

Calidad del agua del río San Pablo en el sector de Soná (Panamá): estudio microbiológico 2014

Water quality of the San Pablo river in the Soná sector (Panama):
microbiological study 2014

José J. Him Fábrega

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Facultad de Ciencias
Naturales, Exactas y Tecnología, Panamá
jose.him@up.ac.pa, <https://orcid.org/0000-0002-7872-4098>

Susana Amores

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Facultad de Ciencias
Naturales, Exactas y Tecnología, Panamá
susana.amores@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0003-7022-4106>

Leydis González

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Veraguas, Facultad de Ciencias
Naturales, Exactas y Tecnología, Panamá
leydis.gonzalez02@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0004-1885-6920>

Recepción: 06 marzo de 2026

Aprobación: 07 septiembre 2026

DOI: <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v7n1.11392>

Resumen

El río San Pablo se ubica en la provincia de Veraguas, Panamá. Con una longitud aproximada de 148 km, nace en la serranía del Tabasará y desemboca en el Golfo de Montijo. Su cuenca hidrográfica abarca unos 2,453 km², lo que lo convierte en un recurso fundamental para la agricultura, la ganadería y el ecosistema de manglares. Además, constituye un atractivo para el turismo, las actividades acuáticas y la pesca deportiva. Por su relevancia, resulta indispensable garantizar el cuidado y monitoreo constante de la calidad de sus aguas. Con este objetivo, en 2014 se realizaron análisis microbiológicos en un sector del río, específicamente en las inmediaciones de la población de Soná. Los puntos de muestreo seleccionados fueron Tolerique, Hacienda California y Hacienda Tólica. En cada sitio se recolectaron cinco muestras durante la estación lluviosa y tres en la estación seca. Para cada muestreo se tomaron tres submuestras: dos en las orillas y una en el centro del río. Posteriormente, las submuestras fueron homogeneizadas para obtener una muestra compuesta por sitio, la cual se transportó en neveras hasta el laboratorio del Centro Regional Universitario de Veraguas. El análisis se realizó mediante la técnica del número más probable en tubos múltiples con caldo bilis verde



brillante, complementada con una confirmación en tubos de SIM. Los resultados evidenciaron que los sitios muestreados presentaban concentraciones similares de coliformes totales y fecales. Sin embargo, al comparar las estaciones del año, se observó una mayor concentración de coliformes fecales durante la época lluviosa en la sección estudiada del río.

Palabras clave. Calidad de aguas de río, río San Pablo, Coliformes fecales, coliformes totales, Golfo de Montijo, Panamá.

Abstract

The San Pablo River is located in the province of Veraguas, Panama. Approximately 148 km long, it originates in the Tabasará mountain range and flows into the Gulf of Montijo. Its watershed covers approximately 2,453 km², making it a vital resource for agriculture, livestock farming, and the mangrove ecosystem. It is also an attraction for tourism, water sports, and sport fishing. Given its importance, it is essential to ensure the care and constant monitoring of its water quality. To this end, microbiological analyses were conducted in 2014 in a section of the river, specifically near the town of Soná. The selected sampling points were Tolerique, Hacienda California, and Hacienda Tólica. At each site, five samples were collected during the rainy season and three during the dry season. For each sample, three subsamples were taken: two from the banks and one from the center of the river. Subsequently, the subsamples were homogenized to obtain a composite sample per site, which was transported in coolers to the laboratory of the Centro Regional Universitario de Veraguas. Analysis was performed using the most probable number (MPN) technique in multiple tubes with brilliant green bile broth, supplemented by confirmation in SIM tubes. The results showed that the sampled sites presented similar concentrations of total and fecal coliforms. However, when comparing the seasons, a higher concentration of fecal coliforms was observed during the rainy season in the studied section of the river.

Keywords. Fecal coliforms, Total coliforms, Gulf of Montijo, Panama, River water quality, San Pablo River.

