



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

AGENTES CAUSALES DE DIARREA EN LA POBLACIÓN INFANTIL
DURANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

ORTIZ CRUZ GLORIA ANABEL
MÉDICA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

AGENTES CAUSALES DE DIARREA EN LA POBLACIÓN
INFANTIL DURANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

ORTIZ CRUZ GLORIA ANABEL
MÉDICA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE CIENCIAS MÉDICAS

EXAMEN COMPLEXIVO

AGENTES CAUSALES DE DIARREA EN LA POBLACIÓN INFANTIL DURANTE EL
CAMBIO CLIMÁTICO

ORTIZ CRUZ GLORIA ANABEL
MÉDICA

CUENCA BUELE SYLVANA ALEXANDRA

MACHALA, 26 DE OCTUBRE DE 2022

MACHALA
26 de octubre de 2022

AGENTES CAUSALES DE DIARREA EN LA POBLACIÓN INFANTIL DURANTE EL CAMBIO CLIMATICO

por Gloria Anabel Ortiz Cruz

Fecha de entrega: 17-oct-2022 01:02p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1927817508

Nombre del archivo: IARREA_EN_LA_POBLACION_INFANTIL_DURANTE_EL_CAMBIO_CLIM_TICO.docx
(109.96K)

Total de palabras: 2421

Total de caracteres: 12540

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, ORTIZ CRUZ GLORIA ANABEL, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado AGENTES CAUSALES DE DIARREA EN LA POBLACIÓN INFANTIL DURANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 26 de octubre de 2022



ORTIZ CRUZ GLORIA ANABEL
0704418029

DEDICATORIA

A mi madre, Clara Silvia Cruz Espinoza, a quien admiro tanto, mujer luchadora que entrega su vida entera a su familia, quien me hacía compañía durante mis noches de desvelo para prepararme en exámenes y presentaciones importantes y me alentaba a seguir adelante.

A mi padre, Fausto Mesias Ortíz Barrera, hombre orgulloso y trabajador quien me inculcó el estudio y el trabajo duro para poder alcanzar mis metas, y quien es capaz de no trabajar un día y dedicármelo a mí para festejar mis logros.

A mis hermanas, Glenda Katherine Ortíz Cruz, Andrea Estefanía Ortíz Cruz, y Cinthia Vanessa Ortíz Cruz, quienes me sacaban una sonrisa cuando me veían estresada, quienes me consienten cada vez que culmino una meta e impulsan a avanzar en nombre de la familia.

A mis sobrinos, Miguel Largo, Dylan Largo, Danna Freire, Karla Freire y Erick Vega, quienes hacen mis días más felices y son mi motor que impulsan mi vida a no rendirme.

Al amor de mi vida Alberto Patricio Vásquez Monteros, quien ha sido mi guía, colega y un pilar fundamental en el transcurso de esta bonita carrera incluso desde el cielo, quien me ha impulsado a conseguir todas mis metas desde el primer día que lo conocí y a quien dedicare cada logro que obtenga de aquí en adelante.

A la familia Vásquez Monteros, especialmente a Lourdes Monteros y Sandy Pulgarín quienes han sido mi soporte emocional en el último año, y me han brindado su mano para no desmayar.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios en primer lugar por permitirme despertar cada día para poder cumplir el sueño que tanto anhelo, por mantener mi fe en alto y que siempre se haga a su voluntad porque el destino que tiene preparado para mí es más grande del que yo planeo, en segundo lugar, a mis dos familias quienes han sido mi soporte emocional y que con sus consejos me han ayudado a mantenerme firme con los pies sobre la tierra y mirando siempre a la meta, a mis amigas quienes han hecho mi vida estudiantil como una de las mejores experiencias en mi vida, a mis docentes que con sus conocimientos me han formado para ser una profesional a carta cabal.

AGENTES CAUSALES DE DIARREA EN LA POBLACIÓN INFANTIL DURANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

RESUMEN

Introducción: El cambio climático representa un problema en la salud y bienestar de los seres humanos, está establecido que los efectos del cambio climático en la salud “amenazan con socavar los avances logrados en la salud pública”, esto se atribuye a enfermedades transmitidas por el agua, ya que las altas temperaturas pueden alterar la supervivencia, replicación y virulencia de los patógenos, las fuertes lluvias pueden movilizar patógenos y comprometer la infraestructura de agua y saneamiento, dando como resultado a la diarrea aguda. **Objetivo:** Determinar el agente causal de las diarreas en la población infantil durante los periodos de lluvia mediante la revisión de artículos científicos actualizados que nos permitan elegir el mejor tratamiento en este tipo de pacientes. **Metodología:** Estudio descriptivo basado en la revisión bibliográfica de artículos científicos de alto impacto como: PubMed, The lancet, Elsevier, Scholar Google, se escogieron 21 artículos científicos buscados en la plataforma de scimago de los últimos 5 años. **Conclusión:** El rotavirus es el agente causal más frecuente de la diarrea en la población infantil durante la época de lluvia.

Palabras claves: Diarrea, lluvia, cambio climático, microorganismo.

