	Animales muertos	6.14
Orgánico	Material fecal	2.78
Orgánico	Papel, Cajas de cartón	2.63
Orgánico	Plantas Muertas	4.24
Inorgánico	Bolsas plásticas	19.59
Inorgánico	Latas de aluminio	18.13
Inorgánico	Platos y vasos desechables	6.29
Inorgánico	Restos de electrodomésticos	1.90
Inorgánico	Retazos de Telas	13.16
Inorgánico	Botellas de Plástico	13.30
Inorgánico	Botellas de Vidrio	8.48

Como se muestra en la tabla 1 los resultados revelan que la mayor parte de los residuos corresponden a materiales inorgánicos, siendo las bolsas plásticas (19.59%), las latas de aluminio (18.13%) y las botellas plásticas (13.30%) los tres tipos de desechos más abundantes.

Figura 3.

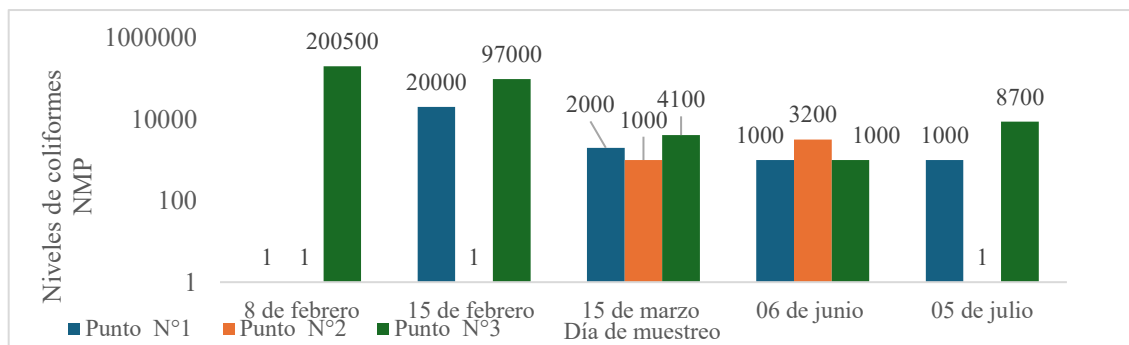
Consolidado de desechos orgánicos e inorgánicos de la quebrada La Ermita en Las Tablas, Panamá.



En la figura 3 se observa que los residuos inorgánicos predominan ampliamente, representando cerca del 81% del total, mientras que los orgánicos corresponden solo al 19%. Entre todos los desechos, los tres más abundantes son las bolsas plásticas (19.59%), las latas de aluminio (18.13%) y las botellas plásticas (13.30%).

Figura 4.

Consolidado de coliformes fecales en la quebrada la Ermita de febrero a julio.

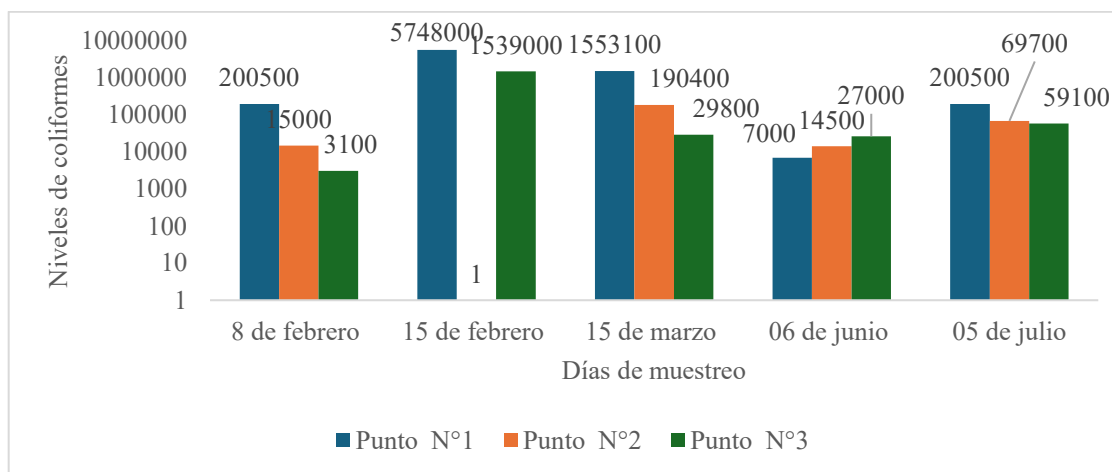


* Nota: NMP significa “Número Más Probable”.

