



Kasmera

ISSN: 0075-5222

ISSN: 2477-9628

Universidad del Zulia

Piguave-Reyes, José Manuel; Castellano-González, Maribel
Josefina; Macías-Avia, Aida Monserrate; Vite-Solórzano, Franklin
Antonio; Ponce-Pibaque, Martín Darío; Ávila-Ávila, Jaime Arturo
Calidad microbiológica del agua subterránea como riesgo epidemiológico
en la producción de enfermedad diarreica infantil. Revisión Sistemática
Kasmera, vol. 47, núm. 2, 2019, Julio-Diciembre, pp. 153-173
Universidad del Zulia

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3556409>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373063318012>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH 

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Revisión Sistemática

Microbiología del Agua

Kasmera 47(2):153-173, Julio-Diciembre, 2019

P-ISSN 00755222 E-ISSN 2477-9628

 <https://doi.org/10.5281/zenodo.3556409>

Calidad microbiológica del agua subterránea como riesgo epidemiológico en la producción de enfermedad diarreica infantil. Revisión Sistemática

Microbiological quality of groundwater as an epidemiological risk in the production of Childhood Diarrheal Disease. Systematic review

Piguave-Reyes, José Manuel ¹, Castellano-González, Maribel Josefina ², Macías-Avia, Aida Monserrate ³, Vite-Solórzano, Franklin Antonio ⁴, Ponce-Pibaque, Martín Darío ⁵, Ávila-Ávila, Jaime Arturo ⁶

¹Centro Especializado en Diagnóstico y Tratamiento "Muñoz" Departamento de Laboratorio Clínico. Shushufindi-Sucumbíos. Ecuador.

²Universidad del Zulia. Facultad de Medicina. Escuela de Bioanálisis. Departamento de Microbiología. Cátedra de Bacteriología General. Maracaibo-Zulia. Venezuela. ³Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa-Manabí, Ecuador. ⁴Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo-Manabí, Ecuador. ⁵Distrito de Salud 21D04, Departamento de Laboratorio Clínico. Shushufindi-Sucumbíos. Ecuador.

⁶Centro de Responsabilidad Social "Jorge Cajas Garzón", Departamento de Laboratorio Clínico. Shushufindi-Sucumbíos. Ecuador.

Resumen

El agua de consumo humano y su calidad son determinantes para la salud pública. Esta revisión pretende recopilar y analizar información acerca de la relación entre la enfermedad diarreica en niños menores de cinco (5) años y la contaminación de las fuentes de agua subterránea. Se consultaron las bases: PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, SciELO y Google Scholar, sin limitación en fechas de publicación; utilizando los descriptores: agua subterránea, diarrea, enfermedad gastrointestinal infantil, contaminación microbiana, calidad del agua, diarrea infantil, agua potable, técnicas moleculares y técnicas bioquímicas, analizándose un total de ciento sesenta y nueve (169) publicaciones. Se encontró relación entre la contaminación microbiana del agua subterránea y la diarrea infantil. El agua subterránea se contamina debido a fugas de fosas sépticas, métodos inadecuados de manejo de desechos y escorrentías de agua de lluvia, determinando la prevalencia de diarrea infantil. De allí, la importancia de monitorear la calidad del agua como factor de riesgo, con la detección y cuantificación de bioindicadores, mediante métodos rutinarios y novedosos, e incorporar intervenciones dirigidas a mejorar la accesibilidad a fuentes de agua controladas y la educación sanitaria en la búsqueda de asegurar la protección del agua y la disminución en la prevalencia de la diarrea infantil. Esta revisión está registrada en PROSPERO bajo el número ID 129254.

Palabras claves: diarrea infantil, agua subterránea, calidad del agua, indicadores biológicos

Abstract

Water for human consumption and its quality are determinants for public health. This review aims to collect and analyze information about the relationship between diarrheal disease in children under five (5) years of age and contamination of groundwater sources. The bases: PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, SciELO and Google Scholar, without limitation on publication dates, using the descriptors: groundwater, diarrhea, childhood gastrointestinal disease, microbial contamination, water quality, childhood diarrhea, drinking water, molecular techniques and biochemical techniques, were consulted, analyzing a total of one hundred sixty-nine (169) publications. A relationship was found between microbial contamination of groundwater and childhood diarrhea. Groundwater is contaminated due to septic tank leaks, inadequate methods of waste management and rainwater runoff, determining the prevalence of childhood diarrhea. From there, the importance of monitoring water quality as a risk factor, with the detection and quantification of bioindicators, through routine and novel methods, and incorporating interventions aimed at improving accessibility to controlled water sources and health education in the search to ensure water protection and the decrease in the prevalence of childhood diarrhea. This revision is registered in PROSPERO under the number ID 129254.

Keywords: childhood diarrhea, groundwater, water quality, bioindicators

Recibido: 22/09/2019

Aceptado: 22/11/2019

Publicación en línea: 28/11/2019

Como Citar: Piguave-Reyes JM, Castellano-González MJ, Macías-Avia AM, Vite-Solórzano FA, Ponce-Pibaque MD, Ávila-Ávila JA. Calidad microbiológica del agua subterránea como riesgo epidemiológico en la producción de enfermedad diarreica infantil. Revisión Sistemática. Kasmera. 2019;47(2):153-173. doi: 10.5281/zenodo.3556409

Autor de Correspondencia: Piguave-Reyes, José Manuel. E-mail: jose.manuel.piguave@hotmail.com

Una lista completa con la información detallada de los autores está disponible al final del artículo.

©2019. Los Autores. **Kasmera**. Publicación del Departamento de Enfermedades Infecciosas y Tropicales de la Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons atribución no comercial (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) que permite el uso no comercial, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre y cuando la obra original sea debidamente citada.



Introducción

En todo el mundo, el incremento de las actividades antropogénicas ejerce presión sobre los recursos naturales, exacerbando así la probabilidad de enfermedad y otros riesgos para la salud pública. Además del acrecentamiento de la demanda de agua por una población en crecimiento, la agricultura, la ganadería y las actividades manufactureras también contribuyen a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (1). En el año 2010, las Naciones Unidas (ONU) reconocieron el acceso al agua potable y al saneamiento como un elemento fundamental de los derechos humanos, basado en la preocupación de que 884 millones de personas viven sin acceso a agua potable y más de 2,6 mil millones presentan falta de acceso al saneamiento básico (2). Esta deficiencia explica por qué cada año 1,5 millones de niños menores de cinco años mueren como resultado de enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento (1,3). En Latinoamérica, la creciente población urbana y la rápida urbanización asociada a centros urbanos no planificados y asentamientos periurbanos han superado la capacidad de los gobiernos para ampliar la infraestructura relacionada con el saneamiento y suministro de agua potable limitando las opciones disponibles para proporcionar acceso adecuado a agua de buena calidad (4-6). Además, la brecha urbano-rural relacionada con el suministro de agua potable es mayor en los países en desarrollo, donde en áreas rurales, ocho de cada diez personas todavía no tienen acceso a una fuente adecuada de agua potable (7).

La diarrea es una causa importante de muerte y enfermedades, especialmente entre los niños más pequeños de países de bajos ingresos. La pérdida de líquido (deshidratación) es la amenaza principal, aunque la diarrea también reduce la absorción de nutrientes, lo que causa un crecimiento deficiente en los niños, una reducción de la resistencia a infecciones y posibles trastornos intestinales a largo plazo. Las intervenciones para mejorar la calidad del agua, en particular cuando se implementan a nivel doméstico, son efectivas en la prevención de la diarrea en ámbitos donde es endémica (8).

De manera que, en los países más pobres, la morbilidad por diarrea en niños menores de cinco años ocupa un lugar importante y está relacionada con el saneamiento inadecuado (9), reconociéndose esta enfermedad como la segunda causa de muerte en este grupo etario (10). La presencia de microorganismos patógenos en el agua ocurre por cambios en el medio ambiente y en la población, como consecuencia de la urbanización no controlada, el crecimiento industrial, el incremento de la pobreza y la disposición inadecuada de excretas humanas y animales, siendo las heces, la fuente primaria de contaminación del recurso hídrico (11,12). Estudios previos estiman que 1.800 millones de personas en el mundo consumen agua contaminada, principalmente, en zonas rurales. La contaminación más prevalente se ha observado en países del África, Sudeste de Asia y

Latinoamérica (3,5). Anualmente, en estas regiones, se ha estimado que ocurren cerca de 5 billones de casos de infecciones transmitidas por el agua (11).

En muchas regiones, la fuente elemental para la provisión de agua para todo propósito es el suministro de agua subterránea (12). Esta constituye una de las principales fuentes de abastecimiento; en diferentes épocas del año, la precipitación pluvial afecta a los mantos freáticos con el movimiento de contaminantes a través del suelo, influyendo en su uso futuro como fuente de consumo humano. Aún sin la intervención humana, el agua de lluvia se infiltra al suelo, fluye en la superficie o se evapora de acuerdo a los patrones naturales. El agua subterránea puede presentar tanto contaminación microbiana, como de sustancias químicas; estos contaminantes se dispersan a través del acuífero por el movimiento natural del fluido (13-15). A pesar de todos los esfuerzos para almacenar y disminuir el consumo de agua, ésta se vuelve cada vez más escasa y su calidad se deteriora cada vez más rápido. El agua subterránea, por ejemplo, además de ser un bien económico, se considera una fuente indispensable de suministro para el consumo humano en todo el mundo, para las personas que no tienen acceso al suministro público de agua o para aquellos que tienen acceso a un suministro de agua de frecuencia irregular (16).

Puesto que la provisión de agua potable ha sido una de las intervenciones de salud pública más exitosas de la humanidad y es un aspecto definitorio de un país desarrollado, el presente artículo tiene como propósito recopilar y analizar la información disponible acerca de la contaminación de las fuentes de agua subterránea como factor de riesgo epidemiológico para la enfermedad diarreica en niños menores de cinco años, a través de una revisión sistemática de la literatura.

Métodos

Los artículos se obtuvieron de la consulta directa y acceso vía internet en las siguientes bases de datos: PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, SciELO y Google Scholar. Luego de una primera revisión general, se tomaron en cuenta algunas referencias bibliográficas citadas por estos primeros artículos en la realización de una nueva búsqueda. En la barra del buscador de cada repositorio se usaron las siguientes ecuaciones de búsqueda como filtros para la derivación de artículos: «Groundwater and diarrhoea», «Groundwater and child gastrointestinal disease», «Groundwater and molecular techniques», «Groundwater and microbial pollution», «Groundwater and biochemical techniques», «Groundwater quality and infant diarrhoea», «Children diarrhoea and potable water». Se limitó la búsqueda a investigaciones realizadas en humanos, se utilizaron los descriptores MeSH o DeCS. Se tomaron en cuenta artículos publicados desde el año 1991 hasta junio del 2018. Dentro de los criterios de inclusión se consideraron: a) artículos de fuentes primarias publicados en revistas indexadas, con naturaleza de revisión, artículos originales de investigación, estudios comparativos, estudios de

evaluación, capítulos de libros y metaanálisis; b) artículos en idioma inglés y español; c) artículos que abordaron la relación entre el consumo de agua subterránea y la diarrea provocada por enteropatógenos (bacterias, virus y protozoos) en niños; d) artículos que utilizaron métodos y tecnologías de naturaleza bioquímica y molecular para detectar los microorganismos enteropatógenos contaminantes. Por tanto, se excluyeron: a) guías, cartas al editor, editoriales, tesis, disertaciones, reportes de casos, ensayos clínicos y memorias de congresos; b) No se tomaron en cuenta estudios retractados y c) Material bibliográfico solo disponible en físico. Para cotejar los diferentes artículos, se hizo una lectura crítica de cada resumen y una evaluación general del texto completo, considerando los elementos más importantes como la metodología empleada, resultados y conclusiones (Figura 1). El desacuerdo entre los revisores se resolvió mediante consenso; pues solo dos investigadores identificaron de forma individual los estudios según los criterios de inclusión. Esta revisión bibliográfica no evaluó la calidad metodológica de los estudios, sino el constatar la existencia de trabajos que estudiaron la contaminación del agua subterránea y su posible rol como factor de riesgo para la ocurrencia de diarrea infantil en menores de 5 años de edad. Esta revisión está registrada en PROSPERO (International Prospective Register of Systematic Reviews) bajo el número ID 129254.

Resultados y Discusión

Impacto de la enfermedad diarreica en niños menores de cinco años en la salud pública mundial: la importancia de la enfermedad diarreica infantil se describió en 40 investigaciones incluidas en esta revisión (17-56) (Tabla 1). A pesar de los enormes avances tecnológicos que ha experimentado la medicina, la enfermedad diarreica aguda (EDA), continúa siendo un gran problema para la salud pública en los países en desarrollo, por ser una de las principales causas de muerte en menores de 5 años, por el elevado número de casos que se presentan anualmente y los gastos que genera el tratamiento médico general o específico de los enfermos (17,18). Se estima que los menores de 5 años representan el 9% de todas las muertes en todo el mundo en 2015 (17,18). La OMS reveló que, en todo el mundo, ocurren aproximadamente 1,7 billones de casos y 760.000 muertes de niños por la diarrea cada año (19). La mayoría de las muertes infantiles por diarrea ocurre en niños menores de 2 años que viven en entornos pobres de África subsahariana y Asia meridional (19,20). Las regiones del sudeste asiático y africano contribuyeron cada una con 26% de episodios severos de diarrea en 2010 (21); como resultado, la carga de enfermedades diarreicas en los países en desarrollo es mayor que en los países desarrollados (21-23). Según UNICEF en 2016, el total anual de muertes por diarrea en la infancia se ha reducido en más del 50% (para los últimos 15 años, disminuyó de más de 1,2 millones a medio millón) (20), lo cual es infortunado ya que el problema puede ser fácilmente tratado con terapia de rehidratación oral (SRO) (23,24).

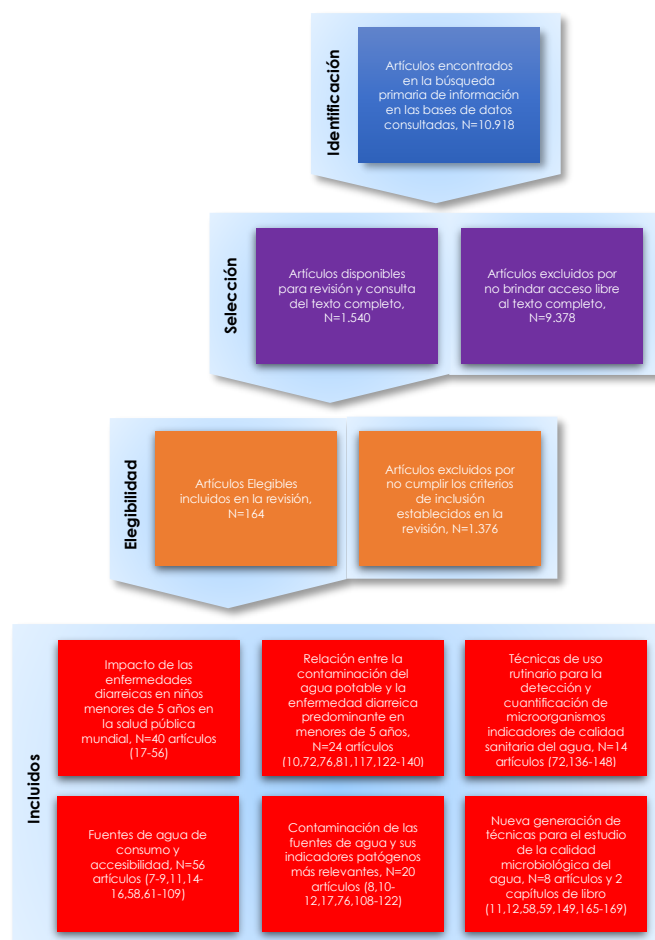


Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda de información para la revisión

La magnitud de diarrea infantil en África Oriental fue del 13 al 32%. Informes y estudios sobre mortalidad y morbilidad infantil en Etiopía demostraron que la diarrea es un importante problema en la región y que su prevalencia oscila entre 13,55 a 30,5% (23-37).

En Latinoamérica, de acuerdo con los datos recién publicados por la Global Burden Diseases (Diarrhoeal Diseases), las EDA continúan siendo un problema de salud pública (38). La incidencia se ha mantenido relativamente constante en las tres últimas décadas; no obstante, varios países han disminuido la mortalidad durante este mismo periodo (21,22,39-46) gracias a los programas de control de las EDA que la OMS ha establecido y que la Organización Panamericana de la Salud (OPS), como oficina regional, ha difundido en Latinoamérica (38,47).

