

Demands to the health sector front the manifestations of climate change in Jalisco

Demandas al sector salud ante las manifestaciones del cambio climático en Jalisco

Garibay-Chávez, M.G., Curiel-Ballesteros, A.

¹Universidad de Guadalajara. Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas, Programa de Salud Ambiental, México. Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco C.P.45200.

Cite this paper/Como citar este artículo: Garibay-Chávez, M.G., Curiel-Ballesteros, A. (2021). Demands to the health sector front the manifestations of climate change in Jalisco. *Revista Bio Ciencias* 8, e884. doi: <https://doi.org/10.15741/revbio.08.e884>



ABSTRACT

Climate change has triggered health hazards that need to be identified and recognized in Jalisco state. A confirmed threat is the extreme maximum temperatures that lead to a necessary diagnosis of vulnerability and risk as a basis for the design and implementation of adaptation measures to current and future manifestations. The demands of attention of the health sector have increased since the period of time where there is the probability of presenting extreme temperatures and heat waves has increased from two months considered as normal to four months at present with an increase in mortality due to cardiovascular diseases and morbidity due to gastrointestinal infections, likewise, the temperature has increased by two months which promotes the increase of the population of mosquitoes that transmit dengue fever.

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: December 02nd 2019.

Accepted/Aceptado: February 10th 2021.

Available on line/Publicado: March 15th 2021.

RESUMEN

El cambio climático ha detonado peligros para la salud que requieren determinarse y reconocerse en Jalisco. Un peligro confirmado son las temperaturas máximas extremas que lleva a un necesario diagnóstico de la vulnerabilidad y de riesgo como base para el diseño e implementación de medidas de adaptación ante manifestaciones actuales y futuras. Las demandas de atención del sector salud han aumentado a partir de verse incrementado el periodo de tiempo donde existe la probabilidad de presentarse temperaturas extremas y olas de calor pasando de dos meses considerado como normal, a cuatro meses en la actualidad con un incremento en mortalidad por enfermedades cardiovasculares y en morbilidad por infecciones gastrointestinales, de igual manera ha aumentado en dos meses la temperatura que favorece el incremento de la población de mosquitos transmisores de dengue.

Lo anterior requiere de una respuesta del sector salud, no solo en la atención hospitalaria, sino en la prevención de la exposición a través de sistema de alerta temprana ante la presencia de peligro con una evaluación de dichas estrategias

*Corresponding Author:

Arturo Curiel Ballesteros, Universidad de Guadalajara, Cuerpo Académico Salud Ambiental y Desarrollo Sustentable. Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco C.P.45200. Phone: (331) 245 4160. E-mail: arturoc@redudg.udg.mx Institutional page: www.saludambiental.udg.mx/www.udg.mx

The above requires a response from the health sector, not only in hospital care, but also in the prevention of exposure through an early warning system in the presence of danger with an evaluation of such communication strategies to break and reverse the increase in damage to the health of the Jalisco state inhabitants, particularly the Tlaquepaque, Zapopan, Tonalá, Guadalajara and Puerto Vallarta urban areas which turned out to be the most vulnerable to climate change in Jalisco.

KEY WORDS

Climate change adaptation, vulnerability, temperature extremes, mortality, morbidity.

Introduction

In 1992, the First Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1992) was published, establishing short-term adaptation measures, the first of which concerned the development of policies and programmes for emergency response and disaster prevention and the development of comprehensive and detailed management plans to reduce the future vulnerability of populations. Lavell (2011) raises the basic hypothesis that Disaster Risk Management, the concepts and methods, practice and strategies it has developed have much to offer the field of Climate Change Adaptation.

In the Northern Hemisphere, where Jalisco is located, the continental mass of the planet and the highest greenhouse gas emissions predominate, so it has been shown that positive temperature anomalies are increasing (NOAA, 2021).

The greatest uncertainty present in this changing climate, is in the effects that the increase of heat will have, since it has been confirmed that when human beings are exposed to temperatures outside their thermoneutral zone, it has effects on physical and mental health; going outside that zone and according to the vulnerability of the organism, can present diverse conditions of risk. The environmental thermoneutral zone or comfort zone of humans ranges from 24 to 31 °C (Gordon, 2005).

de comunicación para detener y revertir el incremento de daño a la salud de los habitantes de Jalisco, en particular las áreas urbanas de Tlaquepaque, Zapopan, Tonalá, Guadalajara y Puerto Vallarta que resultaron ser las más vulnerables al cambio climático en Jalisco.

PALABRAS CLAVE

Adaptación al cambio climático, vulnerabilidad, temperaturas extremas, mortalidad, morbilidad.

Introducción

En 1992, se publica el Primer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 1992) donde se establecen medidas relacionadas a la adaptación en el corto plazo, siendo la primera la referida a la elaboración de políticas y programas de preparación para casos de urgencia y prevención contra los desastres y elaboración de planes completos y detallados de gestión para disminuir la futura vulnerabilidad de las poblaciones. Lavell (2011) plantea la hipótesis básica de que la Gestión del Riesgo de Desastre, los conceptos y los métodos, la práctica y las estrategias que ha desarrollado, tienen mucho que ofrecer al campo de la Adaptación al Cambio Climático.

En el hemisferio norte, donde se encuentra Jalisco, predomina la masa continental del planeta y las mayores emisiones de gases efecto invernadero, por lo que se ha comprobado que las anomalías positivas de las temperaturas van en aumento de manera creciente (NOAA, 2021).

La mayor incertidumbre presente en este clima cambiante, es en los efectos que tendrá el aumento de calor, pues se ha confirmado que cuando los seres humanos se exponen a temperaturas fuera de su zona termoneutral, tiene efectos en la salud física y mental; el salirse de esa zona y según la vulnerabilidad del organismo, puede presentar diversas condiciones de riesgo. La zona termoneutral ambiental o zona de confort de los seres humanos va de 24 a 31 °C (Gordon, 2005).

En el Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2013-2033, se advierte que el estado es vulnerable al cambio climático (Gobierno de Jalisco, 2013); y la consulta de percepción ciudadana incluida en el Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) del Estado de Jalisco (Alcocer et

The Jalisco State Development Plan 2013-2033 warns that the state is vulnerable to climate change (Gobierno de Jalisco, 2013); and the citizen perception consultation included in the Jalisco State Climate Change Action Plan (PEACC) (Alcocer *et al.*, 2014), indicates that the main word that defines climate change according to local respondents is "heat".

The annual incidence of heat extremes is more frequent in metropolitan areas, and the rate of increase of such events is higher in expanding areas compared to smaller ones (Stone *et al.*, 2010; EM-DAT, 2020).

In the document Mexico Fifth National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change (SEMARNAT & INECC, 2012), it refers to the fact that acute diarrheal diseases, dengue, malaria and heat stroke are on the increase, identifying the urgency of carrying out greater efforts and effective measures by the health sector to reduce their impact on the population, and to be able to face up to lower costs in damages and lives.

Heat waves and extreme temperatures are recognized as a trigger for mortality and deaths from diseases of the circulatory system (I00-I99) in the Guadalajara metropolitan area, and identify as the most vulnerable groups of the population people of the male gender between 60 and 69 years of age (Estrella, 2017).

