

Cambio climático y salud humana: una revisión desde la perspectiva colombiana

Climate change and human health: a review from the colombian perspective

Jeadran N. Malagón-Rojas¹, Carolina F. Garrote-Wilches², Paola A. Castilla-Bello¹

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo recoger la evidencia científica sobre los efectos del cambio climático sobre la salud humana con énfasis en Colombia. Se llevó a cabo una revisión en bases de datos y repositorios de revistas por medio de un algoritmo de términos MeSH. Fueron incluidos artículos originales, revisiones sistemáticas o metaanálisis que estuvieran disponibles en texto completo o disponible en las bases de datos y repositorios consultados. Se usaron restrictores de idioma, tiempo e idioma. Fueron elegidos 268 títulos en las bases de datos, repositorios de revistas y trabajos de literatura gris: 29 % correspondió a trabajos sobre seguridad alimentaria, 25 % a publicaciones sobre enfermedades transmisibles, 35 % a efectos sobre la calidad del aire y enfermedades respiratorias y 11 % a publicaciones que abordaban varios temas. Solo fueron encontradas 17 publicaciones sobre trabajos colombianos. La evidencia científica revisada permite afirmar que el cambio climático tiene una afectación transversal a la población mundial a distintos niveles y escenarios. El cambio climático afecta la salud humana de forma directa e indirecta. Por otro lado, es importante resaltar que las publicaciones que dan cuenta de los efectos del cambio climático en Colombia se centran en las enfermedades transmitidas por vectores.

Palabras clave: cambio climático, impactos en la salud, salud humana, Colombia, ETV, salud pública.

Fecha de recepción: 27 de marzo de 2016
Fecha de aceptación: 30 de mayo de 2017

¹ Grupo de Salud Ambiental y Laboral. Instituto Nacional de Salud de Colombia.

² Instituto de Salud de los Trabajadores de Colombia.

Correspondencia: Jeadran N. Malagón-Rojas. Avenida calle 26 No. 51-20 - Zona 6 CAN. Bogotá, D.C. Colombia. jeadranmalagon@yahoo.com

Abstract

This paper aims to collect the scientific evidence on the effects of climate change on human health with emphasis in Colombia. A review was performed on databases and journal repositories using a MeSH algorithm. Included were original articles, systematic reviews or meta-analyses, which were available in full text or available in databases and repositories consulted. Language, time and language constraints were used. 268 titles were selected from the databases, journal repository and websites. 29 % corresponded to work on food safety, 25 % to publications on communicable diseases, 35 % effects on air quality and respiratory diseases and 11 % about multiple issues. Only 17 papers came from Colombian researches. The revised scientific evidence to suggest that climate change has a cross to the world population affected at different levels and stages. Climate change affects human health directly and indirectly. Furthermore, it is important to highlight the discrete number of publications found to document the effects of climate change in Colombia.

Keywords: climate change, health impacts, human health, Colombia, ETV, public health.

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) define “cambio climático” como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (1).

El cambio climático es un fenómeno que se produce en el clima, como resultado de la elevación de la temperatura en la atmósfera terrestre. Dicho cambio en la temperatura ocurre como consecuencia del atrapamiento de los rayos solares que entran en la atmósfera por una capa (cada vez más densa) de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso), lo cual conduce a un calentamiento de la troposfera (2).

La mayor parte de los gases de efecto invernadero son producto de las emisiones humanas de estos gases secundarias a la producción de energía a partir de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), agricultura, rellenos sanitarios (3). Por otro lado, la deforestación fruto de la actividad humana ha contribuido a una mayor concentración de dióxido de carbono (4).

En la actualidad existe un consenso en la comunidad científica internacional sobre la relación entre la generación de gases de efecto invernadero provenientes de fuentes humanas y los efectos sobre cambio climático (5, 6, 7).

Los efectos sobre la salud humana han sido clasificados de acuerdo con la afectación (8). Los efectos primarios son aquellos que causan un impacto físico directo sobre el bienestar de los individuos (migraciones causadas por sequías, huracanes, incendios, inundaciones). Los efectos secundarios provienen de las alteraciones generadas en la ecología de los vectores, parásitos y hospederos (incremento de la transmisión de enfermedades transmitidas por vectores, alergias, etc.). Finalmente, los efectos terciarios operan en la intersección del clima, política y los ecosistemas (humanos y no humanos).

Fenómenos como la degradación del suelo, desertificación en Sudán han sido señalados como uno de los agravantes del conflicto, lo cual promueve aun más desplazamientos forzados y muertes (9).

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha generado un marco conceptual

sobre el cual se han señalado las vías de afectación de la salud humana (9). En este marco se considera que las condiciones climáticas afectan el bienestar, seguridad y supervivencia de los seres humanos en varias formas (4).

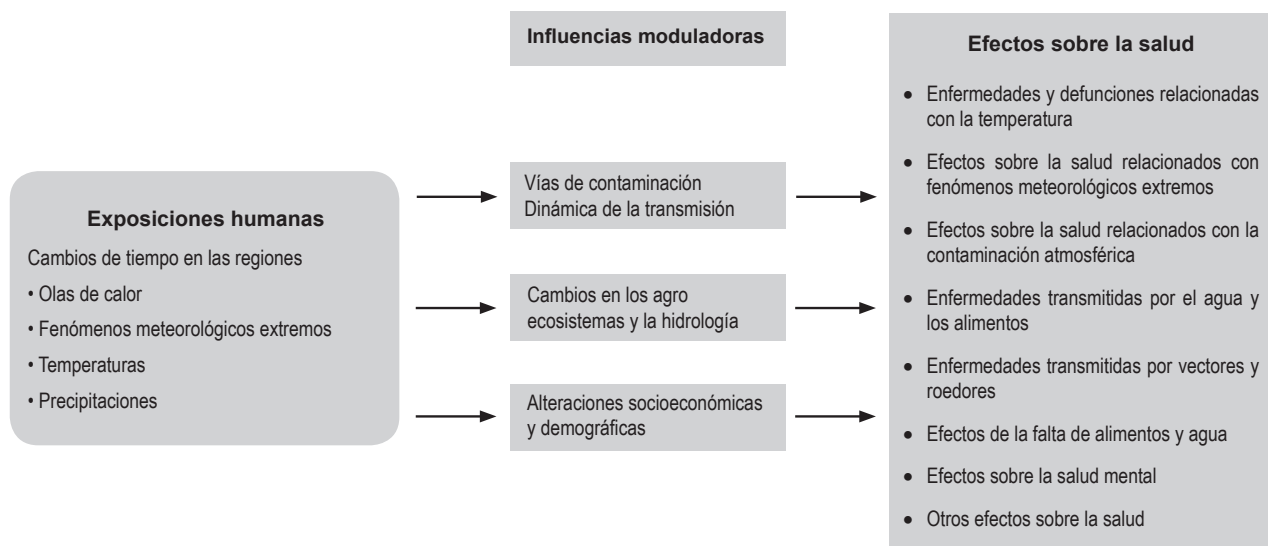
A pesar de que los efectos más directamente atribuibles al cambio climático y salud humana son el aumento de casos de enfermedades transmitidas por vectores y la mortalidad por olas de calor, los efectos indirectos del cambio climático sobre la disponibilidad de alimentos, agua, refugio son frecuentemente inadvertidos, como el aumento de temperaturas, la disminución en el acceso a fuentes de agua segura para consumo humano, los fenómenos meteorológicos extremos (huracanes, ciclones, tormentas, etc.), aumento de la temperatura, acidificación y nivel del mar (10).