Tabla 1. Estudios sobre impacto de la enfermedad diarreica en niños menores de cinco años en la salud pública mundial

No Ref	Autores	Año	País	Título	Diseño
17	Arista-Fernández H, et al.	2015	Perú	Características clínicas, epidemiológicas y laboratoriales de enfermedades diarreicas agudas en menores de 5 años. "Clínica asociación vida saludable". Mayo-Junio 2013.	Descriptivo. Serie de casos
18	Alparo H, et al.	2014	Bolivia	Factores de riesgo para enfermedad diarreica aguda con deshidratación grave en pacientes de 2 meses a 5 años	Estudio de casos y controles
19	WHO	2013	Estados Unidos	Diarrheal diseases	Informe Oficial
20	UNICEF	2016	Estados Unidos	Diarrhoea remains a leading killer of young children, despite the availability of a simple treatment solution. UNICEF data: monitoring the situation of children and women	Informe Oficial
21	Walker C, et al.	2013	Estados Unidos	Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea	Revisión Sistemática
22	Lozano R, et al.	2013	Estados Unidos	Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010	Revisión Sistemática
23	Asfaha K, et al.	2018	Etiopía	Determinants of childhood diarrhea in Medebay Zana District, Northwest Tigray, Ethiopia: a community based unmatched case-control study	Estudio de casos y controles
24	Mohammed S, et al.	2012	Etiopía	Morbidity and associated factors of diarrheal diseases among under five children in Arba-Minch district southern Ethiopia, 2012	Observacional Descriptivo
25	Mekasha A, et al.	2003	Etiopía	Determinants of diarrhoeal diseases: a community-based study in urban south western Ethiopia	Observacional Descriptivo
26	Deribew A, et al.	2007	Etiopía	Determinants of under-five mortality in Gilgel gibe field research center, Southwest Ethiopia	Estudio de casos y controles
27	Federal Ministry of Finance and Economic Development (MOFED) Central Statistical Agency. Addis Ababa, Ethiopia. ICF International Calverton, Maryland, USA	2015	Etiopía	Ethiopia: 2010 MDGs report: trends and Prospects in meeting MDGs. Addis Ababa, 2010	Informe Oficial
28		2012	Etiopía	Ethiopia Demographic and Health Survey 2011	Informe Oficial
29	Dessalegn M, et al.	2011	Etiopía	Predictors of under-five childhood diarrhea: Mecha District, west Gojam, Ethiopia	Observacional Descriptivo
30	Eshete W	2008	Etiopía	A stepwise regression analysis on under-five diarrhoeal morbidity prevalence in Nekemte town, western Ethiopia: maternal care giving and hygiene behavioral determinants. 2009	Observacional Descriptivo
31	Mengistie B, et al.	2013	Etiopía	Prevalence of diarrhea and associated risk factors among children under-five years of age in eastern Ethiopia: a cross sectional study	Observacional Descriptivo
32	Gebru T, et al.	2014	Etiopía	Risk factors of diarrhoeal disease in under-five children among health extension model and non-model families in Sheko district rural community, Southwest Ethiopia: comparative cross-sectional study	Observacional Descriptivo
33	Mihrete S, et al.	2014	Etiopía	Determinants of childhood diarrhea among under-five children in Benishangul Gumuz regional state, north West Ethiopia	Observacional Descriptivo
34	Azage M, et al.	2016	Etiopía	Childhood diarrhea in high and low hotspot districts of Amhara region, Northwest Ethiopia: a multilevel modeling	Observacional Descriptivo
35	Mohammed S, et al.	2014	Etiopía	The burden of diarrheal diseases among children under five years of age in Arba Minch District, southern Ethiopia, and associated risk factors: a cross-sectional study.	Observacional Descriptivo
36	Tamiso A, et al.	2013	Etiopía	Prevalence and determinants of childhood diarrhoea among graduated households, in rural area of Shebedino district, southern Ethiopia, 2013	Observacional Descriptivo
37	Teklit A	2015	Etiopía	Prevalence and associated factors of diarrhea among under-five children in Laelay-Maychew district, Tigray Region	Observacional Descriptivo
38	Global Burden of Diarrhoeal Diseases Collaborators	2017	Estados Unidos	Estimates of global, regional, national morbidity, mortality, and aetiologies of diarrhoeal diseases: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015	Revisión Sistemática Cuantitativa
39	Snyder J, et al.	1982	Estados Unidos Suiza	The magnitude of the global problem of acute diarrhoeal disease: a review of active surveillance data	Revisión Sistemática
40	Bern C, et al.	1992	Estados Unidos Suiza	The magnitude of the global problem of diarrhoeal disease: a ten-year update.	Revisión Sistemática
41	Kosek M, et al.	2003	Estados Unidos	The global burden of diarrhoeal disease, as estimated from studies published between 1992 and 2000	Revisión Sistemática
42	Bryce J, et al.	2005	Estados Unidos	WHO estimates of the causes of death in children	Revisión Sistemática
43	Boschi-Pinto C, et al.	2008	Suiza	Estimating child mortality due to diarrhoea in developing countries	Revisión Sistemática Cuantitativa
44	You D, et al.	2010	Estados Unidos	Levels and trends in under-5 mortality, 1990-2008	Revisión Sistemática Cuantitativa
45	Black R, et al.	2010	Estados Unidos	Global, regional, and national causes of child mortality in 2008: a systematic analysis	Revisión Sistemática
46	Liu L, et al.	2012	Estados Unidos	Global, regional, and national causes of child mortality: an updated systematic analysis for 2010 with time trends since 2000	Revisión Sistemática
47	Herrera-Benavente I, et al.	2018	México	Impacto de las enfermedades diarreicas agudas en América Latina. Justificación del establecimiento de un Comité de Enfermedades Diarreicas en SLIPE	Revisión Bibliográfica
48	Bbaale E.	2011	Uganda	Determinants of diarrhoea and acute respiratory infection among under-fives in Uganda	Observacional Descriptivo
49	Zelee K, et al.	2014	Etiopía	Determinants of under-five childhood diarrhea in Kotebe health center, Yeka Sub City, Addis Ababa, Ethiopia: a case control study	Estudio de casos y controles
50	Diouf K, et al.	2014	Alemania Burundi	Diarrhoea prevalence in children under five years of age in rural Burundi: an assessment of social and behavioral factors at the household level	Observacional Descriptivo
51	Secretaría de Salud	2008	México	Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Enfermedad Diarreica Aguda en niños de dos meses a cinco años en el primero y segundo nivel de atención.	Informe Oficial
52	Cáceres D, et al.	2005	Colombia	La enfermedad diarreica aguda: un reto para la salud pública en Colombia	Estudio de casos y controles
53	Anaya-Castellanos M, et al.	2011	México	Factores de riesgo asociados a deshidratación por diarrea aguda, después de recibir consulta pediátrica	Estudio de casos y controles
54	Marca S, et al.	2004		Factores de riesgo para la deshidratación severa en niños menores de 5 años	Estudio de casos y controles
55	Godana W, et al.	2013	Etiopía	Determinants of acute diarrhoea among children under five years of age in Derashe District, southern Ethiopia	Estudio de casos y controles
56	Simiyu S	2010	Kenia	Water risk factors pre-disposing the under five children to diarrhoeal morbidity in Mandera district, Kenya	Observacional

La comparación entre las tasas de incidencia y mortalidad por diarrea infantil registradas en el continente americano entre 2005 y 2015 evidencia tres patrones diferentes de países: en el primero, ambas tasas de incidencia son similares. Este grupo incluye a: Argentina, Bolivia, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua, Paraguay y República Dominicana; en el segundo, la tasa de incidencia es mayor a la de la mortalidad, como ocurre en Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela; en el tercero, la tasa de mortalidad es mayor a la de incidencia y corresponde a: Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, Dominica, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Panamá, Santa Lucía, Surinam, Trinidad y Tobago y Uruguay. Esta información permite visualizar claramente tres panoramas epidemiológicos y de salud pública diferentes; probablemente, en los países donde la mortalidad es mayor que la morbilidad, estén jugando varios factores: 1) subregistro de casos leves, 2) falla en la prevención de las enfermedades diarreicas, 3) mala clasificación o terapéutica de casos de EDA moderadas o severas, y 4) débil infraestructura del sistema de salud. En general, estos son los países que menor reducción en la mortalidad han tenido. En el otro extremo de este contexto estarían los países donde la morbilidad es mayor a la mortalidad. En su mayoría, en estos países es donde se ha observado la mayor disminución en la mortalidad durante los últimos 10 años, situación que refleja las mejoras en el registro, detección oportuna y manejo de la enfermedad diarreica. Finalmente, se encuentran los países en donde ambas tasas son similares, los cuales, por cierto, son los que tienen las tasas más pequeñas, situación que estaría hablando de un mejor control de las EDA (47).

Pese a que la gran mayoría de los cuadros diarreicos resuelve en corto tiempo con medidas básicas (empleo de SRO), un porcentaje de los niños sufre complicaciones graves, como la deshidratación que puede llevar a la muerte. A través del reconocimiento oportuno de datos de deshidratación, el manejo adecuado, así como la identificación de factores de riesgo que podrían empeorar el curso de la enfermedad, el personal de salud puede también contribuir a evitar sus complicaciones (18).

Múltiples factores contribuyen a la aparición de diarrea entre niños menores de cinco años. Así, la diarrea infantil se ha asociado significativamente con factores maternos, tales como: bajo nivel de educación materna (32,33,35,37,48,49), edad de la madre (50), historia de morbilidad diarreica materna (36), madres que no practican el lavado de manos en momentos importantes (32,34,35,37), escaso conocimiento materno sobre la diarrea (34) y residencia rural (37); factores relacionados con el niño como: sexo del niño (37), edad de los niños (18,31,33-35,48) y la desnutrición (18,36,51-54) se asociaron estadísticamente con diarrea infantil (23).

De igual manera, varios estudios reportan que las condiciones ambientales y prácticas de comportamiento, cantidad de niños menores de cinco años (23,33,36), disponibilidad de letrinas (23,33,55), tiempo de inicio de la

alimentación suplementaria (23,34,49), modo de alimentación (23,36), métodos inadecuados de eliminación de heces infantiles (23,33), falta de fuentes seguras de agua (23,37,55,56), inadecuada manipulación del agua para beber (23,30,49,56), métodos inapropiados de eliminación de residuos sólidos (23,31,32), menor riqueza del estado (23,34), y más tiempo transcurrido para visitar hogares por los extensionistas de salud (23,34) también fueron significativamente asociados con la diarrea infantil (23). Un estudio sistemático realizado en países de bajos y medianos ingresos, también reveló que las enfermedades diarreicas son más frecuentes en áreas con escasez de agua, con suministro no seguro de agua potable, falta de higiene y saneamiento deficiente (23,57). Otros factores de riesgo señalados en la literatura están representados por el uso de medicina natural, falta de alcantarillado, hacinamiento y la falta de inmunizaciones contra el rotavirus (17,18,23). Todos estos factores de riesgo, que en su mayor parte concuerdan en los diferentes trabajos, deberían tomarse en cuenta a la hora de atender pacientes con EDA, de manera que, pacientes que cuenten con factores de riesgo y al momento de la atención no ameriten internación, requieren seguimiento estrecho, además de concientizar a la madre sobre la evolución de la enfermedad y los cuidados que debe tener (23). Es preciso registrar en la historia clínica de los pacientes internados, los factores de riesgo conocidos que puedan tener relevancia en la evolución de la enfermedad. Estos datos también son útiles al hacer una revisión retrospectiva para futuros trabajos de investigación (23).

Relación entre la contaminación del agua potable y la enfermedad diarreica predominantemente en menores de 5 años: se revisaron 24 artículos (10,72,76,81,117,122-140) (Tabla 2). Los virus, bacterias, protozoos y helmintos pueden causar diarrea, por lo que se debe monitorear la calidad del agua y considerar el riesgo para la salud asociado a la contaminación (115). Se ha propuesto la relación entre la diarrea infantil y la contaminación de aguas, tanto superficiales como subterráneas (10,124). Se han detectado quistes de *Cryptosporidium* y *Giardia* en fuentes de agua subterránea en India rural, con una prevalencia diaria de diarrea infantil variable entre 1% y 6,5%, representando desde 2,9% hasta 65,8 % del total de diarrea por todas las causas medidas en menores de 5 años (124). En zonas rurales de Bangladesh, el mayor acceso a pozos tubulares se asoció con menor diarrea infantil, cuya prevalencia disminuyó con el uso de pozos de profundidad mayor a 300 pies (10,123). En Nogales (México), los pozos para suministrar agua están contaminados, y son la causa principal de enfermedad gastrointestinal; las muestras de agua mostraron elevados niveles de coliformes y de *E. coli* (117). En Lesoto, Sur África, el 100% de las muestras de agua estudiadas mostró contaminación con coliformes totales a elevadas concentraciones (> 16 UFC [Unidades Formadoras de Colonia] por 100 ml), el 18% de niños menores de 5 años presentó diarrea dos semanas previas al periodo de estudio (122).

Tabla 2. Estudios sobre relación entre la contaminación del agua potable y la enfermedad diarreica predominantemente en menores de cinco años

No Ref	Autores	Año	País	Título	Diseño
10	Wu J, et al.	2011	Bangladesh	Impact of tubewell access and tubewell depth on childhood diarrhea in Matlab, Bangladesh	Retrospectivo
72	Sotomayor F, et al.	2013	Paraguay	Determinación de la calidad microbiológica de las aguas de pozo artesiano de distritos de los Departamentos Central, Cordillera y municipio Capital	Observacional Descriptivo
76	Kulinkina A, et al.	2016	India	Seasonality of water quality and diarrheal disease counts in urban and rural settings in south India	Observacional Descriptivo
81	Luby S, et al.	2015	Bangladesh	Microbiological contamination of drinking water associated with subsequent child diarrhea	Estudio de casos y controles
117	Norman L, et al.	2012	México	Socio-environmental health analysis in Nogales, Sonora, México	Observacional Descriptivo
122	Kravitz J, et al.	1999	Lesoto	Quantitative bacterial examination of domestic water supplies in the Lesotho Highlands: water quality, sanitation, and village health	Observacional Descriptivo
123	Winston J, et al.	2013	Bangladesh	Protective benefits of deep tube wells against childhood diarrhea in Matlab, Bangladesh	Observacional Descriptivo
124	Moe C, et al.	1991	Filipinas	Bacterial indicators of risk of diarrhoeal disease from drinking-water in the Philippines	Observacional Descriptivo
125	Cifuentes E, et al.	2002	México	Diarrheal Diseases in Children from a Water Reclamation Site in Mexico City	Observacional Descriptivo
126	Downs T, et al.	1999	México	Risk screening for exposure to groundwater pollution in a wastewater irrigation district of the Mexico City region	Observacional Descriptivo
127	Falkenberg T, et al.	2018	India	Impact of Wastewater-Irrigated Urban Agriculture on Diarrhea Incidence in Ahmedabad, India.	Estudio de casos y controles
128	Ozkan S, et al.	2007	Turquía	Water usage habits and the incidence of diarrhea in rural Ankara, Turkey	Observacional Descriptivo
129	WHO	2007	Italia	Burden of foodborne diseases-2007	Informe Oficial
130	Guzmán B, et al.	2015	Colombia	La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008-2012	Observacional Descriptivo
131	Vázquez M, et al.	1999	Brasil	Incidência e fatores de risco de diarréia e infecções respiratórias agudas em comunidades urbanas de Pernambuco, Brasil	Observacional Descriptivo
132	Heller L, et al.	2003	Brasil	Environmental sanitation conditions and health impact: A case-control study	Estudio de casos y controles
133	Ferrer D, et al.	2008	Brasil	A hierarchical model for studying risk factors for childhood diarrhoea: A case-control study in a middle-income country	Estudio de casos y controles
134	UN-HABITAT	2006	Reino Unido	Meeting development goals in small urban centers: water and sanitation in the world's cities	Informe Oficial
135	McMichael A, et al.	2006	Australia	Emerging health issues: the widening challenge for population health promotion.	Revisión Bibliográfica
136	Nguendo-Yongsi H.	2010	Camerún	Suffering for water, suffering from water: access to drinking-water and associated health risks in Cameroon	Observacional Descriptivo
137	Mahvi A, et al.	2007	Irán	Risk assessment for microbial pollution in drinking water in small community and relation to diarrhea disease	Observacional Descriptivo
138	Macro International, Inc.	2004	Camerún	Cameroon demographic and health survey. Mother and child mortality.	Informe Oficial
139	Redondo M, et al.	2012	Costa Rica	Comparación de métodos para el análisis de coliformes totales y fecales en muestras de agua mediante la técnica de Número Más Probable (NMP).	Estudio de casos y controles
140	Benítez B, et al.	2013	Venezuela	Calidad microbiológica del agua potable envasada en bolsas y botellas que se venden en la ciudad de Maracaibo, estado Zulia-Venezuela.	Observacional Descriptivo

En Filipinas, se evaluaron 690 menores de 2 años con diarrea. *E. coli* y enterococos fueron mejores predictores que los coliformes fecales del riesgo de diarrea; se observó diferencia entre las tasas de enfermedad de los niños que beben agua de buena calidad (< 1 *E. coli* por 100 ml), y los que beben agua con > 1000 *E. coli* por 100 ml, mostrando tasas significativamente más elevadas, las 2000 muestras de agua estudiadas mostraron: *E. coli* (85%), enterococos (79%), coliformes fecales (77%) y estreptococos fecales (60%) (124). En Ciudad de México, se estudiaron niños en la temporada de lluvias ($n=761$) y en la estación seca ($n=732$), la presencia de organismos indicadores en muestras de agua subterránea apuntó a contaminación fecal, las tasas de diarrea fueron 10,7% en la estación seca y 11,8% en la temporada de lluvias. Los niños de 1 año mostraron la mayor tasa de diarrea durante la estación seca (125). El agua residual no tratada de la cuenca de la Ciudad de México utilizada para riego de tierras de cultivo fue evaluada mediante la determinación de coliformes fecales, *Vibrio cholerae* y *Salmonella*. El 10% de la muestra reportó diarrea frecuente, la detección de *V. cholerae* no 01 en aguas superficiales en todos los sitios, sugirió un riesgo potencial de diarrea para bañistas de río por ingestión accidental,

así como contaminación potencial del agua subterránea cercana a la superficie y potencial riesgo de cólera. Los altos niveles de coliformes totales en el agua superficial y subterránea indicaron contaminación fecal y un riesgo potencial de enfermedades gastrointestinales (126). En la zona urbana de Ahmedabad (Gujarat-India), se estudió la calidad del agua de riego agrícola: agua subterránea, superficial y residual. Las concentraciones promedio de *E. coli* mostraron que todas las fuentes eran inadecuadas para riego, con una elevada contaminación. La incidencia de diarrea fue de 11, 5 episodios/1.000 personas-semana. Se encontró una correlación significativa entre la concentración de *E. coli* en el agua de riego y la incidencia de diarrea (127). En India, se relacionó el patrón estacional, la diarrea y la calidad del agua subterránea del sistema público y privado, y el agua almacenada en zonas rurales y urbanas; el 99-100% de muestras excedieron el estándar de 50 UFC/100 ml de coliformes totales para el agua potable de clase A. La mayoría de las muestras (87% en áreas rurales y 91% en áreas urbanas de dominio público, 90% en zonas rurales y 92% en áreas urbanas privadas) presentaron > 10 UFC/100 ml, las concentraciones más altas de coliformes totales en fuentes públicas ocurrieron durante temporadas

relativamente húmedas. En zonas rurales, un aumento de 10 veces en la precipitación acumulada semanal, se asoció con un aumento en las concentraciones de coliformes totales y el riesgo de diarrea aumentó un 66%, manteniéndose una asociación fuerte entre la lluvia y el riesgo de diarrea en los sitios rurales (76). En Bangladesh, el 59% de las muestras de agua potable estudiadas (2.273/3.833) mostró contaminación con *E. coli*, informándose en un 9,5% la ocurrencia de diarrea en niños dos días antes de la intervención. El riesgo de enfermedad aumentó, sosteniéndose que la cantidad de exposición a la contaminación fecal del agua potable contribuye de manera significativa al riesgo de diarrea infantil (81). En la zona rural de Turquía, se detectó diarrea en el 31,7% de los 543 hogares estudiados. El porcentaje de personas con al menos un episodio de diarrea fue del 10%, la tasa de episodios fue del 18,7% (128).

