

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SALUD HUMANA IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON HUMAN HEALTH

¹Edgar Edurman García-Silvera, ²Isabel Meléndez-Mogollón, ³Ana T Berríos-Rivas, ⁴Amauris Pérez.

1. Instituto Superior Tecnológico Libertad. Ecuador. eegarcia2@itslibertad.edu.ec Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8116-8427>
2. Instituto Sup Tecnológico Libertad icmelendez@itslibertad.edu.ec Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9030-8935>
3. Tecnología Instruccional. Ecuador. atberrios@itslibertad.edu.ec Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0101-176X>
4. Instituto Superior Tecnológico Libertad aperez4@itslibertad.edu.ec Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0423-5216>

Resumen

La presente revisión tuvo como objetivo analizar el impacto del cambio climático y su influencia en la salud humana, por lo que se abordaron los brotes de enfermedades causadas por el clima a través de la historia, el comportamiento actual de la problemática y las acciones que se deben considerar para la adaptación y mitigación de efectos adversos. La metodología utilizada fue la búsqueda de literatura publicada entre 2004 y 2020 a través del gestor de búsqueda Google Scholar, donde se analizaron revistas archivadas en PubMed, entre otras. Se empleó una matriz de términos en diversas combinaciones con unos y otros, lo que permitió establecer su relación durante la búsqueda. Con esta revisión se evidenció que el cambio climático continúa afectando la salud humana, impactando su bienestar, adaptabilidad y capacidad de resistencia a futuras amenazas. La modificación de los sistemas naturales favorece la aparición de eventos extremos como huracanes, tsunamis, sequías, incendios, inundaciones, trayendo consigo la proliferación de patógenos y vectores, generando enfermedades como el dengue hemorrágico, malaria, aumento de la morbi-mortalidad y la exacerbación de enfermedades emergentes, por lo que se sugiere la gestión integral de residuos, adopción de buenas prácticas en el uso racional de la energía eléctrica, del agua, y la protección y conservación del patrimonio natural.

Palabras clave. cambio climático; salud humana, enfermedades emergentes; factores vulnerables, morbimortalidad.

Abstract

The objective of this review was to analyze the impact of climate change and its influence on human health, which is why the outbreaks of diseases caused by climate through history, the current behavior of the problem and the actions taken were addressed. should be considered for adaptation and mitigation of adverse effects. The methodology used was the literature search published between 2004 and 2020 through the Google Scholar search engine, where journals archived in PubMed, among others, were analyzed. A matrix of terms was used in various combinations with each other, which made it possible to establish their relationship during the search. This review showed that climate change continues to affect human health, impacting their well-being, adaptability and ability to resist future threats. The modification of natural systems favors the appearance of extreme events such as hurricanes, tsunami, droughts, fires, floods, bringing with it the proliferation of pathogens and vectors, generating diseases such as dengue hemorrhagic fever, malaria, increased morbidity and mortality and exacerbation of emerging diseases, so it is suggested the integral management of waste, adoption of good practices in the rational use of electricity, water, and the protection and conservation of natural heritage.

Keywords: climate change; human health, emerging diseases; vulnerable factors, morbidity and mortality.

Recibido 13-05-2021. Aprobado 16-10-2021

Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional



INTRODUCCIÓN

El cambio climático es considerado un reto para la salud humana, a la vez, una realidad que se evidencia en los registros de temperatura, donde en la última década se registró que 9 de los 10 días más cálidos desde que se comenzó a recopilar información del clima ⁽¹⁾. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) cada año 325 millones de personas son afectadas por el calentamiento global en los lugares más diversos de la tierra, cantidad que se elevará a 600 millones en el 2030 ⁽²⁾, mientras que entre el 2030 y el 2050 se prevé un incremento de 250.000 muertes cada año debido a la malnutrición, el paludismo, la diarrea y el estrés calórico, debido a los efectos que produce en la naturaleza como son las inundaciones, la escasez de agua, de alimentos, aumento de la frecuencia de huracanes, las sequías, entre otros. Desafortunadamente, tales fenómenos son atribuidos en gran parte a muchas de las actividades desarrolladas por los seres humanos ⁽³⁾, de allí que sea considerado un factor determinante de la salud de las poblaciones ⁽⁴⁾.

Es importante destacar que la alteración de los sistemas naturales y la proliferación de patógenos y vectores traen consigo enfermedades como el dengue hemorrágico, malaria, aumento de enfermedades respiratorias, así como el aumento de la morbi-mortalidad por eventos extremos como huracanes, tsunamis, sequías, incendios, inundaciones, entre otros ⁽⁵⁾. A lo que se suman las enfermedades no transmisibles (ENT) como la diabetes, trastornos cardiovasculares, cáncer, trastornos mentales y enfermedades respiratorias crónicas, las cuales afectan el bienestar, seguridad y supervivencia de los seres humanos en varias formas.

Las ENT constituyen la principal causa de muerte a nivel mundial y el 85% de todas las muertes en Europa, lo que puede agravarse debido a los impactos del cambio climático, como es el caso de las exposiciones al calor o frío extremo y a factores ambientales como la mala calidad del aire, deforestación, consumo de tabaco ⁽⁶⁾. 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 ⁽⁶⁾.