Es necesario señalar que de acuerdo con Naciones Unidas, las poblaciones ubicadas en regiones insulares y costeras, alta montaña y áreas desérticas densamente pobladas se consideran particularmente vulnerables (11).

En el caso de Colombia, se ha afirmado que la afectación del Fenómeno del Niño, favorecido por el cambio climático (12), ha afectado principalmente los departamentos y municipios más pobres del país, correlacionando los municipios más susceptibles al cambio climático y la presencia de brotes de ETV y enfermedades transmitidas por alimentos (13).

Así, el cambio climático y sus efectos sobre la salud humana constituye una de las inequidades en salud más grande de nuestro tiempo, ya que afecta a las poblaciones menos responsables de generación de gases de efecto invernadero (10); razón por la cual ha sido priorizado dentro de los objetivos de desarrollo sostenible (14).

Este trabajo tuvo como objetivo responder a la pregunta ¿cuáles son los efectos en la salud humana generados por el cambio climático en Colombia?



Fuente: Organización Mundial de la Salud; 2004.

Figura 1. Vías por las que el cambio climático afecta a la salud humana

MÉTODOS

La revisión realizada es de tipo narrativo. En primera instancia se creó un algoritmo de búsqueda de combinación de términos MeSH, con una estrategia de búsqueda diseñada para obtener resultados relacionados con la metodología de elaboración de una revisión de la literatura. Los algoritmos de búsqueda usados fueron los siguientes: “Climate Change”[mesh] AND “Public Health” [mesh]; “Climate Change” [mesh] AND “Human Health”; “Climate Change” [mesh] AND “health effects”, “Climate Change” [mesh] AND “Public Health” [mesh] AND Colombia [mesh]; “Climate Change” [mesh] AND “health effects in Colombia”.

El algoritmo fue ajustado a los requerimientos las bases de datos (Pubmed y Scopus), repositorios de revistas (BVCS, Scielo, Ciberindex, Dialnet) y Google Scholar.

Con el propósito de incluir literatura gris se consultaron las páginas de la Organización Mundial de la Salud, Programa de Naciones Unidas para el Ambiente y Interagency Working Group on Climate Change and Health (IWGCCCH), Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, Instituto Nacional de Salud, Ecosalud Colombia, International Development Research Centre (IDRC-CRDI).

Fueron incluidos artículos originales que estuvieran disponibles en texto completo o disponible en las bases de datos y repositorios consultados. Se incluyeron artículos de acceso libre y pago que estaban vinculados a la Universidad el Rosario y el Instituto Nacional de Salud. Se excluyeron trabajos en otras especies distintas de las humanas, noticias de periódicos y presentaciones de simposio y conferencias.

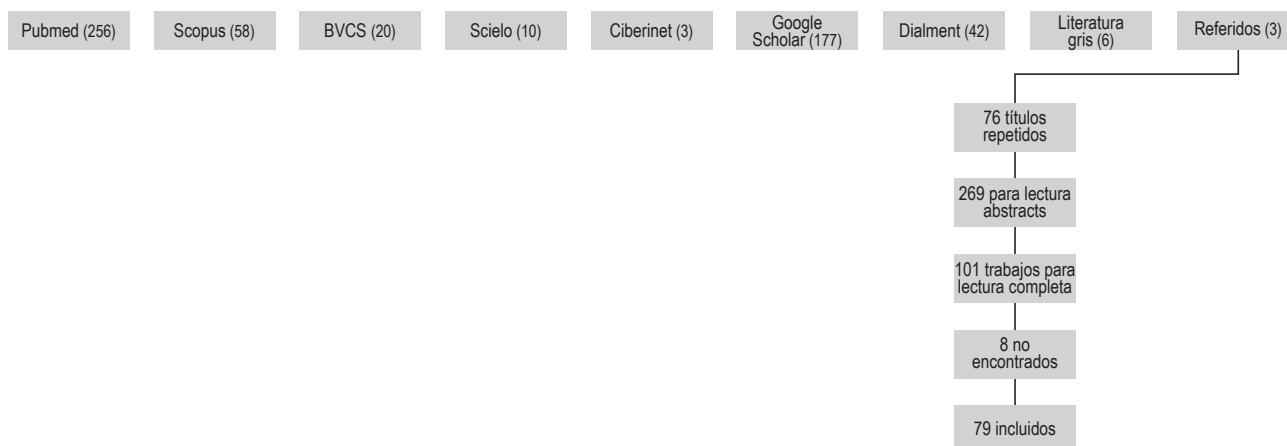
Se usaron restrictores de tiempo (2009-2017) y de idioma (inglés, español y portugués).

Los resultados fueron filtrados en tres instancias. La primera fue realizada con ayuda de la herramienta de metabuscador que combina bases de datos y repositorios de revistas de la Universidad del Rosario, que eliminaba los contenidos repetidos. La segunda se realizó por una inspección visual de títulos y abstracts por parte de dos revisores independientes, quienes con ayuda de un gestor bibliográfico se construyeron una base de datos con los abstracts, identificación de la publicación y el texto completo. Finalmente, tres revisores independientes hicieron lectura completa de los textos organizando la información en una hoja de cálculo de Excel® de acuerdo con las vías por las que el cambio climático afecta la salud humana, señaladas por la Organización Mundial de la Salud (ver gráfica 1). También se incluyó una columna adicional donde se presentó la información que incluía trabajos realizados en el país.

Para evaluar la calidad de la información publicada se usó la herramienta de evaluación de la calidad de artículos científicos del Programa de Lectura Crítica CASPe.

RESULTADOS

En las bases de datos seleccionadas se encontró 445, repositorios de revistas, trabajos referidos y de literatura gris. La herramienta integrada de búsqueda excluyó los títulos que se encontraban repetidos; 269 artículos fueron sometidos a lectura de títulos y abstract. De estos fueron seleccionados 101 trabajos que cumplían los criterios de búsqueda y daban respuesta a la pregunta de investigación del trabajo y se realizó lectura completa del texto.



Fuente: elaborado por lo autores.

Figura 2. Algoritmo de búsqueda

De estos, el 29 % correspondió a trabajos sobre seguridad alimentaria, 25 % a publicaciones sobre enfermedades transmisibles; 35 % a efectos sobre la calidad del aire y enfermedades respiratorias; 11 % correspondió a publicaciones que abordaban varios temas.