Introducción

La cuenca del río San Pablo se ubica en la vertiente del Pacífico, al oeste de la provincia de Veraguas y de la comarca Ngäbe Buglé. Está integrada por los ríos Cobre, Cañazas y San Pablo, además de diversas microcuencas que complementan su sistema hidrográfico. Su área de drenaje abarca aproximadamente 2,453 km², mientras que su cauce principal se extiende a lo largo de unos 148 km,



desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Golfo de Montijo (Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), 2009).

Este estudio se centró en un tramo del río San Pablo ubicado en las inmediaciones de la ciudad de Soná. Al igual que ocurre en numerosos ríos de Panamá, este sector se ve influenciado por las actividades humanas desarrolladas en sus alrededores, lo que genera diversas formas de contaminación, tanto química como microbiológica (Ávila-Díaz et al., 2024; Calvo-Brenes and Salazar-Céspedes, 2023; Herrera-Morales and Cabezas-Andrade, 2022; Kann et al., 2025; Pavan et al., 2022). Las contaminaciones microbiológicas pueden ocasionar la presencia de organismos patógenos como virus, bacterias, protozoos y gusanos parásitos (Bourli et al., 2023; Fundora Hernández et al., 2013; Han et al., 2025; Han and Zhang, 2025; Ramos Mancheno, 2024).

Para determinar la presencia de los microorganismos patógenos, generalmente se utiliza la búsqueda de organismos indicadores de contaminación fecal. Los indicadores más utilizados son los coliformes totales y coliformes fecales (Ávila-Díaz et al., 2024; Calvo-Brenes and Salazar-Céspedes, 2023; Cruz and Montañez, 2024; Elena Iñiguez-Muñoz et al., 2022; Him and Vásquez, 2022; Lorenzo M et al., 2023; Pauta-Calle et al., 2020); los cuales determinan si las aguas han sido contaminadas por material proveniente de material fecal de animales y humanos.

La identificación de indicadores de contaminación fecal constituye un parámetro esencial para evaluar la calidad del agua y orientar la toma de decisiones sobre su uso. En el caso de los ríos, esta información resulta determinante para definir su viabilidad como fuente de abastecimiento, así como para actividades de navegación y recreación. Cada uno de estos usos requiere el cumplimiento de criterios específicos relacionados con las concentraciones de coliformes totales y fecales. En contextos recreativos y pesqueros, la presencia de microorganismos indicadores puede ser tolerada únicamente dentro de límites establecidos por la normativa, garantizando así la protección de la salud pública y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos (González-Fernández et al., 2023; Pavan et al., 2022; Vanden Esschert et al., 2020).

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la presencia y concentración de coliformes totales y coliformes fecales en el agua de un sector del río San Pablo, localizado en las proximidades de la

