

Salud pública y agua segura en Latinoamérica: Soluciones sostenibles frente al cambio climático

Public health and safe water in Latin America: Sustainable solutions to climate change

Saúde pública e água potável na América Latina: Soluções sustentáveis para as mudanças climáticas

Received: 06/13/2025 | Revised: 06/20/2025 | Accepted: 06/20/2025 | Published: 06/22/2025

Cecilia Cuenca

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6323-2557>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”. Ingeniería Ambiental, Ecuador
E-mail: cecilia.cuenca@espam.edu.ec

Yusthyn Vera

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6093-4901>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”. Ingeniería Ambiental, Ecuador
E-mail: yusthyn.vera.41@espam.edu.ec

Carlos Banchón

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0388-1988>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”. Ingeniería Ambiental, Ecuador
E-mail: carlos.banchon@espam.edu.ec

Resumen

La creciente demanda poblacional y la contaminación antropogénica, que introduce microplásticos, metales pesados, pesticidas y patógenos bacterianos en cuerpos de agua, exacerban la crisis hídrica, reduciendo la disponibilidad y calidad del agua potable. Este escenario incrementa la incidencia de enfermedades gastrointestinales, como hepatitis, cólera y diarrea, responsables de millones de muertes anuales. En América Latina, y particularmente en Ecuador, la problemática se agudiza por sequías prolongadas y la falta de datos actualizados sobre la relación entre salud pública y acceso a agua segura, dificultando la formulación de políticas eficaces. El objetivo de este artículo es presentar un estudio sobre la salud pública y el agua segura en América Latina. *Helicobacter pylori*, bacteria gramnegativa asociada a patologías gástricas graves, afecta hasta el 70% de la población ecuatoriana, reflejando la alta vulnerabilidad de la región. Este estudio plantea que la baja calidad del agua de consumo humano incrementa significativamente la prevalencia de enfermedades transmitidas por el agua. Por ende, se enfatiza la necesidad de desarrollar e implementar tecnologías sostenibles de purificación, junto con políticas integrales que aseguren un acceso equitativo y continuo a agua potable segura.

Palabras clave: Contaminación hídrica; Cambio climático; Salud pública; Agua potable.

Abstract

Growing population demand and anthropogenic pollution, which introduces microplastics, heavy metals, pesticides and bacterial pathogens into bodies of water, exacerbate the water crisis, reducing the availability and quality of drinking water. This scenario increases the incidence of gastrointestinal diseases, such as hepatitis, cholera and diarrhea, responsible for millions of deaths annually. In Latin America, and particularly in Ecuador, the problem is exacerbated by prolonged droughts and the lack of updated data on the relationship between public health and access to safe water, making it difficult to formulate effective policies. The objective of this article is to present a study on public health and safe water in Latin America. *Helicobacter pylori*, a gram-negative bacterium associated with severe gastric pathologies, affects up to 70% of the Ecuadorian population, reflecting the high vulnerability of the region. This study suggests that the low quality of drinking water significantly increases the prevalence of waterborne diseases. Therefore, it emphasizes the need to develop and implement sustainable purification technologies, along with comprehensive policies to ensure equitable and continuous access to safe drinking water.

Keywords: Water pollution; Climate change; Public health; Drinking water.

Resumo

A crescente demanda da população e a poluição antropogênica, que introduz microplásticos, metais pesados, pesticidas e patógenos bacterianos nos corpos d'água, agravam a crise hídrica, reduzindo a disponibilidade e a qualidade da água potável. Esse cenário aumenta a incidência de doenças gastrointestinais, como hepatite, cólera e diarreia, responsáveis por milhões de mortes anualmente. Na América Latina, e particularmente no Equador, o problema é agravado por secas prolongadas e pela falta de dados atualizados sobre a relação entre saúde pública e acesso à água potável, o que dificulta

a formulação de políticas eficazes. O objetivo deste artigo é apresentar um estudo sobre saúde pública e água potável na América Latina. O *Helicobacter pylori*, uma bactéria gram-negativa associada a patologias gástricas graves, afeta até 70% da população equatoriana, refletindo a alta vulnerabilidade da região. Este estudo sugere que a baixa qualidade da água potável aumenta significativamente a prevalência de doenças transmitidas pela água. Portanto, ele enfatiza a necessidade de desenvolver e implementar tecnologias de purificação sustentáveis, juntamente com políticas abrangentes para garantir o acesso equitativo e contínuo à água potável.

Palavras-chave: Poluição da água; Mudança climática; Saúde pública; Água potável.

1. Introducción

Las proyecciones globales son alarmantes, de hecho, se estima que para el año 2030, el cambio climático y la contaminación del agua afectarán a 1,8 mil millones de personas (UN Water, 2020). Este escenario es particularmente preocupante para los ecosistemas acuáticos, donde el 8% de las especies ya han desaparecido desde 1970 debido al deterioro de la calidad del agua (UN Water, 2022). A medida que la población mundial sigue creciendo, uno de los recursos más esenciales para la vida, el agua, está disminuyendo tanto en cantidad como en calidad, lo que agrava la crisis hídrica y aumenta las tensiones sobre este recurso vital (Castro & Rajadel, 2021). El cambio climático es un fenómeno en evolución que tiene efectos tanto directos como indirectos sobre la salud humana, su impacto está relacionado con las condiciones de vida de la población, la calidad del entorno y la estructura social de las comunidades en las que habitan (Piña, 2019). Hace poco, la OMS, el PNUD, el PNUMA y UNICEF propusieron 500 medidas para reducir las enfermedades ambientales y salvar vidas, lo que podría prevenir el 25% de las muertes a nivel mundial, estas acciones serían implementadas por responsables de políticas, gobiernos locales y agencias internacionales de salud y medio ambiente (Moreno, 2022).

La United Nations Educational Scientific and Cultural Organization [UNESCO] (2021) determina que el acceso deficiente a agua potable, saneamiento e higiene no solo afecta la calidad de vida, sino que es una de las principales causas de enfermedades. De tal manera la ingesta de agua contaminada, la falta de higiene y la exposición a vectores presentes en cuerpos de agua sin tratamiento adecuado son factores determinantes en la propagación de enfermedades como la hepatitis, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis (Goddard et al., 2020; UN Water, 2020). El 80% de las aguas residuales globales se vierten sin tratamiento, afectando a 1,8 mil millones de personas expuestas a agua contaminada, lo que incrementa el riesgo de enfermedades graves y causa el 3% de las muertes en todos los grupos de edad (Qadri et al., 2020). Además, la contaminación antropogénica ha introducido nuevos riesgos para la salud pública, los cuerpos de agua dulce están cada vez más contaminados con microplásticos, fertilizantes, pesticidas, metales pesados y patógenos bacterianos (Fernández et al., 2013; Scherer et al., 2020; Xu et al., 2020).

En América Latina, a pesar de la creciente preocupación, aún se carece de datos actualizados sobre la relación entre la salud pública y el acceso a agua potable segura, lo que dificulta la implementación de políticas sostenibles y efectivas, por lo cual la situación es crítica, sobre todo en el contexto del cambio climático, ya que países como Ecuador están enfrentando sequías prolongadas que amenazan aún más el suministro de agua (Castro & Rajadel, 2021). La falta de acceso a fuentes seguras de agua y a condiciones adecuadas de saneamiento es un factor determinante en la prevalencia de enfermedades infecciosas y parasitarias, especialmente en regiones en desarrollo (Ramos et al., 2024). Por lo cual el consumir agua contaminada ocasiona la transmisión de enfermedades como diarrea, cólera y hepatitis A, es así que se estima que causa más de 502,000 muertes anuales por diarrea y alrededor de 2,000 millones de personas consumen agua contaminada con heces (Zambrano et al., 2022).

La infección por *Helicobacter pylori* es una de las enfermedades desarrolladas por la contaminación del agua y afecta al 50% de la población mundial, con mayor prevalencia en países en desarrollo debido a factores como socioeconómicos, condiciones sanitarias e higiene, condiciones de vida, a diferencia de los países desarrollados con tasas de incidencia y transmisión más bajas (Fragoso et al., 2018; Fuentes et al., 2023). Bajo este contexto, Aroca y Vélez (2021) plantean que regiones

como la Unión Europea y Estados Unidos, la prevalencia de esta infección bacteriana oscila entre el 14% y el 40% de la población; sin embargo, en América Latina, la prevalencia es notablemente más alta, alcanzando entre el 60% y el 80% en adultos, y hasta el 92% en niños. En Ecuador, se ha demostrado que la bacteria *Helicobacter pylori* afecta entre el 60% y el 70% de la población (Parrales et al., 2024).