Enfermedades y defunciones relacionadas con cambios en las temperaturas

Periodos de temperaturas ambientales extremadamente altas (comúnmente llamadas “olas de calor”) están asociadas con un incremento en la morbilidad y mortalidad, especialmente de grupos socialmente vulnerables, como ancianos, menores de cinco años, personas con enfermedades crónicas (15, 16).

Esta vulnerabilidad se ha atribuido a factores individuales como la disminución de la habilidad de los ancianos y niños de mantener la temperatura corporal; condicionada por factores como disminución en la sudoración, el flujo sanguíneo y menor capacidad de aumentar la frecuencia cardíaca (17).

Sin embargo, también se han identificado con condiciones del entorno como el acceso

a aire acondicionado, soporte social, acceso a servicios de salud (17).

El aumento de la temperatura relacionado con el cambio climático está asociado a otras patologías diferentes de la edad, como la deshidratación y los subsecuentes cambios hidroelectrolíticos. La deshidratación conlleva a la formación de cálculos de la vía urinaria. En una menor frecuencia, falla renal secundaria a la obstrucción y desarrollo de síndrome nefrítico y nefrótico (18). Por otro lado, el desbalance en los electrolitos conduce a alteraciones del estado de consciencia y de la capacidad de trabajo y concentración.

Efectos sobre el acceso a alimentos y agua

La agricultura es altamente sensible a la variabilidad del clima, secundario a actividades humanas y causas naturales.

El cambio climático afecta la producción de alimentos, condiciones de almacenamiento de estos y genera alteraciones en la oferta y demanda de productos (7).

Los efectos del cambio climático sobre la disponibilidad de alimentos han sido ampliamente estudiados y modelados. La evidencia disponible concuerda en que los cultivos son afectados negativamente en zonas tropicales, comparado con los campos de cultivo ubicados en latitudes más altas (19).

Se estima que en los siguientes veinte años la inseguridad alimentaria se incrementará en áreas del planeta que actualmente tienen altas tasas de desnutrición y hambruna, como África subsahariana y el sur de Asia (20). Sin embargo, hasta el momento la modelación no es suficientemente robusta como para predecir los efectos sobre todos los productos agrícolas, ya que mayormente se ha hecho para cereales, desconociendo otras fuentes de alimentación.

El cambio climático puede condicionar el acceso a los alimentos y afectar la capacidad de producir alimentos a nivel local o a nivel internacional y a la vez alterar los ciclos de producción de alimentos y pesca (21).

Por otro lado, en regiones donde la tenencia de la tierra y el acceso al agua potable no están garantizados, largos periodos de sequía o lluvias pueden conducir a improductividad y ausencia de alimentos (22).

El cambio climático también afectará la capacidad de las personas para utilizar eficazmente los alimentos mediante la alteración de las condiciones para la seguridad alimentaria y el aumento de la presión de la enfermedad.

Los cambios en la temperatura, la falta de continuidad de servicios públicos obliga a las personas a almacenar agua y alimentos que por falta de condiciones de saneamiento básico pueden ser transmisores de enfermedades (23).

La estabilidad del sistema de producción de alimentos puede estar en riesgo por efectos del cambio climático, ya que puede influir directamente en los precios de los alimentos, los insumos usados para cultivarlos y los subsidios que reciben los cultivadores por sus productos (7).

Así las cosas, los efectos del cambio climático pueden ser peores para regiones y países que sufren mayor afectación de desnutrición y hambruna. Estos efectos serán mayores a lo largo del tiempo.

Por otro lado, las comunidades vulnerables a los efectos del cambio climático y los cambios extremos de clima tendrán menores capacidades de resiliencia a las inclemencias del tiempo, que serán cada vez más frecuentes, e incrementarán la incertidumbre en los sistemas de seguridad alimentaria.

Los efectos de las oleadas de calor y la hambruna inducen una mayor frecuencia de presentación de casos de malnutrición, con los efectos subsecuentes en el neurodesarrollo.

La malnutrición de la primera infancia está asociada a desarrollar enfermedades cardiovasculares, obesidad y diabetes en la edad adulta (24).

Efectos sobre la salud relacionados con la contaminación atmosférica

La mayor parte de los contaminantes del aire (ozono, aerosoles ácidos, material particulado y monóxido de carbono) son afectados por la temperatura, humedad relativa y luz solar (25).

El ozono se produce por la reacción de compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno y luz solar. A mayores temperaturas, se observan mayores niveles de ozono, óxido y nitroso (26).

Se ha encontrado que niveles altos de ozono están asociados a dificultad respiratoria, limitación en la función y un aumento de la presentación de casos de neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma y rinitis (26-28).

La exposición a ozono y óxido nítrico está asociada a irritación e inflamación de la vía aérea. Estos dos contaminantes están asociados a la presencia de enfermedad respiratoria, exacerbaciones de asma, aumento de las consultas a los servicios de urgencias y hospitalizaciones (28). La exposición a estos contaminantes genera la liberación de mediadores de la inflamación como IL-6, IL-8 y ligandina 5 por parte de linfocitos T y macrófagos (25).

Sin embargo, la asociación de patología respiratoria y cambio climático no está exclusivamente relacionada con la exposición a contaminantes del aire. Se ha observado que el aumento en la temperatura genera una mayor y más temprana liberación de partículas de polen y esporas de hongos, implicadas en la génesis de la patología alérgica respiratoria (29).

Un estudio realizado en Colombia en 2004 por el Ministerio de Medio Ambiente mostró los costos asociados a la contaminación atmosférica. Para dicho año se estimó que el costo asociado a la mortalidad y morbilidad generada (enfermedad cardiovascular, enfermedad respiratoria) ascendió a 1500 billones de pesos (30). El mismo estudio encontró que el número de días perdidos por discapacidad debido a contaminación atmosférica fue de 97 400 DYALY por cada 10 000 casos (30).

Los cambios en las temperaturas también afectan el consumo de energía de los hogares y edificios; que se traduce en una posible mayor concentración de contaminantes del

aire, compuestos orgánicos volátiles, polvo, humedad e incluso hongos y alérgenos (28).

Enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos

El aumento de la población mundial ha incrementado los niveles de contaminación relacionada con el vertido de agua de desecho de origen doméstico e industrial a los cuerpos de agua (31). Las altas temperaturas y los periodos de lluvia prolongados pueden afectar directamente la supervivencia y capacidad de transmisión a través del agua, alimentos y el ambiente (35). Por ejemplo, la epidemia de cólera en Nepal de 2010 entre las tropas de la MiNUSTAH sucedió durante julio y agosto, meses en los que las temperaturas de las aguas fueron más altas de lo usual (32). La misma cepa de *V.cholerae* se encontró en la epidemia de cólera en Haití en 2010, donde produjo 8534 muertes y 697 256 casos de cólera (33).

Por otro lado, se ha documentado una asociación positiva entre la transmisión de la salmonela entero patógena, aumento de la precipitación y elevación de temperaturas ambientales durante el periodo 2002-2011 en los Estados alrededor del río Mississippi ($p < 0,001$) (34, 35).