Es evidente que, cada año, el agua potable contaminada contribuye a la muerte de millones de las personas más pobres del mundo por enfermedades prevenibles (129,130). Más importante aún, los grupos vulnerables, como los niños, las mujeres y los ancianos, son las principales víctimas. La evidencia empírica también muestra una franca relación entre el saneamiento, la contaminación del agua potable y la salud (101,131-134). En particular, a menudo se enfatizan dos tipos de relación. Primero, la contaminación por heces humanas o animales es el riesgo de salud más frecuentemente asociado con el consumo de agua potable contaminada; cuando dicho defecto es reciente y los responsables del mismo incluyen portadores de enfermedades entéricas transmisibles, los microorganismos que causan estas enfermedades pueden estar presentes en el agua. En segundo lugar, el agua potable contaminada puede provocar enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera, la disentería y otras enfermedades que pueden causar diarreas (135).

A nivel mundial, se estima que el 88% de los casos de enfermedades diarreicas son atribuibles al agua no segura. De hecho, se estima que alrededor de 1.100 millones de personas en todo el mundo beben agua no segura (136,137). A pesar del número de estudios realizados, se sabe relativamente poco sobre la contribución clave del consumo de agua no segura en la aparición de enfermedades diarreicas (138). El agua insegura a menudo está contaminada con material fecal, desechos domésticos e industriales, lo que trae asociado como resultado un mayor riesgo de transmisión de enfermedades a las personas (139). Las enfermedades diarreicas, a menudo, son causadas por agua contaminada, saneamiento deficiente y falta de higiene. Constituyen las enfermedades transmitidas por el agua más frecuentes entre los niños menores de cinco años, cuya prevalencia está en constante incremento (72).

Técnicas de uso rutinario para la detección y cuantificación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria del agua: se revisaron 14 artículos (72,136-148) (Tabla 3). Tradicionalmente, la ausencia o presencia de coliformes totales y fecales (termotolerantes) definen la potabilidad del agua. Se han descrito métodos de cultivo e identificación como: filtración por membrana, transformación enzimática de sustratos, Número Más Probable (NMP), recuento de colonias en placa, y Petrifilm y, métodos inmunológicos como la hibridación *in situ* (FISH), ELISA y la citometría de flujo, para este fin (136). La filtración por membrana consiste en filtrar un volumen de agua a través de una membrana de celulosa e incubar en un medio de cultivo selectivo que promueve el crecimiento de coliformes, para observar la formación de colonias y estimar el número de UFC por unidad de volumen filtrado. El valor obtenido se compara con los valores de referencia aceptados para la región (137).

Tabla 3. Estudios sobre técnicas de uso rutinario para la detección y cuantificación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria del agua

No Ref	Autores	Año	País	Título	Diseño
72	Sotomayor F, et al.	2013	Paraguay	Determinación de la calidad microbiológica de las aguas de pozo artesiano de distritos de los Departamentos Central, Cordillera y municipio Capital	Observacional Descriptivo
136	Nguendo-Yongsi H.	2010	Camerún	Suffering for water, suffering from water: access to drinking-water and associated health risks in Cameroon	Observacional Descriptivo
137	Mahvi A, et al.	2007	Irán	Risk assessment for microbial pollution in drinking water in small community and relation to diarrhea disease	Observacional Descriptivo
138	Macro International, Inc.	2004	Camerún	Cameroon demographic and health survey. Mother and child mortality.	Informe Oficial
139	Redondo M, et al.	2012	Costa Rica	Comparación de métodos para el análisis de coliformes totales y fecales en muestras de agua mediante la técnica de Número Más Probable (NMP).	Estudio de casos y controles
140	Benitez B, et al.	2013	Venezuela	Calidad microbiológica del agua potable envasada en bolsas y botellas que se venden en la ciudad de Maracaibo, estado Zulia-Venezuela.	Observacional Descriptivo
141	Levy K, et al.	2012	Ecuador	Rethinking indicators of microbial drinking water quality for health studies in tropical developing countries: Case study in Northern Coastal Ecuador.	Estudio de casos y controles
142	Roudnew F, et al.	2013	Australia	Spatially varying complexity of bacterial and viruslike particle communities within an aquifer system.	Observacional Descriptivo
143	Li X, et al.	2014	Estados Unidos	Antibiotic-resistant <i>E. coli</i> in surface water and groundwater in dairy operations in Northern California	Observacional Descriptivo
144	Wiggins B, et al.	1999	Estados Unidos	Use of antibiotic resistance analysis to identify nonpoint sources of fecal pollution	Observacional Descriptivo
145	Kivits T, et al.	2018	Holanda	Presence and fate of veterinary antibiotics in age-dated groundwater in areas with intensive livestock farming.	Observacional Descriptivo
146	Cheng Q, et al.	2017	China	An underappreciated hotspot of antibiotic resistance: The groundwater near the municipal solid waste landfill.	Observacional Descriptivo
147	Szekeres E, et al.	2018	Rumania	Investigating antibiotics, antibiotic resistance genes, and microbial contaminants in groundwater in relation to the proximity of urban areas.	Observacional Descriptivo
148	Rompré A, et al.	2002	Canadá	Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches.	Revisión Bibliográfica

En el NMP, se inocula un volumen de agua en tubos con un caldo para la detección de coliformes totales, los cuales se incuban a 35°C; los tubos negativos se reincuban por 24 horas y, los positivos se siembran a su vez en un nuevo caldo para la prueba confirmatoria de coliformes fecales, incubándose de 24 a 48 horas. Al final del ensayo se cuentan los tubos positivos y se llevan a la tabla del NMP (138,139).

La técnica de Petrifilm consiste en inocular películas de plástico con rejillas recubiertas con agentes gelificantes, y un medio nutriente apropiado para el crecimiento del microorganismo a investigar, que para *E. coli* es agar bilis y rojo violeta (AVRB) con un indicador de la actividad glucuronidasa (72). Las técnicas inmunológicas, como la citometría de flujo, caracterizan comunidades microbianas, cuantifican células bacterianas y detectan partículas virales (140). Adicionalmente, la identificación de genes de resistencia es una herramienta de predicción de contaminación antropogénica, especialmente porque permite identificar la fuente de la contaminación, pudiendo aplicarse a los pozos subterráneos de zonas rurales de países subdesarrollados (141-150).

Fuentes de agua de consumo y accesibilidad: se encontraron 56 artículos (7-9,11,14-16,58,61-109) (Tabla 4). Casi la mitad de la población mundial carece de conexiones domiciliarias de agua, y tiene mayor riesgo de agua no segura debido a la contaminación durante la recolección y el almacenamiento; 1.100 millones de personas dependen de suministros de agua que tienen un alto riesgo de contaminación fecal (8). Los cambios en la distribución, abundancia y calidad del agua, representan aspectos fundamentales para la calidad de la vida humana (58). El agua potable, definida como "adecuada para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal", es libre de microorganismos causantes de enfermedades (12). El acceso al agua potable ha sido un objetivo central de la salud pública y la política de desarrollo internacional. Los objetivos de desarrollo del milenio incluyen: "Haber reducido a la mitad en el año 2015, la proporción de la población que no tiene acceso sostenible al agua potable segura" (52). Sin embargo, aún quedan cientos de millones de personas sin acceso al suministro de agua potable (2). ¿Cómo pueden las personas acceder a una fuente suficiente, confiable y sostenible de agua potable? La opción preferida debe ser redes de tratamiento, esto no es posible para muchas comunidades debido a consideraciones financieras o geográficas. Las opciones para obtener agua potable son limitadas al acceso de otras fuentes de agua potable "mejorada", que se definen como "aquellas que por su naturaleza o por medio de una intervención activa, están protegidas de la contaminación externa, en particular, de la contaminación con materia fecal", incluyen agua entubada en la vivienda o patio, grifos públicos o fuentes de agua potable, pozos entubados o perforaciones, pozos cavados protegidos, manantiales protegidos y

fuentes de agua de lluvia (8,9). Las fuentes no mejoradas, incluyen manantiales y pozos excavados sin protección, carros con tanques o tambores pequeños, camiones cisterna, aguas superficiales y aguas embotelladas (9).

Como otras fuentes se encuentran las aguas subterráneas protegidas o no (12). 2,4 mil millones de personas en el mundo viven sin un saneamiento adecuado, 663 millones no tienen acceso a fuentes de agua mejoradas y 946 millones defecan al aire libre. Si bien ha habido progreso, ha sido lento y desigual, 96% de la población mundial urbana utiliza fuentes mejoradas de agua potable en comparación con el 84% de la población rural; 82% de la población urbana mundial utiliza instalaciones de saneamiento versus 51% de la población rural (60). El agua subterránea, se considera un importante sistema de soporte de vida (7,11,14-16,58,61-74). Esta fuente de agua representa el 4% del volumen de agua global. En India, el 77% de las personas dependen del agua potable en fuentes de agua mejoradas sin tubería, por ejemplo, pozos entubados, lo que plantea inquietudes sobre la exposición a patógenos a causa de contaminación fecal (75). En Canadá, el agua subterránea es la principal fuente de agua potable para 7,9 millones de personas (26%), el 30% de los residentes dependen de esta fuente que también se utiliza ampliamente para actividades agrícolas y ganaderas (58). En India, más del 60% de la actividad agrícola y 85% del agua doméstica se surte a través de agua subterránea. La OMS estimó que el 96% de la población urbana y un 84% de la rural tenían acceso al agua. Sin embargo, la inferencia a estos altos porcentajes no se corresponde con la calidad y la distribución equitativa, muchas ciudades reciben agua pocas horas al día, por lo que es almacenada, asociándose esta práctica con el deterioro de su calidad. Adicionalmente, está casi siempre contaminada, por canales de drenaje abiertos en espacios altamente contaminados por prácticas como la defecación al aire libre (76,77).

En el 2015, 147 países, se reunieron a propósito del Desarrollo del Milenio con el objetivo de proporcionar agua potable de fuentes mejoradas (78). Sin embargo, se ha señalado que, las políticas basadas en el monitoreo del progreso hacia el Desarrollo del Milenio y los objetivos de desarrollo sostenible en curso, no consideraron la gama de desafíos que aún no se han resuelto para satisfacer las necesidades de agua y el saneamiento de las personas y, por lo tanto, brindaron una falsa sensación de progreso (79). Aunque varios estudios han documentado que el agua de fuentes mejoradas redujo la aparición de diarrea entre los menores de cinco años (80-82), se conoce menos información sobre la seguridad (83) y la calidad microbiana del agua (83,84). Esta discrepancia se debe en gran medida a la naturaleza intermitente del suministro de fuentes de agua mejorada entubada en muchos países de bajos y medianos ingresos, donde más de un tercio de los suministros de agua urbanos son frecuentemente interrumpidos (77,85).

Tabla 4. Estudios sobre fuentes de agua de consumo y accesibilidad

No Ref	Autores	Año	País	Título	Diseño
7	Cruz M, et al.	2012	Argentina	The impact of point source pollution on shallow groundwater used for human consumption in a threshold country.	Observacional Descriptivo
9	Hunter P, et al.	2013	Camboya	Water source and diarrhoeal disease risk in children under 5 years old in Cambodia: a prospective diary-based study	Prospectivo
11	Alcolea A.	2009	España	Groundwater Flow in Porous Media	Capítulo de libro
14	Orozco M, et al.	2008	México	Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas subterráneas de pozos artesanales y efluentes hídricos en la Costa de Chiapas, México	Observacional Descriptivo
15	Anduro J, et al.	2017	México	Diagnóstico de la calidad sanitaria del agua de pozo en comunidades del sur de Sonora, México	Observacional Descriptivo
16	Freitas M, et al.	2001	Brasil	The importance of water testing for public health in two regions in Rio de Janeiro: a focus on fecal coliforms, nitrates, and aluminum	Observacional Descriptivo
18	Alparo H, et al.	2014	Bolivia	Factores de riesgo para enfermedad diarreica aguda con deshidratación grave en pacientes de 2 meses a 5 años	Estudio de casos y controles
61	Pacheco A, et al.	2004	México	Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México	Observacional Descriptivo
62	Chacón C, et al.	2012	Nicaragua	Calidad Sanitaria de las Aguas Superficiales y Subterráneas, de la Subcuenca del Río Viejo	Observacional Descriptivo
63	Gamero M, et al.	2014	Argentina	Evaluación de la calidad del agua subterránea mediante la caracterización fenotípica y genotípica de bacterias <i>Escherichia coli</i> aislada.	Observacional Descriptivo
64	González O, et al.	2007	Nicaragua	Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua	Observacional Descriptivo
65	Gutiérrez J, et al.	2018	Venezuela	Calidad de agua subterránea en el sector centro occidental del Municipio Miranda (estado Zulia, Venezuela).	Observacional Descriptivo
66	Lucena F, et al.	2006	Colombia, Argentina, Francia, España	Occurrence of bacterial indicators and bacteriophages infecting enteric bacteria in groundwater in different geographical areas	Observacional Descriptivo
67	Maran N, et al.	2016	Brasil	Depth and Well Type Related to Groundwater Microbiological Contamination	Observacional Descriptivo
68	Mendez R, et al.	2015	México	Calidad microbiológica de pozos de abastecimiento de agua potable en Yucatán, México	Observacional Descriptivo
69	Dias S, et al.	2018	Brasil	Groundwater quality monitoring of the Serra Geral aquifer in Toledo, Brazil	Observacional Descriptivo
70	Ramírez E, et al.	2009	México	Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México	Observacional Descriptivo
71	Rohden F, et al.	2009	Brasil	Monitoramento microbiológico de águas subterrâneas em cidades do Extremo Oeste de Santa Catarina	Observacional Descriptivo
72	Sotomayor F, et al.	2013	Paraguay	Determinación de la calidad microbiológica de las aguas de pozo artesiano de distritos de los Departamentos Central, Cordillera y municipio Capital	Observacional Descriptivo
73	Valenzuela E, et al.		Chile	Calidad microbiológica del agua de un área agrícola-ganadera del centro sur de Chile y su posible implicancia en la salud humana	Observacional Descriptivo
74	Vence-Márquez L, et al.	2012	Colombia	Caracterización microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas de los municipios de La Paz y San Diego, César, Colombia	Observacional Descriptivo
75	Daniels M, et al.	2018	India	Estimating <i>Cryptosporidium</i> and <i>Giardia</i> disease burdens for children drinking untreated groundwater in a rural population in India	Estudio de casos y controles
76	Kulinkina A, et al.	2016	India	Seasonality of water quality and diarrheal disease counts in urban and rural settings in south India	Observacional Descriptivo
77	Adane M, et al.	2017	Etiopía	Piped water supply interruptions and acute diarrhea among under-five children in Addis Ababa slums, Ethiopia: A matched case control study	Estudio de casos y controles
78	WHO, UNICEF	2015	Italia	Progress on sanitation and drinking water-2015 update and MDG assessment	Informe Oficial
79	Vedachalam S, et al.	2017		Underreporting of high-risk water and sanitation practices undermines progress on global targets	Observacional Descriptivo
80	Bain R, et al.	2014	Reino Unido	Fecal contamination of drinking-water in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis	Revisión Sistemática Cuantitativa
81	Luby S, et al.	2015	Bangladesh	Microbiological contamination of drinking water associated with subsequent child diarrhea	Estudio de casos y controles
82	Bartram J, et al.	2010	Reino Unido	Hygiene, sanitation, and water: Forgotten foundations of health	Revisión Bibliográfica
83	Bain R, et al.	2015	Reino Unido	Accounting for water quality in monitoring access to safe drinking-water as part of the Millennium Development Goals: Lessons from five countries	Informe Oficial
84	Baum R, et al.	2014	República Dominicana	Assessing the microbial quality of improved drinking water sources: Results from the Dominican Republic	Observacional Descriptivo
85	WHO, UNICEF	2000	Italia	Global water supply and sanitation assessment 2000 report	Informe Oficial
86	Kumpel E, et al.	2016	Kenia	Intermittent water supply: Prevalence, practice, and microbial water quality	Revisión Sistemática
87	Ercumen A, et al.	2015	India	Upgrading a piped water supply from intermittent to continuous delivery and association with waterborne illness: A matched cohort study in urban India.	Estudio de casos y controles
88	Herbst S, et al.	2008	Uzbekistan	Risk factor analysis of diarrhoeal diseases in the Aral Sea area (Khorezm, Uzbekistan)	Observacional Descriptivo
89	Brocklehurst C, et al.	2015	Estados Unidos	Continuity in drinking water supply	Comunicación Breve
90	Jeandron A, et al.	2015	República Democrática del Congo	Water supply interruptions and suspected cholera incidence: A time-series regression in the Democratic Republic of the Congo	Serie de casos
91	Mintz R, et al.	1995	Estados Unidos	Safe water treatment and storage in the home: A practical new strategy to prevent waterborne disease	Revisión Bibliográfica
92	Oswald W, et al.	2007	Perú	Fecal contamination of drinking water within peri-urban households, Lima, Peru	Observacional Descriptivo
93	Trevett A, et al.	2004	Honduras	Water quality deterioration: A study of household drinking water quality in rural Honduras	Observacional Descriptivo

Tabla 4. Estudios sobre Fuentes de agua de consumo y accesibilidad (Continuación)....