La creciente escasez de agua potable segura, exacerbada por los efectos del cambio climático, representa un desafío crítico para la salud pública mundial. En particular, las regiones más vulnerables enfrentan una doble amenaza: la contaminación del agua y la falta de acceso a fuentes de agua potables seguras, lo que incrementa el riesgo de enfermedades gastrointestinales. Esta problemática requiere un análisis profundo de la calidad del agua, las tecnologías de tratamiento disponibles y su relación con la prevención de enfermedades. Ante el cambio climático, que induce tanto la escasez como el exceso de agua en diversas zonas del mundo, es esencial desarrollar soluciones sostenibles y accesibles que no solo mitiguen los efectos de la contaminación, sino que también garanticen el acceso equitativo al agua potable segura para las poblaciones más afectadas.

El presente artículo busca contribuir a la discusión sobre la calidad del agua y las enfermedades gastrointestinales, presentando propuestas sostenibles para garantizar el acceso equitativo al agua potable segura en las regiones más afectadas. De tal manera se plantea la hipótesis de que la baja calidad del agua destinada al consumo humano tiene un impacto negativo en la salud pública, aumentando la incidencia de enfermedades transmitidas por este recurso. El objetivo de este artículo es presentar un estudio sobre la salud pública y el agua segura en América Latina. Con base a lo mencionado anteriormente, se pretende evaluar el impacto de la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento destinada al consumo humano en la salud pública, para promover prácticas sostenibles de purificación que aseguren un acceso equitativo y continuo a agua potable de calidad, contribuyendo a la mejora de la salud y bienestar de la población.

2. Metodología

La presente revisión bibliográfica realizada es de cuantitativo con relación a los datos estadísticos utilizados y cualitativo con relación a la discusión (Pereira et al., 2018) y abarcó una búsqueda de información a nivel mundial, con un enfoque particular en Latinoamérica, buscando establecer un marco referencial que permitió comprender el impacto de la calidad del agua en la salud de las personas. La metodología empleada en esta investigación fue de revisión sistemática, cuyo propósito principal es reunir la evidencia empírica disponible que cumpla con los criterios de inclusión previamente definidos, con el fin de responder a una pregunta de investigación específica y probar una hipótesis (Page et al., 2021).

Los criterios de inclusión se limitaron a estudios publicados, artículos que aborden investigaciones sobre enfermedades gastrointestinales, especialmente aquellas vinculadas con la mala calidad del agua potable, excluyendo tesis y páginas web. Se prestó especial atención a los estudios que cumplieron con los estándares metodológicos requeridos y que estuvieran redactados en idiomas como el inglés o el español. Para la búsqueda de información en la base de datos de SCOPUS, se utilizaron palabras claves como se detalla en la Tabla 1.

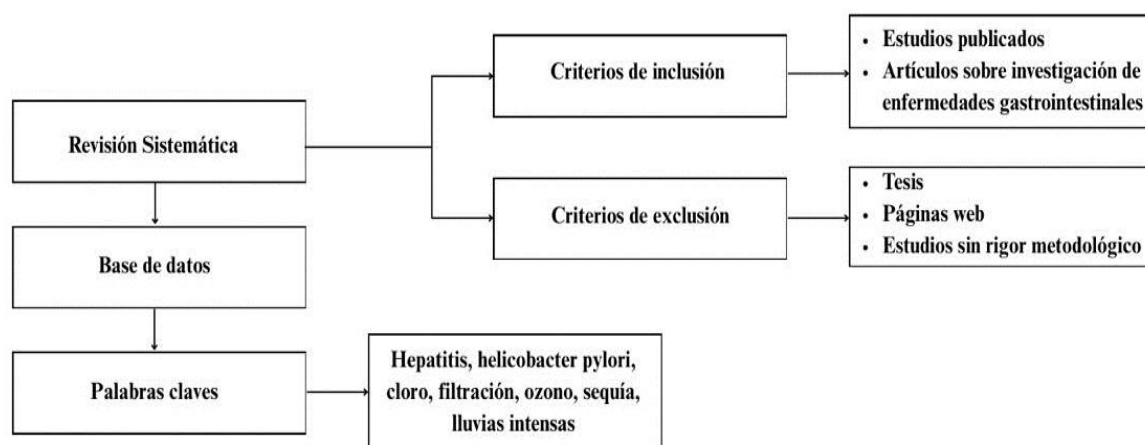
Tabla 1 - Palabras clave para la búsqueda en la base de datos SCOPUS.

Parámetros de contaminación	Tecnologías	Cambio climático
Enfermedades gastrointestinales	Cloro	Sequía
Hepatitis	Filtración	Lluvias intensas
<i>Helicobacter pylori</i>	Ozono	Resiliencia

Fuente: Autores.

El proceso de revisión y análisis de los estudios se llevó a cabo en función de la metodología PRISMA, como se detalla en la Figura 1. El proceso inició con una primera selección basada en los títulos y sinopsis de los artículos aplicando los criterios de inclusión y exclusión. Los estudios seleccionados fueron analizados detalladamente, prestando particular atención a la metodología utilizada, los hallazgos obtenidos y las conclusiones presentadas.

Figura 1 - Diagrama de revisión sistemática.



Fuente: Autores.

Además, para aportar con mayor información de índole local, en la presente investigación se utilizó la técnica de encuestas, la cual fue implementada en 5 cantones de la provincia de Manabí, Ecuador; dicha encuesta fue respectivamente validada por expertos en salud pública. La encuesta es una técnica de investigación ampliamente empleada que permite obtener datos de manera rápida y eficiente; además se basa en un método sistemático que consiste en formular preguntas a un grupo específico de personas, con el fin de recopilar información precisa que describa las características de la población a la que pertenecen (Casas et al., 2003; Salvador et al., 2021).

En cuanto a las variables a medir, se establecieron variables independientes y dependientes.

- Las variables independientes fueron: Tipo de fuente de agua (potable, superficial o subterránea), la ubicación (urbana o rural) y el nivel socioeconómico.
- Las variables dependientes se refirieron a la incidencia de enfermedades gastrointestinales, con énfasis en la prevalencia de enfermedades como diarrea, hepatitis A, gastritis y cáncer gástrico. Además, se evaluaron los parámetros de calidad del agua, incluyendo los niveles de patógenos y contaminantes químicos, como factores clave para determinar su impacto en la salud.

La recopilación de datos estadísticos se centró en entrevistas y encuestas a centros de salud ubicados en cantones de la provincia de Manabí, Ecuador, como: Bolívar, Chone, Tosagua, Manta y Portoviejo. Se realizaron encuestas virtuales a 24 profesionales de centros de salud públicos y privados de la provincia de Manabí, Ecuador.

Las preguntas realizadas pueden ser consultadas en el siguiente enlace de acceso abierto: agua-salud-publica.espam.edu.ec.

3. Resultados y Discusión

3.1 Incidencia de enfermedades gastrointestinales asociadas al consumo de agua

La bacteria *Helicobacter pylori* afecta a más del 50 % de la población mundial y se asocia con la gastritis crónica, condición que puede derivar en complicaciones severas como úlceras gástricas, cáncer gástrico o linfoma tipo MALT (Malfertheiner et al., 2022). En base a estos hallazgos patológicos, el consenso de Kioto de 2015 reconoció oficialmente a la gastritis causada por *H. pylori* como una enfermedad infecciosa, independientemente de la manifestación de signos clínicos o complicaciones. *H. pylori* es una bacteria Gram negativa, de morfología helicoidal y flagelada, que posee una notable capacidad de adaptación al ambiente ácido del estómago; para sobrevivir, alterna entre una forma espiral móvil y una forma cocoide, que se adhiere a la capa mucosa del epitelio gástrico; su principal vía de transmisión es la fecal-oral, a través del consumo de agua o alimentos contaminados con heces humanas (Baj et al., 2021).

Las infecciones por *H. pylori* son más prevalentes en regiones con bajo acceso a agua segura y saneamiento básico, especialmente en países en vías de desarrollo. Por tanto, resulta fundamental realizar una evaluación microbiológica sistemática de las fuentes de abastecimiento de agua, debido a la alta incidencia de contaminación fecal que compromete la calidad del recurso hídrico y representa un riesgo significativo para la salud pública. La presencia de patógenos entéricos, como *H. pylori*, en aguas no tratadas o inadecuadamente gestionadas, puede derivar en enfermedades gastrointestinales crónicas o agudas, especialmente en poblaciones vulnerables. Garantizar la seguridad microbiológica del agua es, por tanto, una medida prioritaria en estrategias de prevención sanitaria y control epidemiológico.