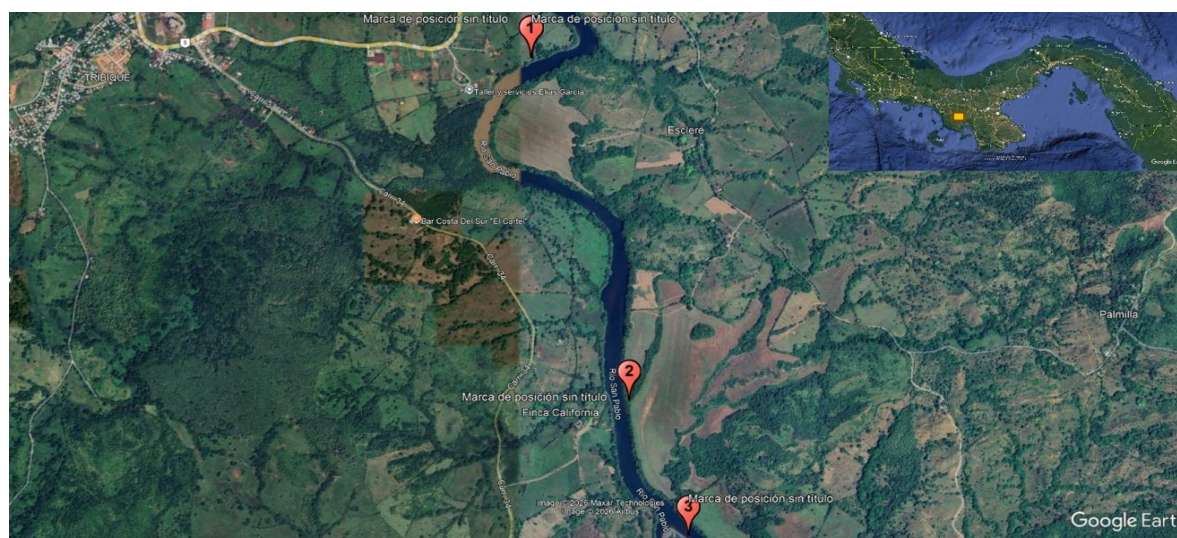
ciudad de Soná, provincia de Veraguas, Panamá. Los resultados obtenidos constituyen un indicador del nivel de contaminación de estas masas de agua, utilizadas con distintos fines por las comunidades locales. Dichos hallazgos representan una herramienta fundamental para los gestores de recursos naturales en Panamá, al proporcionar evidencia científica que respalda la implementación de medidas orientadas a prevenir la degradación y pérdida de estos ecosistemas fluviales.

Materiales y métodos

Área de estudio

Figura 1

Ubicación geográfica de los sitios de muestreo para el análisis bacteriológico en el río San Pablo en el sector cercano a la ciudad de Soná. Tolerique (1), Hacienda California (2), Hacienda Tólica (3), Provincia de Veraguas.



Nota: Coordenadas de los sitios muestreados: Tolerique 7°59'41.84'' N, 81°17'34.94''O; Hacienda California 7°58'39.58'' N, 81°17'20.20''O; Haciendo Tólica 7°58'15.55'' N, 81°17'09.47''O.

Fuente: Imagen adaptada de Google Earth.

sector del río San Pablo que fue estudiado se encuentra al sureste de la ciudad de Soná (Figura 1). Este sector es encuentra influenciado por varias actividades humanas como los son la recreación y las tareas agropecuarias.

Toma de muestras

Para la recolección de muestras en los sitios seleccionados se utilizaron los servicios de boteros de la región. En cada sitio escogido para tomar muestras fueron utilizados frascos de vidrio con tapa de rosca previamente esterilizados en una autoclave vertical. Estos fueron transportados al área de estudio en neveras portátiles que contenían paquetes de gel congelante. Asimismo, se llevaron recipientes no estériles destinados a los análisis in situ de los parámetros fisicoquímicos.

En cada punto de muestreo, el frasco estéril se abrió y se colocó en posición contracorriente sobre la superficie del cuerpo de agua para la toma de la muestra. Los sitios muestreados correspondieron a Tolerique (1), Hacienda California (2) y Hacienda Tólica (3).

En cada sitio se tomaron cinco muestras en la época lluviosa (julio a noviembre) y tres muestras en la época seca (enero a marzo). Para el análisis microbiológico se recolectaron tres muestras de aproximadamente 200 mL cada una, las cuales fueron posteriormente homogeneizadas en un recipiente de mayor capacidad (aproximadamente 500 mL) para conformar la muestra compuesta definitiva. Esta fue almacenada en una nevera portátil y mantenida a una temperatura cercana a 8 °C hasta su procesamiento. Esta muestra final fue transportada el mismo día al laboratorio de microbiología del Centro Regional Universitario de Veraguas (CRUV).

Análisis de laboratorio

El análisis microbiológico se realizó mediante la técnica del Número Más Probable (NMP) utilizando series de tres tubos con caldo bilis verde brillante. Se emplearon tres volúmenes de dilución: 10 mL, 1 mL y 0.1 mL. Tras efectuar las diluciones e inoculaciones correspondientes, las series de tubos fueron incubadas a 37 °C durante un máximo de 48 horas.