CAUSAL AGENTS OF DIARRHEA IN THE CHILD POPULATION DURING CLIMATE CHANGE

ABSTRACT

Introduction: Climate change represents a problem in the health and well-being of human beings, it is established that the effects of climate change on health "threaten to undermine the progress made in public health", this is attributed to diseases transmitted by the water, as high temperatures can alter the survival, replication and virulence of pathogens, heavy rains can mobilize pathogens and compromise water and sanitation infrastructure, resulting in acute diarrhoea. **Objective:** To determine the causal agent of diarrhea in children during rainy periods by reviewing updated scientific articles that allow us to choose the best treatment for this type of patient. **Methodology:** Descriptive study based on the bibliographic review of high-impact scientific articles such as: PubMed, The Lancet, Elsevier, Scholar Google, 21 scientific articles searched on the scimago platform in the last 5 years were chosen. **Conclusion:** Rotavirus is the most frequent causal agent of diarrhea in children during the rainy season.

Keywords: Diarrhea, rain, climate change, microorganism.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	6
DESARROLLO	7
Diarrea: Definición y Epidemiología	7
Etiología y vías de transmisión	7
Factores de Riesgo	8
Influencia de los cambios climáticos en las diarreas	9
Tabla 1. Distribución de casos de diarrea por características demográficas, Provincia de Esmeraldas, Ecuador, 8 de enero de 2013 a 31 de diciembre del 2014	9
Gráfico 1. Mecanismos de cambio climático como factor de riesgo para las diarreas.	10
Tabla 2. Casos de diarrea en población urbana vs rural en Esmeraldas /Ecuador 2013-2014	11
Rotavirus como agente causal de diarreas posterior al periodo de lluvias	11
Tabla 3. Carga la enfermedad por rotavirus en Atención Primaria en España	12
Tabla 4. Solución de factores predisponentes para diarrea por lluvia	15
CONCLUSIÓN	17
BIBLIOGRAFÍA	18

INTRODUCCIÓN

El cambio climático representa un problema para la población ya que afecta en su salud; e incluso, los efectos del mismo “amenazan con socavar los avances logrados en la salud pública y el desarrollo durante los últimos 50 años”¹. Esto se atribuye a enfermedades transmitidas por el agua, ya que las altas temperaturas pueden alterar la supervivencia, replicación y virulencia de los patógenos, la sequía puede concentrar patógenos en suministros de agua limitados y las fuertes lluvias pueden movilizar patógenos y comprometer la infraestructura de agua y saneamiento dando como resultado la diarrea ² .

La Organización Mundial de la Salud (OMS) detalla el concepto de diarrea como las deposiciones en número mayor a 3 veces al día con heces de consistencia blanda o líquida, cada año da como resultado el deceso de 1.5 millones de infantes y un 80 a 90% de estos casos tienen relación con el medio ambiente; la diarrea es más común en países subdesarrollados². Durante el periodo de 1980-2015, pese a que se haya evidenciado la disminución de un 80% aproximadamente de muertes, esta dejó 1.3 millones de muertes la cual la posicionó en el presente año como la 4ta causa de decesos en menores de cinco años y la 9na causa de muerte en todas las edades por lo que sigue siendo un tema de interés de la población médica³.

La diarrea es una enfermedad que posee varios agentes causales por lo que a nivel mundial se ha visto la necesidad de identificar a aquellos que predominan en niños, teniendo en consideración que existen enteropatógenos que tienen la facilidad de cultivarse y reproducirse en temperaturas húmedas, es por eso que se han realizado estudios donde se establece que la diarrea es consecuencia de los cambios climáticos⁴.

En el presente artículo detallaremos la relación que existe entre la diarrea y los cambios climáticos en niños mediante una revisión sistemática, con la finalidad de mantenernos actualizados en este tema que es parte de la problemática de salud y que compromete a un alto número de pacientes pediátricos en la Atención Primaria⁵.

DESARROLLO

Diarrea: Definición y Epidemiología

La OMS conceptualiza a la diarrea como las deposiciones mayores a 3 veces al día con heces de consistencia blanda o líquida, esta se clasifica en aguda, persistente y crónica; la diarrea aguda tiene un periodo de duración siete a catorce días, la diarrea persistente mayor a catorce días, pero menor a veinte y ocho días, y finalmente la diarrea crónica es aquella que tiene un periodo de duración de veinte y ocho días^{2,6,7}.

Esta patología es responsable de 1.5 millones de muertes en niños a nivel mundial, es considerada como la cuarta causa de decesos en infantes menores a cinco años y novena causa de muerte en todas las edades y tiene predominio en países en vías de desarrollo^{2,3,8,9}. El cambio climático es un factor que puede aumentar su incidencia al alterar la epidemiología de los agentes causales por lo que la OMS proyectó que para el año 2050 habrá un aumento anual de aproximadamente 50.000 muertes por diarrea infantil en todo el mundo^{10,11}.

En el año 2017, el Dr. Ali H Mokdad publicó un análisis sistemático referente a las estadísticas y agentes que van a dar lugar a la diarrea a nivel mundial, logró determinar que la tasa de mortalidad de patologías con afección a nivel intestinal como es el caso de las diarreas nivel global fue de 74.000 por cada cien mil infantes con edades menores a 5 años y de 17.000 por cada 100.000 habitantes en todas las edades. En Ecuador fue de 14.000 por cada 100.000 menores de 5 años y de 3.000 por cada 100.000 habitantes de todas las edades^{8,9}.