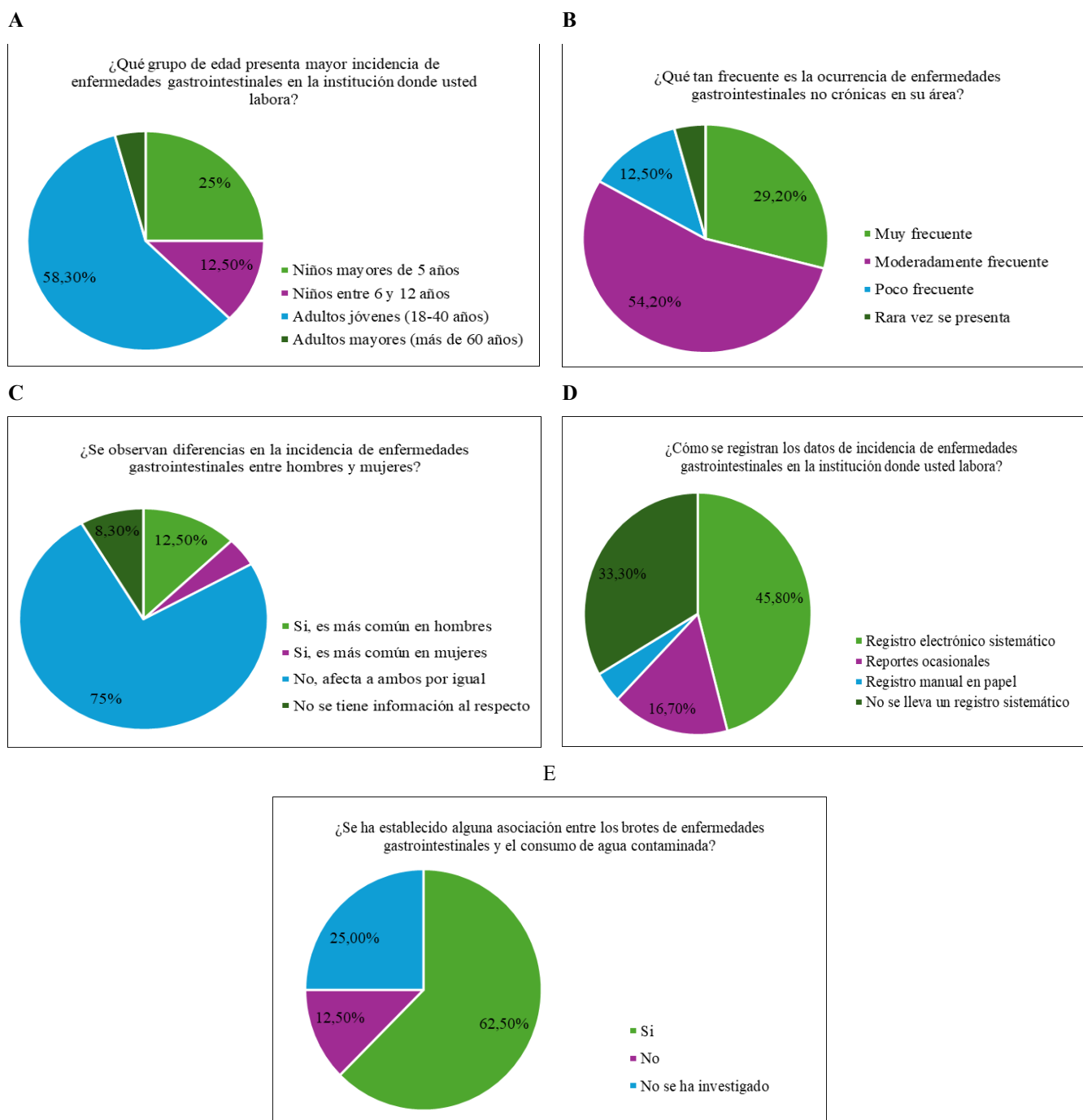
A continuación, se presentan datos obtenidos mediante una encuesta aplicada a 24 profesionales de centros de salud públicos y privados de la provincia de Manabí, Ecuador. La presente información recopilada fue contrastada con estudios realizados en Latinoamérica, utilizando la base de datos Scopus como principal fuente de referencia. Se analizó la incidencia de enfermedades gastrointestinales a partir de registros epidemiológicos en centros de salud ecuatorianos y encuestas validadas por expertos, aplicadas digitalmente a médicos, enfermeras y otros profesionales sanitarios. El presente estudio abordó brotes vinculados al consumo de agua y alimentos contaminados, y relacionó la prevalencia de estas enfermedades con la calidad del agua en la región.

En los centros de salud encuestados en la provincia de Manabí, el Gráfico 1A muestra que la mayor incidencia de enfermedades gastrointestinales se presenta en adultos jóvenes (18–40 años), seguidos por niños mayores de cinco años. Según el Gráfico 1B, estas enfermedades, en su mayoría no crónicas, alcanzan una frecuencia moderada del 54,20 %. El Gráfico 1C evidencia que la incidencia afecta a ambos sexos de forma comparable, mientras que el Gráfico 1D resalta la existencia de registros electrónicos sistemáticos para el monitoreo de dichas patologías. El Gráfico 1E revela que los profesionales de la salud encuestados asocian la aparición de brotes gastrointestinales con el consumo de agua contaminada. Según la información presentada, se evidencia la necesidad de mejorar la vigilancia sanitaria del agua y fortalecer las medidas preventivas en salud pública para mitigar el impacto de enfermedades relacionadas con la calidad del recurso hídrico.

En concordancia con las referencias bibliográficas, la tendencia general de incidencia de enfermedades gastrointestinales muestra un incremento en la región de América Latina, particularmente en adultos de 30 a 60 años, lo que sugiere un cambio en los patrones epidemiológicos asociado con la urbanización y modificaciones en los estilos de vida (Kotze et al., 2020). En Estados Unidos, entre 1991 y 2004, se registró un notable incremento en las hospitalizaciones por enfermedades gastrointestinales inespecíficas en adultos mayores, con más de 6,6 millones de casos documentados (Chui et al., 2011). Estudios realizados en Argentina señalan diferencias de género tanto en la incidencia como en la manifestación clínica, con una posible mayor susceptibilidad del sexo femenino a ciertos trastornos gastrointestinales (Ortega et al., 2022). No obstante, los sistemas de vigilancia epidemiológica y los registros sanitarios varían entre los países latinoamericanos, en función de los recursos

disponibles y la capacidad de sus sistemas de salud (Nute & Moreno, 2024). En 2022, el 4,9 % de los hogares en México carecía de agua entubada; el 19,3 % experimentó escasez de agua para la higiene, y el 18,9 % consideró que el agua no era apta para el consumo. Ese mismo año se reportaron al menos 1.441.226 casos de infecciones gastrointestinales (Avilés et al., 2024).

Gráfico 1 - Datos estadísticos de la encuesta realizada a enfermeras, doctores y otros profesionales de los centros médicos, hospitales y clínicas de la provincia de Manabí.