Modelos experimentales que evalúan la transmisión de la *Campylobacter* spp, transmitida por alimentos, indican que el aumento de las temperaturas y precipitaciones aumenta la presencia de esta bacteria, que pasa del suelo a las aguas superficiales (36).

Cryptosporidium y *Giardia*, parasitosis responsables de producir enfermedad diarreica aguda de moderada a severa en niños menores de cinco, fueron detectadas en fuentes hídricas de la India más frecuentemente durante la

temporada mozónica (*Cryptosporidium* OR = 5.24, 95 % OR: 1.34–20.57; *Giardia* OR = 36.14, 95 % OR: 3.52–371)(37).

Un metaanálisis realizado para analizar la asociación entre la contaminación de aguas superficiales con *Cryptosporidium* y *Giardia* mostró un aumento de 2,61 veces (IC 95% = 1,63-4,21) en la frecuencia de identificación de las formas quísticas de estos protozoos (38).

Finalmente, se ha evidenciado una mayor presentación de estas parasitosis en eventos como inundaciones, tsunamis, sequías, asociadas al cambio climático (39).

Enfermedades transmitidas por vectores y roedores

El cambio climático también influye en la capacidad de transmisión de enfermedades vectoriales y zoonosis (39). En el caso de las enfermedades transmitidas por vectores, dengue, malaria, leishmaniosis y enfermedad de Chagas, la temperatura y la humedad son dos de los factores que más afectan la maduración de las formas tempranas del vector (40). La temperatura, además de determinar las zonas donde habita el vector, también es un determinante en la maduración de la larva, la tasa de nacimientos efectivos, la tasa de mortalidad de las larvas, el tiempo del ciclo esporogónico y el tiempo de incubación (41) (42).

La humedad relativa influye en el desarrollo del vector transmisor de dengue, zika, chikungunya y malaria. Es necesaria una humedad relativa de hasta el 60 % para el paso de huevo a larva (43).

Por otro lado, un aumento en las lluvias puede jugar a favor o en contra de la densidad vectorial, favoreciendo los escenarios de transmisión de transmisor de dengue, zika, chikungunya y malaria (40, 44).

En el caso de Colombia, se ha encontrado que tras el Fenómeno del Niño, de 2014 - 2016, se ha documentado la presencia del vector transmisor del dengue hasta los 2302 metros sobre el nivel del mar (45). Adicionalmente se ha señalado al cambio climático como uno de los factores relacionados con el incremento de casos durante el periodo 2010 - 2016 (46, 47).

Así mismo, en Colombia se ha encontrado que el Fenómeno del Niño (ENSO) está fuertemente asociado a una mayor frecuencia de presentación de casos de malaria y que esta variable puede ser un factor predictor de aparición de epidemias en el caso de este país (48, 49).

En el caso de chikungunya, durante 2015 se reportaron más de 200 000 casos, de los cuales el 14% presentó un curso de artritis crónica, que afecta la funcionalidad de alrededor de 25 000 personas en edad laboral (50).

Igualmente, se ha señalado al cambio climático como un factor determinante en la epidemia de zika en 2015 en Latinoamérica, y además de ser el principal factor asociado a la viabilidad de la transmisión del virus en los Estados Unidos (51).

En el caso de la enfermedad de Chagas, se ha señalado al cambio climático como responsable del cambio en los ecotopos y el comportamiento de los vectores y reservorios de *T. Cruzi*, desplazándose a nuevas zonas, lo cual ha aumentado la generación de brotes de enfermedad de Chagas transmitidos por vía oral (52).

Otro caso que ilustra la situación del cambio climático y zoonosis son los virus hanta (53). Estos virus, transmitidos por la inhalación de aerosoles contaminados con excretas de roedores, generan dos manifestaciones, tales como los síndromes febriles: sangrado severo con falla renal (en la variante asiática) y sín-

drome cardiopulmonar (variante americana). Sin embargo, en las últimas dos décadas se han descubierto nuevas variantes del virus, además de nuevos hospederos (topos, campañoles, insectívoros, entre otros) (54).

Por otro lado, se han encontrado casos del virus en países como Suecia, Finlandia y Dinamarca, favorecido por aumento en las temperaturas del verano, bajas temperaturas del invierno, inundaciones, deforestación, que han afectado la dinámica poblacional de hospederos e incluso, con la disminución de la densidad de algunos de los hospederos tradicionales, han obligado al virus a “saltar” a otros hospederos, como ardillas y la rata del arroz, implicadas en la transmisión del virus en África y Suramérica (55, 56).

Efectos sobre la salud relacionados con fenómenos meteorológicos extremos y desastres naturales

Las inundaciones representan más del 40 % de los desastres en el mundo (57). Los efectos en la salud de las inundaciones y tormentas incluyen ahogamientos, epidemia de enfermedades transmitidas por agua y alimentos, además de alteraciones de la esfera mental (58).

Además de aumentar la frecuencia de casos de enfermedades transmitidas por agua y alimentos, las personas afectadas por inundaciones tienen un mayor riesgo de presentar ansiedad y trastorno de estrés postraumático.

Bei (2013) encontró que los ancianos afectados por el huracán Katrina tienen una mayor tendencia a presentar síntomas de depresión que aquellos con menos de 60 años (59). Este hallazgo coincide con lo observado en personas víctimas de huracanes y terremotos publicado por Kolves (2013). Sin embargo, este último encuentra una tendencia en personas que han sido afectadas por huracanes y terremotos de

presentar conductas suicidas, independientemente de la edad (60).

Por otro lado, la inundación, y la subsecuente emergencia, compromete el acceso a los servicios de salud donde la infraestructura es pobre y la población en riesgo tiene recursos económicos limitados, particularmente por barreras en el transporte; lo cual limita la oferta de servicios de salud, que compromete a la población más vulnerable y que no necesariamente está enferma como consecuencia de la inundación (pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles que requieren atención regular) (61).

Enfermedad mental

Efectos del cambio climático como oleadas de calor, sequías, tormentas y huracanes están asociados a un aumento de los niveles de estrés, ansiedad y depresión, además de incrementar los eventos de violencia, agresividad y pérdida de las redes de apoyo social (62).

Las vías indirectas por las que el cambio climático afecta a los individuos al elevar las temperaturas generan golpes de calor que descompensan las condiciones psiquiátricas previas (63). Esta situación se ve particularmente en los habitantes de la calle. Se estima que el 91 % de los residentes de la calle habita en grandes urbes, que son alteradas por el “efecto isla”. Esta situación cobra particular relevancia al considerar la relación entre el aumento de la temperatura y una mayor frecuencia de presentación de crisis psiquiátricas (64).

Otros efectos sobre la salud

Las zonas donde habita el vector con condiciones preexistentes tienen una mayor frecuencia de eventos adversos durante la oleadas de calor asociadas al cambio climático (65).