Los tubos que presentaron resultados positivos para coliformes totales fueron posteriormente inoculados en medio SIM y reincubados a 44.5 °C (método DEF, europeo), con el fin de evaluar la producción de indol. La obtención de un resultado positivo en esta prueba fue considerada como evidencia de la presencia de coliformes fecales.

Análisis estadístico

Los resultados fueron procesados mediante el programa estadístico SPSS versión 20. En primera instancia, se analizaron los datos correspondientes a cada sitio con el objetivo de identificar diferencias entre ellos; posteriormente, se evaluaron las variaciones según la época del año. La prueba de normalidad aplicada a los datos indicó la necesidad de emplear métodos no paramétricos.

Para la comparación entre sitios en cada época se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, mientras que para contrastar las dos épocas del año se aplicó la prueba U de Mann-Whitney.

Resultados

Comparación por sitios de muestreo

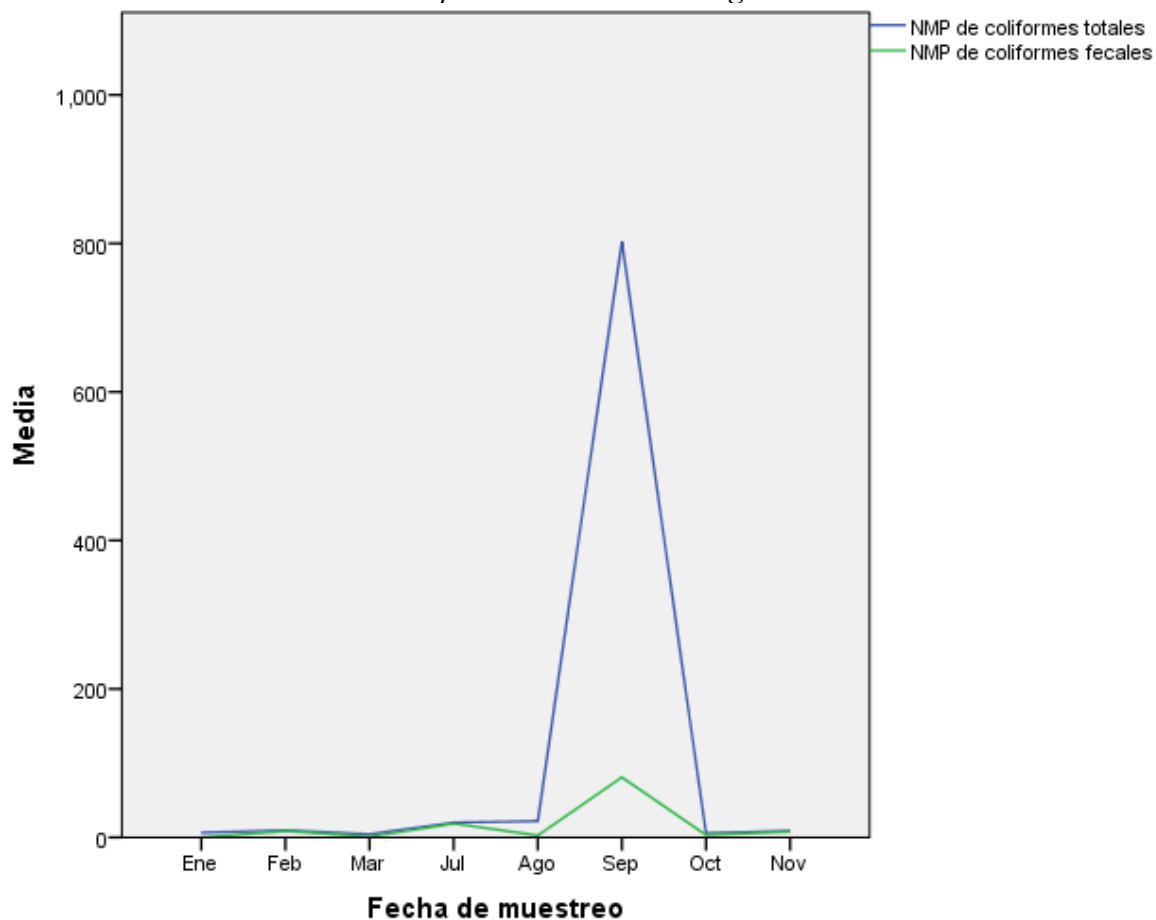
En primer lugar, los datos se organizaron según los sitios de muestreo y se clasificaron por época del año (lluviosa y seca). Posteriormente, dentro de cada época se compararon los tres sitios con el fin de evaluar su grado de similitud.