En consecuencia, las personas que padecen alguna de estas patologías son más vulnerables a estas exposiciones dado que aumenta el potencial de las repercusiones en la salud y el agravamiento de los síntomas ⁽⁶⁾. Por ejemplo, quienes padecen trastornos respiratorios, tendrán mayores probabilidades de verse afectados negativamente por la exposición al aire de mala calidad, en comparación con aquellos que no los padecen. Algunas condiciones de salud subyacentes pueden hacer que la persona tenga dificultades para reducir su exposición o para adaptarse a los riesgos, lo que indica que habrá más personas expuestas al riesgo de sufrir complicaciones debido a las exposiciones relacionadas con el cambio climático ⁽⁶⁾.

Ante estas circunstancias, investigadores como Rodríguez et al. ⁽⁷⁾, destacaron que es necesario reconocer que el grado de gravedad del fenómeno del calentamiento global siempre estará rodeado de alguna incertidumbre, dada la complejidad del fenómeno. Pero aun cuando el aumento de la temperatura llegase a alcanzar el mínimo previsto en el escenario más conservador (1,4°C), se tendría que enfrentar las nuevas condiciones que impone un clima cambiante, lo que afectará irremediamente a las economías, ecosistemas y la vida de millones de personas. Además, se prevé un incremento mayor al registrado en cualquier siglo de los últimos 10.000 años.

Evidentemente, el impacto del cambio climático no solo afecta a la salud humana, sino también a escala ecológica como las fuentes de agua dulce, el mar, la tierra y todos los organismos que se encuentran en ellos su distribución ha sido alterada de una forma acelerada ^(8,9,10), lo que conlleva a una disminución de los nichos ecológicos y por ende el debilitamiento de estos sistemas, los cuales se encuentran en un equilibrio con la cadena trófica de la naturaleza afectando directa o indirectamente la salud humana ⁽¹¹⁾. Quizá este sea sin duda, el problema más grave en el campo ambiental, dado que un colapso de las redes alimenticias afecta la fuente de alimentos de las poblaciones, representando la mayor amenaza global ⁽⁷⁾.

En este contexto, se estima necesario propiciar espacios de intercambio y aportes, donde la educación ambiental y la participación, sea el eje que oriente a personas, familias y comunidades a un verdadero diálogo de saberes donde se promueva el abordaje de las problemáticas del entorno, con el propósito de establecer acciones tendientes a la adaptación y mitigación del impacto climático ⁽¹²⁾. Entre las acciones que contribuyen a la adaptación y mitigación del impacto de los efectos del cambio climático se tienen las siguientes: tratamiento integral de residuos (clasificación, reciclado y rehúso, disposición final en sitios confinados, el tratamiento de lo orgánico, entre otros), respeto al ambiente, adopción y apropiación de buenas prácticas en el uso racional de energía eléctrica, así como el fomento de fuentes alternativas de generación de esa energía, protección del patrimonio natural (bosques nativos y cuencas hídricas) bajo la figura de áreas protegidas ⁽¹³⁾.

De allí la importancia del presente artículo, el cual tiene como objetivo analizar los problemas del cambio climático y su influencia en la salud humana, para ello, se abordaron los brotes de enfermedades causadas por el clima a través de la historia, una segunda parte relacionada al comportamiento actual de la problemática y por último se consideraron las acciones que se están aplicando para mitigar la problemática que se trata en el presente artículo.

MÉTODOS

Esta investigación se basó en una revisión documental definida como el proceso mediante el cual un investigador

recopila, revisa, analiza, selecciona y extrae información de diversas fuentes acerca de un tema particular, con el propósito de llegar al conocimiento y comprensión más profundo del mismo ⁽¹⁴⁾. En consecuencia, se revisó de manera exhaustiva literatura publicada entre 2004 y 2020, específicamente artículos en inglés y español, para ello, se utilizó el gestor de búsqueda Google Scholar, en el que se analizaron revistas archivadas en PubMed, Scopus, Scielo, entre otras. La revisión de la literatura conceptualmente enmarca los problemas del cambio climático y su influencia en la salud humana, por lo que uno de los criterios de inclusión considerados en todas las búsquedas, fue la relación entre cambio climático y la salud. En este procedimiento, también se utilizó una matriz de términos en diversas combinaciones con unos y otros. Del mismo modo, se describieron los términos de búsqueda y sus categorías *cambio climático* y *salud*, a parte términos como *social*, *salud*, *enfermedades emergentes*, *epidemiología*.

La búsqueda inicial en la base de datos arrojó 406 fuentes, incluyendo los artículos adicionales agregados al revisar las secciones de referencia de diversas fuentes. Después de descartar el duplicado de fuentes y literatura que no era relevante según el título, se tenían 110 fuentes, las cuales pasaron por título y resumen. En este punto se identificaron 60 fuentes para una revisión completa, de los que se seleccionaron 46 que fueron analizados e incorporados al manuscrito de esta investigación. Las 190 fuentes restantes fueron excluidas dada la poca relevancia y relación con el tema objeto de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antecedentes históricos de la relación salud-clima

Desde la antigüedad hay registros de la relación entre el clima y la salud humana, tal es el caso de la epidemia de peste negra la que azotó a Europa durante el siglo XIV y que exterminó una tercera parte de la población. Esta situación, fue vinculada con ciclos de periodos cálidos y húmedos seguidos de repentinos periodos secos. Posteriormente la conquista de las Américas, África, Australia y Oceanía extinguió gran parte de los nativos de estos continentes por la importación de enfermedades como la viruela, y el sarampión ⁽¹⁵⁾.