Jalisco is a territory where vulnerability to climate change is expressed in a wide diversity of variables and the potential damage it can cause in human lives is very high. Some of the vulnerability factors that contribute with the level of damage of the climate change-related events are: population density (in its two extremes high concentration and dispersion), dispersed and unplanned urban growth, lack of basic services in housing such as water and electricity (coverage gaps), illiteracy (their attention is a crucial factor for understanding the problem and its causes, changes in behavior and harm reduction), lack of basic knowledge of the inhabitants about climate change (which limits the recognition of it as a problem and the implementation of measures to prevent and better face its consequences), access to health (there is a third of the inhabitants of Jalisco who do not have social security), and poverty (the large

al., 2014), señala que la principal palabra que define al cambio climático según los jaliscienses encuestado es "calor".

La incidencia anual de eventos extremos de calor es cada vez más frecuente en las zonas metropolitanas, y la tasa de aumento de eventos extremos, es mayor en las zonas en expansión comparativamente con las más pequeñas (Stone *et al.*, 2010; EM-DAT, 2020).

El documento México Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (SEMARNAT & INECC, 2012), refiere que las enfermedades diarreicas agudas, dengue, paludismo y golpes de calor van en aumento, identificando la urgencia de llevar a cabo mayores esfuerzos y medidas eficaces por el sector salud para reducir su impacto en la población, y poder hacer frente con menores costos en daños y vidas. Las olas de calor y la temperatura extrema se reconocen como factor detonante de muertes por enfermedades del sistema circulatorio (I00-I99) en la zona metropolitana de Guadalajara, e identifican como grupos más vulnerables de la población, las personas del género masculino entre los 60 a 69 años de edad (Estrella, 2017).

Jalisco es un territorio donde la vulnerabilidad al cambio climático se expresa en una amplia diversidad de variables y el daño que puede ocasionar en vidas humanas es muy alto. Algunos de los factores de vulnerabilidad que contribuyen en el nivel de daños ante eventos relacionados con el cambio climático son: densidad de población (en sus dos extremos alta concentración y dispersión), crecimiento urbano disperso y sin planeación, carencia de sistemas de aprovechamiento de agua pluvial, disminución de áreas verdes urbanas y los servicios ambientales que brindan a la población, carencias de servicios básicos en la vivienda como agua y energía eléctrica (rezagos en la cobertura), analfabetismo (su atención es un factor crucial para la comprensión del problema y sus causas, cambios de comportamiento y reducción de daños), falta de conocimiento básico de los habitantes sobre el cambio climático (que limita reconocerlo como problema e implementar medidas para prevenir y enfrentar de mejor manera sus consecuencias), acceso a salud (existe una tercera parte de los jaliscienses que no cuenta con un seguro social), marginación y pobreza (los grandes núcleos urbanos concentran la mayor parte de los pobres del estado), falta de calificación de recursos humanos (implica crear capacidades a nivel de las instancias de gobierno y los profesionales que se desempeñan en sectores directivos y operativos clave (economía, transporte, industria, agua, energía, vivienda,

urban centers concentrate most of the poor people in the state). Similarly, the capacities for adaptation require increasing human resources and civil protection infrastructure according to the demands for attention to the priority threats present in the state (Garibay & Curiel, 2015).

It is known that a quarter of the state territory is very sensitive to global warming. During the period 2000-2019, visible disasters in Jalisco have become frequent: epidemics (2009, 2008, 2007, 2005, 2003, 2019), floods (2006, 2007, 2008, 2003) and storms (2008), but non-visible ones, such as heat waves (2002, 2003, 2005, 2013, 2018), have also increased. The municipalities where the greatest climatic disasters have occurred are: Guadalajara, Puerto Vallarta, Cihuatlán, Lagos de Moreno, Ocotlán, Tlaquepaque, Zapopan and Tlajomulco de Zúñiga (Garibay & Curiel, 2015).

Of the 12 main causes of morbidity considered as a consequence of climate change by The Interagency Working Group on Climate Change and Health (Portier *et al.*, 2010) half are present in Jalisco according to analyses made with data from the Ministry of Health: Acute respiratory infections (21 444/100 000 inhab.); Intestinal infections (4 047/100 000 inhab.); intoxication by scorpion stings (615/100 000 inhab.); Arterial hypertension (652/100 000 inhab.); Asthma and asthmatic conditions (357/100 000 inhab.); and Pneumonia and bronchial pneumonia (307/100 000 inhab.) (Secretaría de Salud, 2020).

From a public health perspective, risk assessment is recognized as having many and varied forms as it is an essential component of human survival, and fundamental to the management of environmental health hazards (Fleming & Parker, 2015); a recognized definition of risk from this field is as the result of "the probability of exposure to a hazard leading to a negative consequence" (Ropeik & Gray, 2002). In this work, the hazard considered is extreme maximum temperatures and heat waves, as well as their effects on increased morbidity and mortality. In the risk approach, the predisposition to be negatively affected by a hazard is defined as vulnerability (IPCC, 2012); analyzing vulnerability makes it possible to determine the demands that can be made in the presence of hazards,

medio ambiente, salud, servicios, protección civil,) y falta de recursos humanos y de infraestructura de protección civil acorde a las demandas de atención que se tienen con respecto a las amenazas prioritarias presentes en el estado (Garibay & Curiel, 2015).

Se conoce que la cuarta parte del territorio estatal es muy sensible al calentamiento global. Durante el periodo 2000-2019, los desastres visibles en Jalisco se han vuelto frecuentes: epidemias (2009, 2008, 2007, 2005, 2003, 2019), inundaciones (2006, 2007, 2008, 2003) y tempestades (2008), pero también han aumentado los no visibles, como olas de calor (2002, 2003, 2005, 2013, 2018). Los municipios donde se han presentado los mayores desastres climáticos son: Guadalajara, Puerto Vallarta, Cihuatlán, Lagos de Moreno, Ocotlán, Tlaquepaque, Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga (Garibay & Curiel, 2015).

De las 12 principales causas de morbilidad consideradas como consecuencia del cambio climático por The Interagency Working Group on Climate Change and Health (Portier *et al.*, 2010) la mitad están presentes en la entidad según análisis hechos con datos de la Secretaría de Salud, tales como infecciones respiratorias agudas (21,444/100,000 hab.), infecciones intestinales (4,047/100,000 hab.), hipertensión arterial (652/100,000 hab.), intoxicación por picadura de alacrán (615/100,000 hab.), asma y estado asmático (357/100,000 hab.), y neumonías y bronconeumonías (307/100,000 hab.) (Secretaría de Salud, 2020).

Desde la perspectiva de salud pública, la evaluación del riesgo se reconoce que puede ser de muchas y variadas formas al ser un componente esencial de la supervivencia humana, y fundamental para el manejo de peligros ambientales a la salud (Fleming & Parker, 2015); una definición de riesgo reconocida desde este campo es como el resultado de "la probabilidad de exponerse a un peligro que nos lleve a una consecuencia negativa" (Ropeik & Gray, 2002). En este trabajo, el peligro considerado son las olas de calor y las temperaturas máximas, así como el incremento de morbilidad y mortalidad. En el abordaje del riesgo la predisposición a ser afectado negativamente ante un peligro se define como vulnerabilidad (IPCC, 2012); analizar la vulnerabilidad posibilita determinar las demandas que se pueden llegar a tener en caso de la presencia de peligros, las capacidades que se tienen o deben lograrse, y las medidas que requieren ser implementadas para que los individuos que están en

the capacities that are or should be achieved, and the measures that need to be implemented so that the individuals who are at risk prevent, face and resist the threat scenarios with less damage (UNDP, 2010).