Etiología y vías de transmisión

La etiología de la diarrea está dada por microorganismos que pueden ser de origen bacteriano, viral, o parasitario, siendo el rotavirus, *Cryptosporidium*, *Shigella* y *Escherichia enterotoxigénica* los cuatro patógenos más comunes en México y Singapur^{2,12}.

Ecuador es un país tropical en el que los casos de diarreas incrementan en épocas de lluvia, en el año 2006 y 2014 se realizaron estudios referentes al cambio climático e incidencia de diarrea en el cantón Eloy Alfaro, el cual se ubica en la provincia de Esmeraldas, donde se establece que los agentes causales que prevalecen en esta población son: Escherichia coli, rotavirus y Giardia, cada uno con una epidemiología distinta. Tanto la E. coli patógena como el rotavirus son responsables de una gran mortalidad y morbilidad en países subdesarrollados, a diferencia de la Giardia que es más generalizada y provoca tasas de infección más altas. Estos microorganismos tienen en común algunas vías de transmisión las cuales se dan a través de alimentos, agua y de persona a persona^{5,13}. Esta patología para su desarrollo se ve influenciada por los factores biológicos y ambientales, es decir por la capacidad del patógeno de permanecer viable en el medio ambiente, capacidad del inóculo infeccioso, vías de transmisión, inefectividad del microorganismo, entre otros. Todos estos factores nos ayudan a poder identificar cuáles son los más infecciosos, la Giardia tiene un inóculo inefectivo del cual solo infecta el 50% de las personas expuestas, mientras que el Rotavirus posee altas tasas de diseminación, tiene una larga duración de diseminación y es más infeccioso que E. coli^{5,14}.

Factores de Riesgo

Durante los años 2005-2015 los factores de riesgo de presentar diarrea no cambiaron, entre ellos tenemos:⁸

- Cambio climático
- Agua no potable
- Saneamiento

Entre los niños menores de 5 años:

- Emaciación
- Lactancia materna que no llega a los estándares óptimos
- Déficit de Zinc y Vitamina A

Influencia de los cambios climáticos en las diarreas

Uno de los factores de riesgo para la diarrea lo constituye el cambio climático. El medio ambiente a nivel global sufre un cambio climático constante que da como resultado enfermedades gastrointestinales y tropicales (malaria), las cuales son consideradas como las patologías con mayor mortalidad a nivel mundial. La OMS establece más de 3.3 millones de decesos entre las patologías previamente mencionadas ya que su morbilidad y mortalidad se ven influenciada por factores del medio ambiente, también determinó que los países más afectados son aquellos en vías de desarrollo como África y la India^{15,16}.

Tabla 1. Distribución de casos de diarrea por características demográficas, Provincia de Esmeraldas, Ecuador, 8 de enero de 2013 a 31 de diciembre del 2014

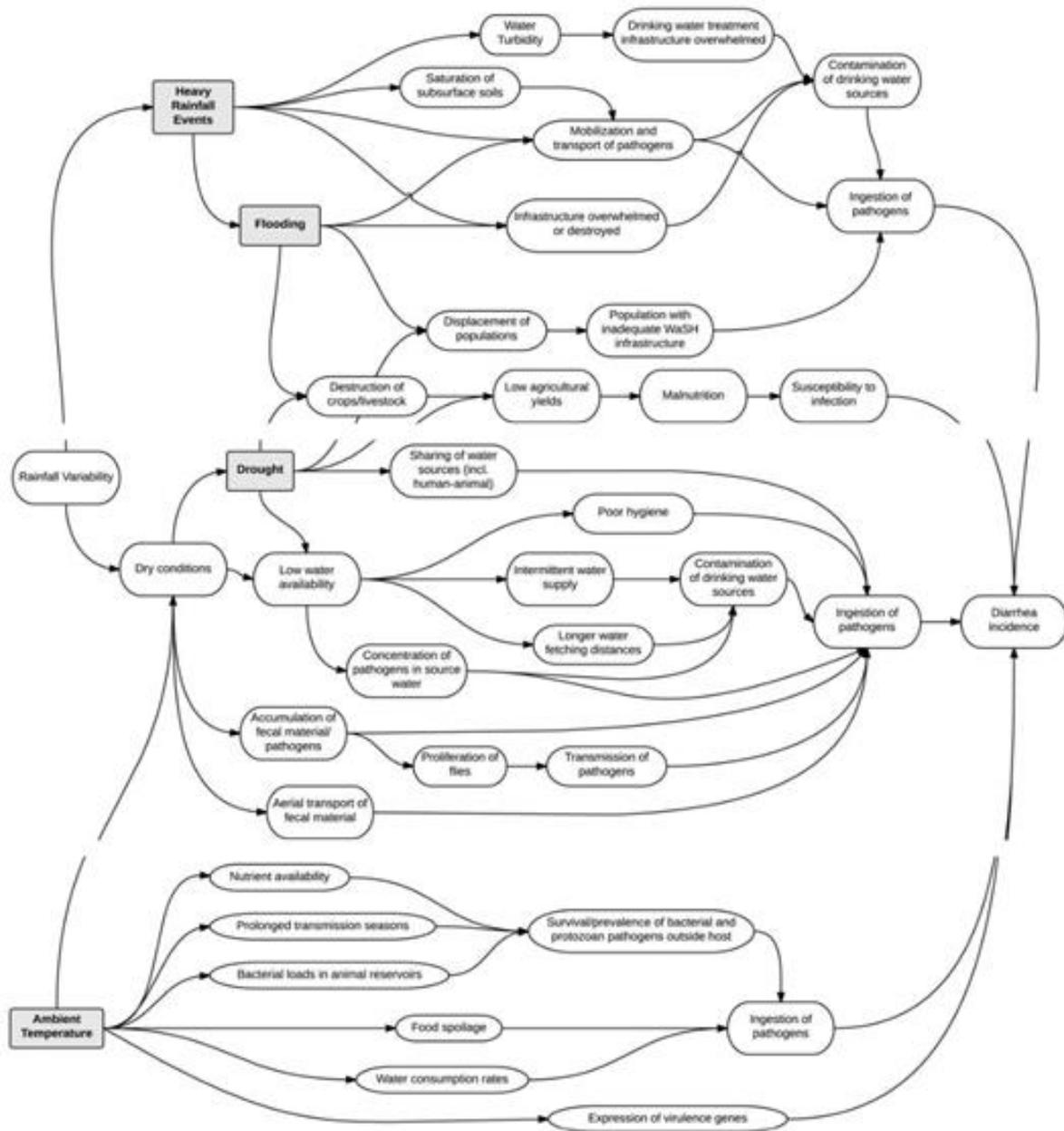
Característica	Número de casos de diarrea (n [%])
Total	33.927 (100,0)
Años de edad)	
< 5	20.818 (61,4)
≥ 5	13.109 (38,6)
Sexo	
Masculino	16.927 (49,9)
Femenino	17.000 (50,1)
La raza	
Negro	10.425 (30,7)
Indígena	1.726 (5,1)
Raza mixta	21.140 (62,3)
Blanco/otro	636 (1,9)