Análisis de coliformes

Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para comparar los recuentos por el método de NMP resultaron similares en los tres sitios de muestreos ($P > 0.05$), tanto en la época lluviosa como en la seca. Luego se procedió a observar el comportamiento de los datos en el tiempo se observó que hubo un incremento de los coliformes totales en el mes de septiembre (Figura 2).

Figura 2

Comportamiento de las medias de los recuentos de coliformes detectados en los meses (2014) estudiados. Las medias están dadas por NMP/100 mL de agua.



Comparación por época del año

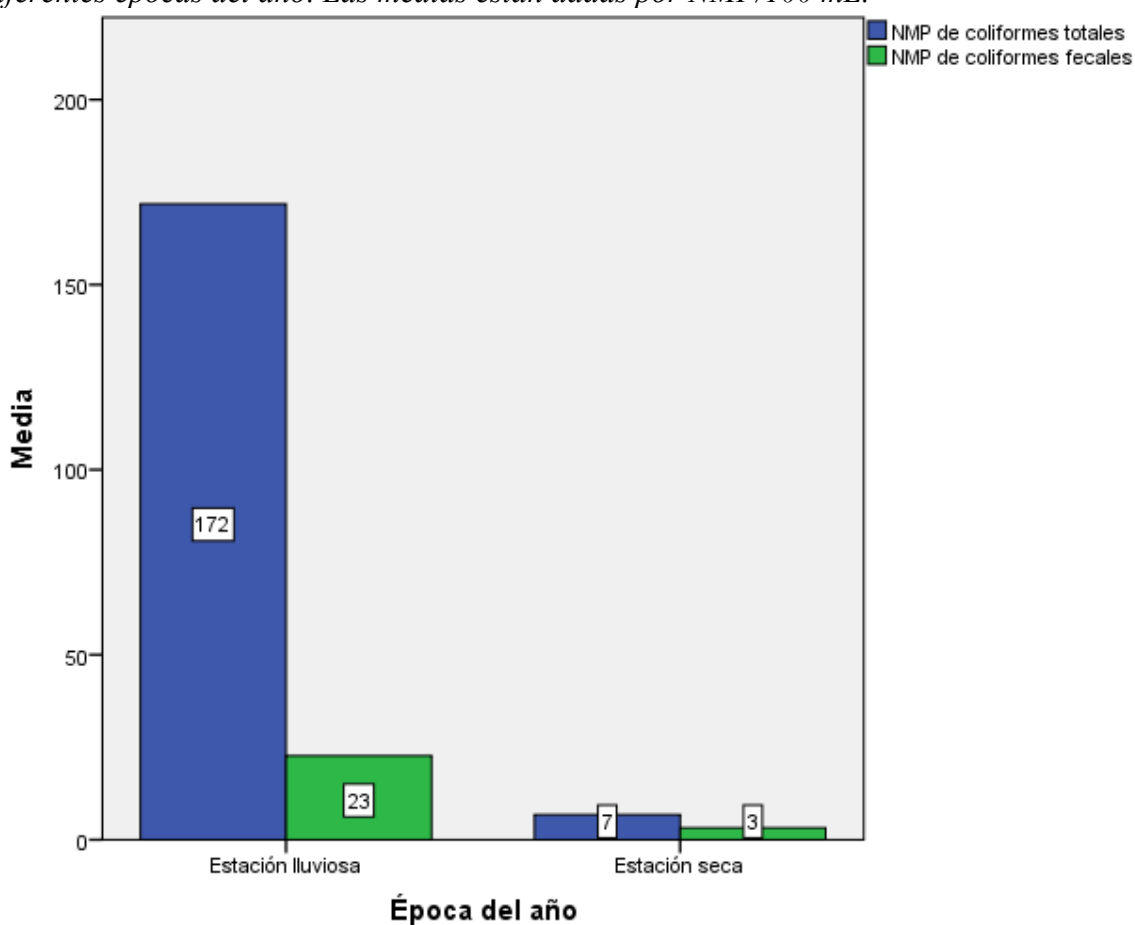
Los datos agrupados por época del año fueron analizados, primero de forma descriptiva y sus medias representadas en la Figura 3.