Estas transformaciones medioambientales generaron la necesidad de reinventar las formas de vida, producción, comercio y desarrollo, es así como medievalmente se destaca la afectación en la importación de alimentos por comunidades vikingas en Groenlandia durante los siglos XIV y XV, también se puede apreciar el abono de cultivos de cereales en Islandia, pues el hielo fue permanente durante mucho tiempo ^(16,17,18). Más reciente se encuentran los brotes en la década de los 90' de un Hantavirus debido a una época de intensas lluvias, lo que implicó un incremento de la población de ratones en algunas zonas de Estados Unidos causando un síndrome pulmonar grave, lo que ocasionó la muerte de varias personas ⁽¹⁹⁾. Estudios recientes

plantean la exacerbación de enfermedades emergentes por el cambio climático como la malaria, el virus del Nilo Occidental, la fiebre Chikungunya, dengue, leishmaniasis, enfermedad de Lyme y enfermedades transmitidas por garrapatas, y encefalitis ⁽¹⁷⁾.

Cambio Climático y su Influencia en la Salud

En diversas fuentes se reporta que el cambio climático influye en la carga mundial de morbilidad, y se estima que su influencia crecerá en el futuro. No solo traerá un mundo más caliente, sino un mundo menos saludable ⁽¹⁸⁾. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud los fenómenos meteorológicos (lluvias, el calor excesivo, huracanes o cambios bruscos y extremos del clima) serán cada vez más intensos y frecuentes, lo que incrementará la aparición de enfermedades respiratorias tanto en las altas latitudes, como en las bajas (caso particular los países tropicales) en los que se presentan con mayor frecuencia durante la temporada de lluvias ⁽¹⁹⁾.

A lo anterior se suman, las fuertes precipitaciones que descargan contaminantes en los acuíferos, vertiendo sedimentos, pesticidas e insecticidas, entre otras materias que ocasionan enfermedades y dificulta la potabilización del recurso hídrico que consume la población ⁽¹⁹⁾. El calor, las tormentas y las precipitaciones (Figura 1), son tres vías de exposición a través de las cuales el cambio climático afecta la salud, generando alteraciones importantes como la desnutrición, enfermedades del corazón y la aparición de enfermedades emergentes ⁽²⁰⁾. (Figura 1).

El cambio climático es una creciente amenaza para la salud humana y la biota, porque aumenta la probabilidad de impactos graves, generalizados e irreversibles en los determinantes sociales y medioambientales de la salud, lo que afecta la morbi-mortalidad ⁽²¹⁾ derivado por la disminución de la capa de ozono lo que promueve la aparición del cáncer de piel, desarrollo de cataratas y afecta los procesos fisiológicos y de desarrollo de las plantas y de la cadena alimentaria ^(38,39), de igual forma, las altas temperaturas producen fatiga, aumento de la presión arterial, y desordenes cardiovasculares ^(22,41), a lo que se suma el aumento de incendios forestales, altas precipitaciones y sequías, contaminación atmosférica, aumento en la aparición de enfermedades transmitidas por roedores y vectores ^(23,46), como también, la aparición de alteraciones respiratorias como el asma, bronquitis crónica, enfermedades cardiopulmonares y cáncer del aparato respiratorio, en especial en los grupos más vulnerables ^(21,40,43).

Independientemente del tipo de factor que influencia el cambio climático, es determinante recurrir a las políticas y opciones individuales que ayuden a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La mayoría de las fuentes revisadas incluyen el fomento del uso seguro del transporte público y de formas de desplazamiento activas, todas estas

prácticas, reducen las emisiones de dióxido de carbono y la carga que supone la contaminación atmosférica, que cada año provocan entre unos 4,3 millones y 3,7 millones de defunciones, respectivamente ⁽²³⁾.

Otro aspecto a considerar es el incremento de la incidencia de diarreas y otros trastornos gastrointestinales ^(24,44,45), todo ello debido a la baja disponibilidad de agua potable, lo que obliga a las personas a utilizar recursos de agua dulce de menor calidad, a menudo contaminada por agentes patógenos o sustancias químicas.

Evidentemente los fenómenos meteorológicos no solo afectan los asentamientos humanos ⁽⁴²⁾, sino también la viabilidad de todos los ecosistemas, lo que influye en la productividad sostenible de los suelos, por tanto, en la nutrición adecuada y el mantenimiento de la cadena alimenticia ^(19,25). La tabla 1. resume las causas e impactos en la salud y biota producto del cambio climático, afectando de manera particular la seguridad alimentaria debido a cambios en los niveles de producción de alimentos, lo que ocasiona hambrunas y desnutrición ^(6, 24).

(Tabla 1)

También es importante subrayar que existen algunos factores vulnerables al cambio climático, que inciden negativamente sobre la salud de las poblaciones (Figura 2), tal es el caso de vivir en ciudades a más de 3000 m de altura dado que es más proclive la aparición de alteraciones o variaciones en la presión arterial, asimismo, como las personas adultas mayores padecer enfermedades crónicas y tener un bajo nivel socio-económico ⁽²⁴⁾.