Fuente: Eisenberg JNS, Cevallos W, Ponce K, et al. Environmental change and infectious disease: How new roads affect the transmission of diarrheal pathogens in rural Ecuador [Homepage on the Internet]. California: 2006; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17158216/>

El cambio climático altera la epidemiología, transporte y diseminación de los patógenos, por ejemplo: la sequía permite la concentración y multiplicación de los patógenos en todo tipo de superficie y su vía de diseminación es por contacto de persona a persona al no mantener una buena higiene; mientras que, la lluvia moviliza a los microorganismos que viven en periodos de humedad haciendo que estos contaminen vías fluviales y alimentos en aquellas comunidades con malas

instalaciones de agua, saneamiento inadecuado y pobre higiene generando mayores casos de diarrea^{11,13,17,18}.

Gráfico 1. Mecanismos de cambio climático como factor de riesgo para las diarreas.



Fuente: Levy K, Woster AP, Goldstein RS, Carlton EJ. Untangling the Impacts of Climate Change on Waterborne Diseases: A Systematic Review of Relationships between Diarrheal Diseases and Temperature, Rainfall, Flooding, and Drought [Homepage on the Internet]. Environ Sci Technol. 2016 [cited 2022 Oct 3];50(10):4905–4922. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5468171/>

En Ecuador, para evaluar los impactos potenciales en los patrones de lluvia, durante el año 2013 al 2014 se realizó un análisis de todas las instalaciones médicas del Ministerio de Salud Pública (MSP) en la provincia de Esmeraldas – Ecuador, en este estudio se tomó una muestra de 33.927 casos de diarrea en niños menores a 5 años, en los cuales se logró estudiar la asociación que existe entre la diarrea y los eventos de lluvia intensa posterior a periodos secos en áreas urbanas, cuyo resultado fue positivo, evidenciando un aumento de 1.35 casos de diarrea en esta población (IC95%)¹¹.

Tabla 2. Casos de diarrea en población urbana vs rural en Esmeraldas /Ecuador 2013-2014

Situación urbana/rural	Cantón (unidad administrativa)	Número de casos de diarrea (n [% del total])	Número de parroquias (n)	Número de días con 0 casos (n [%])
Urbano	-	13.638 (40,2)	-	-
	Atacames	482 (1,4)	1	443 (61,3)
	Eloy Alfaro	822 (2,4)	1	371 (51,3)
	Esmeraldas	6.964 (20,5)	1	162 (22,4)
	Muisne	286 (0,8)	1	570 (78,8)
	Quinindé	2.833 (8,4)	1	114 (15,8)
	Rioverde	1.138 (3,4)	1	270 (37,3)
	San Lorenzo	1.113 (3,3)	1	365 (50,5)
Rural	-	20.289 (59,8)	-	-
	Atacames	1.574 (4,6)	4	271 (37,5)
	Eloy Alfaro	3.981 (11,7)	14	46 (6,4)
	Esmeraldas	3.034 (8,9)	8	172 (23,8)
	Muisne	2.612 (7,7)	8	135 (18,7)
	Quinindé	5.484 (16,2)	5	72 (10,0)
	Rioverde	1.957 (5,8)	5	195 (27,0)
	San Lorenzo	1.647 (4,9)	12	224 (31,0)