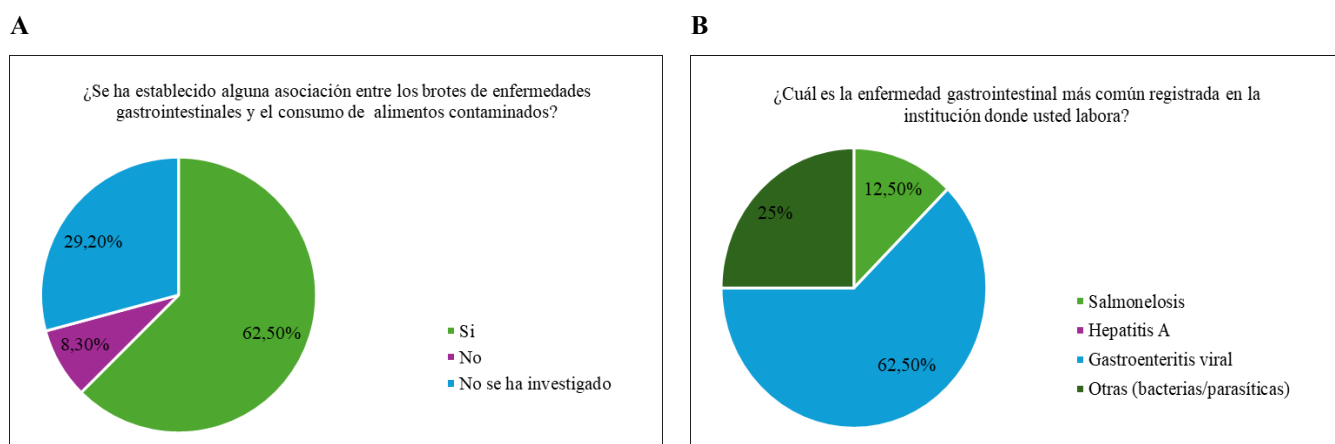


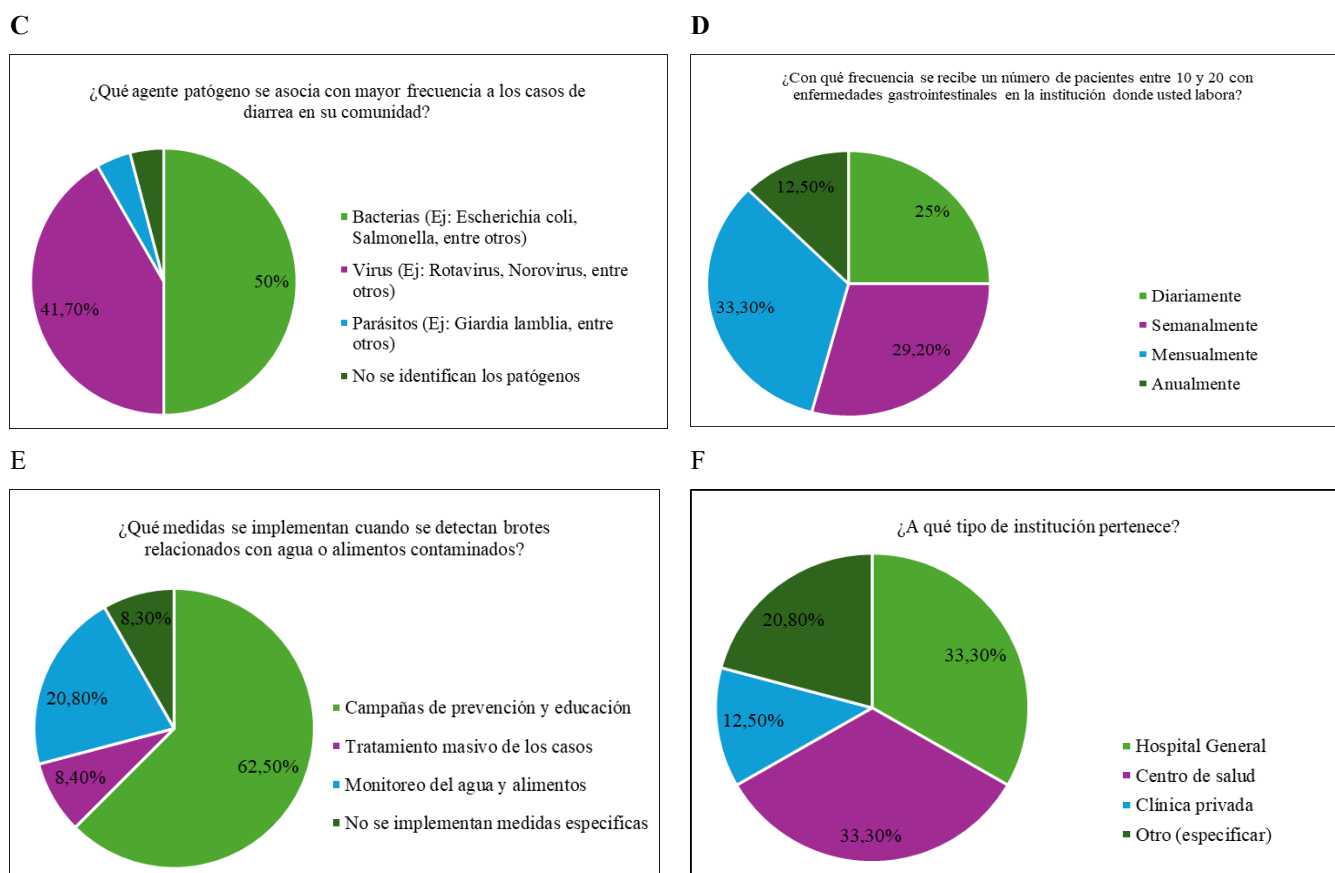
Fuente: Autores.

El Gráfico 2A muestra que más del 60 % de los encuestados en centros de salud de Manabí relacionan los brotes de enfermedades gastrointestinales con el consumo de alimentos contaminados, lo cual evidencia la percepción generalizada del riesgo alimentario en la transmisión de estas patologías. En el Gráfico 2B, la gastroenteritis viral se identifica como la enfermedad gastrointestinal más común, de acuerdo con profesionales de distintas especialidades médicas, lo que resalta su alta prevalencia en la práctica clínica. Por su parte, el Gráfico 2C indica que las bacterias *Escherichia coli* y *Salmonella* son los principales agentes etiológicos asociados a casos de diarrea, aunque también se reporta una proporción significativa de infecciones causadas por virus como rotavirus y norovirus, lo que evidencia una diversidad de patógenos involucrados. El Gráfico 2D señala que la mayoría de los profesionales de salud en Manabí, Ecuador atienden casos de enfermedades gastrointestinales con frecuencia mensual, seguida de una atención semanal, lo cual indica una carga persistente y significativa de estas patologías en los servicios de salud. Según el Gráfico 2E, las principales medidas adoptadas frente a brotes relacionados con agua o alimentos contaminados son campañas de prevención y educación sanitaria, lo que refleja un enfoque reactivo más que estructural. Finalmente, el Gráfico 2F muestra que la mayoría de los 22 profesionales encuestados laboran en instituciones públicas, lo que podría incidir tanto en el perfil epidemiológico de los casos atendidos como en su frecuencia y gravedad. En síntesis, los presentes hallazgos subrayan la necesidad de fortalecer las estrategias de vigilancia epidemiológica, inocuidad alimentaria y acceso a agua segura como ejes centrales para reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales en Ecuador.

Referencias bibliográficas reportan que, aunque los efectos crónicos de enfermedades gastrointestinales suelen pasar desapercibidos, representan una carga significativa para la salud pública debido a su persistencia y complicaciones asociadas (Afshari et al., 2024). En América Latina, la diarrea, generalmente causada por el consumo de agua contaminada, es una de las principales afecciones gastrointestinales, especialmente en niños menores de cinco años, con más de 340 000 muertes anuales relacionadas con la falta de saneamiento (Cabezas, 2018). Estudios realizados en el río Atoyac han demostrado una correlación directa entre altos niveles de bacterias coliformes fecales y la incidencia de enfermedades gastrointestinales, lo cual representa una amenaza para las comunidades cercanas a fuentes de agua contaminadas (Rodríguez y Morales, 2017). Dada esta problemática en la salud pública, la vigilancia continua de la calidad del agua, especialmente en contextos de crisis, es esencial para reducir el riesgo de futuros brotes (Torkaman et al., 2023).

Gráfico 2 - Datos estadísticos de la encuesta realizada a enfermeras, doctores y otros profesionales de los centros médicos, hospitales y clínicas de la provincia de Manabí,





Fuente: Autores.

3.2 Calidad de agua en distintas fuentes

La calidad del agua constituye un factor determinante para la salud pública, ya que su deterioro está directamente relacionado con la aparición y propagación de numerosas enfermedades de origen hídrico (Lin et al., 2022). Se estima que más del 80 % de las aguas residuales generadas a nivel mundial se descargan sin tratamiento adecuado en cuerpos de agua superficiales, muchos de los cuales son utilizados como fuentes de agua potable. Esta práctica conlleva una grave contaminación ambiental y está asociada con la transmisión de más de 50 enfermedades, incluidas infecciones gastrointestinales, parasitosis y enfermedades virales (Krishan et al., 2023). Asimismo, la baja calidad del agua se ha identificado como responsable de aproximadamente el 80 % de las enfermedades en países en desarrollo y de cerca del 50 % de las muertes infantiles a nivel global, lo que subraya su impacto crítico en la salud de las poblaciones vulnerables.

En este contexto, la normativa ecuatoriana NTE INEN 1108:2011 establece los criterios de calidad que debe cumplir el agua destinada al consumo humano, los cuales se detallan en la Tabla 2. Esta normativa constituye una herramienta para garantizar la inocuidad del agua, proteger la salud pública y prevenir brotes de enfermedades asociadas al agua contaminada.

Tabla 2 - Límites máximos permisibles según Norma INEN INEN 1108:2011.