Análisis de coliformes

La prueba U de Mann – Whitney para los coliformes totales determinó que estos eran similares en las dos épocas del año ($P > 0.05$), a pesar de que en el gráfico se observe mayor diferencia. Por otro lado, las concentraciones de coliformes fecales mostraron ser mayores en la época lluviosa ($P = 0.030$).

Figura 3

Comparación de las medias de los datos obtenidos para coliformes totales y fecales en las diferentes épocas del año. Las medias están dadas por NMP/100 mL.



Discusión

Los recuentos observados durante las dos épocas del año, en el sector del río San Pablo en las cercanías a la ciudad de Soná en la provincia de Veraguas, demuestran que existe algún tipo de contaminación por organismos indicadores de contaminación fecal. Muy probablemente ocasionada por las actividades humanas realizadas en las secciones aledañas o al norte del río. El sector estudiado se ubica después de la unión de los ríos San Pablo y Cobre, lo que significa que el aporte de contaminación puede provenir de ambos ríos y del propio sector estudiado.

En todos los sitios de muestreo (Tolerique, Hacienda California y Hacienda Tólica), las concentraciones de coliformes totales se mantuvieron relativamente constantes, lo que indica condiciones ambientales semejantes en la zona de estudio. Sin embargo, se observó un aumento significativo de coliformes fecales durante la temporada lluviosa. Este comportamiento refleja la influencia de factores como las escorrentías superficiales, el manejo intensivo de la tierra, la degradación de la vegetación, la deforestación y diversas actividades agropecuarias, que favorecen la proliferación de contaminantes bacteriológicos en periodos húmedos (Pavan et al., 2022).

La presencia de organismos indicadores no garantiza necesariamente la existencia de patógenos (Vanden Esschert et al., 2020); sin embargo, constituye una señal de alerta que subraya la necesidad de mantener estos ambientes en condiciones seguras para los usuarios de las aguas. En el caso de los nadadores, resulta complejo determinar si la exposición en balnearios naturales deriva en enfermedades gastrointestinales (González-Fernández et al., 2023; Vanden Esschert et al., 2020). Por ello, se han establecido límites de concentración para los organismos indicadores, con el propósito de asegurar que las aguas destinadas al uso recreativo sean adecuadas. Debido a las múltiples fuentes de contaminación fecal se han establecido sugerencias en el caso de elevados recuentos de indicadores de contaminación fecal que incluyen no nadar en estas aguas, no nadar en cuerpos de agua si se tienen síntomas de diarrea, no tragar agua y en el caso de playas mantener la arena lejos de la boca (Vanden Esschert et al., 2020). Rebasar estas condiciones producirían el deterioro de las aguas y su muy difícil



recuperación como ha ocurrido en otras localidades (Chaves-Villalobos et al., 2023; Cutillas et al., 2019; Olguín et al., 2010).