Fuente: Deshpande A, Chang HH, Levy K. Heavy Rainfall Events and Diarrheal Diseases: The Role of Urban–Rural Geography. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene [homepage on the Internet] 2020 [cited 2022 Oct 3];103(3):1043–1049. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32700663/>

Rotavirus como agente causal de diarreas posterior al periodo de lluvias

El rotavirus es el principal agente causal de diarreas agudas-graves en niños a nivel mundial, al cual se atribuye más de 400.000 muertes por año, afectando principalmente a los países subdesarrollados, además representa el 40% de las hospitalizaciones por gastroenteritis infantil y del 37% de las muertes relacionadas con la diarrea en niños menores de 5 años^{7,15,19}.

Es un virus redondo perteneciente a la familia Reoviridae, el cual posee once segmentos de doble cadena de ARN, y un genoma viral cubierto por tres capas concéntricas de proteínas, se clasifica en siete grupos que van desde la A hasta la G, donde el grupo A es el que genera aumento del número de casos de diarrea^{2,15,19}.

El tiempo de duración como enfermedad aguda es entre 7 a 14 días, su vía de transmisión principalmente es fecal-oral; sin embargo, también se transmite través de alimentos, agua y de persona a persona, el mecanismo de infección lo realiza mediante el ingreso del patógeno hacia los enterocitos maduros vellosos del intestino delgado superior que va a dar como resultado la diarrea^{2,15,19}.

Es una de las causas principales de aumento del flujo de pacientes en APS. En el año 2019, España reporta una incidencia anual entre 15,4 y 19,5 casos por cada 1000 infantes menores a cinco años, y 20 casos por cada 1000 menores de tres años de edad^{2,7}.

Tabla 3. Carga de la enfermedad por rotavirus en Atención Primaria en España

Estudio	Zona geográfica (periodo evaluado)	Población estudiada	Metodología	Resultados
Gerstel, 2009 ³	Aragón (1998-2006)	Población general N = 1.044.888 casos de diarrea; 89% en < 5 años	Retrospectivo, de vigilancia pasiva de notificaciones de diarrea al sistema de vigilancia sindrómica de Aragón y de notificaciones a laboratorios de microbiología	RV + : 17,1% (90,2% de los diagnósticos positivos por virus). Incremento del número medio de muestras positivas a RV de 22 a 47/100.000 habitantes-año
Díez-Domingo, 2006 ⁴	Valencia (diciembre 2003-noviembre 2004)	Niños < 5 años. N = 553 casos de GEA	Prospectivo en 13 consultas de pediatría. Búsqueda activa de casos de RV entre los niños que acuden a las consultas con GEA. Detección de RV en heces mediante EIA (Rotaclone) y genotipado mediante PCR	RV + : 15,0%. Incidencia anual: 15,4 casos/1.000 niños < 5 años) (31 por 1000 niños < 1 año) 80% de los casos entre enero y marzo
Díez-Domingo, 2011 ⁵	Seis países europeos, incluido España (Valencia) (noviembre 2005-mayo 2007)	Niños < 5 años. N = 2.088 casos de GEA en España	Prospectivo en consultas de pediatría de 9 centros de salud. Identificación activa de casos de RV entre los casos de GEA que acuden a las consultas. Detección de RV en heces mediante inmunocromatografía (RotaStrip), y confirmación y genotipado mediante PCR	RV + : 12,8%. Confirmado con PCR: 11,5%. Incidencia anual con PCR + : 19,5 casos/ 1.000 niños-año (38,0 por 1000 personas-año en niños < 1 año)
Aristegui, 2016 ⁶	Cataluña, País Vasco y Andalucía (octubre-abril 2014)	Niños < 3 años. N = 1.087 casos de GEA	Prospectivo en 64 consultas de pediatría y 2 servicios de urgencias hospitalarias. Identificación activa de casos de RV entre los casos de GEA que acuden a las consultas. Detección de RV en heces mediante inmunocromatografía (Vikia Rota-Adeno)	RV + : 33,9%. Tasa de incidencia durante los 5 meses: 2,01casos/100 niños (73% de los casos en niños de 6-324 meses de edad)

EIA: enzimoimmunoanálisis; PCR: reacción en cadena de la polimerasa; RV+: proporción de casos de GEA con un resultado positivo a la prueba de detección de rotavirus.