The National Academies of Science (2015) confirms that the world records thousands of additional premature deaths each year due to summer heat. Cardiovascular and respiratory diseases are commonly related to extreme heat, but the association is more complicated for diseases than for mortality.

According to the statistics reported by the Jalisco state Ministry of Health (2015), the groups of diseases that are increasing, firstly diseases of the circulatory system (I00-I99), in the year 2000 the mortality rate was 11.69 and by 2015 it presented 13.64 deaths per 10 000 inhabitants. Within this group are the ischemic heart diseases (I20-I25), which present an increasing trend, for the year 2000 the mortality rate was 5.30 and for 2015 7.08/10,000 inhab; the cerebrovascular diseases (I60-I69) observed a slight downward trend with a mortality rate for the year 2000 of 2.93 and 2015 of 2.74/10,000 in hab.

This work aims to make a diagnosis of vulnerability to climate change in the populations and human settlements of Jalisco that will serve as a basis for the design of adaptation measures in health.

Material and Methods

The type of study is comparative and applied research in the public health framework. This is a quantitative, descriptive, retrospective and longitudinal study, which aims to determine how vulnerable the population is and how it is in terms of health in the presence of current manifestations and scenarios of climate change, who are and will be the most vulnerable and where is located.

From the epidemiological perspective, the model of ecological studies linked to the evaluation of attributable risk (Gordis, 2015) with retrospective analysis of historical meteorological and health records was considered. The attributable morbidity and

riesgo, prevengan, enfrenten y resistan con menos daños los escenarios de amenazas (UNDP, 2010).

La National Academies of Science (2015), confirma que en el mundo se registran miles de muertes prematuras adicionales cada año por calor en verano. Las enfermedades cardiovasculares y respiratorias son comúnmente relacionadas a calor extremo, la asociación es más complicada para morbilidad que para mortalidad.

De acuerdo a las estadísticas reportadas por la Secretaría de Salud Jalisco (2015), los grupos de enfermedades que van al alza, en primer lugar, se encuentran las enfermedades del sistema circulatorio (I00-I99), en el año 2000 la tasa de mortalidad fue de 11.69 y para el 2015 presentó 13.64 muertes por cada 10,000 habitantes. Dentro de este grupo se encuentran las enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25) que presentan una tendencia al aumento, para el año 2000 la tasa de mortalidad fue de 5.30 y al 2015 de 7.08/10,000 hab; las enfermedades cerebrovasculares (I60-I69) observaron una tendencia ligera a la baja con una tasa de mortalidad para el año 2000 de 2.93 y 2015 de 2.74/10,000 hab.

El objetivo general del presente trabajo es realizar un diagnóstico estratégico de vulnerabilidad ante el cambio climático de las poblaciones y asentamientos humanos de Jalisco orientado al diseño de medidas de adaptación en salud.

Material y Métodos

El tipo de estudio es investigación aplicada, comparativa, en el marco de salud pública. Estudio de tipo cuantitativo, descriptivo, retrospectivo y longitudinal, que pretende determinar cómo es y cómo está la situación de vulnerabilidad en salud de la población ante manifestaciones actuales y escenarios de cambio climático, quienes son y serán los más vulnerables y donde están.

Desde la perspectiva epidemiológica se consideró el modelo de estudios ecológicos vinculado a la evaluación de riesgo atribuible (Gordis, 2015) con análisis retrospectivo de registros históricos meteorológicos y de salud. La morbilidad y mortalidad atribuible se estimó mediante la metodología EIS -Evaluación de Impacto en Salud en la Población, que se recomienda por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente en el manual de

mortality was estimated using the HIA methodology - Population Health Impact Assessment, recommended by the United Nations Environment Programme in the manual of methods for the assessment of human health impacts of climate change and adaptation strategies (UNEP, 1998).

The analysis period was from 2000 to 2014. The information was managed with the Jalisco Ministry of Health, the Jalisco Ministry of Environment and Territorial Development and the National Meteorological Service.

For the United Nations Environment Programme (UNEP, 2010), the disaster risk assessment considers seven steps:

Step 1. Understanding the current situation - through a review of the history of illnesses and deaths attributed to maximum temperature increases-.

Step 2. Evaluation of the danger - from meteorological databases, considering maximum monthly temperatures, extreme daily temperature and heat waves-.

Step 3. Exposure assessment to identify population at risk and disaster-prone areas - through morbidity and mortality statistics-.

Step 4. Vulnerability analysis to determine the capacity to respond to the demand derived from the present dangers - with health, sociodemographic and economic indicators. For the aims of this diagnosis, urban localities with 2,500 or more inhabitants registered by the Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010) for the state of Jalisco were included. Vulnerability was determined considering the following indicators from INEGI and IIEG (2020) data: Population density (> 350 inhabitants/ha); Children ≤ 5 years old (> 35 children/ha); Adults ≥ 70 years old (> 12 older adults/ha); Illiterate (> 12 illiterate adults/ha); Houses without potable water service (> 10 houses without potable water/ha); Houses without electric energy service (> 4 houses without electric energy/ha); Population without the right to health services (> 50,000) and Poverty (> 10,000 vulnerable people per income)-.

Step 5. Analysis of the loss of health in the exposed population, considering mortality rates per 10 000 inhabitants and morbidity for the 13 health regions of Jalisco - it was estimated that, given the increase in temperatures and heat waves, certain groups of the population will be more affected when they present conditions of vulnerability-.

métodos para evaluación de impactos a la salud humana del cambio climático y estrategias de adaptación (UNEP, 1998).

El periodo de análisis comprendió de 2000 a 2014. La información se gestionó con la Secretaría de Salud Jalisco, la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Jalisco y el Servicio Meteorológico Nacional.

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP, 2010), considera siete pasos en la evaluación del riesgo a desastre:

Paso 1. Comprensión de la situación actual – a través de revisión de antecedentes de enfermedades y muertes atribuidas a incrementos de temperatura máxima-.

Paso 2. Evaluación del peligro – a partir de bases de datos meteorológicos, considerando temperatura máxima mensual, temperatura extrema diaria y olas de calor-.

Paso 3. Evaluación de exposición para identificar la población en riesgo y áreas propensas a desastres – a través de estadísticas de morbilidad y mortalidad-.

Paso 4. Análisis de vulnerabilidad para determinar la capacidad de respuesta ante la demanda derivada de los peligros presentes –con indicadores de salud, sociodemográficos y económicos-.

Para los propósitos de este diagnóstico se incluyó las localidades urbanas de 2,500 o más habitantes registradas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010) para el estado de Jalisco. Se determinó la vulnerabilidad considerando los siguientes indicadores a partir de datos de INEGI y del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG, 2020) : Densidad de población (> 350 habitantes/ha); Niños ≤ 5 años de edad (> 35 niños/ha); Adultos ≥ 70 años de edad (> 12 adultos mayores/ha); Analfabetas (> 12 analfabetas/ha); Viviendas sin servicio de agua potable (> 10 viviendas sin agua potable/ha); Viviendas sin servicio de energía eléctrica (> 4 viviendas sin energía eléctrica/ha); Población sin derechohabencia a servicios de salud (> 50,000 personas) y Pobreza (> 10,000 personas vulnerables por ingreso)-.