No Ref	Autores	Año	País	Título	Diseño
94	Wolf J, et al.	2014	Suiza	Systematic review: Assessing the impact of drinking water and sanitation on diarrhoeal disease in low- and middle-income settings: Systematic review and meta-regression	Revisión Sistemática Cuantitativa
95	Fewtrell L, et al.	2005	Reino Unido	Water, sanitation and hygiene (WASH) interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: A systematic review and meta-analysis.	Revisión Sistemática Cuantitativa
96	Lule J, et al.	2005	Uganda	Effect of home-based water chlorination and safe storage on diarrhea among persons with human immunodeficiency virus in Uganda	Observacional Descriptivo
97	Baker K, et al.	2013	Malí	Quality of piped and stored water in households with children under five years of age enrolled in the Mali Site of the Global Enteric Multi-Center Study (GEMS).	Estudio de casos y controles
98	Wright J, et al.	2004	Reino Unido	Household drinking water in developing countries: A systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use	Revisión Sistemática
99	Arnold A, et al.	2007	Estados Unidos	Treating water with chlorine at point-of-use to improve water quality and reduce child diarrhea in developing countries: A systematic review and meta-analysis.	Revisión Sistemática Cuantitativa
100	Copeland C, et al.	2009	Brasil	Faecal contamination of drinking water in a Brazilian shanty town: Importance of household storage and new human faecal marker testing.	Observacional Descriptivo
101	Tumwine J, et al.	2002	Uganda, Tanzania, Kenia	Diarrhoea and effects of different water sources, sanitation and hygiene behaviour in East Africa	Observacional Descriptivo
102	Wang X, et al.	2010	Reino Unido	A systematic review and meta-analysis of the association between self-reported diarrheal disease and distance from home to water source	Revisión Sistemática Cuantitativa
103	Pickering A, et al.	2012	Estados Unidos	Freshwater availability and water fetching distance affect child health in sub-Saharan Africa	Observacional Descriptivo
104	El-Fadel M, et al.	2014	Líbano	Determinants of diarrhoea prevalence in urban slums: A comparative assessment towards enhanced environmental management	Observacional Descriptivo
105	Subbaraman R, et al.	2013	India	The social ecology of water in a Mumbai slum: Failures in water quality, quantity, and reliability	Observacional Descriptivo
106	Jalam R, et al.	2003	India	Does piped water reduce diarrhea for children in rural India?	Observacional Descriptivo
107	Johnson K, et al.	2010	India	Degradation of the quality of water during monsoon and the related outbreak of water borne diseases	Observacional Descriptivo
108	Ochoa T, et al.	2011	Perú	Frecuencia y patótipos de <i>Escherichia coli</i> diarrogénicas en niños peruanos con y sin diarrea	Observacional Descriptivo
109	Giugno S, et al.	2010	Argentina	Etiología bacteriana de la diarrea aguda en pacientes pediátricos	Observacional Descriptivo

Se ha estimado que al menos 309 millones de personas en todo el mundo experimentan interrupciones en el suministro de agua (86). Los suministros de agua intermitentes transmiten patógenos transmitidos por el agua (87), incrementan los tiempos de almacenamiento de agua en el hogar (88-90) y ponen en peligro las prácticas de higiene (89,90). Además, los recipientes de almacenamiento de agua de boca ancha son vulnerables a la contaminación por manos sucias, tazas y otros recipientes utilizados para la recuperación del agua (91-93). Revisiones sistemáticas revelaron una reducción del 73% en las diarreas después del cambio de suministros intermitentes de agua a continuos (24) y que las mejoras en la calidad microbiológica del agua redujeron el riesgo de morbilidad relacionada a la diarrea en un 31% (95). El almacenamiento seguro del agua a nivel doméstico (80,81,96), la disponibilidad continua de suministro mejorado de agua (82,95) y el nivel de tratamiento del agua a nivel doméstico son medidas efectivas para prevenir la diarrea que reducen el riesgo de aparición en un 25%-85% (81,89,96-98). Por lo tanto, el suministro seguro de agua por tuberías por sí solo, no constituye una garantía para prevenir la diarrea debido a posibles problemas derivados de la falta de disponibilidad continua y a la contaminación microbiológica del agua a través de malas prácticas domésticas de manejo del agua (77,81,88,98-100).

Varios estudios señalan que las fuentes de agua ubicadas lejos de los hogares (al menos 30 minutos de caminata) (101-103), la limpieza infrecuente de los recipientes de almacenamiento de agua (104), la disminución diaria per cápita del consumo de agua (105) y

el bajo nivel educativo de los cuidadores (106) se asociaron significativamente con la aparición de diarrea aguda (77).

Las condiciones ambientales como, por ejemplo, las lluvias parecen también influir en la calidad microbiológica del agua distribuida por tuberías (77). Así, investigaciones realizadas durante un período con muy poca lluvia, pueden haber resultado en una mejor calidad bacteriológica del agua de los suministros de agua entubada que durante la temporada de lluvias, cuando la contaminación fecal tiende a degradar la calidad microbiana de las aguas superficiales y subterráneas (107). Por otro lado, la frecuencia de interrupciones del suministro intermitente de agua podría disminuir durante las estaciones lluviosas debido a la mayor disponibilidad de agua superficial para las plantas de tratamiento del agua (77).

Contaminación de las fuentes de agua y sus indicadores. Patógenos más relevantes: se analizaron 20 artículos de investigación (8,10-12,17,76,108-122) (Tabla 5). La contaminación en el agua para consumo surge por efecto de cambios en el medio ambiente y en la población, provocados por la actividad humana (12). Numerosos microorganismos transmitidos a través del agua son responsables de patología gastrointestinal, resaltando algunos virus: rotavirus, norovirus y adenovirus; parásitos como *Cryptosporidium* spp., *Giardia intestinalis* (*G. intestinalis*) y los miembros del Complejo *Entamoeba histolytica/dispar/moshkovskii*, así como también bacterias, entre las que se encuentran *Escherichia coli* (*E. coli*) enteropatógena (ECEP), *E. coli* enteroinvasiva (ECEI) y *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *Salmonella* spp., *Shigella*

spp., *Campylobacter* spp., *Vibrio* spp., y *Aeromonas* spp. La importancia relativa de cada uno varía entre entornos, estaciones y grupos de población (8,108,110). Las diarreas producidas por agentes bacterianos se producen mayormente en los meses de verano y los virus aumentan su frecuencia en la época de invierno (17). Todos estos agentes causan enfermedades desde leves y autolimitadas hasta cuadros severos de deshidratación,

toxemia o sepsis que causan gran mortalidad y morbilidad, o tienen repercusión en el estado nutricional de los menores de 5 años. El tratamiento etiológico de estas enfermedades está orientado principalmente a las especies bacterianas involucradas; sin embargo, en los últimos años, se ha observado el aumento de la resistencia bacteriana a los antimicrobianos (17,110).

Tabla 5. Estudios sobre Contaminación de las fuentes de agua y sus indicadores. Patógenos más relevantes

No Ref	Autores	Año	País	Título	Diseño
8	Clasen T, et al.	2015	Estados Unidos	Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea	Revisión Sistemática
10	Wu J, et al.	2011	Bangladesh	Impact of tubewell access and tubewell depth on childhood diarrhea in Matlab, Bangladesh	Retrospectivo
12	Ríos S, et al.	2017	Colombia	Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano	Revisión Bibliográfica
17	Arista-Fernández H, et al.	2015	Perú	Características clínicas, epidemiológicas y laboratoriales de enfermedades diarreicas agudas en menores de 5 años. "Clínica asociación vida saludable", Mayo-Junio 2013.	Descriptivo Serie de casos
76	Kulinkina A, et al.	2016	India	Seasonality of water quality and diarrheal disease counts in urban and rural settings in south India	Observacional Descriptivo
108	Ochoa T, et al.	2011	Perú	Frecuencia y patotipos de <i>Escherichia coli</i> diarrogénicas en niños peruanos con y sin diarrea	Observacional Descriptivo
109	Giugno S, et al.	2010	Argentina	Etiología bacteriana de la diarrea aguda en pacientes pediátricos	Observacional Descriptivo
110	Deverra R, et al.	2010	Venezuela	Coccidios intestinales en niños menores de 5 años con diarrea	Observacional Descriptivo
111	Cermeño-Julman R, et al.	2008	Venezuela	Etiología de diarrea aguda en niños menores de 5 años. Ciudad Bolívar, Venezuela	Observacional Descriptivo
112	Perales D, et al.	2002	Perú	Infección por <i>Campylobacter</i> y <i>Shigella</i> como causa de diarrea aguda infecciosa en niños menores de dos años en el Distrito de la Victoria, Lima-Perú	Observacional Descriptivo
113	Urrestarazu I, et al.	1999	Venezuela	Características etiológicas, clínicas y sociodemográficas de la diarrea aguda en Venezuela	Estudio de casos y controles
114	Dominguez V, et al.	2010	Colombia	Detección de agentes infecciosos asociados a la enfermedad diarreica aguda (EDAs) en la población infantil de la ciudad de Montería.	Observacional Descriptivo
115	Ercumen A, et al.	2017	Bangladesh	Can sanitary inspection surveys predict risk of microbiological contamination of groundwater sources? Evidence from shallow tubewells in rural Bangladesh.	Observacional Descriptivo
116	Ashbolt N, et al.	2015	Canadá	Microbial contamination of drinking water and human health from community water systems	Revisión Bibliográfica
117	Norman L, et al.	2012	México	Socio-environmental health analysis in Nogales, Sonora, México	Observacional Descriptivo
118	Gleason J, et al.	2017	Estados Unidos	Effect of drinking water source on associations between gastrointestinal illness and heavy rainfall in New Jersey	Estudio de casos y controles
119	Jarrín A, et al.	2017	Ecuador	Evaluación del riesgo a la contaminación de los acuíferos de la Reserva Biológica de Limoncacha, Amazonia Ecuatoriana	Observacional Descriptivo
120	Lim J, et al.	2013	Sudáfrica	Water quality indicators: bacteria, coliphages, enteric viruses	Revisión Bibliográfica
121	WHO	2011	Italia	Guidelines for Drinking-water Quality, 4th ed	Informe Oficial
122	Kravitz J, et al.	1999	Lesoto	Quantitative bacterial examination of domestic water supplies in the Lesotho Highlands: water quality, sanitation, and village health	Observacional Descriptivo

Debido al tedioso y complicado procedimiento para la identificación de agentes etiológicos de la EDA, los médicos prefieren prescribir antibioticoterapia de manera empírica o indiscriminada, por lo que la mayoría de los cultivos son reportados como "No se aislaron bacterias enteropatógenas", "Se encontraron gérmenes pertenecientes a la flora bacteriana normal". Debido al uso empírico de los antibióticos, la flora bacteriana es destruida y las personas quedan expuestas a diversos enteropatógenos (17,111).

Diferentes investigaciones demuestran una mayor prevalencia de bacterias y parásitos como agentes etiológicos de diarrea aguda en menores de 5 años (17,108-111). En Perú, los agentes bacterianos más frecuentes fueron: ECEP (20%), *Campylobacter* spp. (11,7%), *Salmonella* spp. (3,3%) y *Shigella* spp. (2,5%) (112). Ochoa y cols (108), también en Perú, señalan una prevalencia de 8,5% para ECEP. En Venezuela, Cermeño y cols (111), reportan un 2,7% de ECEP; 1,8% de *Salmonella* spp. y 0,9%

para *Shigella* spp. (0,9%). En Colombia, un estudio encontró ECEP (13,9%), *Campylobacter* spp. (2,3%) y *Shigella* spp. en un menor porcentaje (0,8%) (114). La diferencia porcentual entre los distintos estudios citados sobre la presencia de las diferentes especies bacterianas en los coprocultivos obedece a dificultades en la identificación para la cual se requiere de un personal altamente capacitado y contar con el material de laboratorio requerido dependiendo del microorganismo blanco. Por ejemplo, las especies de *Campylobacter* no son detectadas en la mayoría de los casos, ya que para su identificación se requiere de una serie de procedimientos, como modificaciones de la coloración de Gram o el empleo de una coloración especial "coloración de Vago", que requiere de colorantes como el mercurio de cromo que es una sustancia altamente tóxica y carcinógena, por lo cual se deben utilizar normas de bioseguridad, ante lo cual el personal evade todo este protocolo dejando de detectar posibles casos de diarrea por este género bacteriano; en cuanto al cultivo, también

cambian los requerimientos, la temperatura es de 42°C y con atmósfera de microaerofilia, la siembra se hace sobre un filtro para que solo el germen que es espiralado pueda atravesar, todo esto constituye un protocolo alterno que por motivos obvios no es tomado en cuenta (17,112).

Se ha encontrado que las parasitosis intestinales constituyen una de las principales causas de diarrea en niños menores de 5 años en países en desarrollo, observándose una elevada prevalencia de *Entamoeba coli* (50%), seguido de *G. intestinalis* (9,2%) y *Blastocystis hominis* (7,5%-11,8%) (17,111). *E. coli*, es un parásito comensal, inocuo en personas sanas; pero que, en personas con mal nutrición o con defensas bajas puede originar algún daño; por lo general, se encuentra asociada junto con otros agentes patógenos (parásitos, bacterias o virus) causando así, las diarreas. Por su parte, la infección por *G. intestinalis* ocurre al ingerir los quistes (vía fecal-oral) encontrados en la tierra y se transmiten por alimentos, vegetales crudos, agua, hielo y por animales, siendo los menores de 5 años los hospederos más susceptibles, por lo que, una infección por este protozoo en la primera infancia resulta casi siempre en diarrea (113). Generalmente, el principal patógeno viral causante de diarrea en menores de 5 años es rotavirus con un porcentaje que oscila entre 11% y 14,2% (17,113), debido a su fácil contagio, se transmite a través de las manos, los pañales y otros objetos contaminados como juguetes. En regiones de clima tropical, predomina en épocas de invierno como se señaló previamente (17).

El conocimiento de los agentes microbianos presentes en el agua para consumo es un aspecto clave en la evaluación de su calidad higiénico- sanitaria, lo que ha permitido definir posibles indicadores microbiológicos de calidad, cuyo uso constituye un principio de aceptación universal (12). Estos bioindicadores son microorganismos, escogidos internacionalmente con criterios comunes, que permiten inferir la presencia de patógenos y poseen la ventaja de ser fácilmente cultivables o identificables, a muy bajo costo. Los principales incluyen coliformes fecales, *E. coli*, y enterococos; aun cuando, se ha logrado evidenciar que otros microorganismos como *Pseudomonas* spp., norovirus y *Cryptosporidium* spp., tienen un mejor comportamiento como bioindicadores y podrían optimizar el diagnóstico de potabilización en las plantas y sistemas de tratamiento del agua (12). Las bacterias entéricas de referencia reconocidas y útiles en regiones desarrolladas son *Salmonella* entérica, *C. jejuni* y *E. coli* O157: H7, pero debido a las dificultades para cultivarlas a partir del medio ambiente, la determinación de indicadores fecales sigue utilizándose para estimar la eliminación de patógenos bacterianos entéricos por barreras de tratamiento (111). También se están considerando algunos virus y parásitos (12), así como el aislamiento de bacteriófagos (colifagos) en agua subterránea como bioindicadores de contaminación fecal (11). La concentración de bioindicadores fecales es típicamente menor en el agua subterránea en comparación con las aguas superficiales (10). Un hecho resaltante es que la mayoría de las comunidades rurales usan aguas subterráneas sin ningún tratamiento (114,116). Los

flagelados formadores de quistes y amebas se encuentran como los principales tipos de protozoos en la subsuperficie (11). Existen datos que muestran que la mayoría de los brotes de diarreas se relacionan al uso de fuentes de agua subterránea (114-118). En países subdesarrollados, más del 60% de la actividad agrícola y 85% del agua doméstica se surten a través de esta fuente (76). Las pruebas de bacterias coliformes termotolerantes son una alternativa aceptable (119), con la limitación que, si bien *E. coli* es útil, los virus entéricos y los protozoos son más resistentes a la desinfección, por lo cual, la ausencia de *E. coli* no necesariamente indicará la ausencia de estos organismos (120). Los valores guía establecidos para la verificación de la calidad microbiológica del agua de consumo afirman que, en toda el agua destinada directamente para beber, la cantidad de *E. coli* y coliformes termotolerantes no debe ser detectable en ninguna muestra de 100 ml, igual que en aguas tratadas que ingresan al sistema de distribución y, en agua tratada en dicho sistema (120). En el caso de *Cryptosporidium*, *Campylobacter* y rotavirus se han establecido estándares para la calidad del agua de consumo, con valores de 1 x 79.000 L; 1 x 9.500 L y 1 por 90.000 L, respectivamente (121). Para la derivación de estándares nacionales, es necesario definir la referencia poblacional, por ejemplo, la Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos establece un límite aceptable de coliformes totales y *E. coli* de < 1 organismo por 100 ml (121). En Italia, el agua se considera útil si *E. coli* <100 UFC/100 ml y *Salmonella* spp. está ausente en 1000 ml de agua (122). En los países bajos, las compañías de agua potable proporcionan agua que, en teoría, cumple con un riesgo gastrointestinal anual de <10⁻⁴ en el 95% de los casos. Esto significa, que se requiere menos de un virus entérico por un millón de litros de agua potable para producir enfermedad (145). En India, se ha tomado como estándar la presencia de hasta 50 UFC/100 ml de coliformes totales para el agua potable de clase A (76).

El conocimiento preciso de los agentes etiológicos de EDA, puede ser reto permanente que muchas veces no logra ser alcanzado por los laboratorios de microbiología, esto no solo se debe a falta de capacidades sino también a falta de protocolos de trabajo y deficiente infraestructura; este proceso se inicia desde la toma de muestra diarreica en los niños, lo cual resulta complicado en menores de 2 años debido a que estos utilizan pañales que poseen una serie de sustancias absorbentes, motivo por el cual las heces líquidas son absorbidas y lo que queda de muestra ya no es significativo, posteriormente, las heces son recolectadas en un recipiente en donde pueden permanecer por horas, en este lapso, los miembros de la flora intestinal se reproducen rápidamente y pueden enmascarar la presencia de microorganismos patógenos, lo que complica en gran manera la detección del agente etiológico (17).