Parámetro Físico	Unidad	Límite máximo permitido
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	-----	No objetable
Sabor	-----	No objetable
Inorgánicos		
Antimonio, (Sb)	mg/L	0,02
Arsénico, (As)	mg/L	0,01
Bario (Ba)	mg/L	0,7
Boro (B)	mg/L	2,4
Cadmio, (Cd)	mg/L	0,003
Cianuros, (Cn)	mg/L	0,07
Cloro libre residual	mg/L	0,3 a 1,5
Cobre (Cu)	mg/L	2,0
Cromo (Cr) Cromo total	mg/L	0,05
Fluoruros	mg/L	1,5
Mercurio (Hg)	mg/L	0,006
Níquel (Ni)	mg/L	0,07
Nitratos (NO ₃)	mg/L	50
Nitritos (NO ₂)	mg/L	3,0
Plomo (Pb)	mg/L	0,01
Radiación Total α	Bq/L	0,5
Radiación total β	Bq/L	1,0
Selenio (Se)	mg/L	0,04
Microbiológicos		
Número de colonias	UFC	0
Coliformes totales	NMP	< 1,0
<i>Escherichia coli</i>	NMP	< 1,1

Fuente: Figueroa et al. (2023).

Aguas subterráneas

Un estudio realizado por Di Cicco et al. (2024) en Italia indicó que los hidrocarburos clorados alifáticos, en particular el percloroetileno, son contaminantes persistentes, móviles y tóxicos con un enfoque novedoso en la sensibilidad de las especies que habitan en el subsuelo, organismos adaptados de forma única a los entornos de aguas subterráneas. En Brasil, las concentraciones de Cd fueron superiores a los límites permisibles superando hasta 12,4 $\mu\text{g L}^{-1}$ de la subcuenca del río Estrela, Río de Janeiro, en pozos poco profundos, un 40% de las muestras contenían coliformes totales (Bell et al., 2021).

Según Lora et al. (2024), en el Valle Medio del Magdalena, Colombia, se detectó la presencia de coliformes totales en un 89% y coliformes fecales en un 58% de las muestras analizadas, además, se identificaron niveles elevados de Mg, Fe y nitratos, cumpliendo con las normativas establecidas. La contaminación de las aguas subterráneas con metales pesados es un problema ambiental crítico, en la provincia Cotopaxi se realizó un estudio donde se analizaron metales como: Cd, Cu, Fe, Ni, Pb y Zn, de los cuales el Cu y Fe cumplieron con los límites permisibles establecidos, no obstante, la concentración de Cd, Ni y Pb sobrepasaron al criterio de calidad aceptada (Brito et al., 2022; Calvopiña & Satuquinga, 2024).

Los hallazgos reportados evidencian que la contaminación de aguas subterráneas por metales pesados, compuestos orgánicos tóxicos y coliformes representa un problema ambiental generalizado y persistente en diversos países, lo que subraya la necesidad de fortalecer los sistemas de monitoreo y gestión de la calidad del agua.

Aguas superficiales

Estudios han identificado coliformes, salmonelas, shigelas y legionelas en biopelículas y muestras de agua superficiales de ríos de China, con recuentos que oscilan entre $1,2 \times 10^3$ y $2,8 \times 10^4$ UFC mL^{-1} (Chen et al., 2019). El 10% de la población de México está expuesta a niveles elevados de nitrato en todo el país (Mahlknecht et al., 2023). La contaminación de la cuenca del río Machángara en Ecuador presenta elevadas concentraciones de cloruros, nitratos, sulfatos, P, Cu, Zn y Fe, los cuales pueden

ser peligrosos para las especies acuáticas y los seres humanos (Ibarra et al., 2024). En el río Jubones se encontraron altos índices de sólidos totales disueltos, nitratos, fosfatos y coliformes fecales con un gran impacto en los ecosistemas y la salud humana (Paucar et al., 2023).

Aguas potabilizadas

Según Hernández (2024) aproximadamente el 37,78% de las aguas analizadas entre 2020 – 2022, en cuencas internas de Cataluña, España estuvieron contaminadas por nitratos, con una alta concentración de coliformes fecales, lo que correspondió a los meses húmedos, tuvo el 77% de los valores por encima del límite permitido, los microorganismos patógenos que tienen importancia en la salud humana (Pavan et al., 2022). Los riesgos para la salud asociados a la exposición a metales en el agua potable se evalúan utilizando cocientes de peligro, ya que las concentraciones de arsénico a veces superan los límites sugeridos (Liu et al., 2019). Las comunidades con un mayor uso de la tierra agrícola y un mayor porcentaje de residentes hispanos suelen experimentar niveles elevados de nitratos, y los sistemas que abastecen a estas poblaciones superan los 5 mg/L con casi tres veces más frecuencia (Schneider et al., 2019).

Se realizó una investigación para verificar la contaminación en los cuerpos de agua en una unidad de conservación en Brasil donde los valores de fósforo total fueron altos excediendo los límites de concentración (Santos & Laranja, 2024). El índice de As y el F en las aguas subterráneas del Monte Carlo excedieron los estándares mexicanos de consumo humano en el 92% y el 97% de los casos, respectivamente (Padilla et al., 2024). En una zona rural de Ecuador, los valores del WQI y el SWQI oscilaron entre 76,99% y 81,31%, lo que indica la necesidad de un tratamiento convencional para garantizar el agua potable segura (Roldán et al., 2024).

La evidencia recopilada demuestra que tanto las aguas superficiales como las potabilizadas han presentado niveles de contaminación por patógenos, nutrientes y metales, lo que representa un riesgo para la salud humana y los ecosistemas.

3.3 Perspectivas de la salud pública y percepción social sobre la calidad del agua

Se diseñó y llevó a cabo una entrevista a un profesional de la salud pública de Argentina, enfocada en la relación entre el agua y la salud, específicamente sobre el acceso al agua segura y su incidencia en las enfermedades gastrointestinales. Asimismo, se realizó otra entrevista dirigida a la población con el fin de obtener información sobre sus hábitos de consumo de agua, las condiciones de saneamiento y su percepción de la calidad del agua. Las entrevistas incluyeron preguntas sobre el uso de fuentes de agua, las prácticas de tratamiento (como hervir el agua o utilizar filtros). Este enfoque permitió identificar comportamientos de riesgo que podrían estar relacionados con la incidencia de enfermedades gastrointestinales.

Entrevista con el profesional de la salud

El Dr. Josué Elías Pazmiño Solórzano, médico de guardia del área de Medicina Interna en el Hospital Municipal Dr. Néstor Carlos Kirchner en Buenos Aires, Argentina, compartió sus valiosas perspectivas sobre la magnitud y el abordaje de las enfermedades gastrointestinales asociadas al consumo de agua contaminada. La magnitud de las complicaciones derivadas del consumo de agua contaminada, según el Dr. Pazmiño Solórzano enfatizó: "El agua contaminada y el saneamiento inadecuado pueden causar enfermedades que pueden llegar a ser mortales, como es el caso del cólera, una enfermedad que puede producir un alto nivel de deshidratación de forma aguda, la disentería que pudiera causar anemias agudas o crónicas, entre otras." Esta declaración subraya la severidad de las infecciones hídricas y el amplio espectro de sus consecuencias en la salud. Respecto a cómo las condiciones socioeconómicas y geográficas inciden en el acceso a agua segura y, consecuentemente, en la incidencia de enfermedades gastrointestinales, el Dr. Pazmiño Solórzano explicó: "Las comunidades con mayor pobreza o en zonas remotas suelen tener acceso limitado al agua potable y saneamiento, lo que incrementa la probabilidad de enfermedades transmitidas por

agua." Esta afirmación destaca la profunda interconexión entre las disparidades socioeconómicas, la geografía y la salud pública. En su práctica clínica diaria, el Dr. Pazmiño Solórzano asocia directamente con el consumo de agua contaminada enfermedades como el Clostridium, el Cólera y la Hepatitis A, las cuales "acuden con frecuencia a la unidad hospitalaria donde trabajo." Para el diagnóstico de estas afecciones, sus estrategias incluyen la realización de "co-procultivos de materia fecal del paciente que tiene diarrea" a "TODOS los pacientes con diarrea donde trabajo." Además, si un paciente presenta una "diarrea internacional prolongada," se solicita "Toxinas Clostridium para saber si son positivos para el microorganismo," evidenciando un protocolo diagnóstico riguroso.

En cuanto a las iniciativas y programas comunitarios efectivos en la prevención de enfermedades gastrointestinales relacionadas con la calidad del agua, el Dr. Pazmiño Solórzano resaltó: "La promoción del lavado de manos se practica a diario y se hace constantemente propaganda del mismo." Esta sencilla pero crucial medida de higiene personal es fundamental en la contención de la transmisión de patógenos hídricos. El Dr. Pazmiño Solórzano sostiene que las políticas públicas y regulaciones son vitales para mejorar la calidad del agua y prevenir enfermedades a nivel nacional. En su opinión, estas deberían "desempeñar un papel fundamental en la mejora de la calidad del agua y la prevención de enfermedades, estableciendo estándares y normas claras, promoviendo la investigación y el desarrollo, y asegurando la participación de la comunidad y el gobierno." Esta visión integral enfatiza la necesidad de un marco normativo robusto y la colaboración entre diversos actores para una gestión efectiva.