Pacientes hospitalizados que son objeto de medidas de control de calor como aire acondicionado tienen una mayor probabilidad de recuperarse de síntomas de falla cardíaca, mejor patrón de sueño y requieren menor demanda de atención por parte del personal de enfermería.

Así mismo, se ha demostrado que los síntomas de la esclerosis múltiple, obesidad, enfermedad de Parkinson, enfermedad de Alzheimer y diabetes se exacerban durante las olas de calor (24).

Por otro lado, los efectos del aumento de la temperatura sobre la mortalidad se ven de forma aguda, tales como eventos cerebrovasculares, infartos agudos del miocardio, mientras que los efectos de la caída de la temperatura se ven más frecuentemente de forma subaguda (enfermedades respiratorias) (66).

La hipertermia materna está asociada a defectos del cierre de tubo neural y de la formación de estructuras cardíacas (67).

Cambio climático y salud en Colombia

A continuación se resumen los resultados de la revisión de la literatura sobre publicaciones provenientes del país sobre los efectos en la salud y cambio climático.

En total se encontraron 17 publicaciones, de las cuales el 82% corresponde a documentar la relación que existe entre los efectos del cambio climático (precipitaciones, aumento de temperatura, transformación de ecosistemas) y la presencia de enfermedades transmitidas por vectores.

No se encontraron trabajos que dieran cuenta de la asociación entre las temperaturas altas y cambio climático.

Se encontró un trabajo sobre contaminación ambiental, cambio climático y salud del Ministerio de Salud (2004) que daba cuenta de los costos asociados a la morbilidad y mortalidad generados por contaminación ambiental (30).

Se encontraron dos trabajos sobre fenómenos meteorológicos y desastres naturales. El primero, de la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres (UGRD), presentó una comparación sobre los efectos producidos por el Fenómeno del Niño de 1997-1999 vs. 2014-2016. En dicho documento la UGRD reportó que entre 2006 y 2014 hubo alrededor de 12 300 000 damnificados por fenómenos hidrometeorológicos, de los cuales el 76 % (9 390 000) fueron por inundaciones. Los departamentos con mayor afectación fueron Chocó, Putumayo, Sucre y Magdalena. Adicionalmente reportó que para ambos periodos de estudio las enfermedades con mayor impacto en el país fueron dengue, malaria y el cólera, que afectaron principalmente a los departamentos y municipios más pobres del territorio nacional, a lo largo de las cuencas de los ríos Magdalena, Cauca, Orinoco, Atrato y San Juan (13). Afirma además que existe una correlación directa entre los municipios más afectados por la restricción de agua potable y la presencia de brotes de ETV y enfermedades transmitidas por alimentos.

El segundo trabajo da cuenta de los resultados del uso de la base de datos DEINVENTAR®, que compila los registros de desastres naturales por localidad, magnitud del desastre, grado de afectación en personas, infraestructura, propiedades, animales, etc. El estudio concluye que la mayor parte (76 %) de los desastres reportados entre 1994 y 2009 tiene un grado de afectación pequeño (algunas casas o fincas), por lo que el cubrimiento en medios de comunicación y ayudas gubernamentales es escaso.

No se encontraron trabajos sobre enfermedades transmitidas por agua y alimentos o enfermedad mental.

Se encontraron dos revisiones de la literatura y una editorial sobre cambio climático (49, 68, 69); todas ellas hacen énfasis sobre el aumento del número de casos de malaria y las temperaturas.

Se encontró un artículo que evaluaba la percepción del riesgo de estudiantes universitarios frente al cambio climático (70), donde esta se encuentra enfocada al aumento de la incidencia de casos de enfermedades transmitidas por vectores, zoonosis y oleadas de calor. No se contemplaron enfermedades producidas por

contaminación atmosférica, transmitidas por alimentos y agua y seguridad alimentaria.

EcoSaludETV Colombia y el proyecto Cambio Climático, Vulnerabilidad y Salud, ambos patrocinados por el International Development Research Centre (IDRC-CRDI), reportaron en su página web que estaban realizando trabajos sobre la influencia del cambio climático en el comportamiento del dengue, malaria y enfermedad diarreica aguda en los departamentos de Cundinamarca, Cauca, Risaralda y Valle del Cauca. Sin embargo, a la fecha de cierre de la revisión no habían publicado resultados de sus investigaciones (71, 72).

Tabla 1. Resumen literatura de fuentes colombianas sobre efectos del cambio climático en la salud humana, 2017

Vía de afectación	Número de publicaciones encontradas	Resumen de la evidencia encontrada	Fuente
Enfermedades y defunciones relacionadas con cambios en las temperaturas	0	Sin dato	No aplica
Enfermedades producidas por contaminación atmosférica	1	El promedio anual de costos generados por contaminación del aire traducidos en gastos por enfermedades respiratorias, cardiovasculares y la mortalidad asociada es de 1500 billones de pesos (2004)	(30)
Enfermedades transmitidas por agua y alimentos	0	Sin dato	No aplica
Enfermedades transmitidas por vectores y roedores	14	Existe asociación entre cambio climático y el aumento de casos de dengue, Chagas, zika, chikungunya, leishmaniosis, malaria, además de los vectores y hospederos involucrados en la transmisión de estas enfermedades en el país.	(41), (45), (46, 47), (48), (52), (73), (42, 46, 50, 52, 74-76)
Fenómenos meteorológicos y desastres naturales	2	El número de desastres naturales está relacionado con la susceptibilidad del país a los fenómenos climáticos	(13, 77)
Enfermedad mental	0	Sin dato	Sin dato
Otros efectos sobre la salud	0	Sin dato	Sin dato

Fuente: construcción de los autores a partir de la revisión, 2017.

DISCUSIÓN

La evidencia científica revisada permite afirmar que el cambio climático tiene una afectación transversal a la población mundial a distintos niveles y escenarios. El cambio climático afecta la salud humana de forma directa e indirecta.

En el primer caso se presentan los padecimientos secundarios a los contaminantes causantes del efecto invernadero. Varios autores coinciden en que el aumento en los niveles de ozono, óxido nitroso y compuestos orgánicos volátiles están asociados a una mayor presentación de alergias y alteraciones del sistema respiratorio. Lin y Zacharek describen el mecanismo fisiopatológico en el que involucran a estos contaminantes ambientales en la génesis de la enfermedad respiratoria solar (25). Las afirmaciones de Lin y Zacharek coinciden con los hallazgos publicados por Ziska y Perdesen (26). Los autores afirman que existe una mayor frecuencia de consulta y hospitalización por enfermedades respiratorias relacionadas con altas tasas de contaminación ambiental o durante picos de altas temperaturas.

Otro ejemplo de afectación directa de la salud humana se observa en el caso de las enfermedades crónicas no transmisibles.