Nueva generación de técnicas para el estudio de la calidad microbiológica del agua: se revisaron 8 artículos (12,58,59,149,165,167-169) y 2 capítulos de libros (11,166) (Tabla 6). En este tópico se evidencia el repunte del empleo de técnicas moleculares para verificar la calidad higiénico-

sanitaria del agua potable (149). La mayoría de los reportes buscaron esclarecer la posible fuente de contaminación, considerando las diferencias fenotípicas y genotípicas de los microorganismos contaminantes (150). La aparición de la reacción en cadena de la polimerasa (RCP), basada en la detección de la presencia de un elemento genético amplificado, ha tenido múltiples aplicaciones a este propósito (151,152). La variante múltiple de esta técnica (RCP-múltiple) contribuye a la identificación simultánea de varios patógenos en una comunidad microbiana (153). La RCP cuantitativa (RCPc) está optimizada para detectar virus, protozoos enterotrópicos e, incluso, bacterias patógenas en muestras de agua (153). La modalidad de retrotranscripción (RCP – TR) se usa para identificar virus ARN que estén contaminando las aguas (154-157). La RCP de amplificación repetitiva (RCP-rep), persigue amplificar elementos repetitivos palindrómicos en las regiones extensivas del genoma del microorganismo sin necesidad de aislar su ADN, logrando la identificación de patógenos con el diseño de

cebadores específicos (158,159). Existe una variante con combinación de la RCP y digestión con endonucleasas restrictivas para la caracterización del polimorfismo genético en los protistas (ARNr 18S) y en procariotas (ARNr 16S). Así, se ha detectado la presencia de protozoos patógenos responsables de diarrea aguda y crónica en inmunosuprimidos, reportándose *Cryptosporidium hominis*, *C. parvum* y *G. intestinalis* (160). Otra técnica es la ribotipificación, que permite observar las diferencias entre la longitud y ubicación de las bandas del ARN ribosómico para distinguir los géneros bacterianos, lo cual permite caracterizar y hacer seguimiento de las comunidades microbianas en pozos de agua subterránea. Estos ensayos se han enfocado en la identificación de patovariedades de *E. coli* (161-166). Técnicas adicionales como la tecnología ómica, la metagenómica y la proteómica (MALDI-TOF) también se han adaptado para evaluar la calidad hídrica en pozos de agua subterránea (41,167-169).

Tabla 6. Estudios sobre nueva generación de técnicas para el estudio de la calidad microbiológica del agua

No Ref	Autores	Año	País	Título	Diseño
11	Alcolea A.	2009	España	Groundwater Flow in Porous Media	Capítulo de libro
12	Ríos S, et al.	2017	Colombia	Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano	Revisión Bibliográfica
58	Ritter L, et al.	2002	Canadá	Sources, pathways, and relative risks of contaminants in surface water and groundwater: a perspective prepared for the walkerton inquiry	Revisión Bibliográfica
59	Bain R, et al.	2014	Reino Unido	Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review	Revisión Sistemática
149	Mohapatra B, et al.	2007	Canadá	Comparison of five rep-PCR genomic fingerprinting methods for differentiation of fecal <i>Escherichia coli</i> from humans, poultry and wild birds	Observacional Descriptivo
165	Parveen S, et al.	1999	Estados Unidos	Discriminant analysis of ribotype profiles of <i>Escherichia coli</i> for differentiating human and nonhuman sources of fecal pollution.	Observacional Descriptivo
166	Pushpanathan M, et al.	2014	India	Microbial bioremediation: A metagenomic approach. En: Microbial Biodegradation and Bioremediation	Capítulo de libro
167	Santos I, et al.	2017	Estados Unidos	MALDI-TOF MS for the identification of cultivable organic-degrading bacteria in contaminated groundwater near unconventional natural gas extraction sites	Observacional Descriptivo
168	Holmes D, et al.	2009	Estados Unidos	Transcriptome of <i>Geobacter uraniireducens</i> growing in uranium-contaminated subsurface sediments	Observacional Descriptivo
169	Benndorf D, et al.	2007	Alemania	Functional metaproteome analysis of protein extracts from contaminated soil and groundwater	Observacional Descriptivo

Se ha sugerido asociación entre la contaminación del agua potable y la diarrea, condición variable por regiones geográficas, fuente de agua, climatología, desarrollo socioeconómico y sanitario, entre otras variables. Así, el consumo de agua contaminada influye de manera negativa sobre el estado de salud poblacional, pues esta enfermedad es responsable de 2,5 millones de muertes anuales en niños (41), reflejándose la importancia que sobre la salud pública tiene la diarrea infantil asociada a la calidad del agua para consumo. Las plantas de tratamiento de aguas residuales contribuyen con el control de los agentes enteropatógenos (58); sin embargo, la contaminación microbiana está muy extendida afectando todos los tipos de fuentes de agua (59). Por esta razón, es importante el monitoreo de la calidad del agua potable. La vigilancia y control está definida como la "evaluación y examen de forma continua y vigilante, de la inocuidad y aceptabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo", lo cual incluye conocer la calidad del agua en sus fuentes y sistemas de potabilización, identificar los microorganismos y las formas

parasitarias macroscópicas presentes en ella, con el fin de establecer medidas de intervención y conservación del recurso hídrico, evitando la propagación de contaminantes (12). Para esto, la detección de bioindicadores ha facilitado la implementación de medidas eficientes de tratamiento y control del agua. En este sentido, se utilizan varias técnicas bioquímicas, microbiológicas, inmunológicas y moleculares. Rutinariamente, se han empleado técnicas microbiológicas, por su sencillez analítica y fácil interpretación de resultados (41). Sin embargo, la inclusión de las técnicas moleculares ha permitido aumentar la sensibilidad en la detección de algunos enteropatógenos, cuyo cultivo o modo de detección es complicado, y a nivel epidemiológico, contribuyen en una mejor toma de decisiones en programas de salud pública, debido a la especificidad de las mismas y en el menor tiempo requerido para la emisión de resultados (150,153). La presente revisión plantea retos futuros para el estudio de la contaminación del agua potable y su relación con la producción de diarrea, sugiriendo la incorporación de

nuevas metodologías, utilización de mejores indicadores biológicos de contaminación y de tecnologías más específicas para la detección y cuantificación de los mismos. Así mismo, la necesidad de aplicar e impulsar actividades en educación sanitaria; la contribución al desarrollo de políticas e intervenciones sostenibles que disminuyan la contaminación del agua, promuevan un mejor acceso a fuentes de agua controladas y reduzcan la asociación con la morbilidad por diarrea. Los estudios considerados para esta revisión sustentan la existencia de una estrecha relación entre la calidad del agua subterránea para consumo humano y el desarrollo de enfermedad diarreica, especialmente en la población infantil menor de 5 años de edad.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no presentar conflictos de intereses.

Referencias Bibliográficas

- Organización de las Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo del Milenio Informe 2010 [Internet]. MDG Report 2010. Disponible en: http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/Progress2010/MDG_Report_2010_Es.pdf
- WHO/UNICEF. Progress on Sanitation and Drinking Water: 2010 Update [Internet]. WHO Library. 2010. Disponible en: <http://www.unicef.org/media/files/JMP-2010Final.pdf>
- Prüss-Ustün A, Wolf J, Corvalán C, Bos R, Neira M. Preventing disease through healthy environments: A global assessment of the environmental burden of disease. 2016. Disponible en: https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/
- United Nations Environment Programme. Water Quality of World River Basins: Global Environment Monitoring System (GEMS)-UNEP Environment Library No. 14 [Internet]. Nairobi: United Nations Environment Programme; 1995. 43 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11822/28235> Google Académico
- Hardoy JE, Mitlin D, Satterthwaite D. Environmental Problems in an Urbanizing World. Finding Solutions in Cities in Africa, Asia and Latin America [Internet]. 2.a ed. London: Routledge; 2013. 464 p. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781315071732> DOI: 10.4324/9781315071732 Google Académico
- Henderson V. Urbanization in Developing Countries. World Bank Res Obs [Internet]. 2002;17(1):89-112. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3986401>
- Cruz MC, Cacciabue DG, Gil JF, Gamboni O, Vicente MS, Wuertz S, et al. The impact of point source pollution on shallow groundwater used for human consumption in a threshold country. J Environ Monit. 2012;14(9):2338-49. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2012/EM/c2em30322a#idivAbstract> DOI: 10.1039/c2em30322a PMID 22790278 Google Académico
- Clasen TFF, Alexander KTK, Sinclair D, Boisson S, Peletz R, Chang HH, et al. Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea (Review). Cochrane Libr [Internet]. 2015;2015(10):CD004794. Disponible en: https://www.cochrane.org/CD004794/INFECTN_interventions-improve-water-quality-and-prevent-diarrhoea DOI: 10.1002/14651858.CD004794.pub3 PMID 26488938 PMCID PMC4625648 Google Académico
- Hunter PR, Risebro H, Yen M, Lefebvre H, Lo C, Hartemann P, et al. Water source and diarrhoeal disease risk in children under 5 years old in Cambodia: A prospective diary based study. BMC Public Health [Internet]. 2013;13(1):1145. Disponible en: <https://bmcpubhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-13-1145> DOI: 10.1186/1471-2458-13-1145 PMID 24321624 Google Académico
- Wu J, Yunus M, Streatfield P, Van Geen A, Escamilla V, Akita Y, et al. Impact of tubewell access and tubewell depth on childhood diarrhea in Matlab, Bangladesh. Environ Heal A Glob Access Sci Source [Internet]. 2011;10(1):109. Disponible en: <http://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-069X-10-109> DOI: 10.1186/1476-069X-10-109 PMID 22192445 PMCID PMC3274461 Google Scholar
- Alcolea A. Groundwater Flow in Porous Media. En: Silveira L, Usunoff E, editores. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS) [Internet]. Paris: Eolss Publishers; 2009. p. 1-21. Disponible en: <http://www.eolss.net>
- Ríos-Tobón S, Agudelo-Cadavid RM, Gutiérrez-Builes LA. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev Fac Nac Salud Pública [Internet]. 2017;35(2):236-47. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-386X2017000200236 DOI: 10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08 Google Académico
- Daud MK, Nafees M, Ali S, Rizwan M, Bajwa RA, Shakoor MB, et al. Drinking Water Quality Status and Contamination in Pakistan. Biomed Res Int [Internet]. 2017;2017:18. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/7908183/abs/> DOI: 10.1155/2017/7908183 PMID: 28884130 PMCID: PMC5573092 Google Académico
- Orozco C, Ramírez F, Cruz J. Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas subterráneas de pozos artesanales y efluentes hídricos en la Costa de Chiapas (México). Hig y Sanid Ambient [Internet]. 2008;8:348-54. Disponible en: [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51018c431ea27_Hig.Sanid.Ambient.8.348-354\(2008\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51018c431ea27_Hig.Sanid.Ambient.8.348-354(2008).pdf) Google Académico
- Anduro Jordan JA, Cantú Soto EU, Campos Baypoli ON, López Cervantes J, Sánchez Machado DI, Félix Fuentes A. Diagnóstico de la calidad sanitaria del agua de pozo en comunidades del sur de Sonora, México. Rev Salud Pública y Nutr [Internet]. 2017;16(1):1-8. Disponible en: <http://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/24> Google Académico
- Freitas MB de, Brilhante OM, Almeida LM de. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Cad Saude Publica [Internet]. 2001;17(3):651-60. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2001000300019&nrm=iso DOI: 10.1590/s0102-311x2001000300019 PMID 11395801 Google Académico
- Arista-Fernández H, Huamán-Sotero LH, Miñano-Mendoza ESD, Díaz-Vélez C, León-Alcántara C. Características clínicas, epidemiológicas y laboratoriales de enfermedades diarreicas agudas en menores de cinco años. "Clínica Asociación vida saludable". Mayo-Junio 2013. Rev Hispanoam Ciencias la Salud [Internet]. 2015;1(1):19-24. Disponible en: <http://www.uhsalud.com/index.php/revhispano/article/view/83> Google Académico
- Alpara Herrera I, Fabiani Hurtado NR, Espejo Herrera N. Factores de riesgo para enfermedad diarreica aguda con deshidratación grave en pacientes de 2 meses a 5 años. Rev Chil Pediatr [Internet]. 2016;87(4):322-3. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-06752014000200002 DOI: 10.1016/j.rchipe.2016.05.004 Google Académico
- World Health Organization. Diarrhoeal disease. [Internet]. [citado 4 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
- United Nations Children's Fund. Diarrhoeal Disease - UNICEF DATA [Internet]. 2018 [citado 4 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://data.unicef.org/topic/child-health/diarrhoeal-disease/>
- Dessalegn M, Kumie A TW. Predictors of under-five childhood diarrhea: Mecha District, West Gojam, Ethiopia. Ethiop J Heal Dev [Internet]. 2011;25(3):192-200. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/ejhd/article/view/83811> Google Académico
- Fischer Walker CL, Rudan I, Liu L, Nair H, Theodoratou E, Bhutta ZA, et al. Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea. Lancet [Internet]. 2013;381(9875):1405-16. Disponible en: <https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140->