Paso 5. Análisis de la pérdida de la salud en la población expuesta, considerando tasas de mortalidad por cada 10,000 habitantes y morbilidad para las 13 regiones sanitarias de Jalisco -se estimó que, ante el incremento de temperaturas y olas de calor, ciertos grupos de la población al presentar condiciones de vulnerabilidad se verán más afectados-.

Step 6. Identify the risk reduction capacity - resulting from comparing the demand for care in a disaster (in this work it is referred to the increase in temperature) in a given population (urban localities of 2 500 or more inhabitants) in relation to the capacity that is available in health services coverage (health services beneficiaries)-.

Step 7. Formulation of strategies and action plans for the reduction of health losses (adaptation) - review of national and state plans and strategies-.

Descriptive measures

Rate, Proportion, Mean, Attributable Risk, Correlation Coefficient, and Analysis of Variance.

Basic information

Morbidity and mortality databases (2000-2014) from the Jalisco Ministry of Health (Secretaría de Salud Jalisco, 2015); Data from the Population Census: Total Population 2000 to 2015, urban localities equal to or greater than 2,500 inhabitants of the state of Jalisco, from the National Institute of Statistics and Geography (INEGI, 2010); Meteorological data from 1965 to 2013 ERIC III from the Mexican Institute of Water Technology - Ministry of the Environment and Natural Resources (IMTA-SEMARNAT, 2013). Meteorological data from 1970 to 2014 from the Institute of Astronomy and Meteorology of the University of Guadalajara (IAM/UDG, 2015); Atmospheric monitoring data from 2000 to 2014 from the Ministry of Environment and Territorial Development of the State of Jalisco (SEMADET, 2020).

Evaluation criteria

For the meteorological data it was considered as a quality criterion that the station was located within the urban area and that it had continuous data in 80 % or more of the days of the study period. For mortality data, the causes were considered in the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, Tenth Revision -CIE 10- (OPS, 2018), avoiding those included in the "garbage code" list (Naghavi *et al.*, 2010), that is, with an identification of ill-defined, unspecific causes or those that cannot be considered as basic causes of death.

Reliability Criteria

With respect to the definition and association of variables, a review of institutional sources such as the World Health Organization (WHO, 2021), the United

Paso 6. Identificar la capacidad de reducción de riesgos -resultante de comparar las demandas de atención que se reclama en un desastre (en este trabajo es referido al incremento de temperatura) en una población determinada (en este caso los asentamientos humanos en Jalisco) en relación a la oferta que se dispone de cobertura de servicios de salud (derechohabencia)-.

Paso 7. Formulación o revisión de estrategias y planes de acción para la reducción de pérdidas en salud (adaptación) -revisión de planes y estrategias nacionales y estatales-.

Medidas descriptivas

Tasa, Proporción, Media, Riesgo Atribuible, Coeficiente de Correlación y Análisis de Varianza.

Información básica

Bases de datos de morbilidad y mortalidad (2000-2014) de la Secretaría de Salud Jalisco (2015). Datos del Censo de Población: Población Total 2000 al 2015, localidades urbanas igual o mayores a 2,500 habitantes del estado de Jalisco, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Datos meteorológicos de 1965 al 2013 del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013). Datos meteorológicos de 1970 a 2014 del Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara (2015); Datos de monitoreo atmosférico de 2000 a 2014 de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco (2020).

Criterios de evaluación

Para los datos meteorológicos se consideró como criterio de calidad el que la estación estuviera ubicada dentro de la zona urbana y que tuviera datos continuos en el 80 % o más de los días del periodo de estudio. Para los datos de mortalidad se consideró las causas en la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, Décima Revisión -CIE 10- (OPS, 2018), evitando las incluidas en la lista de "garbage code" (Naghavi *et al.*, 2010) es decir con una identificación de causas mal definidas, inespecíficas o aquellas que no pueden ser consideradas como causa básica de muerte.

Criterios de Confiabilidad

Con respecto a la definición y a la asociación de variables, se consideró una revisión de fuentes institucionales como la Organización Mundial de la Salud

Nations Environment Programme (UNEP, 2021) and the Center for Disease Control and Prevention (CDC, 2019) was considered; in addition to research journals with high visibility that address the issue of temperature, climate change and health: Environmental Health Perspectives and Epidemiology (Table 1).

Validity

The vulnerability assessment considered the methodological contributions of the World Health Organization, the United Nations Development Programme, the United Nations Environment Programme, the World Meteorological Organization, and the Social Studies Network on Disaster Prevention in Latin America (LA RED).

Results and Discussion

Hazard assessment

Analyzing the maximum temperature of 30

(WHO, 2021), el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2021) y el Centers for Disease Control and Prevention (CDC, 2019); además de revistas de investigación con alta visibilidad que abordan el tema de cambio climático y salud: Environmental Health Perspectives and Epidemiology (Tabla 1).

Validez

La evaluación de la vulnerabilidad consideró las aportaciones metodológicas de la Organización Mundial de la Salud, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Organización Meteorológica Mundial y la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED).

Resultados y Discusión

Evaluación del peligro

Analizando la temperatura máxima de 30 años (1970-1999) en los sitios de mayor concentración de la

**Table 1.
Matrix of variables and their operationalization.
Tabla 1.
Matriz de variables y su operacionalización.**

Conceptual variables*	Operational definition	Scales of measurement
Heat Wave. A long-lasting period with extremely high surface temperature.	Heat wave duration.	Number of consecutive days.
Peak Temperature. Manifestation of higher temperatures produced by changes in the course of the seasons.	Maximum temperature reached.	Temperature on the Celsius scale
Cardiovascular Diseases. Pathological conditions involving the cardiovascular system including the heart; the blood vessels; or the pericardium.	Daily mortality	Number
	Increased morbidity and mortality	Rates, average, proportion, incidence.
Communicable Diseases. An illness caused by an infectious agent or its toxins that occurs through the direct or indirect transmission of the infectious agent or its products from an infected individual or via an animal, vector or the inanimate environment to a susceptible animal or human host.	Daily mortality	Number
	Increased morbidity and mortality	Rates, average, proportion, incidence.
Mortality. All deaths reported in a given population.	All-cause mortality.	Annual all-cause mortality rate (per 10,000 inhabitants).
Morbidity. The proportion of patients with a particular disease during a given year per given unit of population.	Registered patients per year	Number of new cases of a disease

*Source: BIREME (2020).

*Fuente: BIREME (2020).

years (1970-1999) in the sites of greater concentration of the population of the state, it was observed that the monthly normal of maximum temperature presented its higher values in the months of April and May with greater probability of presence of temperatures of risk to the health, with data above 29 °C. The risk season has been extended in the period 2000-2015 from two to four months: March, April, May and June.

The years 2002 and 2003 presented the greatest positive anomaly of maximum temperatures above 3 °C, while 2004 registered the smallest value with a positive anomaly of 0.1 °C. The highest positive anomaly of maximum monthly temperature for the month of March was 4.8 °C in 2002; April 4.6 °C in 2001; 3.8 °C for May 2003 and 3.7 °C for June 2005. It is noteworthy that the highest temperature anomaly in 2002 and the lowest in 2004 was found in all the local weather stations with data that meet quality criteria located within urban areas.