Fuente: Díez-Domingo J, Garcés-Sánchez M, Giménez-Sánchez F, Colomina-Rodríguez J, Martínón-Torres F. What have we learnt about rotavirus in Spain in the last 10 years? An Pediatr (Engl Ed) [homepage on the Internet] 2019 [cited 2022 Oct 3];91(3):166–179. Available from: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1695403319300761?token=3E55108E9F7192B852ECD04D45FDFD681D878CFF9F622250A50B2B1CD181AA8739F661B3B1506D71ABE6280CFD842F85&originRegion=us-east-1&originCreation=20220923171042>

Según Levy K, Woster A, Goldstein R et al. en el año 2016 realizó un estudio retrospectivo en la ciudad de Dhaka - Bangladesh, en donde describió los dos patrones estacionales principales del rotavirus^{16,19}. Los registros de casos de rotavirus confirmados por ELISA, a través del programa de vigilancia continua en el Hospital de Dhaka y a largo plazo del Centro Internacional para la Investigación de Enfermedades Diarreicas, Bangladesh (ICDDR,B). Se tomó 1 muestra por cada 25 pacientes que visitaron el hospital entre 1990 y 1995, y por cada 50 pacientes entre 1996 y 2011^{16,19}. Estas muestras se extrapolaron para corregir la frecuencia de muestreo y producir una serie temporal consistente a lo largo del tiempo^{16,19}. En las regiones templadas, la incidencia tiende a alcanzar su límite durante el invierno. En los trópicos, la incidencia muestra una variación estacional menos pronunciada, con incidencia durante todo el año y picos durante el verano o el otoño

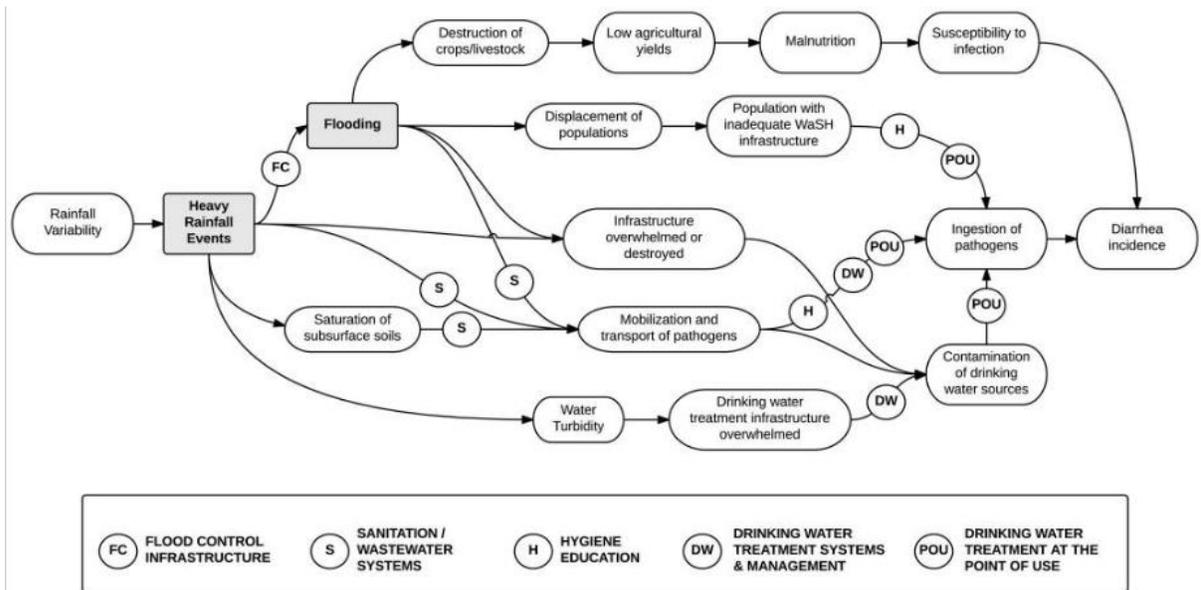
después de las lluvias monzónicas, por lo que se puede constatar la infección del virus por cambios climáticos^{16,19}.

Chua PNg CTobias A et al. en el año 2022 realizó una revisión sistemática y un metanálisis mediante la búsqueda en PubMed, sitios web de ciencia y Scopus de artículos publicados desde inicios del año 2000 hasta finales del año 2019, donde se incluyeron estudios que cuantificaron los efectos de los aumentos de la temperatura ambiente en infecciones entéricas específicas de patógenos comunes en humanos^{10,20,21}. Se excluyeron los estudios que expresaron la temperatura ambiente como un rango categórico o diurno, o en un formato estandarizado^{10,20,21}. Dicho estudio estableció que la sensibilidad a la temperatura de las infecciones entéricas puede variar según el patógeno que causa la infección, en este caso al rotavirus lo considera como principal microorganismo en desarrollar diarreas en menores de 5 años durante periodos de humedad y lluvia, inclusive se determinó su presencia después de 30 días en agua de río como en grifo, en suelos, vegetales, superficies inanimadas porosas y no porosas sobreviviendo tanto en temperatura ambiente como en bajas temperaturas, es decir, en aquellas mayores a los 4°C, especialmente en mayores de 20°C, mientras que se vuelve inefectivo en temperaturas menores a 4°C^{10,20,21}. Además, se ha observado que las partículas de rotavirus humanos en las heces siguen siendo infecciosas a una temperatura alrededor de 30°C durante más de 2 meses^{10,20,21}.