- 6736(13)60222-6/fulltext DOI: [10.1016/S0140-6736\(13\)60222-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60222-6) PMID [23582727](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23582727/) [Google Académico](#)
23. Lozano R, Naghavi M, Foreman K, Lim S, Shibuya K, Aboyans V, et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* [Internet]. 2012;380(9859):2095-128. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(12\)61728-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(12)61728-0/fulltext) DOI: [10.1016/S0140-6736\(12\)61728-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61728-0) PMID [23245604](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23245604/) [Google Académico](#)
 24. Asfaha KF, Tesfamichael FA, Fisseha GK, Misgina KH, Weldu MG, Welelawerha NB, et al. Determinants of childhood diarrhea in Medebay Zana District, Northwest Tigray, Ethiopia: A community based unmatched case-control study. *BMC Pediatr* [Internet]. 2018;18(1):120. Disponible en: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-018-1098-7> DOI: [10.1186/s12887-018-1098-7](https://doi.org/10.1186/s12887-018-1098-7) PMID [29598815](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29598815/) PMCID [PMC5877323](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5877323/) [Google Académico](#)
 25. Mohammed S, Tilahun M, Tamiru D. Morbidity and Associated Factors of Diarrheal Diseases Among Under Five Children in Arba-Minch District, Southern Ethiopia, 2012. *Sci J Public Heal* [Internet]. 2013;1(2):102. Disponible en: <http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo.aspx?journalid=251&doi=10.11648/j.sjph.20130102.19> DOI: [10.11648/j.sjph.20130102.19](https://doi.org/10.11648/j.sjph.20130102.19) [Google Académico](#)
 26. Mekasha A, Tesfahun A. Determinants of diarrhoeal diseases: A community-based study in urban south western Ethiopia. *East Afr Med J* [Internet]. 2003;80(2):77-82. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16167720> DOI: [10.4314/eamj.v80i2.8650](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10.4314/eamj.v80i2.8650/) PMID [16167720](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16167720/) [Google Académico](#)
 27. Deribew A, Tessema F, Girma B. Determinants of under-five mortality in Gilgel Gibe Field Research Center, Southwest Ethiopia. *Ethiop J Heal Dev* [Internet]. 2007;21(2). Disponible en: <https://www.ejhd.org/index.php/ejhd/article/view/539> DOI: [10.4314/ejhd.v21i2.10038](https://doi.org/10.4314/ejhd.v21i2.10038) PMID [23621915](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23621915/) PMCID [PMC3644261](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3644261/) [Google Académico](#)
 28. Ministry of Finance and Economic Development. Ethiopia: 2010 MDGs Report - trends and prospects for meeting MDGs by 2015 [Internet]. 2010 [citado 7 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://planipolis.iiep.unesco.org/en/2010/ethiopia-2010-mdgs-report-trends-and-prospects-meeting-mdgs-2015-5025>
 29. Central Statistical Agency E, Macro ORC. Ethiopia Demographic and Health Survey 2005 [Internet]. Addis Ababa, Ethiopia: Central Statistical Agency/Ethiopia and ORC Macro; 2006 [citado 2 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://dhsprogram.com/pubs/pdf/FR179/FR179.pdf>
 30. Eshete WB. A stepwise regression analysis on under-five diarrhoeal morbidity prevalence in Nekemte town, western Ethiopia: maternal care giving and hygiene behavioral determinants. *East Afr J Public Health* [Internet]. 2008;5(3):193-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19374323> DOI: [10.4314/eajph.v5i3.39002](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10.4314/eajph.v5i3.39002/) PMID [19374323](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19374323/) [Google Académico](#)
 31. Mengistie B, Berhane Y, Worku A. Prevalence of diarrhea and associated risk factors among children under-five years of age in Eastern Ethiopia: A cross-sectional study. *Open J Prev Med*. 2013;03(07):446-53. Disponible en: <https://www.scirp.org/Journal/paperinformation.aspx?paperid=38203> DOI: [10.4236/ojpm.2013.37060](https://doi.org/10.4236/ojpm.2013.37060) [Google Académico](#)
 32. Gebru T, Taha M, Kassahun W. Risk factors of diarrhoeal disease in under-five children among health extension model and non-model families in Sheko district rural community, Southwest Ethiopia: Comparative cross-sectional study. *BMC Public Health* [Internet]. 2014;14(1). Disponible en: <https://bmcpubhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-14-395> DOI: [10.1186/1471-2458-14-395](https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-395) PMID [24758243](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24758243/) PMCID [PMC4031974](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4031974/) [Google Académico](#)
 33. Sinmegn Mihrete T, Asres Alemie G, Shimeka Teferra A. Determinants of childhood diarrhea among under-five children in Benishangul Gumuz Regional State, North West Ethiopia. *BMC Pediatr* [Internet]. 2014;14(1):102. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1471-2431-14-102> DOI: [10.1186/1471-2431-14-102](https://doi.org/10.1186/1471-2431-14-102) PMID [24731601](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24731601/) PMCID [PMC4021233](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4021233/) [Google Académico](#)
 34. Azage M, Kumie A, Worku A, Bagtzoglou AC. Childhood diarrhea in high and low hotspot districts of Amhara Region, northwest Ethiopia: a multilevel modeling. *J Heal Popul Nutr* [Internet]. 2016;35:13. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27184552> DOI: [10.1186/s41043-016-0052-2](https://doi.org/10.1186/s41043-016-0052-2) PMID [27184552](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27184552/) PMCID [PMC5025988](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5025988/) [Google Scholar](#)
 35. Mohammed S, Tamiru D. The Burden of Diarrheal Diseases among Children under Five Years of Age in Arba Minch District, Southern Ethiopia, and Associated Risk Factors: A Cross-Sectional Study. *Int Sch Res Not* [Internet]. 2014;2014:1-6. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27433486> DOI: [10.1155/2014/654901](https://doi.org/10.1155/2014/654901) PMID [27433486](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27433486/) PMCID [PMC4897213](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4897213/) [Google Académico](#)
 36. Tamiso A. Prevalence and Determinants of Childhood Diarrhoea among Graduated Households, in Rural Area of Shebedino District, Southern Ethiopia, 2013. *Sci J Public Heal* [Internet]. 2014;2(3):243. Disponible en: <http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo.aspx?journalid=251&doi=10.11648/j.sjph.20140203.28> DOI: [10.11648/j.sjph.20140203.28](https://doi.org/10.11648/j.sjph.20140203.28) [Google Académico](#)
 37. Teklit A, Deyessa N. Prevalence and associated factors of diarrhea among under-five children in Laelay-Maychew District, Tigray Region, Ethiopia [Internet]. [Masters in Pediatrics and Child Health Nursing]. Addis Ababa: Addis Ababa University, College of Health Sciences School of Allied Health Sciences Department of Nursing and Midwifery; 2015. Disponible en: <http://etd.aau.edu.et/handle/123456789/6566>. [citado 05 de septiembre de 2016]
 38. Troeger C, Forouzanfar M, Rao PC, Khalil I, Brown A, Reiner Jr RC, et al. Estimates of global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of diarrhoeal diseases: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet Infect Dis* [Internet]. 2017;17(9):909-48. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30276-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30276-1) DOI: [10.1016/S1473-3099\(17\)30276-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30276-1) PMID [28579426](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28579426/) PMCID [PMC5589208](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5589208/) [Google Académico](#)
 39. Snyder JD, Merson MH. The magnitude of the global problem of acute diarrhoeal disease: A review of active surveillance data. *Bull World Health Organ*. 1982;60(4):605-13. PMID [6982783](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6982783/) PMCID [PMC2536091](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC2536091/)
 40. Bern C, Martinez J, De Zoysa I, Glass RI. The magnitude of the global problem of diarrhoeal disease: A ten-year update. *Bull World Health Organ*. 1992;70(6):705-14. PMID [1486666](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1486666/) PMCID [PMC2393403](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC2393403/) [Google Académico](#)
 41. Kosek M, Bern C, Guerrant RL. The global burden of diarrhoeal disease, as estimated from studies published between 1992 and 2000. *Bull World Health Organ*. 2003;81(3):197-204. PMID [12764516](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12764516/) PMCID [PMC2572419](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC2572419/) [Google Académico](#)
 42. Bryce J, Boschi-Pinto C, Shibuya K, Black RE. WHO estimates of the causes of death in children. *Lancet* [Internet]. 2005;365(9465):1147-52. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)71877-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)71877-8) DOI: [10.1016/S0140-6736\(05\)71877-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)71877-8) PMID [15794969](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15794969/) [Google Académico](#)
 43. Boschi-Pinto C, Velebit L, Shibuya K. Estimating child mortality due to diarrhoea in developing countries. *Bull World Health Organ*. 2008;86(9):710-7. DOI: [10.2471/BLT.07.050054](https://doi.org/10.2471/BLT.07.050054) PMID [18797647](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18797647/) PMCID [PMC2649491](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC2649491/) [Google Académico](#)
 44. You D, Wardlaw T, Salama P, Jones G. Levels and trends in under-5 mortality, 1990–2008. *Lancet* [Internet]. 2010;375(9709):100-3. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61601-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61601-9) DOI: [10.1016/S0140-6736\(09\)61601-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61601-9) PMID [19748116](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19748116/) [Google Académico](#)
 45. Black RE, Cousens S, Johnson HL, Lawn JE, Rudan I, Bassani DG, et al. Global, regional, and national causes of child mortality in 2008: a systematic analysis. *Lancet* [Internet]. 2010;375(9730):1969-87. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60549-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60549-1) DOI: [10.1016/S0140-6736\(10\)60549-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60549-1) PMID [20466419](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20466419/) [Google Académico](#)
 46. Liu L, Johnson HL, Cousens S, Perin J, Scott S, Lawn JE, et al. Global, regional, and national causes of child mortality: an updated systematic analysis for 2010 with time trends since 2000. *Lancet* [Internet]. 2012;379(9832):2151-61. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60560-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60560-1) DOI: [10.1016/S0140-6736\(12\)60560-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60560-1) PMID [22579125](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22579125/) [Google Académico](#)
 47. Herrera I, Comas A, Mascareñas A. Impacto de las enfermedades diarreicas agudas en América Latina. *Rev Lat Infect Pediatr* [Internet]. 2018;31(1):8-16. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=81873> [Google Académico](#)

48. Bbaale E. Determinants of diarrhoea and acute respiratory infection among under-fives in uganda. *Australas Med J* [Internet]. 2011;4(7):400-9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23393526> DOI: <https://doi.org/10.4066/AMJ.2011.723> PMID [23393526](#) PMCID [PMC3562942](#) [Google Académico](#)
49. Zeleke AT, Alemu ZA. Determinants of Under-Five Childhood Diarrhea in Kotebe Health Center, Yeka Sub City, Addis Ababa, Ethiopia: A Case Control Study. *Glob J Med Res* [Internet]. 2014;14(4):1-7. Disponible en: <https://globaljournals.org/item/3787-determinants-of-under-five-childhood-diarrhea-in-kotebe-health-center-yeka-sub-city-addis-ababa-ethiopia-a-case-control-study> [Google Académico](#)
50. Diouf K, Tabatabai P, Rudolph J, Marx M. Diarrhoea prevalence in children under five years of age in rural Burundi: an assessment of social and behavioural factors at the household level. *Glob Health Action* [Internet]. 2014;7(1):24895. Disponible en: <https://doi.org/10.3402/gha.v7.24895> DOI: [10.3402/gha.v7.24895](https://doi.org/10.3402/gha.v7.24895) PMID [25150028](#) PMCID [PMC4141944](#) [Google Académico](#)
51. Sandoval Mex AM, Ramos Beltrán RJ, Ramírez Rivera A. Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Diarrea Aguda en Niños de Dos Meses a Cinco Años en el Primero y Segundo Nivel de Atención [Internet]. México, DF, México: Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud; 2008. Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestros/156_GPC_ENFERMEDAD_DIARREICA_AGUDA_EN_NINOS/RER_Diarrea_Aguda.pdf
52. Cáceres DC, Estrada E, DeAntonio R, Peláez D. La enfermedad diarreica aguda: Un reto para la salud pública en Colombia. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2005;17(1):6-14. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15720876> DOI: [10.1590/s1020-49892005000100002](https://doi.org/10.1590/s1020-49892005000100002) PMID [15720876](#) [Google Académico](#)
53. Anaya/Castellanos M, Guiscafne-Gallardo H, Gutierrez/Camacho C, Villa-Contreras S, Mota/Hernandez F. Factores de riesgo asociados a deshidratación por diarrea aguda, después de recibir consulta pediátrica. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2001;58(3):143-52. [Google Académico](#)
54. Marca Gonzales SR, Mejía Salas H, Tamayo Meneses L. Factores de riesgo para la deshidratación severa en niños menores de 5 años. *Cuad del Hosp Clínicas* [Internet]. 2004;49(1):29-35. [Google Académico](#)
55. Godana W, Mengistie B. Determinants of acute diarrhoea among children under five years of age in Derashe District, Southern Ethiopia. *Rural Remote Health* [Internet]. 2013;13(3):2329. Disponible en: <https://www.rmh.org.au/journal/article/2329> PMID [24016301](#) [Google Académico](#)
56. Simiyu S. Water risk factors pre-disposing the under five children to diarrhoeal morbidity in Mandera district, Kenya. *East Afr J Public Heal* [Internet]. 2010;7(4):353-60. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22066335> DOI: [10.4314/eajph.v7i4.64761](https://doi.org/10.4314/eajph.v7i4.64761) PMID [22066335](#) [Google Académico](#)
57. Lamberti LM, Fischer Walker CL, Black RE. Systematic review of diarrhea duration and severity in children and adults in low and middle-income countries. *BMC Public Health* [Internet]. 2012;12(1):276. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-276> DOI: [10.1186/1471-2458-12-276](https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-276) PMID [22480268](#) PMCID [PMC3364857](#) [Google Académico](#)
58. Ritter L, Solomon K, Sibley P, Hall K, Keen P, Mattu G, et al. Sources, pathways, and relative risks of contaminants in surface water and groundwater: A perspective prepared for the Walkerton inquiry. *J Toxicol Env Heal A*. 2002;65(1):1-142. DOI: [10.1080/152873902753338572](https://doi.org/10.1080/152873902753338572) PMID [11809004](#) [Google Académico](#)
59. Bain R, Cronk R, Hossain R, Bonjour S, Onda K, Wright J, et al. Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review. *Trop Med Int Heal* [Internet]. 2014;19(8):917-27. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/tmi.12334> DOI: [10.1111/tmi.12334](https://doi.org/10.1111/tmi.12334) PMID [24811893](#) PMCID [PMC4255778](#) [Google Académico](#)
60. Darvesh N, Das JK, Vaivada T, Gaffey MF, Rasanathan K, Bhutta ZA, et al. Water, sanitation and hygiene interventions for acute childhood diarrhea: a systematic review to provide estimates for the Lives Saved Tool. *BMC Public Health* [Internet]. 2017;17(Suppl 4):776. Disponible en: <https://bmcpubhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-017-4746-1> DOI: [10.1186/s12889-017-4746-1](https://doi.org/10.1186/s12889-017-4746-1) PMID [29143638](#) PMCID [PMC5688426](#) [Google Académico](#)
61. Pacheco Ávila J, Cabrera Sansores A, Pérez Ceballos R. Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. *Ingeniería* [Internet]. 2004;8(2):165-79. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46780214> [Google Académico](#)
62. Chacón C. Calidad Sanitaria de las Aguas Superficiales y Subterráneas, de la Subcuenca del Río Viejo. *Univ y Cienc* [Internet]. 2015;6(9 SE-Artículos):13-9. Disponible en: <https://www.lamjol.info/index.php/UYC/article/view/1951> DOI: [10.5377/uyc.v6i9.1951](https://doi.org/10.5377/uyc.v6i9.1951) [Google Académico](#)
63. Gambero ML, Blarasin M, Bettera S, Giuliano Albo J. Evaluación de la calidad del agua subterránea mediante la caracterización fenotípica y genotípica de bacterias *Escherichia coli* aisladas. Serie Científica Katarumen. Cuadernos de uso y manejo de aguas subterráneas. [Internet]. 1.a ed. Río Cuarto-Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto, Editora Unirio; 2014. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/270507662_E_book_Assessment_of_groundwater_quality_using_phenotypic_and_genotypic_features_of_bacteria_isolated_from_groundwater_EVALUACION_DE_LA_CALIDAD_DEL_AGUA_SUBTERRANEA_MEDIANTE_LA_CARACTERIZACION_FENOTIPICA [Google Académico](#)
64. González O, Aguirre J, Saugar G, Orozco L, Álvarez G, Palacios K, et al. Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua. *Universitas (León)* [Internet]. 2007;1(1):7-13. Disponible en: <http://revista.unanleon.edu.ni/index.php/universitas/article/view/1> DOI: [10.5377/universitas.v1i1.1625](https://doi.org/10.5377/universitas.v1i1.1625) [Google Académico](#)
65. Gutiérrez J, Marín J, París M. Calidad de agua subterránea en el sector Centro Occidental del municipio Miranda (estado Zulia, Venezuela). *Aqua-LAC* [Internet]. 2018;10(2):38-45. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PHI-04.pdf> DOI: [10.29104/PHI-2018-AQUALAC-V10-N2-04](https://doi.org/10.29104/PHI-2018-AQUALAC-V10-N2-04) [Google Académico](#)
66. Lucena F, Ribas F, Duran AE, Skrabber S, Gantzer C, Campos C, et al. Occurrence of bacterial indicators and bacteriophages infecting enteric bacteria in groundwater in different geographical areas. *J Appl Microbiol* [Internet]. 2006;101(1):96-102. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.02907.x> DOI: [10.1111/j.1365-2672.2006.02907.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.02907.x) PMID [16834595](#) [Google Académico](#)
67. Maran NH, Crispim BDA, Iahnn SR, de Araújo RP, Grisolia AB, de Oliveira KMP. Depth and well type related to groundwater microbiological contamination. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2016;13(10):1036. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1660-4601/13/10/1036> DOI: [10.3390/ijerph13101036](https://doi.org/10.3390/ijerph13101036) PMID [27775681](#) PMCID [PMC5086775](#) [Google Académico](#)
68. Méndez Novelo RI, Pacheco Ávila JG, Castillo Borges ER, Cabrera Sansores A, Vázquez Borges E del R, Cabañas Vargas DD. Calidad microbiológica de pozos de abastecimiento de agua potable en Yucatán, México. *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY* [Internet]. 2015;19(1):51-61. Disponible en: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/14> [Google Académico](#)
69. Monte Blanco SPD, Módenes AN, Scheufele FB, Marín P, Schneider K, Espinoza-Quiriones FR, et al. Groundwater quality monitoring of the Serra Geral aquifer in Toledo, Brazil. *J Environ Sci Heal - Part A Toxic/Hazardous Subst Environ Eng* [Internet]. 2018;53(14):1243-52. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30596333> DOI: [10.1080/10934529.2018.1528038](https://doi.org/10.1080/10934529.2018.1528038) PMID [30596333](#) [Google Académico](#)
70. Ramírez E, Robles E, Sainz MG, Ayala R, Campoy E. Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. *Rev. Int. Contam. Ambient* [Internet]. 2009;25 (4) 247-255. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000400005 [Google Académico](#)
71. Rohden F, Rossi EM, Scapin D, Cunha FB da, Sardiglia CU. Monitoramento microbiológico de águas subterráneas em cidades do Extremo Oeste de Santa Catarina. *Cien Saude Colet* [Internet]. 2009;14(6):2199-203. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232009000600027&nrm=iso DOI: [10.1590/S1413-81232009000600027](https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000600027) PMID [20069188](#) [Google Académico](#)