Figura 2

Otro de los problemas que atañe al clima, es el efecto invernadero generado por los gases que antropológicamente se han incrementado en las últimas décadas ⁽⁶⁾, a estos gases se le atribuye la destrucción de la capa de ozono, cuya función es proteger a la tierra de los rayos ultravioletas. Estos se dividen dependiendo de la longitud de onda y se manifiestan en múltiples implicaciones sobre los procesos biológicos del planeta, no obstante, en dosis apropiadas, estas longitudes de onda benefician ciertas funciones de los organismos vivos, pero en dosis excesivas y acumulativas sus consecuencias son muy perjudiciales ⁽²⁵⁾, por ejemplo, zonas donde las radiaciones ultravioletas (UV) son extremas como países cercanos al Ecuador ⁽²⁶⁾.

Entre los principales impactos directos de la radiación solar intensa que atraviesa la deteriorada capa de ozono atmosférica se tienen a las afecciones oculares y las cutáneas entre las que figura el cáncer de piel ⁽²⁵⁾. Diversos son los estudios realizados en Ecuador donde se evidencia la alta incidencia cáncer basocelular, seguido del melanoma, entre lo que se enfatiza la latitud geográfica y la exposición a la radiación solar ^(26,27,28). Otro aspecto de interés y preocupación producto del cambio climático, es la elevación del nivel del mar (Figura 3). En el 2019 se había

incrementado hasta 92.5 mm con una velocidad de cambio de 3.3 mm/año. Los océanos representan el 70 % de la superficie terrestre, este tiene una gran influencia sobre el clima, por su energía térmica. Las corrientes oceánicas distribuyen esta energía térmica por toda la tierra, siendo la fuerza motriz del clima. El exceso del calentamiento global se almacena en las aguas del océano, influyendo directamente en la biología, química y aspectos físicos del medio marino ⁽²⁹⁾.

(Figura 3)

Esta situación afecta considerablemente a los entornos naturales como los ecosistemas marinos y a las poblaciones humanas en las regiones costeras e insulares producto de marejadas ciclónicas y tsunamis lo que genera el desplazamiento de poblaciones, pérdida y degradación de tierras agrícolas y daños en las ciudades. Dos son los factores relacionados con el calentamiento global. el agua agregada de la fusión de las capas de hielo y los glaciares, y la expansión del agua de mar a medida que se calienta ⁽²⁹⁾.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático proyecta un aumento del nivel del mar de 18 a 59 cm para el año 2100, al tiempo que señala, que podría ser mucho mayor ⁽³⁰⁾. Este incremento afecta directamente la alimentación de especies en diferentes zonas geográficas. Por ejemplo, en la Antártida durante las últimas dos décadas, una disminución en los camarones generó la reducción en las poblaciones de pingüinos Adelia ^(22,29,30).

Comportamiento Actual de la Problemática

En los últimos años el cambio ambiental global se ha acentuado de manera progresiva y por diversos factores, entre los que se encuentran los procedentes de la acción del hombre, aumento de la población humana, el uso inadecuado de los suelos, desertización, las alteraciones en la biodiversidad y en los ciclos biogeoquímicos del agua y componentes de la atmósfera, donde lo que se percibe es el cambio climático ⁽³¹⁾.

Las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) alcanzaron un récord en 2019 de 36,7 Gigatoneladas, mientras que durante el 2020 se observaron anomalías relacionadas con el periodo de confinamiento y parón de la economía global que hizo disminuir en abril un 17% las emisiones en comparación con los promedios globales diarios en 2019; niveles que volvieron a recuperarse en junio de 2020. Sin embargo, pese a esta ligera reducción de emisiones durante la pandemia, existen nuevos registros que reportan que las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera han aumentado nuevamente, por lo que se requiere reducciones sostenidas de las emisiones para estabilizar el aumento de la temperatura global ⁽³²⁾.

En consecuencia, en este siglo XXI numerosas iniciativas se han puesto en marcha para identificar la vulnerabilidad humana y los riesgos para la salud derivados

del cambio climático, por tanto, prepararse para responder y propiciar una mayor resiliencia de las comunidades ante sus efectos requiere que la población cuente con suficiente información sobre el cuidado del medio ambiente, sus elementos y los problemas que lo afectan, además adoptar medidas, conductas y actitudes que potencie la conservación del mismo⁽⁸⁹⁾.

Se estima conveniente la participación comunitaria, y el desarrollo de acciones o medidas puntuales, todo ello en el marco del diseño de un futuro posible⁽⁹⁴⁾. Una de las medidas más importante es la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero para lo que se requiere actuaciones en el sector del transporte, urbanístico e industrial, un uso eficiente y responsable de la energía y la utilización progresiva de energías renovables^(95,96), medidas que deben complementarse con educación para la salud y promoción de hábitos saludables^(26,97).

CONCLUSIONES

La presente revisión deja en evidencia que desde la antigüedad se ha reportado la relación existente entre el clima y la salud humana. En el siglo XIV se produjo la epidemia de peste negra que azotó a Europa y exterminó una tercera parte de la población, producto de ciclos de periodos cálidos y húmedos seguidos de repentinos periodos secos.