Por tal motivo para disminuir los casos de diarrea por rotavirus se debe actuar sobre los factores predisponentes para el desarrollo de la enfermedad. Gracias a la creación de la vacuna en el año 1998 y los avances tecnológicos para disminuir los efectos colaterales por su uso, se logró crear una vacuna segura por lo que la OMS la implementó en el esquema de vacunación en el año 2009 logrando disminuir el índice de mortalidad en un 50%⁷. En el año 2016, se evitaron alrededor de 28.000 muertes en niños pequeños. Otros estudios han demostrado que la vacunación contra el rotavirus cambia o disminuye la estacionalidad de las infecciones por rotavirus y que la asociación entre los factores meteorológicos y las infecciones por rotavirus varía entre entornos con y sin vacunación continua contra el rotavirus^{7,11,12}.

Por lo que comprender los mecanismos involucrados en las relaciones exposición-respuesta a la enfermedad, puede proporcionar información sobre dónde intervenir para prevenir la transmisión de agentes patógenos transmitidos por el agua, no solo en la actualidad sino también en escenarios climáticos futuros¹⁶.

Tabla 4. Solución de factores predisponentes para diarrea por lluvia



Fuente: Levy K, Woster AP, Goldstein RS, Carlton EJ. Untangling the Impacts of Climate Change on Waterborne Diseases: A Systematic Review of Relationships between Diarrheal Diseases and Temperature, Rainfall, Flooding, and Drought [Homepage on the Internet]. Environ Sci Technol. 2016 [cited 2022 Oct 3];50(10):4905–4922. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5468171/>

En estos casos los efectos de estos eventos pueden disminuir a través de medidas que previenen la contaminación del agua, controlando la ocurrencia de inundaciones ("Infraestructura de control de inundaciones"), o reduciendo la presencia de patógenos en el medio ambiente disponible para el transporte a través de la eliminación adecuada de materia fecal ("Sistemas de saneamiento/aguas residuales"). Si ocurriera la contaminación del entorno en el que vivimos o del agua potable, la prevención de la ingestión humana de patógenos puede ocurrir a través de esfuerzos para mejorar la higiene ("Educación sobre higiene") y/o mediante el tratamiento del agua potable en el hogar 1,13,16,20.

En el año 2014 Eisenberg J realizó un estudio en donde el tratamiento del agua mediante la filtración, ebullición o cloración modificó la relación entre los eventos de lluvia intensa y la incidencia de diarrea ($P = 0,0036$)¹³.

- Cuando la lluvia durante las 8 semanas anteriores fue baja y el tratamiento de agua de la comunidad fue alto, la asociación entre los eventos de lluvia intensa y la incidencia de diarrea disminuyó¹³.
- De manera similar, cuando la lluvia durante las 8 semanas anteriores fue moderada o alta y el tratamiento de agua de la comunidad fue alto, los eventos de lluvia intensa se asociaron con una menor incidencia de diarrea¹³.

El saneamiento, la higiene y la cohesión social no modificaron la relación entre los eventos de lluvia intensa y la incidencia de diarrea ($P = 0,1216$, $P = 0,0848$ y $P = 0,3607$, respectivamente)¹³.

CONCLUSIÓN

El cambio climático es un factor de riesgo que desencadena enfermedades a nivel intestinal como las diarreas principalmente en países subdesarrollados ya que durante períodos de lluvia favorece el contagio y contaminación del individuo por microorganismos, principalmente el rotavirus debido a que este se desarrolla en periodos de humedad y puede permanecer después de 30 días en agua de río como en grifo, en suelos, vegetales, superficies inanimadas porosas y no porosas, la población al no tener un buen sistema de saneamiento de aguas residuales, buena higiene o una buena infraestructura de control de inundaciones lo ingieren y empieza su proceso de replicación en los enterocitos maduros vellosos del intestino delgado superior.

BIBLIOGRAFÍA

1. Levy K, Smith SM, Carlton EJ. Climate Change Impacts on Waterborne Diseases: Moving Toward Designing Interventions [Homepage on the Internet]. *Curr Environ Health Rep.* 2018 [cited 2022 Oct 3];5(2):272–282. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29721700/>
2. Reyes-Gómez U, Lizeth Reyes-Hernández K, Adolfo Santos-Calderón L, et al. Enfermedad diarreica aguda en niños. Acute diarrheal disease in children [Homepage on the Internet]. Mexico: 2018 [cited 2022 Oct 3]; Available from: <https://salud.groo.gob.mx/revista/images/revista40/5.%20ENFERMEDAD%20DIARREICA%20AGUDA.pdf>
3. Asare EO, Hergott D, Seiler J, et al. Case fatality risk of diarrhoeal pathogens: a systematic review and meta-analysis. *Int J Epidemiol* [homepage on the Internet] 2022 [cited 2022 Oct 3];1–12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35578827/>
4. Liang M, Ding X, Wu Y, Sun Y. Temperature and risk of infectious diarrhea: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research* [homepage on the Internet] 2021 [cited 2022 Oct 3];28(48):68144–68154. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34268683/>
5. Eisenberg JNS, Cevallos W, Ponce K, et al. Environmental change and infectious disease: How new roads affect the transmission of diarrheal pathogens in rural Ecuador [Homepage on the Internet]. California: 2006; [cited 2022 Oct 3]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17158216/>
6. Chu C, Rotondo-Trivette S, Michail S. Chronic diarrhea. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* [homepage on the Internet] 2020 [cited 2022 Oct 3];50(8). Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1538544220301073?via%3Dihub>
7. Díez-Domingo J, Garcés-Sánchez M, Giménez-Sánchez F, Colomina-Rodríguez J, Martín-Torres F. What have we learnt about rotavirus in Spain in the last 10 years? *An Pediatr (Engl Ed)* [homepage on the Internet] 2019 [cited 2022 Oct 3];91(3):166–179. Available from:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1695403319300761?token=3E55108E9F7192B852ECD04D45FDFD681D878CFF9F622250A50B2B1CD181AA8739F661B3B1506D71ABE6280CFD842F85&originRegion=us-east-1&originCreation=20220923171042>