72. Sotomayor F, Villagra V, Cristaldo G, Silva L, Ibáñez L. Determinación de la calidad microbiológica de las aguas de pozo artesiano de distritos de los departamentos Central, Cordillera y municipio Capital. Memorias del Inst Investig en Ciencias la Salud [Internet]. 2013;11(1):5-14. Disponible en: <http://revistascientificas.una.py/index.php/RilC/article/view/111> Google Académico
73. Valenzuela E, Godoy R, Almonacid L, Barrientos M. Calidad microbiológica del agua de un área agrícola-ganadera del centro sur de Chile y su posible implicancia en la salud humana. Rev Chil Infectol [Internet]. 2012;29(6):628-34. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23412031> DOI: [10.4067/S0716-10182012000700007](https://doi.org/10.4067/S0716-10182012000700007) PMID [23412031](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23412031/) Google Académico
74. Vence Márquez L, Rivera González M, Osorio Bayter Y, Castillo Sarabia AB. Caracterización microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas de los municipios de La Paz y San Diego, Cesar, Colombia. Rev Investig Agrar y Ambient. 2012;3(2):27-35. Disponible en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riqa/article/view/953> Google Académico
75. Daniels ME, Smith WA, Jenkins MW. Estimating *Cryptosporidium* and *Giardia* disease burdens for children drinking untreated groundwater in a rural population in India. PLoS Negl Trop Dis [Internet]. 2018;12(1):e0006231. Disponible en: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pntd.0006231> DOI: [10.1371/journal.pntd.0006231](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006231) PMID [29377884](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29377884/) PMCID [PMC5805363](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5805363/) Google Académico
76. Kulinkina A V, Mohan VR, Francis MR, Kattula D, Sarkar R, Plummer JD, et al. Seasonality of water quality and diarrheal disease counts in urban and rural settings in south India. Sci Rep [Internet]. 2016;6(1):20521. Disponible en: <http://www.nature.com/articles/srep20521> DOI: [10.1038/srep20521](https://doi.org/10.1038/srep20521) PMID [26867519](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26867519/) PMCID [PMC4751522](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4751522/) Google Académico
77. Adane M, Mengistie B, Medhin G, Kloos H, Mulat W. Piped water supply interruptions and acute diarrhea among under-five children in Addis Ababa slums, Ethiopia: A matched case-control study. PLoS One [Internet]. 2017;12(7):e0181516. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181516> DOI: [10.1371/journal.pone.0181516](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181516) PMID [28723927](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28723927/) PMCID [PMC5517045](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5517045/) Google Académico
78. World Health Organization & United Nations Children's Fund. Progress on sanitation and drinking water—2015 update and MDG assessment [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2015. 90 p. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/177752>
79. Vedachalam S, MacDonald LH, Shiferaw S, Seme A, Schwab KJ, Investigators O behalf of P. Underreporting of high-risk water and sanitation practices undermines progress on global targets. PLoS One [Internet]. 2017;12(5):e0176272. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176272> DOI: [10.1371/journal.pone.0176272](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176272) PMID [28489904](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28489904/) PMCID [PMC5425011](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5425011/) Google Académico
80. Bain R, Cronk R, Wright J, Yang H, Slaymaker T, Bartram J. Fecal Contamination of Drinking-Water in Low and Middle-Income Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS Med [Internet]. 2014;11(5):e1001644. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001644> DOI: [10.1371/journal.pmed.1001644](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001644) PMID [24800926](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24800926/) PMCID [PMC4011876](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4011876/) Google Académico
81. Luby SP, Halder AK, Huda TM, Unicomb L, Islam MS, Arnold BF, et al. Microbiological contamination of drinking water associated with subsequent child diarrhea. Am J Trop Med Hyg [Internet]. 2015;93(5):904-11. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26438031> DOI: [10.4269/ajtmh.15-0274](https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0274) PMID [26438031](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26438031/) PMCID [PMC4703288](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4703288/) Google Académico
82. Bartram J, Cairncross S. Hygiene, Sanitation, and Water: Forgotten Foundations of Health. PLoS Med [Internet]. 2010;7(11):e1000367. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000367> DOI: [10.1371/journal.pmed.1000367](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000367) PMID [21085694](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21085694/) PMCID [PMC2976722](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC2976722/) Google Académico
83. Bain RES, Gundry SW, Wright JA, Yang H, Pedley S, Bartram JK. Accounting for water quality in monitoring access to safe drinking-water as part of the Millennium Development Goals: lessons from five countries. Bull World Health Organ [Internet]. 2012;90(3):228-235A. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22461718> DOI: [10.2471/BLT.11.094284](https://doi.org/10.2471/BLT.11.094284) PMID [22461718](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22461718/) PMCID [PMC3314212](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3314212/) Google Académico
84. Baum R, Kayser G, Stauber C, Sobsey M. Assessing the microbial quality of improved drinking water sources: Results from the Dominican Republic. Am J Trop Med Hyg [Internet]. 2014;90(1):121-3. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24218411> DOI: [10.4269/ajtmh.13-0380](https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0380) PMID [24218411](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24218411/) PMCID [PMC3886407](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3886407/) Google Académico
85. World Health Organization. WHO global water, sanitation and hygiene annual report 2018 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2019. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/global-water-sanitation-and-hygiene-annual-report-2018/en/
86. Kumpel E, Nelson KL. Intermittent Water Supply: Prevalence, Practice, and Microbial Water Quality. Environ Sci Technol [Internet]. 2016;50(2):542-53. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26670120> DOI: [10.1021/acs.est.5b03973](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03973) PMID [26670120](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26670120/) Google Académico
87. Ercumen A, Arnold BF, Kumpel E, Burt Z, Ray I, Nelson K, et al. Upgrading a Piped Water Supply from Intermittent to Continuous Delivery and Association with Waterborne Illness: A Matched Cohort Study in Urban India. PLoS Med [Internet]. 2015;12(10):e1001892. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001892> DOI: [10.1371/journal.pmed.1001892](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001892) PMID [26505897](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26505897/) PMCID [PMC4624240](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4624240/) Google Académico
88. Herbst S, Fayzieva D, Kistemann T. Risk factor analysis of diarrhoeal diseases in the Aral Sea area (Khorezm, Uzbekistan). Int J Environ Health Res [Internet]. 2008;18(5):305-21. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09603120701834507> DOI: [10.1080/09603120701834507](https://doi.org/10.1080/09603120701834507) PMID [18821371](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18821371/) Google Académico
89. Brocklehurst C, Slaymaker T. Continuity in Drinking Water Supply. PLoS Med [Internet]. 2015;12(10):e1001894. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001894> DOI: [10.1371/journal.pmed.1001894](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001894) PMID [26506101](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26506101/) PMCID [PMC4624426](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4624426/) Google Académico
90. Jeandron A, Saidi JM, Kapama A, Burhole M, Birembano F, Vandeveld T, et al. Water Supply Interruptions and Suspected Cholera Incidence: A Time-Series Regression in the Democratic Republic of the Congo. PLoS Med [Internet]. 2015;12(10):e1001893. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001893> DOI: [10.1371/journal.pmed.1001893](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001893) PMID [26506001](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26506001/) PMCID [PMC4624412](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4624412/) Google Académico
91. Mintz ED, Tauxe R V., Reiff FM. Safe Water Treatment and Storage in the Home: A Practical New Strategy to Prevent Waterborne Disease. JAMA [Internet]. 1995;273(12):948-53. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/vol/273/pg/948> DOI: [10.1001/jama.1995.03520360062040](https://doi.org/10.1001/jama.1995.03520360062040) PMID [7884954](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7884954/) Google Académico
92. Oswald WE, Lescano AG, Bern C, Calderon MM, Cabrera L, Gilman RH. Fecal contamination of drinking water within peri-urban households, Lima, Peru. Am J Trop Med Hyg [Internet]. 2007;77(4):699-704. Disponible en: <http://www.ajtmh.org/cgi/pmidlookup?view=long&pmid=17978074> DOI: [10.4269/ajtmh.2007.77.699](https://doi.org/10.4269/ajtmh.2007.77.699) PMID [17978074](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17978074/) Google Académico
93. Trevett AF, Carter RC, Tyrrel SF. Water quality deterioration: A study of household drinking water quality in rural Honduras. Int J Environ Health Res [Internet]. 2004;14(4):273-83. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09603120410001725612> DOI: [10.1080/09603120410001725612](https://doi.org/10.1080/09603120410001725612) PMID [15369992](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15369992/) Google Académico
94. Wolf J, Prüss-Ustün A, Cumming O, Bartram J, Bonjour S, Cairncross S, et al. Systematic review: Assessing the impact of drinking water and sanitation on diarrhoeal disease in low and middle-income settings: systematic review and meta-regression. Trop Med Int Heal [Internet]. 2014;19(8):928-42. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tmi.12331> DOI: [10.1111/tmi.12331](https://doi.org/10.1111/tmi.12331) PMID [24811732](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24811732/) Google Académico
95. Fewtrell L, Kaufmann RB, Kay D, Enanoria W, Haller L, Colford JM. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: A systematic review and meta-analysis.

- Lancet Infect Dis [Internet]. 2005;5(1):42-52. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(04\)01253-8/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(04)01253-8/fulltext) DOI: [10.1016/S1473-3099\(04\)01253-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(04)01253-8) PMID [15620560](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15620560/) Google Académico
96. Lule JR, Mermin J, Ekwari JP, Malamba S, Downing R, Ransom R, et al. Effect of home-based water chlorination and safe storage on diarrhea among persons with human immunodeficiency virus in Uganda. *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2005;73(5):926-33. Disponible en: <http://www.ajtmh.org/cgi/pmidlookup?view=long&pmid=16282305> DOI: [10.4269/ajtmh.2005.73.926](https://doi.org/10.4269/ajtmh.2005.73.926) PMID [16282305](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16282305/) Google Académico
 97. Baker KK, Sow SO, Kotloff KL, Nataro JP, Farag TH, Tamboura B, et al. Quality of piped and stored water in households with children under five years of age enrolled in the Mali site of the Global Enteric Multi-Center Study (GEMS). *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2013;89(2):214-22. Disponible en: <http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.12-0256?crawler=true&mimetype=application/pdf> DOI: [10.4269/ajtmh.12-0256](https://doi.org/10.4269/ajtmh.12-0256) PMID [23836570](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23836570/) PMCID [PMC3741239](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3741239/) Google Académico
 98. Wright J, Gundry S, Conroy R. Household drinking water in developing countries: a systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use. *Trop Med Int Heal* [Internet]. 2004;9(1):106-17. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3156.2003.01160.x> DOI: [10.1046/j.1365-3156.2003.01160.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-3156.2003.01160.x) PMID [14728614](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14728614/) Google Académico
 99. Arnold BF, Colford JM. Treating water with chlorine at point-of-use to improve water quality and reduce child diarrhea in developing countries: A systematic review and meta-analysis. *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2007;76(2):354-64. Disponible en: <http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.2007.76.354> DOI: [10.4269/ajtmh.2007.76.354](https://doi.org/10.4269/ajtmh.2007.76.354) PMID [17297049](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17297049/) Google Académico
 100. Copeland CC, Beers BB, Thompson MR, Fitzgerald RP, Barrett LJ, Sevilleja JE, et al. Faecal contamination of drinking water in a Brazilian shanty town: importance of household storage and new human faecal marker testing. *J Water Health* [Internet]. 2009;7(2):324-31. Disponible en: <https://doi.org/10.2166/wh.2009.081> DOI: [10.2166/wh.2009.081](https://doi.org/10.2166/wh.2009.081) PMID [19240358](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19240358/) PMCID [PMC2862272](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC2862272/) Google Académico
 101. Tumwine JK, Thompson J, Katua-Katua M, Mujwajuzi M, Johnstone N, Wood E, et al. Diarrhoea and effects of different water sources, sanitation and hygiene behaviour in East Africa. *Trop Med Int Heal* [Internet]. 2002;7(9):750-6. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-3156.2002.00927.x?sid=nlm%3Apubmed> DOI: [10.1046/j.1365-3156.2002.00927.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-3156.2002.00927.x) PMID [12225505](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12225505/) Google Académico
 102. Wang X, Hunter PR. A systematic review and meta-analysis of the association between self-reported diarrheal disease and distance from home to water source. *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2010;83(3):582-4. Disponible en: <http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.2010.10-0215?crawler=true&mimetype=application/pdf> DOI: [10.4269/ajtmh.2010.10-0215](https://doi.org/10.4269/ajtmh.2010.10-0215) PMID [20810824](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20810824/) PMCID [PMC2929055](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC2929055/) Google Académico
 103. Pickering AJ, Davis J. Freshwater Availability and Water Fetching Distance Affect Child Health in Sub-Saharan Africa. *Environ Sci Technol* [Internet]. 2012;46(4):2391-7. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es203177v> DOI: [10.1021/es203177v](https://doi.org/10.1021/es203177v) PMID [22242546](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22242546/) Google Académico
 104. El-Fadel M, Maroun R, Quba'A R, Mawla D, Sayess R, Massoud MA, et al. Determinants of diarrhea prevalence in urban slums: A comparative assessment towards enhanced environmental management. *Environ Monit Assess* [Internet]. 2014;186(2):665-77. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10661-013-3406-x#citeas> DOI: [10.1007/s10661-013-3406-x](https://doi.org/10.1007/s10661-013-3406-x) PMID [24078142](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24078142/) Google Académico
 105. Subbaraman R, Shitole S, Shitole T, Sawant K, Obrien J, Bloom DE, et al. The social ecology of water in a Mumbai slum: Failures in water quality, quantity, and reliability. *BMC Public Health* [Internet]. 2013;13(1):173. Disponible en: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-13-173> DOI: [10.1186/1471-2458-13-173](https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-173) PMID [23442300](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23442300/) PMCID [PMC3599692](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3599692/) Google Académico
 106. Jalan J, Ravallion M. Does piped water reduce diarrhea for children in rural India? *J Econom* [Internet]. 2003;112(1):153-73. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407602001586> DOI: [10.1016/S0304-4076\(02\)00158-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(02)00158-6) Google Académico
 107. Johnson KM, Anil Kumar MR, Ponmurugan P. Degradation of the quality of water during monsoon and the related outbreak of water borne diseases. *Ecol Environ Conserv* [Internet]. 2010;16(2):277-80. Disponible en: http://www.envirobiotechjournals.com/article_abstract.php?aid=639&iid=30&jid=3 Google Académico
 108. Ochoa TJ, Mercado EH, Durand D, Rivera FP, Mosquito S, Contreras C, et al. Frecuencia y patotipos de *Escherichia coli* diarrogénicas en niños peruanos con y sin diarrea. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2011;28(1):13-20. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342011000100003&nrm=iso DOI: [10.1590/s1726-46342011000100003](https://doi.org/10.1590/s1726-46342011000100003) PMID [21537764](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21537764/) Google Académico
 109. Giugno S, Oderiz S. Etiología bacteriana de la diarrea aguda en pacientes pediátricos. *Acta Bioquim Clin Latinoam* [Internet]. 2010;44(1):63-9. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572010000100009 Google Académico
 110. Devera R, Blanco Y, Amaya I, Requena I, Rodríguez Y. Coccidios intestinales en niños menores de 5 años con diarrea: Emergencia pediátrica, Hospital Universitario Ruiz y Páez. *Rev Soc Venez Microbiol* [Internet]. 2010;30(2):55-60. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562010000200011&lang=es Google Académico
 111. Cermeño J, Hernández I, Camaripano M, Medina A, Hernández C. Etiología de diarrea aguda en niños menores de 5 años de la ciudad Bolívar, Venezuela. *Rev Soc Venez Microbiol* [Internet]. 2008;28(1):55-60. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562008000100011&lang=es Google Académico
 112. Perales M, Camiña M, Quiñones C. Infección por *Campylobacter* y *Shigella* como causa de Diarrea Aguda Infecciosa en niños menores de dos años en el Distrito de la Victoria, Lima-Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2002;19(4):186-92. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342002000400004&lang=es Google Académico
 113. Urrestarazu MI, Liprandi F, Pérez de Suárez E, González R, Pérez-Schael I. Características etiológicas, clínicas y sociodemográficas de la diarrea aguda en Venezuela. *Rev Panam Salud Pública* [Internet]. 1999;6(3):149-56. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/8906> DOI: [10.1590/s1020-49891999000800001](https://doi.org/10.1590/s1020-49891999000800001) PMID [10517091](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10517091/) Google Académico
 114. Domínguez V, Montes B, Mora M, Racini C. Detección de agentes infecciosos asociados a la enfermedad diarreica aguda (EDAs) en la población infantil de la ciudad de Montevideo. *Rev Med (Puebla)*. 2010;9(2):66-9. Google Académico
 115. Ercumen A, Naser AM, Arnold BF, Unicomb L, Colford JM, Luby SP. Can sanitary inspection surveys predict risk of microbiological contamination of groundwater sources? Evidence from shallow tubewells in rural Bangladesh. *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2017;96(3):561-8. Disponible en: <http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.16-0489?crawler=true&mimetype=application/pdf> DOI: [10.4269/ajtmh.16-0489](https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0489) PMID [28115666](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28115666/) PMCID [PMC5361528](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5361528/) Google Académico
 116. Ashbolt NJ. Microbial Contamination of Drinking Water and Human Health from Community Water Systems. *Curr Environ Health Rep* [Internet]. 2015;2(1):95-106. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40572-014-0037-5> DOI: [10.1007/s40572-014-0037-5](https://doi.org/10.1007/s40572-014-0037-5) PMID [25821716](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25821716/) PMCID [PMC4372141](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4372141/) Google Académico
 117. Norman LM, Caldeira F, Callegary J, Gray F, O' Rourke MK, Meranza V, et al. Socio-Environmental Health Analysis in Nogales, Sonora, Mexico. *Water Qual Expo Heal* [Internet]. 2012;4(2):79-91. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22719797> DOI: [10.1007/s12403-012-0067-x](https://doi.org/10.1007/s12403-012-0067-x) PMID [22719797](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22719797/) PMCID [PMC3375430](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3375430/) Google Académico
 118. Gleason JA, Fagliano JA. Effect of drinking water source on associations between gastrointestinal illness and heavy rainfall in