Ramin recoge un grupo de trabajos que reportan el efecto descompensador que tienen las altas temperaturas sobre la población con padecimientos psiquiátricos (64). Yu (66) coincide con otros autores, como Kravchenko Stafoggia (2009), y el grupo de expertos sobre cambio climático (1997), en que los cambios en la temperatura están relacionados con una mayor frecuencia de mortalidad, particular-

mente en ancianos, indigentes y menores de cinco años (15-17).

Llama la atención la escasez de publicaciones realizadas en Colombia a este respecto. Los trabajos publicados enfatizan en los efectos que ha tenido el Fenómeno del Niño sobre las temperaturas y la precipitación y cómo estos influyen en la densidad vectorial del "A. aegypti" (78) (79). Los autores coinciden con los resultados de publicaciones en otras latitudes que documentan los efectos de cambios en la temperatura sobre el desarrollo larvario (40) (41).

Otras publicaciones encontradas hacen referencia a reportes de casos de hanta virus (80). Cárdenas (2008) y Malagón (2011) reportaron que el Fenómeno del Niño en 2008 y 2010 redundó en un aumento de los casos de leishmaniasis cutánea (81, 82).

Por otro lado, es importante resaltar el discreto número de publicaciones encontrado para documentar los efectos del cambio climático en Colombia. De acuerdo con el informe 2011 sobre vulnerabilidad y cambio climático, se espera que este tenga un efecto significativo en el largo plazo sobre ecosistemas en el país, acelerando la degradación del suelo, disminución de fuentes de agua para consumo humano y agricultura, afectando la biodiversidad y aumentando la exposición humana a vectores transmisores de enfermedades transmitidas por vectores (83).

Arango Guzmán y Ruiz identificaron los efectos ambientales para Colombia en los siguientes 90 años. Afirman que para 2041 la temperatura media del territorio nacional se incrementará 1.4 °C para el periodo 2001-2041 y 3.2 °C para el periodo 2071-2100. En

cuanto a precipitación, estiman que la precipitación anual en el país decrecerá en un 36 %, especialmente en la Costa Atlántica y la región andina (84).

Se debe resaltar el número de trabajos de literatura gris realizados por agencias gubernamentales (Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio del Medio Ambiente e IDEAM, Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres y Observatorio de Seguridad Alimentaria) que dan cuenta de los efectos del cambio climático sobre los cultivos, páramos, temperatura, olas de calor y frío.

Solamente en el documento de la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres se hace un análisis detallado de los efectos del Fenómeno del Niño en los casos de ETV, enfermedades transmitidas por alimentos y agua (13).

En el caso del Observatorio de Seguridad Alimentaria (85), este presenta los datos sobre el acceso, distribución de las tierras, pobreza, pero no realiza un análisis sobre la presentación de casos de desnutrición infantil, mortalidad infantil y bajo peso al nacer en zonas de mayor afectación por el cambio climático, presentadas por la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres .

A este respecto es necesario mencionar que el Ministerio de Salud de Colombia en el documento ASIS 2015 reportó que para 2013 los departamentos con tasas de mortalidad infantil por desnutrición fueron Guainía, Vichada, Vaupés, Amazonas, La Guajira, Chocó, Guaviare, Magdalena, Caquetá, Meta y Putumayo y tuvieron tasas significativamente mayores que la nacional, con una confianza del 95 % (86).

Exceptuando el trabajo de Larsen, no existen trabajos que documenten los efectos en la salud humana (cardiovascular y respiratoria)

secundarios a la contaminación atmosférica (30). Tampoco existen documentos sobre los efectos del cambio climático sobre la salud mental.

Respecto a los trabajos encontrados sobre los efectos indirectos del cambio climático se debe resaltar el notable número de publicaciones sobre los efectos de las tormentas, huracanes, inundaciones y sequías sobre la salud humana, especialmente en el sureste asiático y Norteamérica.

Se estima que el 40 % de las catástrofes naturales relacionadas con cambio climático son producidas por altas precipitaciones.

En el caso de Latinoamérica y Colombia, a pesar de estar bien documentado el efecto del ENSO sobre la temperatura y las precipitaciones, no se encontraron trabajos que dieran cuenta de estos efectos.

Por otro lado, existe suficiente sustento científico para afirmar que la seguridad alimentaria está comprometida por los efectos del cambio climático, pero la mayor parte de los estudios está hecha sobre cereales, que son el grueso de las exportaciones.

La evidencia disponible concuerda en que los cultivos son afectados negativamente en zonas tropicales, comparado con los campos de cultivo ubicados en latitudes más altas (19).

Por otro lado, las poblaciones residentes en zonas costeras, densamente pobladas, con limitado o escaso acceso a los servicios de salud también son las más comprometidas por los efectos del cambio climático.

Así las cosas, el impacto por el cambio climático sobre la seguridad alimentaria es

mayor en países en donde paradójicamente el consumo de combustibles fósiles es menor.

Es necesario llevar a cabo un mayor número de trabajos a nivel local que den cuenta del impacto del cambio climático sobre la salud humana, que además desarrollen alternativas de solución que correspondan a la realidad del país frente a este fenómeno.

Limitaciones

Como se mencionó existen un gran número de fuentes de la literatura en la zona gris, pertenecientes a organizaciones no gubernamentales y agencias del Estado que podrían tener información adicional y que no se contempló en esta revisión. No fue consultada la página de Colciencias para revisar los grupos de investigación sobre cambio climático y salud humana.

Financiación: ninguna.

REFERENCIAS

1. Convención Marco sobre Cambio Climático, Climatic Change (1992).
2. Galvão LF, J, Henao S. Capítulo 10: El cambio climático y la salud. Determinantes ambientales y sociales de la salud. Organización Panamericana de la Salud; 2010. p. 220 -9.
3. Bowen KJ, Friel S. Climate change adaptation: where does global health fit in the agenda? *Globalization and health* 2012;8:10.
4. Shuman EK. Global climate change and infectious diseases. *The international journal of occupational and environmental medicine* 2011;2(1):11-9.
5. GIECC GIdEseCC. Cambio Climático: La base científica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; 2001.
6. GIECC GIdEseCC. 2007.
7. Wheeler T, von Braun J. Climate change impacts on global food security. *Science* (New York, NY) 2013;341(6145):508-13.
8. Butler CD, Harley D. Primary, secondary and tertiary effects of eco-climatic change: the medical response. *Postgraduate Medical Journal* 2010;86(1014):230-4.
9. Butler D. Darfur lake is a 'mirage'. *Nature* 2007;448(7152):394-5.
10. Patz J, Gibbs H, Foley J, Rogers J, Smith K. Climate Change and Global Health: Quantifying a Growing Ethical Crisis. *EcoHealth* 2007;4(4):397-405.
11. OMS OMdIS. Cambio climático y salud: Informe de la Secretaría. 2008/01/162008.
12. Cai W, Santoso A, Wang G, Yeh S-W, An S-I, Cobb KM et al. ENSO and greenhouse warming. *Nature Clim Change* 2015;5(9):849-59.
13. UNGRD UNplGdRdDdC. Fenómeno El Niño: Análisis Comparativo 1997-1998//2014-2016. Bogotá, D.C.: Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres; 2016.
14. ONU OdNU. Objetivos de Desarrollo Sostenible 2016. Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.
15. Kravchenko J, Abernethy AP, Fawzy M, Lysterly HK. Minimization of heatwave morbidity and mortality. *American journal of preventive medicine* 2013;44(3):274-82.
16. TEWG TEg. Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. *The Lancet* 1997;349(9062):1341-6.
17. Stafoggia M, Forastiere F, Michelozzi P, Perucci CA. Summer temperature-related mortality: effect modification by previous winter mortality. *Epidemiology* (Cambridge, Mass) 2009;20(4):575-83.
18. Kjellstrom T, Butler AJ, Lucas RM, Bonita R. Public health impact of global heating due to climate change: potential effects on chronic non-communicable diseases. *International journal of public health* 2010;55(2):97-103.