8. Troeger C, Forouzanfar M, Rao PC, 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* [homepage on the Internet] 2017 [cited 2022 Oct 3];17(9):909–948. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5589208/>
9. Rego R, Watson S, Gill P, Lilford R. The impact of diarrhoea measurement methods for under 5s in low- and middle-income countries on estimated diarrhoea rates at the population level: A systematic review and meta-analysis of methodological and primary empirical studies [Homepage on the Internet]. *Tropical Medicine and International Health*. 2022 [cited 2022 Oct 3];27(4):347–368. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35203100/>
10. Delahoy MJ, Cárcamo C, Huerta A, et al. Meteorological factors and childhood diarrhea in Peru, 2005–2015: a time series analysis of historic associations, with implications for climate change. *Environ Health* [homepage on the Internet] 2021 [cited 2022 Oct 3];20(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33637108/>
11. Deshpande A, Chang HH, Levy K. Heavy Rainfall Events and Diarrheal Diseases: The Role of Urban–Rural Geography. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* [homepage on the Internet] 2020 [cited 2022 Oct 3];103(3):1043–1049. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32700663/>
12. Aik J, Ong J, Ng LC. The effects of climate variability and seasonal influence on diarrhoeal disease in the tropical city-state of Singapore – A time-series analysis. *Int J Hyg Environ Health* [homepage on the Internet] 2020 [cited 2022 Oct 3];227:1–10. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32272437/>
13. Carlton EJ, Eisenberg JNS, Goldstick J, Cevallos W, Trostle J, Levy K. Heavy rainfall events and diarrhea incidence: The role of social and environmental factors. *Am J Epidemiol*

[homepage on the Internet] 2014 [cited 2022 Oct 3];179(3):344–352. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3895100/>

14. Bhandari D, Bi P, Sherchand JB, Dhimal M, Hanson-Easey S. Assessing the effect of climate factors on childhood diarrhoea burden in Kathmandu, Nepal. *Int J Hyg Environ Health* [homepage on the Internet] 2020 [cited 2022 Oct 3];223(1):199–206. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31537454/>

15. González-Benítez N, Miranda-Sierra CA, Cruz-Rodríguez E, Roig-Contreras CD, Rodríguez-Ortega M. Factor bayesiano para estimar la presencia de diarreas en niños por rotavirus frente a condiciones climáticas. *Ecuadorian Science Journal* [homepage on the Internet] 2021 [cited 2022 Oct 3];5(2):1–14. Available from: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/606/6062590007/6062590007.pdf>

16. Levy K, Woster AP, Goldstein RS, Carlton EJ. Untangling the Impacts of Climate Change on Waterborne Diseases: A Systematic Review of Relationships between Diarrheal Diseases and Temperature, Rainfall, Flooding, and Drought [Homepage on the Internet]. *Environ Sci Technol*. 2016 [cited 2022 Oct 3];50(10):4905–4922. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5468171/>

17. Mellor J, Kumpel E, Ercumen A, Zimmerman J. Systems approach to climate, water, and diarrhea in hubli-dharwad, India. *Environ Sci Technol* [homepage on the Internet] 2016 [cited 2022 Oct 3];50(23):13042–13051. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27783483/>

18. Joan B. Rose¹ Paul R. Epstein,² Erin K. Lipp,³ Benjamin H. Sherman,⁴ Susan M. Bernard,⁵ and Jonathan A. Patz⁵. Climate Variability and Change in the United States: Potential Impacts on Water and Foodborne Diseases Caused by Microbiologic Agents. *Environ Health Perspect* [homepage on the Internet] 2001 [cited 2022 Sep 23];109:211–220. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240668/>

19. Martínez PP, King AA, Yunus M, Faruque ASG, Pascual M. Differential and enhanced response to climate forcing in diarrheal disease due to rotavirus across a megacity of the developing world. *Proc Natl Acad Sci U S A* [homepage on the Internet] 2016 [cited 2022 Oct

3];113(15):4092–4097.

Available

from:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4839397/>

20. Chua PLC, Ng CFS, Tobias A, Seposo XT, Hashizume M. Associations between ambient temperature and enteric infections by pathogen: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health* [homepage on the Internet] 2022 [cited 2022 Oct 3];6(3):e202–e218. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35278387/>

21. Carlton EJ, Woster AP, DeWitt P, Goldstein RS, Levy K. A systematic review and meta-analysis of ambient temperature and diarrhoeal diseases [Homepage on the Internet]. *Int J Epidemiol*. 2016 [cited 2022 Oct 3];45(1):117–130. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26567313/>