- New Jersey. PLoS One [Internet]. 2017;12(3):e0173794. Disponible en: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0173794> DOI: 10.1371/journal.pone.0173794 PMID 28282467 PMCID PMC5345866 Google Académico
119. Jarfín AE, Salazar JG, Martínez-Fresneda Mestre M. Evaluación del riesgo a la contaminación de los acuíferos de la Reserva Biológica de Limoncacha, Amazonía Ecuatoriana. Rev Ambient Agua [Internet]. 2017;12(4):652-65. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2017000400652&nrm=iso DOI: 10.4136/ambi-agua.2030 Google Académico
 120. Lin J, Ganesh A. Water quality indicators: bacteria, coliphages, enteric viruses. Int J Environ Health Res [Internet]. 2013;23(6):484-506. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09603123.2013.769201> DOI: 10.1080/09603123.2013.769201 PMID 23438312 Google Académico
 121. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality, 4th edition [Internet]. Malta: World Health Organization; 2011. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/dwq-guidelines-4/en/ Google Académico
 122. Kravitz JD, Nyaphisi M, Mandel R, Petersen E. Quantitative bacterial examination of domestic water supplies in the Lesotho Highlands: Water quality, sanitation, and village health. Bull World Health Organ. 1999;77(10):829-35. PMID 10593031 PMCID PMC2557741 Google Académico
 123. Winston JJ, Escamilla V, Perez-Heydrich C, Carrel M, Yunus M, Streatfield PK, et al. Protective benefits of deep tube wells against childhood diarrhea in Matlab, Bangladesh. Am J Public Health [Internet]. 2013;103(7):1287-91. Disponible en: <http://ajph.aphapublications.org/doi/10.2105/AJPH.2012.300975> DOI: 10.2105/AJPH.2012.300975 PMID 23409905 PMCID PMC3676444 Google Académico
 124. Moe CL, Sobsey MD, Samsa GP, Mesolo V. Bacterial indicators of risk of diarrhoeal disease from drinking-water in the Philippines. Bull World Health Organ [Internet]. 1991;69(3):305-17. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=1893505> PMID 1893505 PMCID PMC2393099 Google Académico
 125. Cifuentes E, Suárez L, Solano M, Santos R. Diarrheal diseases in children from a water reclamation site in Mexico city. Environ Health Perspect [Internet]. 2002;110(10):A619-24. Disponible en: <https://doi.org/10.1289/ehp.021100619> DOI: 10.1289/ehp.021100619 PMID 12361943 PMCID PMC1241048 Google Académico
 126. Downs TJ, Cifuentes-García E, Suffet IM. Risk screening for exposure to groundwater pollution in a wastewater irrigation district of the Mexico City region. Environ Health Perspect [Internet]. 1999;107(7):553-61. Disponible en: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/abs/10.1289/ehp.99107553> DOI: 10.1289/ehp.99107553 PMID 10398590 PMCID PMC1566683 Google Académico
 127. Falkenberg T, Saxena D. Impact of wastewater-irrigated urban agriculture on diarrhea incidence in Ahmedabad, India. Indian J Community Med [Internet]. 2018;43(2):102-6. Disponible en: <http://www.ijcm.org.in/article.asp?issn=0970-0218;year=2018;volume=43;issue=2;spage=106;aualast=Falkenberg> DOI: 10.4103/ijcm.IJCM.192.17 PMID 29899609 PMCID PMC5974823 Google Académico
 128. Özkan S, Tüzün H, Görür N, Ceyhan M, Ayçan S, Albayrak S, et al. Water usage habits and the incidence of diarrhea in rural Ankara, Turkey. Trans R Soc Trop Med Hyg [Internet]. 2007;101(11):1131-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2007.05.011> DOI: 10.1016/j.trstmh.2007.05.011 PMID 17681361 Google Académico
 129. World Health Organization. Foodborne diseases [Internet]. [citado 05 de noviembre de 2019]. Disponible en: https://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/en/
 130. Guzmán BL, Nava G, Bevilacqua PD. La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008-2012. Biomédica [Internet]. 2015;35(Sup2):177-90. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/2511> DOI: 10.7705/biomedica.v35i0.2511 PMID 26535753 Google Académico
 131. Vázquez ML, Mosquera M, Cuevas LE, González ES, Veras ICL, Luz EO da, et al. Incidência e fatores de risco de diarreia e infecções respiratórias agudas em comunidades urbanas de Pernambuco, Brasil. Cad Saude Publica [Internet]. 1999;15(1):163-72. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1999000100016&lng=pt&tlng=pt DOI: 10.1590/S0102-311X1999000100016 PMID 10203456 Google Académico
 132. Heller L, Colosimo EA, Antunes CM de F. Environmental sanitation conditions and health impact: a case-control study. Rev Soc Bras Med Trop [Internet]. 2003;36(1):41-50. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822003000100007&lng=en&tlng=en DOI: 10.1590/S0037-86822003000100007 PMID 12715062 Google Académico
 133. Ferrer SR, Strina A, Jesus SR, Ribeiro HC, Cairncross S, Rodrigues LC, et al. A hierarchical model for studying risk factors for childhood diarrhoea: a case-control study in a middle-income country. Int J Epidemiol [Internet]. 2008;37(4):805-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ije/dyn093> DOI: 10.1093/ije/dyn093 PMID 18515864 Google Académico
 134. UN-HABITAT. Meeting development goals in small urban centres: water and sanitation in the world's cities, 2006 [Internet]. 2006. Disponible en: <https://unhabitat.org/topic/water-and-sanitation>
 135. McMichael AJ, Butler CD. Emerging health issues: the widening challenge for population health promotion. Health Promot Int [Internet]. 2006;21(suppl_1):15-24. Disponible en: https://academic.oup.com/heapro/article/21/suppl_1/15/765605 DOI: 10.1093/heapro/dal047 PMID 17307953 Google Académico
 136. Yongs HBN. Suffering for water, suffering from water: Access to drinking-water and associated health risks in Cameroon. J Heal Popul Nutr [Internet]. 2010;28(5):424-35. Disponible en: <https://www.banglajol.info/index.php/JHPN/article/view/6150> DOI: 10.3329/jhpn.v28i5.6150 PMID 20941893 PMCID PMC2963764 Google Académico
 137. Mahvi AH, Karyab H. Risk Assessment for Microbial Pollution in Drinking Water in Small Community and Relation to Diarrhea Disease. Am J Agric Env Sci [Internet]. 2007;2(4):404-6. Disponible en: [https://www.idosi.org/aejaes/jaes2\(4\)/14.pdf](https://www.idosi.org/aejaes/jaes2(4)/14.pdf) Google Académico
 138. Kenya Demographic and Health Survey. Cameroon Demographic and Health Survey [Internet]. 2011 [citado 15 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://ghdx.healthdata.org/record/cameroon-demographic-and-health-survey-2004>
 139. Redondo-Solano M, Echandi Arias ML. Comparación de métodos para el análisis de coliformes totales y fecales en muestras de agua mediante la técnica de Número Más Probable (NMP). Cuad Investig UNED [Internet]. 2011;3(2):219-26. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515651980006> Google Académico
 140. Benítez Payares BM, Ferrer Villasmil KJ, Rangel Matos LC, Ávila Larreal AG, Barboza Y, Levy A. Calidad microbiológica del agua potable envasada en bolsas y botellas que se venden en la ciudad de Maracaibo, estado Zulia-Venezuela. Multiciencias [Internet]. 2013;13(1):16-22. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/multiciencias/article/view/16935> Google Académico
 141. Levy K, Nelson KL, Hubbard A, Eisenberg JNS. Rethinking indicators of microbial drinking water quality for health studies in tropical developing countries: Case study in northern coastal Ecuador. Am J Trop Med Hyg [Internet]. 2012;86(3):499-507. Disponible en: <http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.2012.11-0263?crawler=true&mimetype=application/pdf> DOI: 10.4269/ajtmh.2012.11-0263 PMID 22403326 PMCID PMC3284371 Google Académico
 142. Roudnew B, Lavery TJ, Seymour JR, Smith RJ, Mitchell JG. Spatially varying complexity of bacterial and virus-like particle communities within an aquifer system. Aquat Microb Ecol [Internet]. 2013;68(3):259-66. Disponible en: <https://www.int-res.com/abstracts/ame/v68/n3/p259-266/> DOI: 10.3354/ame01615 Google Académico
 143. Li X, Watanabe N, Xiao C, Harter T, McCowan B, Liu Y, et al. Antibiotic-resistant *E. coli* in surface water and groundwater in dairy operations in Northern California. Environ Monit Assess [Internet]. 2014;186(2):1253-60. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-013-3454-2> DOI: 10.1007/s10661-013-3454-2 PMID 24097011 Google Académico

144. Wiggins BA, Andrews RW, Conway RA, Corr CL, Dobratz EJ, Dougherty DP, et al. Use of antibiotic resistance analysis to identify nonpoint sources of fecal pollution. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 1999;65(8):3483-6. Disponible en: <https://aem.asm.org/content/65/8/3483.long> PMID [10427038](#) PMCID [PMC91523](#) [Google Académico](#)
145. Kivits T, Broers HP, Beeltje H, van Vliet M, Griffioen J. Presence and fate of veterinary antibiotics in age-dated groundwater in areas with intensive livestock farming. *Environ Pollut* [Internet]. 2018;241:988-98. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749117342562?via%3Dihub> DOI: [10.1016/j.envpol.2018.05.085](#) PMID [30029333](#) [Google Académico](#)
146. Chen QL, Li H, Zhou XY, Zhao Y, Su JQ, Zhang X, et al. An underappreciated hotspot of antibiotic resistance: The groundwater near the municipal solid waste landfill. *Sci Total Environ* [Internet]. 2017;609:966-73. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717318673?via%3Dihub> DOI: [10.1016/j.scitotenv.2017.07.164](#) PMID [28783909](#) [Google Académico](#)
147. Szekeres E, Chiriac CM, Baricz A, Szőke-Nagy T, Lung I, Soran M-L, et al. Investigating antibiotics, antibiotic resistance genes, and microbial contaminants in groundwater in relation to the proximity of urban areas. *Environ Pollut* [Internet]. 2018;236:734-44. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0269749117343543> DOI: [10.1016/j.envpol.2018.01.107](#) PMID [29454283](#) [Google Académico](#)
148. Rompré A, Servais P, Baudart J, De-Roubin MR, Laurent P. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. *J Microbiol Methods* [Internet]. 2002;49(1):31-54. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167701201003517?via%3Dihub> DOI: [10.1016/S0167-7012\(01\)00351-7](#) PMID [11777581](#) [Google Académico](#)
149. Mohapatra BR, Broersma K, Mazumder A. Comparison of five rep-PCR genomic fingerprinting methods for differentiation of fecal *Escherichia coli* from humans, poultry and wild birds. *FEMS Microbiol Lett* [Internet]. 2007;277(1):98-106. Disponible en: <https://academic.oup.com/femle/article-lookup/doi/10.1111/j.1574-6968.2007.00948.x> DOI: [10.1111/j.1574-6968.2007.00948.x](#) PMID [17986090](#) [Google Académico](#)
150. Cahoon LB, Song B. Microbiological threats to water quality. En: Ahuja S, editor. *Handbook of water purity and quality* [Internet]. London: Academic Press; 2009. p. 181-96. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123741929/handbook-of-water-purity-and-quality> DOI: [10.1016/B978-0-12-374192-9.00008-X](#)
151. Sint D, Raso L, Traugott M. Advances in multiplex PCR: Balancing primer efficiencies and improving detection success. *Methods Ecol Evol* [Internet]. 2012;3(5):898-905. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23549328> DOI: [10.1111/j.2041-210X.2012.00215.x](#) PMID [23549328](#) PMCID [PMC3573865](#) [Google Académico](#)
152. Kralik P, Ricchi M. A basic guide to real time PCR in microbial diagnostics: Definitions, parameters, and everything. *Front Microbiol* [Internet]. 2017;8(FEB):108. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.00108/full> DOI: [10.3389/fmicb.2017.00108](#) PMID [28210243](#) PMCID [PMC5288344](#) [Google Académico](#)
153. Zhou W, Kageyama K, Li F, Yuasa A. Monitoring of microbiological water quality by real-time PCR. *Environ Technol* [Internet]. 2007;28(5):545-53. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09593332808618814> DOI: [10.1080/09593332808618814](#) PMID [17615963](#) [Google Académico](#)
154. Carducci A, Casini B, Bani A, Rovini E, Verani M, Mazzoni F, et al. Virological control of groundwater quality using biomolecular tests. *Water Sci Technol* [Internet]. 2003;47(3):261-6. Disponible en: <https://doi.org/10.2166/wst.2003.0205> DOI: [10.2166/wst.2003.0205](#) PMID [12639039](#) [Google Académico](#)
155. Jothikumar N, Paulmurugan R, Padmanabhan P, Balathiripura Sundari R, Kamatchiammal S, Subba Rao K. Duplex RT-PCR for simultaneous detection of hepatitis A and hepatitis E virus isolated from drinking water samples. *J Environ Monit* [Internet]. 2000;2(6):587-90. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11296746> DOI: [10.1039/b004224m](#) PMID [11296746](#) [Google Académico](#)
156. Charles K, Shore J, Sellwood J, Laverick M, Hart A, Pedley S. Assessment of the stability of human viruses and coliphage in groundwater by PCR and infectivity methods. *J Appl Microbiol* [Internet]. 2009;106(6):1827-37. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2672.2009.04150.x> DOI: [10.1111/j.1365-2672.2009.04150.x](#) PMID [19298517](#) [Google Académico](#)
157. Dombek PE, Johnson LK, Zimmerley ST, Sadowsky MJ. Use of repetitive DNA sequences and the PCR to differentiate *Escherichia coli* isolates from human and animal sources. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 2000;66(6):2572-7. Disponible en: <https://aem.asm.org/content/66/6/2572.long> DOI: [10.1128/AEM.66.6.2572-2577.2000](#) PMID [10831440](#) PMCID [PMC110583](#) [Google Académico](#)
158. Baldy-Chudzik K. Rep-PCR. A variant to RAPD or an independent technique of bacteria genotyping? A comparison of the typing properties of rep-PCR with other recognized methods of genotyping of microorganisms. *Acta Microbiol Pol.* 2001;50(3-4):189-204. PMID [11930988](#) [Google Académico](#)
159. Euringer K, Lueders T. An optimized PCR/T-RFLP fingerprinting approach for the investigation of protistan communities in groundwater environments. *J Microbiol Methods* [Internet]. 2008;75(2):262-8. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167701208002406> DOI: [10.1016/j.mimet.2008.06.012](#) PMID [18621084](#) [Google Académico](#)
160. Toledo R dos S, Martins FDC, Ferreira FP, de Almeida JC, Ogawa L, dos Santos HLEPL, et al. *Cryptosporidium* spp. and *Giardia* spp. in feces and water and the associated exposure factors on dairy farms. *PLoS One* [Internet]. 2017;12(4):e0175311. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0175311> DOI: [10.1371/journal.pone.0175311](#) PMID [28403147](#) PMCID [PMC5389815](#) [Google Académico](#)
161. Bouchet V, Huot H, Goldstein R. Molecular genetic basis of ribotyping. *Clin Microbiol Rev* [Internet]. 2008;21(2):262-73. Disponible en: <http://cmr.asm.org/cgi/doi/10.1128/CMR.00026-07> DOI: [10.1128/CMR.00026-07](#) PMID [18400796](#) PMCID [PMC2292578](#) [Google Académico](#)
162. Zameer M, Mahmood S, Mushtaq Z, Tabasum B, Ali Q, Mahmood N, et al. Detection of bacterial load in drinking water samples by 16s rRNA ribotyping and RAPD analysis. *Adv Life Sci* [Internet]. 2015;2(3):135-41. Disponible en: <http://www.als-journal.com/237-15/> [Google Académico](#)
163. Mouser PJ, Rizzo DM, Druschel GK, Morales SE, Hayden N, O'Grady P, et al. Enhanced detection of groundwater contamination from a leaking waste disposal site by microbial community profiles. *Water Resour Res* [Internet]. 2010;46(12). Disponible en: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2010WR009459> DOI: [10.1029/2010WR009459](#) [Google Académico](#)
164. Moore DF, Harwood VJ, Ferguson DM, Lukaski J, Hannah P, Getrich M, et al. Evaluation of antibiotic resistance analysis and ribotyping for identification of faecal pollution sources in an urban watershed. *J Appl Microbiol* [Internet]. 2005;99(3):618-28. Disponible en: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2672.2005.02612.x> DOI: [10.1111/j.1365-2672.2005.02612.x](#) PMID [16108804](#) [Google Académico](#)
165. Parveen S, Portier KM, Robinson K, Edmiston L, Tamplin ML. Discriminant analysis of ribotype profiles of *Escherichia coli* for differentiating human and nonhuman sources of fecal pollution. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 1999;65(7):3142-7. Disponible en: <https://aem.asm.org/content/65/7/3142.long> PMID [10388715](#) PMCID [PMC91468](#)
166. Pushpanathan M, Jayashree S, Gunasekaran P, Rajendhran J. Microbial Bioremediation: A Metagenomic Approach. En: Das S, editor. *Microbial Biodegradation and Bioremediation* [Internet]. Oxford: Elsevier; 2014. p. 407-19. Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128000212_000170 DOI: [10.1016/B978-0-12-800021-2.00017-0](#) [Google Académico](#)
167. Santos I, Martin M, Carlton D, Amorim C, Castro P, Hildenbrand Z, et al. MALDI-TOF MS for the identification of Cultivable Organic-Degrading Bacteria in Contaminated Groundwater near Unconventional Natural Gas Extraction Sites. *Microorganisms* [Internet]. 2017;5(4):47. Disponible en: <http://www.mdpi.com/2076->

2607/5/3/47 DOI: [10.3390/microorganisms5030047](https://doi.org/10.3390/microorganisms5030047) PMID [28796186](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28796186/)
PMCID [PMC5620638](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5620638/) [Google Académico](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sitemap=1&as_sitemap=1)

168. Holmes DE, O'Neil RA, Chavan MA, N'Guessan LA, Vrionis HA, Perpetua LA, et al. Transcriptome of *Geobacter uraniireducens* growing in uranium-contaminated subsurface sediments. ISME J [Internet]. 2009;3(2):216-30. Disponible en: <http://www.nature.com/articles/ismej200889> DOI: [10.1038/ismej.2008.89](https://doi.org/10.1038/ismej.2008.89) PMID [18843300](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18843300/) [Google Académico](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sitemap=1&as_sitemap=1)
169. Benndorf D, Balcke GU, Harms H, Von Bergen M. Functional metaproteome analysis of protein extracts from contaminated soil and groundwater. ISME J [Internet]. 2007;1(3):224-34. Disponible en: <http://www.nature.com/articles/ismej200739> DOI: [10.1038/ismej.2007.39](https://doi.org/10.1038/ismej.2007.39) PMID [18043633](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18043633/) [Google Académico](https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sitemap=1&as_sitemap=1)

Autores:

Correspondencia: Piguave-Reyes, José Manuel.

✉ <https://orcid.org/0000-0002-6181-0555>. Centro Especializado en Diagnóstico y tratamiento "Muñoz" Departamento de Laboratorio Clínico. Shushufindi, Ecuador. Dirección Postal: Centro Especializado en Diagnóstico y tratamiento "Muñoz" Departamento de Laboratorio Clínico. Shushufindi-Sucumbíos. Ecuador. Teléfono: +593-62 841608; +593-993458160. E-mail: jose.manuel.piguave@hotmail.com

Castellano-González, Maribel Josefina. ✉ <https://orcid.org/0000-0002-1992-8349>. Universidad del Zulia. Facultad de Medicina. Escuela de Bioanálisis. Departamento de Microbiología. Cátedra de Bacteriología General. Maracaibo-Zulia. Venezuela. E-mail: mjcastellanog@gmail.com

Macías-Avia, Aida Monserrate. ✉ <https://orcid.org/0000-0001-5290-4317>. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa-Manabí, Ecuador. E-mail: aidita.macias@hotmail.com

Vite-Solórzano, Franklin Antonio. ✉ <https://orcid.org/0000-0002-6732-7994>. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo-Manabí. Ecuador. E-mail: antuvait@hotmail.com

Ponce-Pibaque Martín Darío. ✉ <https://orcid.org/0000-0001-8557-3489>. Distrito de Salud 21D04, Departamento de Laboratorio Clínico. Shushufindi-Sucumbíos. Ecuador. E-mail: mar_pi2@hotmail.es

Ávila-Ávila, Jaime Arturo. ✉ <https://orcid.org/0000-0002-9858-7780>. Centro de Responsabilidad Social "Jorge Cajas Garzon", Departamento de Laboratorio Clínico. Shushufindi-Sucumbíos. Ecuador. E-mail: jaime_arturo87@hotmail.es

Contribución de los Autores:

PRJM, CGMJ: contribución sustancial a la concepción y diseño del estudio, análisis e interpretación de datos, redacción del manuscrito. Aprobación de la versión final a ser publicada. **MAAM, VSFA, PPMD, AAJA:** análisis e interpretación de datos. Revisión crítica del artículo.