For the daily extreme temperature evaluation, the two record years of positive maximum temperature anomaly (2002 and 2003) were analyzed, where the highest average correlation between maximum temperature and mortality from cardiovascular diseases was obtained at 36 °C (97th percentile), with a correlation of 0.34, indicating that exposure to these temperatures determines an increase in mortality from this cause, by 11 %.

From 2000-2014, heat waves occurred in 87 % of the years analyzed; in 2004 and 2014 they did not occur. Of the years with heat waves, in 54 % of them the maximum temperature was less than 36 °C, being the years from 2006 to 2010, 2012 and 2013.

The greatest estimated risk occurred in 46 % of the years with heat waves with extreme temperatures of 36 °C or more. The year 2002 recorded two heat waves, one of 27 days (April 17 to May 13) and another of 7 days (May 20 to 26); followed by 2001 with a 24-day wave (April 1 to 24); 2003 with 23 days (May 1 to 23); 2011 with 20 days (May 12 to 31); 2000 with 15 days (April 17 to May 1) and 2005 with 11 days (June 1 to 11).

Exposure assessment and population at risk

Gender differences were found with respect to heat exposure and death from cardiovascular

población del estado se observó que la normal mensual de temperatura máxima presentó sus valores mayores en los meses de abril y mayo con mayor probabilidad temperaturas de riesgo a la salud, con datos mayores a 29 °C. La temporada de riesgo se ha ampliado en el periodo 2000 – 2015 al doble de meses: marzo, abril, mayo y junio.

Se identificó que los años 2002 y 2003 presentaron la mayor anomalía positiva de temperaturas máximas arriba de 3 °C, mientras que el valor menor fue en el 2004 con una anomalía positiva de 0.1 °C. La mayor anomalía positiva de temperatura máxima mensual para el mes de marzo fue de 4.8 °C en 2002; de abril 4.6 °C en 2001; 3.8 °C para mayo de 2003 y 3.7 °C para junio de 2005. Llama la atención que la mayor anomalía de temperatura en 2002 y la menor en 2004 se presentaron en todas las estaciones meteorológicas de Jalisco con datos que cumplen con criterios de calidad ubicadas dentro de zonas urbanas.

Para la evaluación de temperatura extrema diaria, se analizaron los dos años récord de anomalía positiva de temperatura máxima (2002 y 2003), donde se obtuvo la mayor correlación promedio entre temperatura máxima y mortalidad por enfermedades cardiovasculares con 36 °C (percentil 97), con una correlación de 0.34, lo que indica que exponerse a esas temperaturas determina un aumento de la mortalidad por esta causa, en un 11 %.

Durante el periodo 2000 – 2014 se presentaron olas de calor en el 87 % de los años analizados, siendo 2004 y 2014 donde no se registraron. De los años con olas de calor, en el 54 % de éstos, la temperatura máxima fue menor a 36 °C siendo los años de 2006 a 2010, 2012 y 2013.

El mayor peligro estimado se presentó en el 46 % de los años con presencia de olas de calor con temperaturas extremas de 36 °C o más. El año 2002 registró dos olas de calor, una de 27 días (17 de abril al 13 de mayo) y otra de 7 días (20 al 26 de mayo); siguió 2001 con una ola de 24 días (01 al 24 de abril); 2003 con 23 días (1 al 23 de mayo); 2011 con 20 días (12 al 31 de mayo); 2000 con 15 días (17 abril al 01 de mayo) y 2005 con 11 días de duración (01 al 11 de junio).

Evaluación de exposición y población en riesgo

Se encontraron diferencias de género respecto a la exposición al calor y muerte por enfermedades cardiovasculares, con un mayor riesgo relativo en el género masculino (5.57) en relación al femenino (4.91).

disease, with a higher relative risk for males (5.57) than females (4.91).

Vulnerability analysis

Jalisco has 70 895 hectares with predominant use of human settlements, in which 87 % of the state population is concentrated, 60.3 % resides in the metropolitan area of Guadalajara (Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga and Ixtlahuacán de los Membrillos).

Of all the locations analyzed, those referred to the Guadalajara metropolitan area are those that show critical conditions in all the vulnerability indicators, so in terms of this methodology the most vulnerable settlements could be considered.

Vulnerability in the high category is found in the following municipalities/indicator:

By high population density: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Tonalá, Lagos de Moreno and Puerto Vallarta.

Children ≤ 5 years old: Guadalajara, Tlaquepaque, Zapopan, Tonalá, Puerto Vallarta and Tlajomulco de Zúñiga.

Adults ≥ 70 years old: Guadalajara, Zapopan, Lagos de Moreno, Tlaquepaque and Jalostotitlán.

Illiterate: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Puerto Vallarta.

Houses without drinking water service: Tonalá, Zapopan, Tlaquepaque, El Salto.

Homes without electricity service: Tonalá, Zapopan, Tlaquepaque, Puerto Vallarta and La Barca.

Population without the benefit of health services: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Puerto Vallarta and El Salto.

Poverty: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga, Tonalá, Puerto Vallarta and Lagos de Moreno.

The above confirms that the greatest vulnerability in Jalisco is presented in its most critical condition in the metropolitan municipalities, which coincides with the importance being given at a global level to generate better adaptation measures to face climate change and climate variability, prioritizing the cities, first because the greatest amount of population is concentrated in them; They exhibit growth dynamics without planning and evaluation of the impact of the risks to health and life that this generates, they show the greatest number of people without coverage of basic services and poverty, and the response capacities

Análisis de vulnerabilidad

Jalisco tiene 70,895 hectáreas con uso predominante de asentamientos humanos, en los cuales se concentra el 87 % de la población del estado, el 60.3 % reside en el área metropolitana de Guadalajara (Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga e Ixtlahuacán de los Membrillos).

De todas las localidades analizadas, las referidas al área metropolitana de Guadalajara son las que muestran condiciones críticas en todos los indicadores de vulnerabilidad, por lo que en términos de esta metodología se podrían considerar los asentamientos más vulnerables.

La vulnerabilidad en categoría alta se encuentra en los siguientes municipios/indicador: Por alta densidad de población: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Tonalá, Lagos de Moreno y Puerto Vallarta.

Niños ≤ 5 años de edad: Guadalajara, Tlaquepaque, Zapopan, Tonalá, Puerto Vallarta y Tlajomulco de Zúñiga.

Adultos ≥ 70 años de edad: Guadalajara, Zapopan, Lagos de Moreno, Tlaquepaque y Jalostotitlán.

Analfabetas: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Puerto Vallarta.

Viviendas sin servicio de agua potable: Tonalá, Zapopan, Tlaquepaque, El Salto.

Viviendas sin servicio de energía eléctrica: Tonalá, Zapopan, Tlaquepaque, Puerto Vallarta y La Barca.

Población sin derechohabencia a servicios de salud: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Puerto Vallarta y El Salto.

Pobreza: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga, Tonalá, Puerto Vallarta y Lagos de Moreno.