En Panamá, la normativa sobre organismos indicadores en aguas recreacionales está definida por decreto del gobierno nacional, el cual establece un máximo de < 250 coliformes fecales y < 200 enterococos fecales por cada 100 mL de muestra (Ministerio de Economía y Finanzas, 2008). Estos parámetros permiten a las autoridades determinar si los sitios habituales pueden seguir siendo utilizados con fines recreativos.

Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que el sector estudiado mantiene las condiciones para seguir siendo utilizadas en las actividades que habitualmente se realizan. Estos resultados ayudan a los responsables comunitarios a tener una guía de las condiciones de estas zonas. Las instituciones relacionadas con este tipo de análisis deben mantenerse en guardia para asegurar que estos recursos sigan teniendo el valor ambiental que poseen, por lo que es recomendable mantener monitoreos periódicos de estos ecosistemas para asegurar su disponibilidad en la recreación y la calidad del sistema.

Referencias

- Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), 2009. Informe del monitoreo de la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de Panamá. Compendio de resultados 2002-2008. Panamá.
- Ávila-Díaz, J.A., Arciniega-Galaviz, M.A., Moreno-Rentería, K.J., Llanes-Cárdenas, O., 2024. Contaminación microbiológica en agua potable de localidades rurales en el municipio de Ahome, Sinaloa, México. RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo 15. <https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2182>
- Bourli, P., Eslahi, A.V., Tzoraki, O., Karanis, P., 2023. Waterborne transmission of protozoan parasites: A review of worldwide outbreaks - an update 2017-2022. J. Water Health 21, 1421–1447. <https://doi.org/10.2166/wh.2023.094>



- Calvo-Brenes, G., Salazar-Céspedes, K., 2023. Estrategia de monitoreo hídrico comunitario para la microcuenca río Jorco basado en el análisis de indicadores fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos de la calidad de agua. *Revista Tecnología en Marcha* 36, 181–193. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6456>
- Chaves-Villalobos, M., Quirós-Vega, J., Cordero-Cordero, S., Villalobos-Sequeira, J., Anchía-Leitón, D., Loría-Barquero, A., Luna-Salas, D., Fung-Méndez, A., Paniagua-Pantoja, M., 2023. Evaluación de la salud ambiental del río Ocloro, utilizando una metodología mixta. *Revista Tecnología en Marcha* 36, 148–159. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6392>
- Cruz, H., Montañez, D., 2024. Diagnóstico de la calidad bacteriológica del agua potable en algunas comunidades rurales de la región de Azuero. *Centros Revista científica universitaria* 13, 24–37.
- Cutillas, P.P., Álvarez, J.P.A., Ortega, E.F.S., García, C.C., Cabañero, J.J.A., 2019. Environmental degradation and its effects on the pollution of surface water in conchos river basin (Chihuahua-mexico). *Cuadernos Geograficos* 58, 47–67. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i1.6636>
- Elena Iñiguez-Muñoz, L., Miguel Anaya-Esparza, L., Antonio Castañeda-Villanueva, A., Martínez-Esquivias, F., Carvajal-Hernández, M., Dolores Méndez-Robles, M., 2022. Calidad microbiológica del agua potable utilizada en escuelas públicas de la ciudad de Tepatlán, Jalisco.
- Fundora Hernández, H., Puig Peña, Y., Chiroles Rubalcaba, S., Rodríguez Bertheau, A.M., Gallardo Díaz, J., Milián Samper, Y., 2013. Métodos inmunológicos utilizados en la identificación rápida de bacterias y protozoarios en aguas. *Rev. Cubana Hig. Epidemiol.*
- González-Fernández, A., Symonds, E.M., Gallard-Gongora, J.F., Mull, B., Lukasik, J.O., Rivera Navarro, P., Badilla Aguilar, A., Peraud, J., Mora Alvarado, D., Cantor, A., Breitbart, M., Cairns, M.R., Harwood, V.J., 2023. Risk of Gastroenteritis from Swimming at a Wastewater-Impacted Tropical Beach Varies across Localized Scales. *Appl. Environ. Microbiol.* 89, e0103322. <https://doi.org/10.1128/aem.01033-22>
- Han, Z., Tian, T., Zhang, Y., 2025. Development of a High-Throughput qPCR Assay for Detecting Waterborne Protozoa and Helminths Across Different Environmental Media in China. *Chinese Center for Disease Control* 7, 100–106. <https://doi.org/10.46234/ccdcw2025.016>
- Han, Z., Zhang, Y., 2025. Prevalence and Risk Factors of Waterborne and Foodborne Protozoan Pathogens in Kenya : A One Health Perspective. *Chinese Center for Disease Control* 7, 83–89. <https://doi.org/10.46234/ccdcw2025.014>