La modificación y transformación de los sistemas naturales favorece la aparición de eventos extremos como huracanes, tsunamis, sequías, incendios, inundaciones, entre otros; trayendo consigo la proliferación de patógenos y vectores generando enfermedades como el dengue hemorrágico, malaria, aumento de enfermedades respiratorias y de la morbi-mortalidad. Desafortunadamente, basta es la evidencia donde la aparición de estos fenómenos es atribuida gran parte a muchas de las actividades desarrolladas por los seres humanos.

La presencia de las enfermedades no transmisibles (ENT) como la diabetes, trastornos cardiovasculares, cáncer, trastornos mentales y enfermedades cardiorrespiratorias crónicas, constituyen un factor determinante que afecta el bienestar, la seguridad y supervivencia de los seres humanos; así como también, la exacerbación de enfermedades emergentes como la malaria, el virus del Nilo Occidental, la fiebre Chikunguña, dengue, leishmaniasis, enfermedad de Lyme y enfermedades transmitidas por garrapatas, encefalitis.

Ante el reto inevitable de contribuir a la mitigación de estos cambios y prever la adaptación a ellos, es apremiante apelar a las previsiones climáticas ante los fenómenos extremos como medio de ayuda para afrontar las repercusiones del cambio climático global en concordancia con el diseño, aplicación y legitimación de acciones educativas en el marco de las políticas de respuesta a la crisis climática y como medio para promocionar la salud.

DECLARACIÓN SOBRE CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existe de manera directa o indirecta ningún tipo de conflicto de intereses financieros, académicos ni personales para la publicación de este artículo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Woodward A, Smith KR, Campbell-Lendrum D, Chadee DD, Honda Y, Liu Q, et al. Climate change and health: on the latest IPCC report. [Online]. London, England, Lancet, 2014. 383(9924), 1185–1189. [cited 2021 July 21]. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60576-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60576-6).
2. World Health Organization. Noncommunicable diseases. World Health Organization regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark. [Online]; 2017 [cited 2021 January 20]. Available from: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases>.
3. Portillo Sorto, E. J. Impacto del cambio climático en la salud de El Salvador. *Crea Ciencia Revista Científica*. [Online]. 2020. [cited 2021 January 22]; 12(2):64–78. Available in: <https://doi.org/10.5377/creaciencia.v12i2.10171>
4. Watts N, Adger WN, Agnolucci P, Blackstock J, Byass P, Cai W, et al. Health and climate change: policy responses to protect public health. The Lancet Commission. [Online]; 2015. [cited 2021 January 22]; 386(10006):1861–1914. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60854-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60854-6).
5. Naciones Unidas. La economía del cambio climático en Centroamérica. Síntesis. [Online]; 2012 [cited 2021 septiembre 18]. Available from: <https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/26123/M20120032.pdf>.
6. Malagón-Rojas Jeadran N., Garrote-Wilches Carolina F., Castilla-Bello Paola A. Cambio climático y salud humana: una revisión desde la perspectiva colombiana. *Rev Salud, Barranquilla* [Internet]. Agosto de 2017. [consultado el 13 de octubre de 2021]; 33 (2). 224–241. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522017000200224&lng=en.
7. Rodríguez-Pacheco F, Jiménez-Villamizar M, Pedraza-Álvarez L. Efectos del cambio climático en la salud de la población colombiana. *Rev Duazary* [Internet]. 2019 mayo [consultado el 13 de octubre de 2021]; 16(2). 319–331. Available from: <https://doi.org/10.21676/2389783X.3186>
8. Chen I.-C., J. K. Hill, R. Ohlemüller, D. B. Roy, C. D. Thomas. Rapid Range Shifts of Species Associated with High