Al considerar los desafíos actuales, el Dr. Pazmiño Solórzano identificó el mensaje más importante a comunicar a la población sobre los riesgos del consumo de agua no segura: "El mensaje principal a comunicar es la importancia de consumir agua segura para prevenir enfermedades gastrointestinales." Subrayó además que "el agua no segura puede contener patógenos que causan diarrea, vómitos, fiebre y otras enfermedades, que son especialmente peligrosas para niños, ancianos y personas con sistemas inmunológicos debilitados."

Finalmente, al destacar una necesidad urgente o recomendación clave para abordar el problema de las enfermedades gastrointestinales relacionadas con el agua contaminada, el Dr. Pazmiño Solórzano concluyó: "La necesidad urgente es mejorar la calidad del agua potable a través de la implementación de sistemas de filtración y desinfección eficientes, así como la promoción de la educación sanitaria para que la población utilice correctamente el agua segura." Esta recomendación aboga por una combinación de infraestructura y educación para una solución sostenible.

Condiciones del agua en viviendas familiares: un testimonio doble

Durante una entrevista con Gema Karolina Coaboy Cevallos, residente médica de La Madera, La Estancilla, Manabí, Ecuador, se abordaron varios aspectos sobre el acceso y la calidad del agua en su hogar. Actualmente, la principal fuente de agua que utiliza su familia para beber y cocinar es el agua de lluvia, la cual hierven antes de consumirla. Gema Coaboy indicó que no ha notado cambios en el color, olor o sabor del agua en el último año y considera que el agua que consume es segura para su salud. En cuanto al saneamiento, su vivienda dispone de servicios adecuados, como un inodoro conectado a un sistema de alcantarillado o pozo séptico. Sin embargo, la principal dificultad que enfrenta su familia para acceder a agua segura es la falta de agua potable debido a las inundaciones. Respecto a la salud y la información, Gema mencionó que no se siente informada sobre las medidas para prevenir enfermedades transmitidas por el agua o los alimentos, y ni ella ni ningún miembro de su familia han presentado enfermedades gastrointestinales en los últimos tres meses. Para mejorar la calidad del agua y reducir enfermedades relacionadas con su consumo en su comunidad, Gema considera que es fundamental contar con agua segura. Finalmente, afirmó que ni ella ni su familia han recibido capacitación o charlas sobre higiene, manejo del agua o seguridad alimentaria en los últimos 12 meses.

Durante una entrevista con Ghislaine Anahí Paredes Mero, residente médica de La Pitahaya, La Estancilla, Manabí, Ecuador, se obtuvieron detalles sobre su acceso al agua y saneamiento. La principal fuente de agua que utiliza su hogar para

beber y cocinar es el agua potable, aunque la hierven para beber. Ghislaine ha notado cambios en el agua en el último año, específicamente un fuerte olor a cloro, lo que la lleva a no considerar el agua segura para su salud. En cuanto a los servicios de saneamiento, su vivienda dispone de servicios adecuados, y actualmente no enfrenta dificultades para acceder a agua segura o servicios de saneamiento. Sin embargo, Ghislaine mencionó que no tiene información sobre medidas para prevenir enfermedades transmitidas por el agua o los alimentos, y sí ha presentado enfermedades gastrointestinales (como diarrea, vómitos o dolor abdominal) en los últimos tres meses. Para mejorar la calidad del agua y reducir enfermedades relacionadas con su consumo en su comunidad, Ghislaine considera importante una mejor gestión de la calidad del agua por parte de la empresa EMAP EP y continuar hirviendo el agua. Finalmente, indicó que ni ella ni su familia han recibido capacitación o charlas sobre higiene, manejo del agua o seguridad alimentaria en los últimos 12 meses.

3.4 Tecnologías avanzadas y estrategias de gestión sostenible del agua

Se realizó una revisión bibliográfica sistemática de tecnologías avanzadas y estrategias de gestión sostenible del agua, con una búsqueda en bases de datos científicas como Scopus, utilizando términos clave como "cloro", "filtración" y "ozono". Posteriormente, se sistematizarán los hallazgos mediante un análisis comparativo de las tecnologías disponibles (e.g., membranas, ósmosis inversa, tratamiento biológico avanzado) y las estrategias de gestión, considerando su efectividad.

Solo el 1% del agua en la Tierra es potable, y un mal tratamiento del agua ha causado problemas de salud, especialmente en países en desarrollo, donde el 80% de las enfermedades se deben a un suministro insuficiente o contaminado de agua (López et al., 2021). La implementación exitosa del derecho al agua depende de fomentar tecnologías innovadoras y sostenibles, junto con la adopción de prácticas de gestión eficaces y responsables, lo cual garantizar el acceso equitativo y sostenible al agua para todas las personas en el mundo solo será posible mediante un enfoque colaborativo e integral (Gaspar et al., 2024). La sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), establece una relación directa entre el ODS 6 (Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos) y la gestión integrada de los recursos hídricos, dada la relevancia del agua y los desafíos que implica su manejo adecuado, es esencial evaluar la eficiencia de este servicio considerando sus dimensiones ambiental, económica, social y cultural, elementos clave de la sostenibilidad, por ello, medir y analizar la eficiencia resulta fundamental como indicador del desarrollo sostenible (Conesa & Ros, 2024).

Una de las tecnologías más destacadas para la purificación del agua es la ósmosis inversa (OI), al someter el agua a una presión que la hace pasar a través de una membrana semipermeable, este procedimiento permite la remoción de bacterias, así como los contaminantes disueltos y partículas en suspensión presentes, obteniendo así agua segura y apta para el consumo (Raghavendra, 2024). La ósmosis inversa se fundamenta en el proceso natural de ósmosis, en el cual el disolvente fluye de manera espontánea desde una solución menos concentrada hacia una más concentrada, hasta que las concentraciones se equilibran (Azanza y Remache, 2022). La tecnología de OI tiene la capacidad de eliminar entre un 95 % y un 99 % de los sólidos disueltos totales (TDS), así como el 99 % de las bacterias, lo que permite obtener agua potable de alta calidad, no obstante, la eficiencia del proceso y el volumen de agua tratada pueden variar según el tipo de material utilizado en las membranas (Figueroa et al., 2023). Los procesos de membrana han mostrado ser efectivos y viables para la eliminación de arsénico, destacándose por ofrecer agua tratada de alta calidad de manera continua, sin importar la composición del agua de entrada (de Aguilar et al., 2025).

Los bioadsorbentes son una opción prometedora para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados como Pb, As, Cd, Hg, Cr, Zn, Ni y Cu, y presentan una notable eficacia en la remoción de estos, alcanzando tasas superiores al 95 % en diversos casos, como la eliminación de iones de cobre mediante hojas de café, o la captura de más de 105 mg de iones de Cd por gramo de material adsorbente en el caso de las algas pardas, satisfaciendo la creciente demanda de métodos eficaces, sostenibles y económicos (Meftah et al., 2025). Esta tecnología emplea residuos orgánicos (origen vegetal y desechos agrícolas) como material adsorbente, los cuales han sido objeto de estudio en los últimos años para analizar sus propiedades, el mecanismo

de adsorción y su eficiencia (Duany et al., 2022). En la Tabla 3 se mencionan las tecnologías avanzadas de tratamiento de agua utilizadas en diferentes países de Latinoamérica.

Tabla 3 - Tecnología de tratamiento de agua.

País	Tecnología avanzada	Descripción	Fuente
Ecuador	Membranas nanofiltración y la electrooxidación	Estas membranas, como las de nanofiltración, ofrecen una capacidad de remoción de contaminantes y desinfección superior al 95%.	Estupiñán et al. (2025)
Argentina	Electrocoagulación	Método para tratar aguas residuales que utiliza potencial electroquímico para remover materia orgánica suspendida e incluso genera procesos de desinfección.	Perozo & Abreu (2017)
Perú	Algas <i>Undaria pinnatifida</i>	Adsorbente biológico para la eliminación de contaminantes de aguas superficiales, específicamente metales pesados.	Bendezú et al. (2021)
Canadá	Biofiltro para eliminar Mn	El diseño de biofiltro elimina el manganeso de las aguas superficiales.	Earle et al. (2023)

Fuente: Autores.