Herrera-Morales, G.C., Cabezas-Andrade, L.D., 2022. El impacto ambiental en la contaminación del agua en el Ecuador. *Ingenium et Potentia* 4, 78. <https://doi.org/10.35381/i.p.v4i7.1865>

Him, J., Vásquez, D., 2022. EVALUATION OF COLIFORMS AND PHYSICO-CHEMICAL FACTORS OF THE WATER IN A SECTOR OF THE MOUTH OF THE SAN PABLO RIVER, VERAGUAS, PANAMA.

Kann, R.S., Garn, J., Fagnant-Sperati, C.S., Snyder, J.S., Kowalsky, E., Brown, J., McGunegill, S., Nalá, R., Freeman, M.C., Levy, K., 2025. Variability of enteric pathogen infections by season and meteorological conditions in a low-income, urban setting in Mozambique. <https://doi.org/10.1101/2025.10.02.25337035>

Lorenzo M, H., Leines, D., Gutiérrez, A., Torres, J., 2023. Evaluación de la contaminación fecal del agua del río Valles mediante indicadores microbiológicos. *Assessment of Fecal Water Pollution in the Valles River through Microbiological Indicators. Tectzapic, Revista científica y tecnológica* 9, 51.

Ministerio de Economía y Finanzas, 2008. Decreto Ejecutivo No. 75 (de 4 de junio de 2008) “Por el cual se dicta la norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo” 12.

Olguín, E.J., González-portela, R.E., Sánchez-galván, G., Zamora-, J.E., 2010. Contaminación de ríos urbanos : El caso de la subcuenca del río Sordo en Xalapa , Veracruz , México Resumen. *Rev Latinoam Biotecnol Amb Algal* 1, 178–190.

Pauta-Calle, G., Vázquez, G., Abril, A., Torres, C., Loja-Sari, M., Palta-Vera, A., 2020. Indicadores bacteriológicos de contaminación fecal en los ríos de Cuenca, Ecuador. *Maskana* 11, 46–57. <https://doi.org/10.18537/mskn.11.02.05>

Pavan, J.V., Masachessi, G., Prez, V.E., Di Cola, G., Re, V.E., Nates, S.V., 2022. Evaluación de la calidad de aguas superficiales en espacios recreacionales, una propuesta integradora de marcadores químicos y microbiológicos. *Rev. Fac. Cienc. Med. Cordoba* 79, 210–214. <https://doi.org/10.31053/1853.0605.v79.n2.33403>

Ramos Mancheno, A.D. de J., 2024. Efectos del consumo de agua contaminada en la calidad de vida de las personas. *Polo del Conocimiento* 9, 614–632. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i1.6396>

Vanden Esschert, K.L., Mattioli, M.C., Hilborn, E.D., Roberts, V.A., Yu, A.T., Lamba, K., Arzaga, G., Zahn, M., Marsh, Z., Combes, S.M., Smith, E.S., Robinson, T.J., Gretsche, S.R., Laco, J.P.,

Wiksw, M.E., Miller, A.D., Tack, D.M., Wade, T.J., Hlavsa, M.C., 2020. Outbreaks Associated with Untreated Recreational Water — California, Maine, and Minnesota, 2018–2019. *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 69, 781–783. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6925a3>