Lo anterior confirma que la mayor vulnerabilidad en Jalisco se presenta en su condición más crítica en los municipios metropolitanos, lo cual coincide con la importancia que se está dando a nivel global de generar mejores medidas de adaptación para enfrentar el cambio climático y la variabilidad climática priorizando las ciudades, primero porque en ellas se concentra la mayor cantidad de población; exhiben dinámicas de crecimiento sin planeación y evaluación del impacto de los riesgos a la salud y a la vida que esto genera, muestran el mayor número de personas sin cobertura de servicios básicos y marginación, y las capacidades de respuesta a nivel individual e institucional no están siendo suficientes frente a las demandas relacionadas al cambio climático.

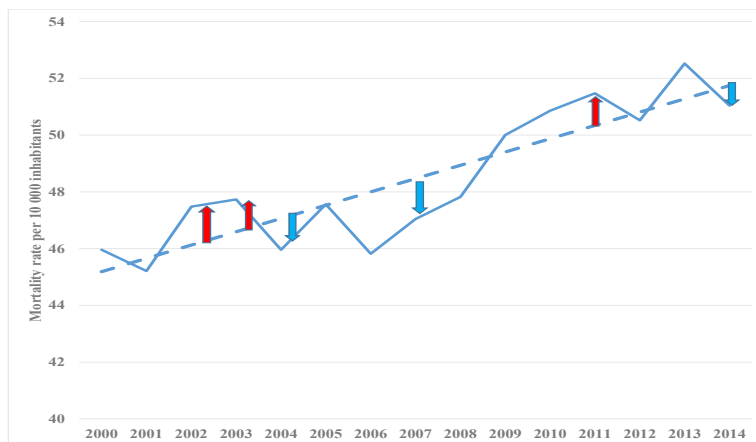


Figure 1. Annual mortality rate behavior per 10 000 inhabitants in Jalisco during 2000-2014.

Figura 1. Comportamiento de tasa de mortalidad anual por cada 10,000 habitantes en Jalisco durante 2000-2014.

Source: Own elaboration from data of the Jalisco Ministry of Health (Secretaría de Salud Jalisco, 2015).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Secretaría de Salud Jalisco (2015).

at the individual and institutional levels are not being sufficient to face the demands related to climate change.

Analysis of the loss of health in the exposed population

Mortality

Considering the annual mortality rate in Jalisco in the period of study (2000-2014), it can be noted that the years 2002 and 2003 are above the trend and that 2004 shows a considerable decrease. During this period, an increase in mortality rates was observed, from 46 to 51 deaths per 10,000 inhabitants.

The Figure 1 confirms that the annual mortality rate was higher than the trend line in the three years with positive maximum temperature anomalies with values above 2.5 °C, while in the years with anomalies <1 °C, it was below the trend line. Given the trend scenarios of climate change where positive maximum temperature anomalies will be seen more frequently, it is expected that there will be an increase in mortality rates in Jalisco.

Morbidity

Determination of the health burden of climate-sensitive diseases or events, taking into account the locations most vulnerable to maximum temperature increases.

Análisis de la pérdida de la salud en la población expuesta

Mortalidad

Considerando la tasa de mortalidad anual en Jalisco en el periodo de estudio (2000-2014), se puede notar que los años 2002 y 2003 están por arriba de la tendencia y que el 2004 muestra una disminución considerable. En este periodo se observó un incremento de las tasas de mortalidad, que pasó de 46 a 51 muertes por cada 10,000 habitantes.

En la Figura 1 se confirma que la tasa de mortalidad anual fue mayor que la línea de tendencia en los tres años con anomalía positiva de temperaturas máximas con valores arriba de los 2.5 °C, mientras que, en los años con anomalía <1 °C, estuvo por debajo de la línea de tendencia. Ante los escenarios tendenciales de cambio climático donde las anomalías positivas de temperaturas máximas se verán con mayor frecuencia, se espera exista un incremento en las tasas de mortalidad en Jalisco.

Morbilidad

Determinación de la carga sanitaria de las enfermedades o eventos sensibles a los efectos del clima, teniendo en cuenta las poblaciones más vulnerables a los incrementos de temperatura máxima.

Table 2.
Cases of illnesses that present a greater sensitivity to anomalies of maximum temperatures in Guadalajara.

Tabla 2.
Casos de enfermedades que presentan una mayor sensibilidad a las anomalías de temperaturas máximas en Guadalajara.

Illnesses	Years with positive temperature anomaly			Years with normal temperature		
	2002	2003	2011	2004	2007	2014
Intestinal infections by other organisms and those poorly defined.	137 143	127 778	130 016	110 831	108 586	120 319

Source: Own elaboration from the morbidity database, Department of Epidemiology, Jalisco Ministry of Health, 2000-2014 (Secretaría de Salud Jalisco, 2015).

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de morbilidad, Departamento de Epidemiología, Secretaría de Salud Jalisco, 2000-2014 (2015).

In Table 2 it is noticeable how the intestinal infections by other organisms and the poorly defined ones (A04- Other intestinal bacterial infections-; A08- Intestinal infections due to viruses (except rotavirus) and other specified organisms- and A09- Diarrhea and gastroenteritis of presumed infectious origin-.) follow a pattern where the highest medical consultations occur in years with positive maximum temperature anomaly, which is very different in years close to normal.

To confirm the statistical significance of this difference between abnormalities, analysis of variance (ANOVA) was performed for all health regions by studying the pattern of

En la Tabla 2 es notorio cómo las Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas (A04-Otras infecciones intestinales bacterianas-; A08- Infecciones intestinales debidas a virus (excepto rotavirus) y otros organismos especificados- y A09 -Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso-) siguen un comportamiento donde las mayores consultas se dan en los años con anomalía positiva de temperatura máxima, lo que es muy diferente en los años cercanos a la normalidad.

Para confirmar la significancia estadística de esta diferencia entre anomalías, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para todas las regiones sanitarias estudiando el patrón de las infecciones intestinales. La Región 13 – Guadalajara-

Table 3.
Differences in the number of consultations for intestinal infections by other organisms and those poorly defined in years with differences in temperature anomalies.

Tabla 3.
Diferencias de número de consultas por infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas en años con diferencias de anomalías de temperatura.

Sanitary Region	Positive temperature anomaly				Normal temperature				Ratio of variances
	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	
Guadalajara	131646	3993	127778	137143	113245	5085	108586	120319	16.20*
Tonalá	21643	962	20593	22917	17932	1235	16932	19672	11.23*
Zapopan	38872	4002	33369	42768	33610	949	32346	34633	3.27
Tlaquepaque	21435	4085	16050	25940	19465	1766	16984	20948	0.39

Source: Own elaboration from the morbidity database, Department of Epidemiology, Jalisco Ministry of Health, 2000-2014 (Secretaría de Salud Jalisco, 2015).

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de morbilidad, Departamento de Epidemiología, Secretaría de Salud Jalisco, 2000-2014 (Secretaría de Salud Jalisco, 2015).

intestinal infections. The Region 13 -Guadalajara- resulted with the highest statistical significance, followed by the Region 11 -Tonalá-, also with significant differences.

The Guadalajara sanitary region presented an annual difference of 18,400 medical consultations for intestinal infections in years with positive anomaly >2.5 °C with respect to those that registered <1 °C (which represented more than 50 consultations per day), and the Tonalá region with a difference of 3,711 medical consultations for intestinal infections per year (on average 10 additional consultations per day) (Table 3).