4. Conclusión

Los hallazgos de la presente investigación destacan la relevancia de fortalecer los sistemas de vigilancia sanitaria y gestión sostenible del agua para mitigar el impacto de enfermedades gastrointestinales y proteger la salud pública en Ecuador y otros países afectados por la contaminación hídrica. La evidencia recopilada mediante una revisión bibliográfica sistemática revela que la contaminación de aguas superficiales, subterráneas y potabilizadas por patógenos, metales pesados y compuestos orgánicos tóxicos es un problema ambiental persistente que pone en riesgo tanto la salud humana como los ecosistemas. El análisis comparativo de tecnologías avanzadas, como membranas, ósmosis inversa y tratamientos biológicos, junto con estrategias de gestión sostenible, subraya su efectividad para mejorar la calidad del agua. Por lo tanto, se recomienda intensificar la vigilancia epidemiológica, implementar medidas preventivas robustas y adoptar tecnologías innovadoras para garantizar el acceso a agua segura, como un pilar fundamental para reducir la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua y promover un desarrollo sostenible.

Referencias

- Afshari, A., Rezaee, R., & Shakeri, G. (2024). Foodborne pathogens and their association with well-known enteric infections and emerging non-communicable disorders. In *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* (Vol. 19, Issue 1). CABI International. <https://doi.org/10.1079/cabreviews.2024.0009>
- Aroca, J. M., & Vélez, L. (2021). Prevalencia de *Helicobacter pylori* en pacientes asintomáticos en Ecuador. *Revista Vive*, 4(11), 193–202. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i11.87>
- Avilés, G., Beltrán, L. F., Miranda, A., & Troyo, E. (2024). Water Scarcity and Risk of Acute Gastrointestinal Infections in Mexican Households: A Latent Class Analysis. *Water (Switzerland)*, 16(13), 1884. <https://doi.org/10.3390/w16131884>
- Azanza, E. V., & Remache, Á. M. (2022). Ósmosis inversa y destilación : análisis comparativo de la integración en plantas de potencia. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 9(2), 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.26423/rctu.v9i2.700>
- Baj, J., Forma, A., Sitarz, M., Portincasa, P., Garruti, G., Krasowska, D., & Maciejewski, R. (2021). *Helicobacter pylori* virulence factors—mechanisms of bacterial pathogenicity in the gastric microenvironment. In *Cells* (Vol. 10, Issue 1, pp. 1–37). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/cells10010027>
- Bell, R., Kase, J., Harrison, L., Balan, K., Babu, U., Chen, Y., Macarisin, D., Kwon, H. J., Zheng, J., Stevens, E., Meng, J., & Brown, E. (2021). The Persistence of Bacterial Pathogens in Surface Water and Its Impact on Global Food Safety. *Pathogens*, 10(11), 1391. <https://doi.org/10.3390/PATHOGENS10111391>

- Bendezú, M., Bendezú, C., Villanueva, W., & Valenzuela, E. (2021). Estudios sobre la fitorremediación basada en alga wakame (undaria pinnatifida) en la rizoextracción para remover metales pesados de la zona ribereña de la cuenca del río grande-palpa. *South Florida Journal of Development*, 2(5), 6669–6681. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n5-026>
- Brito, M., Méndez, P., Alvarado, R., & Cazorla, X. (2022). Evaluation of contamination by heavy metals in the Cuchipamba River, Morona Santiago. *Polo Del Conocimiento*, 7(7), 1987–2013. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i7>
- Cabezas, C. (2018). Infectious diseases related to water in Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 309–316. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3761>
- Calvopiña, J., & Satuquinga, J. (2024). Comparación de la Calidad del Agua Subterránea y Superficial Mediante la Presencia de Metales Pesados en la Parroquia Juan Montalvo Cantón Latacunga Provincia Cotopaxi-Ecuador. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(5), 4374–4392. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13903
- Casas, J., Repullo, J., & Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, 31(8), 527–538. <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738>
- Castro, N., & Rajadel, O. (2021). Otra Cara De La Problemática Del Agua Y El Cambio Climático; Dos Realidades Sinérgicas Yuxtapuestas. *Revista Científica de La Universidad de Cienfuegos*, 13(4), 351–360. <https://orcid.org/0000-0002-6939-9473>
- Chen, J., Shi, Y., Cheng, D., Jin, Y., Hutchins, W., & Liu, J. (2019). Survey of pathogenic bacteria of biofilms in a metropolitan drinking water distribution system. *FEMS Microbiology Letters*, 366(20). <https://doi.org/10.1093/femsle/fnz225>
- Chui, K., Jagai, J., Griffiths, J., & Naumova, E. (2011). Hospitalization of the elderly in the United States for nonspecific gastrointestinal diseases: A search for etiological clues. *American Journal of Public Health*, 101(11), 2082–2086. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.300096>
- Conesa, M. D. C., & Ros, M. I. (2024). Efficient water supply management: a sustainable approach. *European Public and Social Innovation Review*, 9, 1–19. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-528>
- de Aguilar, D., de Queiroz, M. M., Pinto, C. C., Rodrigues, C., Drumond, G. P., Rezende, V., & Santos, M. C. (2025). Co-occurrence of arsenic and sewage pollutants in surface and groundwater and its implications for water treatment using membrane technology. In *Water Research* (Vol. 273). Pergamon. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122994>
- Di Cicco, M., Tabilio, A., Di Marzio, W., Sáenz, M. E., Galassi, D. M. P., Pieraccini, G., Galante, A., Di Censo, D., & Di Lorenzo, T. (2024). Subchronic Effects of Tetrachloroethylene on Two Freshwater Copepod Species: Implications for Groundwater Risk Assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 43(12), 2515–2527. <https://doi.org/10.1002/etc.5977>
- Duany, S., Arias, T., Bessy, T., & Rodríguez, D. (2022). Bioadsorbentes no convencionales empleados en la remoción de metales pesados. Revisión. *Tecnología Química*, 42(1), 94–113. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852022000100094
- Earle, M., Stoddart, A., & Gagnon, G. (2023). Raw water biofiltration for surface water manganese control. *Scientific Reports*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36348-1>
- Estupiñán, G. E., Jaramillo, C. G., & Pérez, C. J. (2025). Estudios de nuevas tecnologías para una gestión sostenible en los procesos de purificación del agua. *RECIMUNDO*, 9(1), 308–314. <https://doi.org/10.26820/recimundo/9.1.enero.2025.308-314>
- Fernández, F., López, F., Prócoro, G., Luna, S., Aguilera, E. N., Martínez, A., García, M. del S., Hernández, G., Herrera, R., Álvarez, M., & Pérez, I. R. (2013). Heavy metal pollution in drinking water-a global risk for human health: A review. *African Journal of Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.5897/AJEST12.197>
- Figueroa, L. F., Torres, K. E., Macas, D. R., & Lara, R. M. (2023). Diseño y construcción de una planta de tratamiento de agua por osmosis inversa. *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, 3(1), 98–120. <https://doi.org/10.56183/iberotecs.v3i1.591>
- Fragoso, T., Rivas, D., Trujillo, M. E., Cárdenas, M., Revilla, F., & Milán, R. (2018). Caracterización de la infección por Helicobacter pylori en niños y adolescentes en un servicio ambulatorio. *Revista Cubana de Pediatría*, 90(3), 1–10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312018000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Fuentes, A., Ponce, L., & Lucas, E. (2023). Infección por Helicobacter pylori en población infantil, factores de riesgo asociados y prevalencia. *MQRInvestigar*, 7(1), 1267–1282. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.1.2023.1267-1282>
- Gaspar, M. E., Suárez, M. F., & Merino, J. (2024). Desarrollo sostenible y el derecho al agua: Una perspectiva global. *Iustitia Socialis. Revista Arbitrada de Ciencias Jurídicas y Criminológicas*, 9(17), 35–49. <https://doi.org/10.35381/RACJI.V9I17.3930>
- Goddard, F. G. B., Pickering, A. J., Ercumen, A., Brown, J., Chang, H. H., & Clasen, T. (2020). Faecal contamination of the environment and child health: a systematic review and individual participant data meta-analysis. *The Lancet Planetary Health*, 4(9), e405–e415. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30195-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30195-9)
- Hernández, K. (2024). La contaminación por nitratos y su impacto en el medio ambiente y el agua de consumo humano. In *Ecologistas en Acción*. <https://www.ecologistasenaccion.org/311484>
- Ibarra, R., Bolaños, D., & Cumbal, L. (2024). Evaluation of Physicochemical Parameters, Carbamazepine and Diclofenac as Emerging Pollutants in the Machángara River, Quito, Ecuador. *Water (Switzerland)*, 16(7), 1026. <https://doi.org/10.3390/w16071026>
- Kotze, P. G., Steinwurz, F., Francisconi, C., Zaltman, C., Pinheiro, M., Salese, L., & Ponce de Leon, D. (2020). Review of the epidemiology and burden of ulcerative colitis in Latin America. In *Therapeutic Advances in Gastroenterology* (Vol. 13, p. 1756284820931739). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/1756284820931739>