- Levels of Climate Warming. *Science* [Online].; 2011 [cited 2021 Sep-20]; 333:1024-1026. Available from: <https://science.sciencemag.org/content/333/6045/1024>.
9. Poloczanska E. S. et al. Global imprint of climate change on marine life. *Nature Clim. Change* [Online].; 2013. [cited 2021 Sep-20]; 3, 919-925. Available from: <https://doi.org/10.1038/nclimate1958>.
10. Lenoir J. and Svenning J.C. Climate-related range shifts – a global multidimensional synthesis and new research directions. *Ecography* [Online].; 2015 [cited 2021 September 22]; 38:15-28. Available from: <https://doi.org/10.1111/ecog.00967>.
11. Ki-Hyun Kim, Ehsanul Kabir & Shamin Ara Jahan. A Review of the Consequences of Global Climate Change on Human Health, *Journal of Environmental Science and Health*, [Online].; 2014 [cited 2021 September 14]; Part C, 32:3, 299-318. Available from: <https://doi.org/10.1080/10590501.2014.941279>.
12. Cruz Castaño N, Páramo Bernal P. Educación para la mitigación y adaptación al cambio climático en América Latina. *educ. [Internet]*. 5 de noviembre de 2020 [citado 14 de octubre de 2021]; 23(3):469-8. Disponible en: <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/11979>
13. Cuadros Cagua TA. El cambio climático y sus implicaciones en la salud humana. *Rev Ambydes* [Internet]. 30 de junio de 2017 [citado 14 de octubre de 2021];21(40):159-70. Disponible en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteysdesarrollo/article/view/20006>
14. Hurtado de Barrera, Jacqueline. Metodología de la investigación. guía para una comprensión holística de la ciencia – 4a. ed. – [Internet] Caracas. Quirón Ediciones, 2010. [citado 14 de octubre de 2021]. Disponible en: http://emarketingandresearch.com/wp-content/uploads/2020/09/kupdf.com_j-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacioacuten-completo-1.pdf
15. McMichael AJ. Insights from past millennia into climatic impacts on human health and survival. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. [Online].; 2012. [cited 2021 February 20]; 109(13), 4730-4737. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.1120177109>.
16. López-Goñi I. El origen de la peste en Europa. ¿el cambio climático? *Investigación y Ciencia. El rincón de Pasteur*. [Online]. 2015. [cited 2021 January 10]. Available from: <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/medicina-y-biologia/43/posts/el-origen-de-la- peste-en-europa-el-cambio-climtico-12984>.
17. Medlock, J. M., & Leach, S. A. Effect of climate change on vector-borne disease risk in the UK. *The Lancet. Infectious diseases* [Online].; 2015. [cited 2021 September 20]; 15(6), 721-730. Available from: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)70091-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)70091-5).
18. Rodríguez-Pacheco F, Jiménez-Villamizar M, Pedraza-Álvarez L. Efectos del cambio climático en la salud de la población colombiana. *Rev Duazary*. [Online].; 2019 [cited 2021 February 20]; 15(6), 721-730. Available from: <https://doi.org/10.21676/2389783X.3186>.
19. Favier Torres MA, Chi Ceballos M, Dehesa González LM, Veranes Dutil M.. Efectos del cambio climático en la salud. *Rev Inf Cient* [Online].; 2019. [cited 2021 February 20]; 98(2):[aprox. 10 p.]. Available from: <http://www.revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/articloe/view/2276>.
20. Kuri, P., Guzmán, E., De La Paz, E. y Salas, A. Enfermedades emergentes y reemergentes. *Gaceta Médica de México*, [Online] 2015. [cited 2021 February 20]; (151), 674-680. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2015/gm155q.pdf>
21. Kravchenko J, Abernethy AP, Fawzy M, Lyerly HK. Minimization of heatwave morbidity and mortality. *American journal of preventive medicine* [Online] 2013. [cited 2021 February 22]; 44(3):274-82. Available from: [https://www.ajpmonline.org/article/S0749-3797\(12\)00878-1/fulltext](https://www.ajpmonline.org/article/S0749-3797(12)00878-1/fulltext)
22. Wehner M, Castillo F, and Dáithí Stone. The Impact of Moisture and Temperature on Human Health in Heat Waves Health Impacts, Extreme Temperatures Online Publication. [Online] 2017 [cited 2021 February 22]; Available from: DOI.10.1093/acrefore/9780199389407.013.5
23. Rossati A. Global Warming and Its Health Impact. *Int J Occup Environ Med*. [Online] 2017 [cited 2021 February 21]; 8:7-20. Available from: <https://doi.org/10.15171/ijocem.2017.963>
24. Organización Mundial de la Salud. Los riesgos climáticos para la salud son cada vez mayores, pero falta priorizar fondos para proteger la salud humana frente al cambio climático. [Online]. 2019. [cited 2021 February 21]. Available from: <https://www.who.int/es/news/item/03-12-2019-climate-risks-to-health-are-growing-but-prioritized-funding-lacking-to-safeguard-human-health-from-climate-change>.