It is important to consider that in the assessment of risk of disease burden, intestinal infections are related to exposure to contaminated water, this is important, because the years that had the greatest positive anomaly of maximum temperature, were also years with more intense rainfall which causes flooding. Furthermore, in the case of the Tonalá Region, it is one with the highest indexes of surface water contamination.

To separate the effect of both phenomena (temperature and intensity of rain), the ANOVA was calculated considering only the hot months, without rain (April-June), finding a statistical significance (ratio of variances: 20.83).

Even if there is no statistical significance to consider that climate change is influencing the increase of other diseases, it is important to continue with prevention and monitoring measures for some groups of diseases, for example, vector-borne diseases. Several studies have shown that mosquitoes are extremely sensitive vectors to climate change. In 2009, Guadalajara registered 4,045 confirmed cases of dengue, one of the highest in the country, in a period from May 10 to December 19, with most cases occurring between August 23 and September 12. In 2019, this phenomenon occurred again and according to data from the Ministry of Health, Jalisco topped the list nationally for dengue cases with 11,727 cases (incidence of 141/100,000 inhabitants) (Secretaría de Salud, 2020). But perhaps most importantly, it is recognized that in temperatures higher than 13 °C mosquitoes hatch (Hopp & Foley, 2001). This is important, if we consider that the minimum

resultó con la mayor significancia estadística, seguido por la Región 11 -Tonalá-, también con diferencias significativas.

La región sanitaria Guadalajara presentó una diferencia anual de 18,400 consultas por infecciones intestinales (lo que representó más de 50 consultas por día) en años con anomalía positiva > 2.5 °C con respecto a los < 1 °C, y la región Tonalá con una diferencia de 3,711 consultas por infecciones intestinales anuales (en promedio 10 consultas por día adicionales) (Tabla 3).

Es importante considerar que en la evaluación de riesgo de carga de enfermedad, las infecciones intestinales están relacionadas con exposición a agua contaminada, esto es importante, pues los años que presentaron mayor anomalía positiva de temperatura máxima, también fueron años con mayores lluvias intensas lo que provoca inundaciones. Además en el caso de la Región Tonalá, es una con los mayores índices de contaminación en aguas superficiales.

Para separar el efecto de ambos fenómenos (temperatura e intensidad de la lluvia), se calculó el ANOVA considerando solo los meses de calor, sin lluvia (abril-junio), encontrándose una significancia estadística (razón de varianzas: 20.83).

Aun cuando no exista significancia estadística para considerar que el cambio climático está influyendo en el incremento de otras enfermedades, es importante continuar con medidas de prevención y monitoreo para algunos grupos de enfermedades, por ejemplo, las transmitidas por vectores. Son diversos los estudios que fundamentan que los mosquitos son vectores extremadamente sensibles al cambio climático. En 2009, Guadalajara registró 4,045 casos confirmados de dengue, uno de los más altos en el país, en un periodo del 10 de mayo al 19 de diciembre, presentándose la mayoría de los casos entre el 23 de agosto al 12 de septiembre, en 2019 este fenómeno se volvió a presentar y de acuerdo con datos de la Secretaría de Salud, Jalisco encabezó la lista a nivel nacional por casos de dengue con 11,727 casos (incidencia de 141/100,000 habitantes) (Secretaría de Salud, 2020). Pero quizás lo más importante, es reconocer que en temperaturas mayores de 13 °C los mosquitos eclosionan (Hopp & Foley, 2001). Lo anterior resulta importante, si consideramos que las temperaturas mínimas en Guadalajara han ido en aumento, se tiene

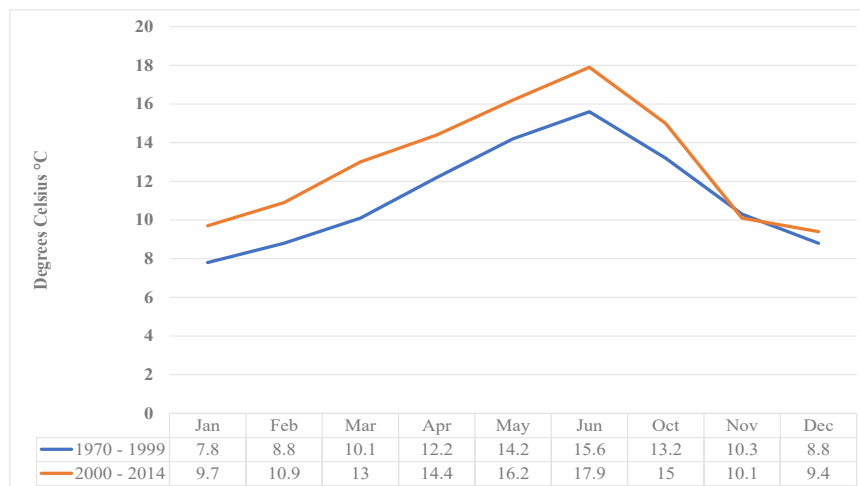


Figure 2. Increase in minimum temperatures from the normal period 1970-1999 and average 2000-2014 in Guadalajara.

Figura 2. Incremento de las temperaturas mínimas del periodo normal 1970-1999 y promedio 2000-2014 en Guadalajara.

temperatures in Guadalajara have been increasing, there is less cold, which represents an increase of 63 days per year with activity of the mosquito vector *Aedes aegypti* and the risk of exposure of the population.

Identify risk reduction capacity

In Jalisco it is identified in a trend scenario, that the increase of temperature (Figure 2) and heat waves, will cause an increase in mortality and morbidity, particularly those sensitive to changes in climate, such as cardiovascular diseases, intestinal infections by other organisms and poorly defined. Likewise, it is expected that those caused by vectors such as dengue fever will increase, including an increase in scorpion stings.

One way to reduce the risk is by decreasing the exposure of the population to dangerous temperatures, increasing information and knowledge of the effects that heat and climate changes have on health, risk communication, improving health protection against heat and climate variability through changes in behavior, food, technologies, constructions, green infrastructure, consumption patterns, cooling modules, public water troughs, surveillance, monitoring and research of diseases that are aggravated and triggered by heat,

menos frío, lo que ha incrementado en 63 el número de días al año con actividad del mosquito vector *Aedes aegypti* y el riesgo de exposición de la población.

Identificar la capacidad de reducción de riesgos

En Jalisco se identifica en un escenario tendencial, que el incremento de temperatura (Figura 2) y olas de calor, provocará aumento en mortalidad y morbilidad, en particular las sensibles a cambios en el clima, como las enfermedades cardiovasculares, infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas. Así mismo se prevén altas en las causadas por vectores como el dengue; inclusive un incremento en picadura de alacrán.

Una forma de reducir el riesgo es a partir de disminuir la exposición de la población a temperaturas de peligro, incrementando información y conocimientos de los efectos que el calor y los cambios del clima tienen sobre la salud, comunicación de riesgos, mejorar la protección de la salud ante el calor y la variabilidad del clima a través de cambios de comportamiento, alimentación, tecnologías, construcciones, infraestructura verde, patrones de consumo, módulos refrescantes, bebederos públicos. Vigilancia, monitoreo e investigación de enfermedades que se agravan y detonan con el calor ya que muchos países han incrementado la capacidad de

since many countries have increased the capacity to prevent diseases and deaths through decision-making based on information and knowledge, a greater interest in preparing human resources professionals in the health sector and public policies for risk reduction in the population and vulnerable sectors.