La Figura 4 muestra los niveles de coliformes fecales en tres puntos de la quebrada La Ermita, medidos entre febrero y julio. Se observa que los niveles más altos se registraron en el punto N°3 durante los primeros muestreos: el 8 de febrero con 200,500 NMP, el 15 de febrero con 97,000 NMP y el punto N°2 el 15 de febrero con 20,000 NMP.

Figura 5.

Consolidado de coliformes totales en la quebrada La Ermita de febrero a julio



La figura 5 muestra los niveles de coliformes totales en los tres puntos de la quebrada La Ermita entre febrero y julio, destacando valores máximos como el del punto N°1 el 15 de febrero, con 5,748,000 coliformes, seguido por el punto N°2 el mismo día, con 1,539,000 coliformes, y el punto N°3 nuevamente el 15 de febrero, con 1,553,100 coliformes.

Discusión

La gestión inadecuada de residuos sólidos durante y después de eventos masivos, como los carnavales, representa un reto ambiental significativo en Centroamérica y Panamá. Según los datos recopilados, los desechos inorgánicos constituyen la mayor proporción de residuos generados, destacando las bolsas plásticas (19.59%), latas de aluminio (18.13%), botellas plásticas (13.30%) y retazos de telas (13.16%). En conjunto, estos cuatro tipos de desechos representan aproximadamente el 64.18% del total, evidenciando una marcada tendencia hacia el consumo de productos desechables y de un solo uso.

Las investigaciones confirman que los plásticos son los desechos más abundantes y una preocupación principal. Un estudio en el río La Villa identificó los restos de alimentos y las bolsas y botellas plásticas como el desecho más abundante. En el monitoreo de la temporada seca de 2023, los desechos plásticos representaron el 46% del total de residuos inorgánicos encontrados. Otro estudio en el río La Villa (2020) reportó que las bolsas plásticas constituían el 29% de los

residuos inorgánicos y las botellas plásticas el 14%. La alta presencia de estos materiales evidencia una marcada tendencia hacia el consumo de productos desechables y de un solo uso. A pesar de la existencia de la Ley 1 de 2018 en Panamá para promover el uso de bolsas reutilizables, su implementación no ha frenado el uso de plásticos en Herrera y Los Santos, indicando una poca cultura ambiental (Camarena *et al.*, 2021; Camarena *et al.*, 2024; Arosemena *et al.*, 2024).

Por otro lado, los desechos orgánicos, aunque en menor proporción, también son relevantes. Los animales muertos (6.14%), plantas muertas (4.24%) y restos de alimentos (3.36%) suman un 13.74%, lo que indica el impacto negativo que la contaminación y el uso de productos químicos, como el cloro vertido por cisternas, tienen sobre la fauna local, especialmente anfibios y peces (Saaristo *et al.*, 2018).

La acumulación de residuos se incrementa notablemente durante la celebración de carnavales, alcanzando su punto máximo el 15 de febrero, para luego disminuir debido a factores climáticos como las lluvias intensas que arrastran los desechos hacia cuerpos de agua mayores, afectando ecosistemas acuáticos río abajo. Este fenómeno ha sido documentado en la cuenca del río Perales y Guararé, donde la contaminación por residuos sólidos y químicos ha causado la muerte de al menos un 6.14 % de animales observados, entre anfibios y sardinas, lo que concuerda con estudios previos sobre el impacto de los residuos en la biodiversidad acuática (Häder *et al.*, 2020).

La predominancia de desechos inorgánicos, especialmente plásticos y metales plantea desafíos para la gestión ambiental, ya que estos materiales tienen tiempos de degradación muy prolongados y tienden a acumularse en los ecosistemas, generando riesgos para la fauna y la salud humana (Islam, 2025). Por ello, es fundamental fortalecer las estrategias de educación ambiental, así como implementar sistemas de recolección y reciclaje eficientes durante eventos masivos.