25. Villegas Álvarez, Eunice Díaz de, Castillo Menéndez, María Dolores, Sabatés Martínez, Manuel, Curbelo Alonso, Marlene, Ramos Viera, Niurka. Radiación ultravioleta. Fotoenvejecimiento cutáneo. MediSur [Online].; 2005. [cited 2021 January 12]; 3(1):14-33. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180020172002>.
26. Veliz Rojas LH & Bianchetti Saavedra AF. Cambio climático y salud pública: acciones desde la institucionalidad en el escenario sociocultural actual. Rev Costarr Salud Pública [Online].; 2013. [cited 2021 January 12]; 22:163-168. Available from: http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/965/V%c3%a9liz_Cambio_clim%c3%a1tico_y_salud.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
27. Lam-Vivanco A, Espinoza-Carrión F, Santos Luna J, García-González C. Incidencia de cáncer de piel en población de Machala, Ecuador. //Incidence of lean cancer in the population of Machala, Ecuador. CU [Online]. 2018. [cited 2021 January 12]; 11(27):78-6. Available from: <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/783>.
28. Álvarez Castillo A, Rodríguez Alfaro JM, Salas Boza A. Revisión sistemática del carcinoma basocelular. Rev.méd.sinerg. [Online].; 2020. [cited 2021 January 15]; 5(5):e483. Available from: <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/483>.
29. Naciones Unidas. El cambio climático amenaza nuestros océanos. [Online].; 2017. [cited 2021 January 11]. Available from: <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-cambio-climatico-amenaza-nuestros-oceanos>
30. Intergovernmental Panel on Climate Change. Global warming of 1.5°C. ISBN 978-92-9169-151-7. [Online]. 2018. [cited 2021 January 11]. Available from: https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf.
31. Sánchez, C. Evolución del concepto de cambio climático y su impacto en la salud pública del Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, [Online]. 2016. [cited 2021 January 12]; 33(1):128-138. Available from: <http://www.scielosp.org/pdf/rpmesp/v33n1/1726-4642-rpmesp-33-01-00128.pdf>
32. Organización Meteorológica Mundial (OMM) [Online]. El cambio climático y sus efectos se aceleran. Disponible en: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-cambio-clim%C3%A1tico-y-sus-efectos-se-aceleran>
33. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. [Online]. Impactos del Cambio Climático en la Salud. Resumen Ejecutivo. Madrid. Disponible en: https://www.msbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/CCResumen_ESP.pdf
34. Hu Zhuang y Yujuan Bai. Conf. Ser. Earth Environ [Online]. 2019 [cited 2021 January 12]; IOP Sci. 300 032111. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/300/3/032111>
35. Sikora - Fernández, Dorota. Factores de desarrollo de las ciudades inteligentes. Revista Universitaria de Geografía [Internet]. 2017 [consultado el 06 de julio 2021];26(1):135-152. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=383252125007>
36. Álvarez-Vergnani Carolina. Participación ciudadana: retos para una ciudadanía activa ante el cambio climático. Cuadernos de Investigación UNED [Online]. 2019 Mar [cited 2021 Oct 10]; 11(1):78-88. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662019000100078&lng=en.
37. Cajina-Pérez, L. Importancia de la Educación para la Salud en currículo educativo. Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas [Online]. 2020 [cited 2021 January 12]; 3(1). 170-180. Available from: <https://doi.org/10.5377/recsp.v3i1.9799>
38. United States Environmental Protection Agency [Online]. Health and Environmental Effects of Ozone Layer Depletion. [cited 2021 January 20]. Available from: <https://www.epa.gov/ozone-layer-protection/health-and-environmental-effects-ozone-layer-depletion>
39. Andersen, S. and Sarma, M. Protecting the Ozone Layer. The United Nations History. Virginia. Earthscan Publicatios Ltd. 2002.
40. Wargent, J.J. and Jordan, B.R. From Ozone Depletion to Agriculture: Understanding the Role of UV Radiation in Sustainable Crop Production. New Phytologist. [Online]. 2013. [cited 2021 January 20]; 197. 1058-1076. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/nph.12132>
41. Wehner M, Castillo F, and Dáithí Stone. The Impact of Moisture and Temperature on Human Health in Heat Waves Health Impacts, Extreme Temperatures. [Online]. 2017. [cited 2021 January 25]. Available from: <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389407.013.58>
42. Fu-Min R, Trewin B, Brunet M, Dushmanta P, Walter A, Baddour O, Korber M. A research progress review on regional extreme events. Advances in Climate Change Research. [Online]. 2018. [cited 2021 January 22]; 9(3):161-169. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.accr.2018.08.001>

43. Mannucci PM, Sergio Harari, Ida Martinelli, Massimo Franchin. Effects on health of air pollution: a narrative review. *Intern Emerg Med* [Online]. 2015 [cited 2021 January 21]; (6):657-62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26134027/>

44. Rossati A. Global Warming and Its Health Impact. *Int J Occup Environ Med.* [Online]. 2017 [cited 2021 January 21]; 8(1):7-20. Available from: <https://doi.org/10.15171/ijoem.2017.963>

45. El-Kady Ahmed A, Abdel-Wahhab Mosaad. Occurrence of trace metals in foodstuffs and their health impact. *Trends*

in *Food Science & Technology* [Online]. 2018 [cited 2021 January 14]; Volume 75:36-45. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.001>

46. Ziska L, Knowlton K, Rogers C, Dalan D, Tierney N. Recent warming by latitude associated with increased length of ragweed pollen season in central North America. *PNAS* [Online]. 8 March 2011 [cited 2021 January 18]; 108(10):4248-4251. Available from: <https://doi.org/10.1073/pnas.1014107108>



Figura 1. Efectos del cambio climático sobre la salud

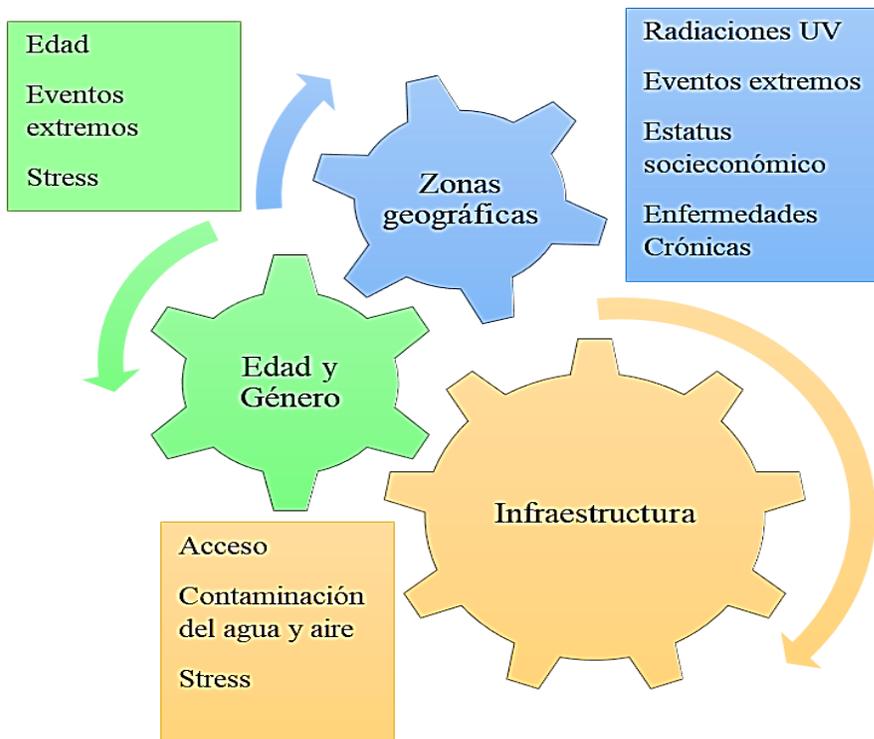


Figura 2. Factores vulnerables al cambio climático.