19. Parry ML, Rosenzweig C. Food supply and risk of hunger. *Lancet* 1993;342(8883):1345-7.
20. Knox J, Hess T, Daccache A, Wheeler T. Climate change impacts on crop productivity in Africa and South Asia. *Environmental Research Letters* 2012;7:8.
21. Zhao M, Running SW. Drought-Induced Reduction in Global Terrestrial Net Primary Production from 2000 Through 2009. *Science* (New York, NY) 2010;329(5994):940-3.
22. Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF et al. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science* (New York, NY) 2010;327(5967):812-8.
23. Schmidhuber J, Tubiello FN. Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2007;104(50):19703-8.
24. Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA et al. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *JAMA* 2003;289(1):76-9.
25. Lin GC, Zacharek MA. Climate change and its impact on allergic rhinitis and other allergic respiratory diseases. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery* 2012;20(3):188-93.
26. Ziska LH, Gebhard DE, Frenz DA, Faulkner S, Singer BD, Straka JG. Cities as harbingers of climate change: common rags, weeds, urbanization, and public health. *The Journal of allergy and clinical immunology* 2003;111(2):290-5.
27. Pedersen M, Siroux V, Pin I, Charles MA, Forhan A, Hulin A et al. Does consideration of larger study areas yield more accurate estimates of air pollution health effects? An illustration of the bias-variance trade-off in air pollution epidemiology. *Environment international* 2013;60:23-30.
28. Barnes CS, Alexis NE, Bernstein JA, Cohn JR, Demain JG, Horner E et al. Climate Change and Our Environment: The Effect on Respiratory and Allergic Disease. *The journal of allergy and clinical immunology in practice* 2013;1(2):137-41.
29. Kim SH, Park HS, Jang JY. Impact of meteorological variation on hospital visits of patients with tree pollen allergy. *BMC public health* 2011;11:890.
30. Larsen B. Cost of environmental damage: A socio-economic and environmental health risk assessment. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2004.
31. WHO WHO. Guidelines for drinking-water quality. *WHO chronicle* 2011;38:104-8.
32. Frerichs RR, Keim PS, Barraix R, Piarroux R. Nepalese origin of cholera epidemic in Haiti. *Clinical Microbiology and Infection* 2012;18(6):E158-E63.
33. Orata FD, Keim PS, Boucher Y. The 2010 Cholera Outbreak in Haiti: How Science Solved a Controversy. *PLoS Pathogens* 2014;10(4):e1003967.
34. Akil L, Ahmad HA, Reddy RS. Effects of climate change on Salmonella infections. *Foodborne pathogens and disease* 2014;11(12):974-80.
35. Akil L, Ahmad HA. Salmonella infections modelling in Mississippi using neural network and geographical information system (GIS). *BMJ open* 2016;6(3):e009255.
36. Sterk A, Schijven J, de Roda Husman AM, de Nijs T. Effect of climate change on runoff of Campylobacter and Cryptosporidium from land to surface water. *Water research* 2016;95:90-102.
37. Daniels ME, Smith WA, Schmidt WP, Clasen T, Jenkins MW. Modeling Cryptosporidium and Giardia in Ground and Surface Water Sources in Rural India: Associations with Latrines, Livestock, Damaged Wells, and Rainfall Patterns. *Environmental science & technology* 2016;50(14):7498-507.
38. Young I, Smith BA, Fazil A. A systematic review and meta-analysis of the effects of extreme weather events and other weather-related variables on Cryptosporidium and Giardia in fresh surface waters. *Journal of water and health* 2015;13(1):1-17.

39. Lal A, Baker MG, Hales S, French NP. Potential effects of global environmental changes on cryptosporidiosis and giardiasis transmission. *Trends in parasitology* 2013;29(2):83-90.
40. Pham HV, Doan HTM, Phan TTT, Tran Minh NN. Ecological factors associated with dengue fever in a central highlands Province, Vietnam. *BMC Infectious Diseases* 2011;11(1):172-7.
41. Banu S, Hu W, Hurst C, Tong S. Dengue transmission in the Asia-Pacific region: impact of climate change and socio-environmental factors. *Tropical medicine & international health : TM & IH* 2011;16(5):598-607.
42. Cordovez JM, Rendon LM, Gonzalez C, Guhl F. Using the basic reproduction number to assess the effects of climate change in the risk of Chagas disease transmission in Colombia. *Acta tropica* 2014;129:74-82.
43. Zuluaga JSO, V.A. Nivelación y actualización sobre taxonomía, biología y ecología del *Aedes aegypti*. Bogotá, D.C.: Instituto Nacional de Salud; 2002.
44. Afrane YA, Githeko AK, Yan G. The ecology of Anopheles mosquitoes under climate change: case studies from the effects of deforestation in East African highlands. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2012;1249:204-10.
45. Fernández-Niño JA, Cárdenas-Cárdenas LM, Hernández-Ávila JE, Palacio-Mejía LS, Castañeda-Orjuela CA. Exploratory wavelet analysis of dengue seasonal patterns in Colombia. *Biomédica* 2016;36:44-55.
46. Quintero-Herrera LL, Ramirez-Jaramillo V, Bernal-Gutierrez S, Cardenas-Giraldo EV, Guerrero-Matituy EA, Molina-Delgado AH et al. Potential impact of climatic variability on the epidemiology of dengue in Risaralda, Colombia, 2010-2011. *Journal of infection and public health* 2015;8(3):291-7.
47. Ruiz-Lopez F, Gonzalez-Mazo A, Velez-Mira A, Gomez GF, Zuleta L, Uribe S, et al. Presence of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) and its natural infection with dengue virus at unrecorded heights in Colombia. *Biomédica* 2016;36(2):303-8.
48. Mantilla G, Oliveros H, Barnston AG. The role of ENSO in understanding changes in Colombia's annual malaria burden by region, 1960-2006. *Malaria journal* 2009;8:6.
49. Benavides-Melo JA. El cambio climático como determinante de la distribución de la malaria. *Curare* 2015;2(2):33-45. Doi: <http://dx.doi.org/10.16925/cu.v2i2.1185>
50. Pineda C, Munoz-Louis R, Caballero-Uribe CV, Viasus D. Chikungunya in the region of the Americas. A challenge for rheumatologists and health care systems. *Clinical rheumatology* 2016;35(10):2381-5.
51. Moreno-Madrinan MJ, Turell M. Factors of Concern Regarding Zika and Other Aedes aegypti-Transmitted Viruses in the United States. *Journal of medical entomology* 2017;54(2):251-7.
52. Rueda K, Trujillo JE, Carranza JC, Vallejo GA. Transmisión oral de *Trypanosoma cruzi* : una nueva situación epidemiológica de la enfermedad de Chagas en Colombia y otros países suramericanos. *Biomédica* 2014;34:631-41.
53. Klempa B. Hantaviruses and climate change. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* 2009;15(6):518-23.
54. Plyusnin A, Vapalahti O, Vaheri A. Hantaviruses: genome structure, expression and evolution. *Journal of General Virology* 1996;77(11):2677-87.
55. Alemán A, Iguarán H, Puerta H, Cantillo C, Mills J, Ariz W et al. Primera evidencia serológica de infección por Hantavirus en roedores, en Colombia. *Revista de Salud Pública* 2006;8:1-12.
56. Vapalahti O, Mustonen J, Lundkvist A, Henttonen H, Plyusnin A, Vaheri A. Hantavirus infections in Europe. *The Lancet infectious diseases* 2003;3(10):653-61.