Los carnavales son una actividad profundamente arraigada en la región de estudio, específicamente en el distrito de Las Tablas, provincia de Los Santos. Esta celebración contribuye de manera notable al incremento de la basura y a su inadecuada disposición. Se ha observado que, durante los carnavales, grandes volúmenes de agua utilizada para las "mojaderas" (actividades recreativas con agua), tras ser mezclada con lixiviados y materia orgánica e inorgánica, regresan al sistema de

alcantarillado, magnificando la contaminación de la quebrada La Ermita. Esto ilustra cómo eventos temporales pero masivos pueden tener un impacto desproporcionado en la carga de residuos y la calidad del agua (Camarena *et al.*, 2021).

En el estudio microbiológico de la quebrada La Ermita (figura 4) se observa que los niveles más altos se registraron en el punto N°3 con 200,500 NMP y con 97,000 NMP y el punto N°2 con 20,000 NMP. Estos resultados altos en contaminación por coliformes fecales, especialmente después de los carnavales, son consistentes con la problemática de la contaminación hídrica de origen antropogénico discutida en el artículo de Camarena *et al.*, (2024) sobre el río La Villa. Este estudio sobre el río La Villa, ubicado en la misma región de Azuero (entre Herrera y Los Santos), clasifica y cuantifica los desechos sólidos antropogénicos y determina la calidad sanitaria del agua mediante indicadores de coliformes fecales y totales. Aunque el estudio se realizó durante la temporada seca de 2023, la cual puede incluir el periodo de carnavales, no se hace una mención explícita que vincule directamente los picos de coliformes a la celebración de carnavales dentro de los hallazgos de este estudio en particular. Sin embargo, los mecanismos y causas de contaminación que describen son totalmente aplicables a su observación.

El estudio de Camarena *et al.*, (2024) en el río La Villa utilizó como referencia el Reglamento Técnico 75-2008 de Panamá. Esta norma establece los límites de calidad ambiental para aguas continentales de uso recreativo. Específicamente, para actividades recreativas de contacto primario (como bañarse o nadar), el límite máximo permitido de coliformes fecales no debe ser superior a 250 UFC/100 mL (Unidades Formadoras de Colonias) (Ministerio de Salud, 2008) La presencia de coliformes fecales en fuentes de agua impacta directamente el riesgo sanitario, dado que representan la probabilidad de diseminar agentes contaminantes capaces de provocar enfermedades transmitidas por el agua en humanos y animales (Torres *et al.*, 2009).

La figura 5 revela fluctuaciones importantes en los niveles de coliformes totales en los tres puntos muestreados en la quebrada La Ermita entre febrero y julio. Los máximos absolutos se registraron el 15 de febrero, en pleno carnavales. Estos valores superan ampliamente los umbrales señalados en normativas internacionales y nacionales, lo que indica un serio problema de contaminación microbiana en el cuerpo de agua evaluado.

Los resultados muestran un comportamiento típico: el notable incremento de coliformes totales durante la temporada lluviosa frente a la seca, según Camarena *et al.*, (2024). Esto coincide con lo reportado por la literatura sobre la influencia de las precipitaciones en el arrastre de materia orgánica y microorganismos al sistema fluvial, derivados tanto de actividades humanas (descargas domésticas, ganadería, agricultura) como excretas de animales silvestres y domésticos. Tal fenómeno es explicado acertadamente por Molina y Calvo, (2010), quienes señalan que los eventos de lluvia elevan el transporte de contaminantes hacia cuerpos de agua superficiales.

De acuerdo con la norma mexicana NOM-001-ECOL-1996 para aguas residuales que se descargan en cuerpos receptores, el límite máximo permisible de coliformes fecales es de 1,000 UFC/100 mL para aguas de uso recreativo sin contacto primario y de 200 UFC/100 mL para contacto primario (SEMARNAT, 2021). Normas internacionales como la EPA (Estados Unidos) establecieron límites semejantes (EPA, 2025). Los niveles detectados en los tres puntos de muestreo de la quebrada La Ermita sobrepasan estos valores en varias órdenes de magnitud, particularmente durante la temporada lluviosa.

Asimismo, la OMS (2006) recomienda que para aguas recreativas los coliformes totales no superen los 1,000 UFC/100 mL para minimizar riesgos sanitarios, cifra ampliamente excedida en los resultados presentados.