- Krishan, A., Yadav, S., & Srivastava, A. (2023). Water Pollution 's Global Threat to Public Health : A Mini-Review. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 10(6), 321–334. <https://doi.org/10.32628/IJSRSET2310643>
- Lin, L., Yang, H., & Xu, X. (2022). Effects of Water Pollution on Human Health and Disease Heterogeneity: A Review. In *Frontiers in Environmental Science* (Vol. 10). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.880246>
- Liu, Q., Gao, J., Li, G., Tao, H., & Shi, B. (2019). Accumulation and re-release of metallic pollutants during drinking water distribution and health risk assessment. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 5(8), 1371–1379. <https://doi.org/10.1039/C9EW00291J>
- López, M. A., Castellanos, O. P., Lango, F., Castañeda, M. del R., Montoya, J., Sosa, C. A., & Ortiz, B. (2021). Oxidación avanzada como tratamiento alternativo para las aguas residuales. Una revisión. *Enfoque UTE*, 12(4), 76–87. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.769>
- Lora, B., Piña, A., & Donado, L. D. (2024). Assessment of groundwater quality for human consumption and its health risks in the Middle Magdalena Valley, Colombia. *Scientific Reports*, 14(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61259-0>
- Mahlknecht, J., Torres, J. A., Kumar, M., Mora, A., Kaown, D., & Loge, F. (2023). Nitrate prediction in groundwater of data scarce regions: The futuristic fresh-water management outlook. *Science of the Total Environment*, 905, 166863. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166863>
- Malfertheiner, P., Megraud, F., Rokkas, T., Gisbert, J., Liou, J. M., Schulz, C., Gasbarrini, A., Hunt, R., Leja, M., O'Morain, C., Rugge, M., Suerbaum, S., Tilg, H., Sugano, K., & El-Omar, E. (2022). Management of *Helicobacter pylori* infection: the Maastricht VI/Florence consensus report. *Gut*, 71(9), 1724–1762. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2022-327745>
- Meftah, S., Meftah, K., Drissi, M., Radah, I., Malous, K., Amahrous, A., Chahid, A., Tamri, T., Rayyad, A., Darkaoui, B., Hanine, S., El-Hassan, O., & Bouyazza, L. (2025). Heavy metal polluted water: Effects and sustainable treatment solutions using bio-adsorbents aligned with the SDGs. *Discover Sustainability* 2025 6:1, 6(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/S43621-025-00895-6>
- Moreno, A. R. (2022). Salud y medio ambiente revista medicina. *Revista de La Facultad de Medicina de La UNAM*, 89(4), 283–294. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0026-17422022000300008&script=sci_abstract
- Nute, L., & Moreno, P. A. (2024). Emigrantes de Latinoamérica y enfermedad de Chagas ¿replantear la política de salud? *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v12i1.4335>
- Ortega, I. S., Donatti, S., Cremades, C., & Garay, C. J. (2022). Anxiety and depression in patients with functional gastrointestinal disorders from a hospital of Buenos Aires City. *Revista de Psicología de La Salud*, 10(1), 69–79. <https://doi.org/10.21134/pssa.v10i1.814>
- Padilla, D., Dueñas, J., Mahlkecht, J., Mora, A., Kumar, M., Ornelas-Soto, N., Mejía-Avendaño, S., Navarro-Gómez, C. J., & Bhattacharya, P. (2024). Arsenic and fluoride in groundwater triggering a high risk: Probabilistic results using Monte Carlo simulation and species sensitivity distribution. *Chemosphere*, 359, 142305. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142305>
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. In *The BMJ* (Vol. 372). British Medical Journal Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Parralles, J. T., Soriano, M. A., & Mina, J. B. (2024). Interacciones moleculares de *helicobacter pylori* en la patogénesis de úlcera péptica. *MQRInvestigar*, 8(1), 5291–5318. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.1.2024.5291-5318>
- Paucar, C. D., González, V. H., Álvarez, H. D., Madrid, B. A., De Gracia, C. A., & Flores, A. R. (2023). Aplicación del índice de calidad del agua (ICA) caso de estudio: río jubones, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 1264–1277. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6953
- 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. *Revista de La Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba*, 79(2), 210–214. <https://doi.org/10.31053/1853.0605.v79.n2.33403>
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA* (Vol. 1). UFSM. <https://biblioteca.uniscied.edu.mz/handle/123456789/1532>
- Perozo, J. R., & Abreu, L. R. (2017). Evaluación de la electrocoagulación en el tratamiento de agua potable. *Química Viva*, 16(1), 56–69.
- Piña, E. (2019). Cambio climático, inseguridad alimentaria y obesidad infantil. In *Revista Cubana de Salud Pública* (Vol. 45, Issue 3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662019000300014
- Qadri, H., Bhat, R. A., Mehmood, M. A., & Dar, G. H. (2020). Fresh Water Pollution Dynamics and Remediation. In *Fresh Water Pollution Dynamics and Remediation* (Issue Julio). <https://doi.org/10.1007/978-981-13-8277-2>
- Raghavendra, N. (2024). Drinking Water Contamination and its Solving Approaches: A Comprehensive Review of Current Knowledge and Future Directions. *Water, Air, and Soil Pollution*, 235(10), 1–27. <https://doi.org/10.1007/s11270-024-07463-0>
- Ramos, A., Jácome, C., Sulbarán, M., & Paguay, L. (2024). La Parasitosis Intestinal como una de las Causas para el Desarrollo de Anemia en la Población Infantil en Zonas Rurales del Ecuador. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(5), 215–228. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13290
- Rodríguez, L., & Morales, J. (2017). Bacterial pollution in river waters and gastrointestinal diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph14050479>
- Roldán, G., Pérez, C., De Blas, E., & Simal, J. (2024). Water quality indexes and water quality population perception in a rural area in Ecuador. *Water Practice and Technology*, 19(2), 580–593. <https://doi.org/10.2166/wpt.2024.021>

Salvador, J. A., Marco, G., & Arquer, R. (2021). Evaluación de la investigación con encuestas en artículos publicados en revistas del área de Biblioteconomía y Documentación. *Revista Española de Documentación Científica*, 44(2), e295. <https://doi.org/10.3989/redc.2021.2.1774>

Santos, M., & Laranja, R. (2024). Influence of agriculture on surface water quality in three lentic environments in a conservation unit of Brazil. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 21(4), 4295–4306. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-05296-8>

Schaider, L., Swetschinski, L., Campbell, C., & Rudel, R. (2019). Environmental justice and drinking water quality: Are there socioeconomic disparities in nitrate levels in U.S. drinking water? *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 18(3), 1–15. <https://doi.org/10.1186/S12940-018-0442-6/TABLES/5>

Scherer, C., Weber, A., Stock, F., Vurusic, S., Egerci, H., Kochleus, C., Arendt, N., Foeldi, C., Dierkes, G., Wagner, M., Brennholt, N., & Reifferscheid, G. (2020). Comparative assessment of microplastics in water and sediment of a large European river. *Science of The Total Environment*, 738, 139866. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.139866>

Torkaman, F., Rafati, L., Moeini, F., Khazaei, S., Taghi, T., Khodabakhshi, M., & Javaheri, M. (2023). Following WHO Guidelines to Respond to a Water Contamination Outbreak in the Edge of Hamadan, West of Iran. *Avicenna Journal of Clinical Microbiology and Infection*, 10(4), 137–144. <https://doi.org/10.34172/ajcmi.3497>

UN Water. (2020). The United Nations world water development report 2020: water and climate change. In *United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985.locale=en>

UN Water. (2022). UN World Water Development Report. In *United Nations*. [https://www.google.com.ec/books/edition/The_United_Nations_World_Water_Developme/3lduEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=UN+Water.+\(2022\).+UN+World+Water+Development+Report.+United+Nations.+https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-r](https://www.google.com.ec/books/edition/The_United_Nations_World_Water_Developme/3lduEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=UN+Water.+(2022).+UN+World+Water+Development+Report.+United+Nations.+https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-r)

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2021). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2021. In *Ecología Política* (Issue 19). <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/es>

Xu, R., Cai, Y., Wang, X., Li, C., Liu, Q., & Yang, Z. (2020). Agricultural nitrogen flow in a reservoir watershed and its implications for water pollution mitigation. *Journal of Cleaner Production*, 267, 122034. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122034>

Zambrano, J. D., Delgado, A. G., Zambrano, E. T., & Peñaherrera, S. L. (2022). Contaminantes biológicos presentes en fuentes de agua del centro-sur de la provincia de Manabí, Ecuador. *Siembra*, 9(2), e4011. <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4011>