57. Ohl CA, Tapsell S. Flooding and human health. *BMJ* (Clinical research ed) 2000;321(7270):1167-8.
58. Clemens SL, Berry HL, McDermott BM, Harper CM. Summer of sorrow: measuring exposure to and impacts of trauma after Queensland's natural disasters of 2010-2011. *The Medical journal of Australia* 2013;199(8):552-5.
59. Bei B, Bryant C, Gilson KM, Koh J, Gibson P, Komiti A et al. A prospective study of the impact of floods on the mental and physical health of older adults. *Aging & mental health* 2013;17(8):992-1002.
60. Kolves K, Kolves KE, De Leo D. Natural disasters and suicidal behaviours: a systematic literature review. *Journal of affective disorders* 2013;146(1):1-14.
61. Bich TH, Quang LN, Ha le TT, Hanh TT, Guha-Sapir D. Impacts of flood on health: epidemiologic evidence from Hanoi, Vietnam. *Global health action* 2011;4:6356.
62. Trombley J, Chalupka S, Anderko L. Climate Change and Mental Health. *The American journal of nursing* 2017;117(4):44-52.
63. Berry HL, Bowen K, Kjellstrom T. Climate change and mental health: a causal pathways framework. *International journal of public health* 2010;55(2):123-32.
64. Ramin B, Svoboda T. Health of the homeless and climate change. *Journal of urban health : bulletin of the New York Academy of Medicine* 2009;86(4):654-64.
65. Poumadère M, Mays C, Le Mer S, Blong R. The 2003 Heat Wave in France: Dangerous Climate Change Here and Now. *Risk Analysis* 2005;25(6):1483-94.
66. Yu W, Mengersen K, Wang X, Ye X, Guo Y, Pan X et al. Daily average temperature and mortality among the elderly: a meta-analysis and systematic review of epidemiological evidence. *International journal of biometeorology* 2012;56(4):569-81.
67. Moretti ME, Bar-Oz B, Fried S, Koren G. Maternal hyperthermia and the risk for neural tube defects in offspring: systematic review and meta-analysis. *Epidemiology* (Cambridge, Mass) 2005;16(2):216-9.
68. Cuartas DE, Méndez F. Cambio climático y salud: retos para Colombia. *Revista de la Universidad Industrial de Santander Salud* 2016;48:428-35.
69. Pabón JD, Nicholls RS. El cambio climático y la salud humana. *Biomédica* 2005;25(1):5-8.
70. Ceballos AS, Miño LÁ, Sánchez ÉPM, Orozco JDC, Choles BER. Percepción del riesgo al cambio climático y sus efectos sobre la salud y enfermedades infecciosas en estudiantes universitarios, 2011, Santa Marta, Colombia. *Revista Cuidarte* 2014;5(1):613-22.
71. Carrasquilla G. Ciudad libre de dengue. *Revista EcosaludETV Colombia* 2013;1(1).
72. GESP GdEysPdIUdV. Cambio climático, vulnerabilidad y salud 2017. Disponible en: <http://ecosaludycambioclimatico.org/colombia/index.php>.
73. Pabón JD. El cambio climático y la salud humana. *Biomédica* 2005;25:5-8.
74. Gonzalez C, Paz A, Ferro C. Predicted altitudinal shifts and reduced spatial distribution of *Leishmania infantum* vector species under climate change scenarios in Colombia. *Acta tropica* 2014;129:83-90.
75. Quintero L, López MB, Ramírez H, Castaño JC. Descripción de un brote epidémico de malaria en una comunidad indígena asentada en la zona urbana de Armenia, Colombia, 2012. *Biomédica* 2015;35:24-33.
76. Ondoño AF, Levis S, Rodas JD. Hantavirus como agentes emergentes de importancia en Suramérica. *Biomédica* 2011;31:451-64.
77. Marulanda MC, Cardona OD, Barbat AH. Revealing the socioeconomic impact of small disasters in Colombia using the Disaster Inventar database. *Disasters* 2010;34(2):552-70.
78. Tapia-Conyer R, Betancourt-Cravioto M, Mendez-Galvan J. Dengue: an escalating public health problem in Latin America. *Paediatrics and international child health* 2012;32 (Supl 1):14-7.

79. Romero-Lankao P, Qin H, Borbor-Cordova M. Exploration of health risks related to air pollution and temperature in three Latin American cities. *Social science & medicine* (1982). 2013;83:110-8.
80. Ondono AF, Levis S, Rodas JD. [Hantavirus as important emerging agents in South America]. *Biomédica: revista del Instituto Nacional de Salud* 2011;31(3):451-64.
81. Cardenas R, Sandoval CM, Rodriguez-Morales AJ, Vivas P. Zoonoses and climate variability. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2008;1149:326-30.
82. Malagón-Rojas JG, Jaime; Padilla, Julio. Ecoepidemiología de la epidemia de leishmaniasis cutánea en el departamento de Caldas, 2010. *Biomédica : revista del Instituto Nacional de Salud* 2011;31(Sup 3):120 - 3.
83. GFDRR GFfDRaR. Vulnerability, Risk Reduction, and Adaptation to Climate Change. Washington, D.C.: World Bank Group; 2011 Aug.
84. Arango CD, J, Guzmán D, Ruiz, J. F. Cambio climático: más probable para Colombia a lo largo del siglo XXI respecto al clima presente. 2010. Contract n° 7.
85. OSAN OdSA. Documento técnico de la situación en seguridad alimentaria y nutricional (SAN). Bogotá, D.C.: Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); 2013.
86. MinSalud MdSdC. Análisis de Situación de Salud de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia; 2015.