Nuestro trabajo muestra que la escorrentía proveniente de los tanques cisterna y de los desechos humanos, durante los carnavales, son arrastrados desde el Parque Porras hasta la quebrada La Ermita por canales superficiales lo que conlleva a una degradación de la calidad del agua debido al arrastre superficial, incrementando la carga orgánica y microbiana (Sivakumar *et al.*, 2022).

En conclusión, los resultados evidencian que la mayor parte de los residuos sólidos generados en la zona estudiada corresponden a desechos inorgánicos, especialmente bolsas plásticas, latas de aluminio, botellas plásticas y retazos de tela, que en conjunto representan más del 64% del total. Esta alta concentración de materiales de difícil degradación representa un desafío considerable para la gestión ambiental local y contribuye a la contaminación persistente de la quebrada La Ermita.

Se constató un aumento significativo en la acumulación de residuos sólidos durante el periodo de carnavales, lo cual se refleja en la degradación de la calidad del agua por el arrastre superficial de desechos desde zonas como Parque Porras hacia la quebrada La Ermita. Este proceso incrementa la carga orgánica y microbiana, afectando la salud de los ecosistemas acuáticos y aumentando los riesgos sanitarios para las comunidades aledañas.

Los niveles de coliformes fecales y totales detectados en los puntos muestreados superan ampliamente los límites máximos permitidos por normativas nacionales (Reglamento Técnico 75-2008, Panamá) e internacionales (NOM-001-ECOL-1996 de México, EPA, OMS). Estos hallazgos confirman una contaminación microbiana grave que pone en riesgo la salud pública y el equilibrio ecológico local, especialmente durante la temporada lluviosa.

Ante la persistencia de materiales desechables y la baja cultura ambiental observada, se recomienda implementar estrategias integrales que incluyan programas de educación ambiental, fortalecimiento de la recolección y reciclaje de residuos sólidos, y control efectivo durante eventos masivos para minimizar el impacto ambiental y sanitario.

El seguimiento continuo de la calidad del agua y la estricta aplicación de las normas existentes son vitales para prevenir y mitigar la contaminación derivada de la escorrentía urbana y las actividades humanas, particularmente en áreas sensibles como quebradas y ríos de zonas urbanas y periurbanas.

Agradecimiento

Le agradecemos primero a Dios, por darnos la oportunidad de realizar esta investigación. A nuestros padres por brindarnos su apoyo. A la Profesora de matemáticas Kathia Saucedo; a la profesora de inglés Lourdes Amparo, por la traducción del resumen; a la profesora de español Toribia López, por su ayuda en la corrección y revisión del trabajo; a la profesora Lidia Chávez, por sus atinados comentarios; al Dr. Alexis de la Cruz, por orientarnos y ofrecer su laboratorio.

Referencias bibliográficas

Acosta, M., Sáenz, M. del R., Gutiérrez, B., & Bermúdez, J. L. (2011). Sistema de salud de El Salvador. *Salud Pública de México*, 53(Supl. 2), s188–s196.

- Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. UU. (2025). EPA.gov. Recuperado el 5 de octubre de 2025, de <https://www.epa.gov>
- Ashbolt, N.J. (2015). Microbial contamination of drinking water and human health from community water systems. *Current Environmental Health Reports*, 2(1), 95–106. <https://doi.org/10.1007/s40572-014-0037-5>
- Camarena, F., Arosemena, L., y De León, E. (2022). Impacto de los desechos generados por la población sobre la calidad del agua del Río La Villa (Panamá). *Revista Redes*, 1(14), 100-122.
- Eugenio Córdova, K. M., y Ortiz Tejedor, J. G. (2025). Calidad microbiológica del agua perteneciente a la parroquia San Bartolomé de Pinllo, Ambato – Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 8311-8323. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16477
- FAO. (2025). Panorama regional de la seguridad alimentaria y la nutrición para América Latina y el Caribe 2024. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://doi.org/10.4060/cd3877es>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). The state of food and agriculture 2020. Overcoming water challenges in agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447en>
- Grupo de Investigación de Economía Ecológica. (2016). Ecología política de la basura. 330 pp.
- Häder, D., Banaszak, A., Villafañe, V., Villafañe, V., Narvarte, M., González, R., Helbling, E., & Helbling, E. (2020). Contaminación antropogénica de ecosistemas acuáticos: Problemas emergentes con implicaciones globales. *The Science of the total environment*, 7(13), 136586. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136586>
- Islam, F. (2025). El impacto de los residuos plásticos en los ecosistemas y la salud humana, y estrategias para su gestión para un entorno sostenible. *Revista Internacional de Última Tecnología en Gestión de Ingeniería y Ciencias Aplicadas*, 14(3), 706-723. <https://doi.org/10.51583/IJLTEMAS.2025.140300075>
- La República, (2024). El país de América Latina que tiene los ríos más contaminados: mueren 900 niños al año por enfermedades. <https://larepublica.pe/mundo/2024/09/01/el-pais-de-america-latina-que-tiene-los-rios-mas-contaminados-mueren-900-ninos-al-ano-por-enfermedades-77499>
- Ministerio de Ambiente de Panamá, (2024). Refuerzan conocimiento a personal de MiAMBIENTE en Panamá Este para atender casos de contaminación a las fuentes hídricas. <https://miambiente.gob.pa/refuerzan-conocimiento-a-personal-de-miambiente-en-panama-este-para-atender-casos-de-contaminacion-a-las-fuentes-hidricas/>
- Ministerio de Salud de Panamá, (2008). Norma Primaria de Calidad Ambiental y Niveles de Calidad para las Aguas Continentales de Uso Recreativo con y sin Contacto Directo (Decreto Ejecutivo No. 75). Gaceta Oficial No. 26078. https://www.ecoingemar.com/en/_files/ugd/427757_4c5a4ba106b4421e93b815ba0cbfcf3c.pdf
- Mora-Molina, J., y Calvo-Brenes, G. (2010). Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa. *Tecnología en Marcha*, 23 (Extra-5), 34–40. Dialnet - Universidad de La Rioja.
- OMS, (2006). Guías para la calidad del agua potable: Volumen 1. Recomendaciones (3.ª ed.). Ginebra: OMS. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/37736/9243544608-spa.pdf>

- Organización Mundial de la Salud, (2017). Directrices para la calidad del agua potable: Incorporando el enfoque de gestión de riesgos de la seguridad del agua (4.^a ed.). <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
- Organización Mundial de la Salud, (2023). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2022: Special focus on inequalities. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240060807>
- Saaristo, M., Brodin, T., Balshine, S., Bertram, M., Brooks, B., Ehlman, S., McCallum, E., Sih, A., Sundin, J., Wong, B. & Arnold, K. (2018). Efectos directos e indirectos de los contaminantes químicos en el comportamiento, la ecología y la evolución de la fauna silvestre. *Actas de la Royal Society B: Biological Sciences*, 285, 18885, (10). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1297>.
- SEMARNAT, (2021). NOM-001-SEMARNAT-2021: Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Diario Oficial de la Federación. Normatividad en México para el tratamiento de agua residual. <https://www.carsaambiental.com/2023/03/11/normatividad-en-mexico-para-el-tratamiento-de-agua-residual/>
- Sivakumar, V., Chidambaram, S., Velusamy, S., Rathinavel, R., Shanmugasundaram, D., Sundararaj, P., Shanmugamoorthy, M., Thangavel, R. y Balu, K. (2022). Un enfoque integrado para la evaluación del impacto de la calidad del agua de tanques y del agua subterránea en la región de Coimbatore, sur de la India: implicaciones de las actividades antropogénicas. *Monitoreo y Evaluación Ambiental*, 195, 88, (2023). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10598-4>
- Swissinfo, (2025). La contaminación y el acceso al agua son los retos de Centroamérica en materia hídrica. <https://www.swissinfo.ch/spa/la-contaminaci%C3%B3n-y-el-acceso-al-agua-son-los-retos-de-centroam%C3%A9rica-en-materia-h%C3%ADdrica/89050875>
- Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 1-20.
- UNICEF & World Health Organization. (2023). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2022: Special focus on inequalities. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240060807>
- Velázquez-Chávez, L. J., Ortiz-Sánchez, I. A., Chávez-Simental, J. A., Pámanes-Carrasco, G. A., Carrillo-Parra, A., y Pereda-Solís, M. E. (2022). Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. TIP. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 25, e482. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.482>
- World Health Organization, (2017). Guidelines for drinking-water quality (4th ed.). WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
- WHO, (2019). Drinking water. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>