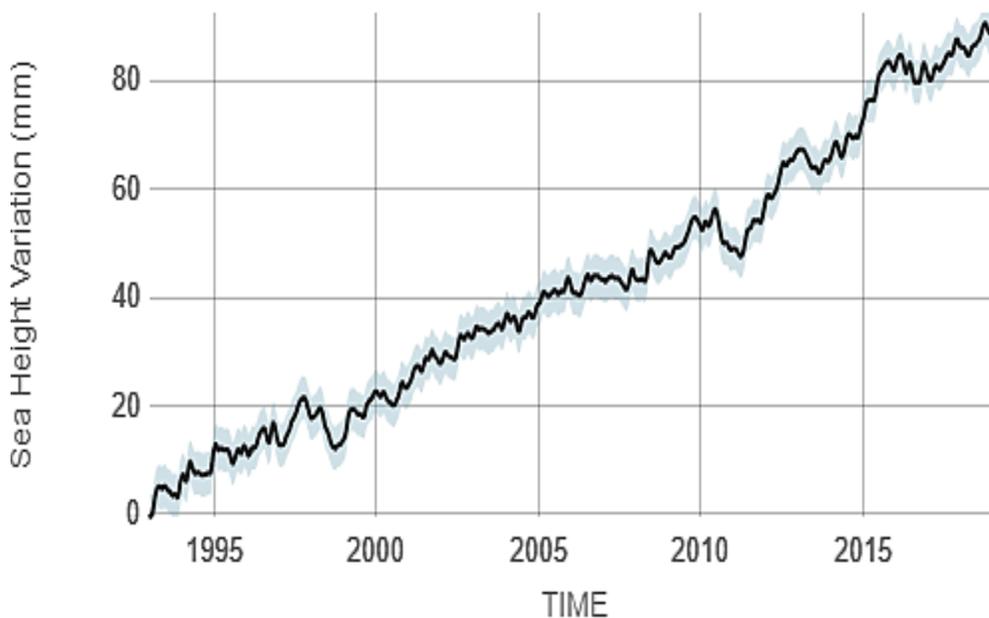


Figura 3. Incremento del nivel del mar en el tiempo

Fuente tomada de: <https://climate.nasa.gov/visto> el 31 de Julio del 2019.

Tabla 1. Influencia del cambio climático en la salud humana y en la biota.

Efecto del cambio climático	Causas	Impacto en la salud	Referencia
Disminución de la capa de ozono	Aumento de los Rayos UV	Cáncer de piel	United States Environmental Protection Agency ⁽³⁸⁾
		Desarrollo de cataratas	
		Afecta los procesos fisiológicos y de desarrollo de las plantas	
		Reducción en la producción de fitoplancton	
Disminución de la capacidad reproductiva y el desarrollo larvario deteriorado	Aumento de los Rayos UV	Disminución de la capacidad reproductiva y el desarrollo larvario deteriorado	Andersen and Sarma ⁽³⁹⁾
		Reducciones de población para pequeños organismos marinos con implicaciones para toda la cadena alimentaria marina	
		Supresión del sistema inmune	
Temperaturas extremas	Ondas de calor, aumento de la concentración de gases invernaderos	Afectación en los pulmones	Wargent and Jordan ⁽⁴⁰⁾
		Fatiga, presión alta, desordenes respiratorios y cardiovasculares	Wehner et al. ⁽⁴¹⁾
Eventos meteorológicos extremos	Huracanes, tornados Terremotos Sunamis	Aumento de incendios forestales	Fu-Min <i>et al</i> . ⁽⁴²⁾
		Muerte, lesiones, enfermedades, daños ecosistemas terrestres, marinos, daños a infraestructuras	
Calidad del aire	Contaminación del aire	Enfermedades respiratorias Irritación de ojos Incremento de alergias Enfermedades cardiovasculares	Mannucci <i>et al</i> . ⁽⁴³⁾
Contaminación de agua y alimentos	Escorrentía de aguas, lluvias ácidas, infecciones transmitidas por alimentos y agua, Incremento de la eutroficación Exposición a metales pesados	Enfermedades gastrointestinales Infecciones por microorganismos, virus	Rossati ⁽⁴⁴⁾
		Cáncer	El-Kady and Abdel-Wahhab ⁽⁴⁵⁾
Enfermedades infecciosas transmitidas por insectos, plagas, roedores.	Cambios en los patrones biológicos y ecológicos	Aparición de nuevas enfermedades emergentes	Rossati ⁽⁴⁴⁾
		Brotos de enfermedades infecciosas	Ziska <i>et al</i> . ⁽⁴⁶⁾

Elaboración propia de los autores (2021)