Formulation or review of strategies and action plans to reduce losses

Under current conditions, it is considered that the health sector in Jalisco should prepare for emergencies that may occur in contexts of climate change, since there are precedents regarding some events related to vector diseases where the response capacity has been complicated by demand. Faced with critical increases in diseases, a rapid, organized and coordinated response is required from the health sector, in the surveillance and warning of those that present high sensitivity to heat or propagation, diagnosis, attention to medical consultations, emergencies and control of sensitive diseases, availability of medicines and infrastructure, and number of doctors, nurses and beds per inhabitant, professionalization and preparation of medical personnel to precise diagnosis of diseases and effects of heat, medical units, research centers and specialized laboratories, emergency planning of the sector and authorities, and early warning systems and risk communication strategies and for self-protection appropriate for the population. Reducing the risk of disasters requires a health sector that is prepared and committed to acting to prevent disease and anticipate deaths.

Jalisco agrees with the IPCC (2012), that the maximum temperature is recognized as a reference of high confidence of climate change, so it should be considered as an indicator for monitoring the health sector.

The male gender presented greater health effects related to exposure to extreme temperature, which coincides with the report made by the CDC in the United States of America during 1999-2003 (CDC, 2006) and Bai *et al.* (2014) for China during 2011-2013.

The largest human settlements in Jalisco were found to be the most vulnerable in the state because of the high number of inhabitants exposed to the danger of extreme maximum temperatures, considering the indicators referred to: 1. Population density, as identified by Lavell

prevenir enfermedades y muertes a partir de la toma de decisiones sustentadas en la información y conocimiento y un mayor interés por la preparación de los recursos humanos profesionales del sector salud y políticas públicas para la reducción de riesgos en la población y sectores vulnerables.

Formulación o revisión de estrategias y planes de acción de reducción de pérdidas

En las condiciones actuales se considera que el sector salud en Jalisco deberá prepararse para las emergencias que pueden generarse en contextos de cambio climático, ya que existen antecedentes respecto a algunos eventos relacionados con las enfermedades vectoriales donde la capacidad de respuesta se ha complicado ante la demanda. Frente a los incrementos críticos de enfermedades se exige una respuesta rápida, organizada y coordinada del sector salud, en la vigilancia y la alerta de las que presentan alta sensibilidad al calor o propagación, el diagnóstico, la atención de consultas, emergencias y control de las enfermedades sensibles, disponibilidad medicamentos e infraestructura, número de médicos, enfermeras y camas por habitantes, profesionalización y preparación del personal médico para precisar diagnósticos de enfermedades y efectos del calor, unidades médicas, centros de investigación y laboratorios especializados, planificación de emergencias del sector y las autoridades, y sistemas de alerta temprana y estrategias de comunicación de riesgos y para la autoprotección adecuados para la población. Reducir el riesgo a desastres demanda un sector salud preparado y comprometido para prevenir enfermedades y anticipar muertes.

En Jalisco se encontró que la temperatura máxima debe ser considerada como un indicador para vigilancia del sector salud, coincidiendo con el IPCC (2012) que le reconoce como referente de alta confianza del cambio climático para Norteamérica.

El género masculino presentó mayores efectos en la salud relacionados a la exposición a temperatura extrema que coincide con el reporte realizado por el CDC en los Estados Unidos de América durante 1999-2003 (CDC, 2006) y para China durante 2011-2013 (Bai *et al.*, 2014).

Los mayores asentamientos humanos en Jalisco resultaron ser los más vulnerables del estado por presentar alta cantidad de habitantes expuestos al peligro de temperaturas máximas extremas, considerando los indicadores referidos a: 1. Densidad de población, coincidiendo con lo identificado

(1996): the greater the number of people in a territory, the greater the damage possible in the presence of a hazard. 2. Children under 5 years old, also recognized by Yaron & Niermeyer (2004) as a vulnerable group in the face of rising temperatures and heat waves, pointing out that children lack thermoregulatory control, less sweating capacity and consequently the ability to dissipate heat, in addition to their limited ability to instinctively replace fluid loss or decrease their exercise in extreme heat. 3. Adults over 70 years of age in accordance with Medina-Ramón *et al.* (2006), who mention that older people are more susceptible to temperature extremes with more marked effects on heat, which may be explained in part by a decrease in their ability to thermoregulate and to detect temperature changes in their bodies. 4. Illiteracy, also identified by Bai *et al.* (2016) as a component that increases vulnerability to death or illness on days with high temperatures. 5. Population without access to health services, Likewise, Ebi *et al.* (2010) have pointed out when referring to those with limited access to medical care as a vulnerable group in terms of health in the face of climate change impacts. 6. Poverty, confirmed by the (United Nations, 2009) by pointing out that poor communities are the ones who face the greatest risk to climate-related disasters, have the greatest impacts and also the highest mortality. 7. Houses without drinking water service, similar to what was found by Inostroza *et al.* (2016) when they pointed out that access to drinking water is a variable that determines the capacity to adapt and vulnerability to heat, and that climate change adaptation measures in the most vulnerable areas should include improvements in the supply of drinking water. 8. Homes without electricity service, is confirmed by what Jessel *et al.* (2019) cited, who point out that energy insecurity in housing has serious implications for health, among which are the increase in morbidity and mortality rates of physical and mental illness during heat waves, in addition to not being able to implement adaptation measures such as having a refrigerator and air conditioning.

The findings on increased mortality from cardiovascular diseases related to increased maximum temperatures or prolonged periods of heat coincide with those reported by Medina-Ramón *et al.* (2006), regarding a greater marginal increase in mortality and those reported by Semenza *et al.* (1996), who refer that deaths from

por Lavell (1996): a mayor cantidad de personas en un territorio, mayor daño posible ante la presencia de un peligro. 2. Niños menores a 5 años, reconocido también por Yaron & Niermeyer (2004) como un grupo vulnerable ante el incremento de temperaturas y olas de calor, al señalar que los niños carecen de control termorregulador, menor capacidad de sudoración y en consecuencia la habilidad para disipar el calor, además de su limitada posibilidad de remplazar instintivamente la pérdida de líquidos o disminuir su ejercicio en calor extremo. 3. Adultos mayores de 70 años de edad en concordancia con lo encontrado por Medina-Ramón *et al.* (2006) quienes mencionan que las personas de edad avanzada presentan mayor susceptibilidad a los extremos de temperatura con efectos más marcados para el calor, lo cual puede ser explicado en parte por una disminución en la capacidad termoreguladora y para detectar cambios de temperatura en su cuerpo. 4. Analfabetas, identificado también por Bai *et al.* (2016) como un componente que incrementa la vulnerabilidad a morir o enfermar en días con altas temperaturas. 5. Población sin derechohabencia a servicios de salud, similar a lo señalado por Ebi *et al.* (2010) al referir que quienes tienen acceso limitado a la atención médica son un grupo vulnerable en salud ante los impactos del cambio climático. 6. Pobreza, confirmado por la (United Nations, 2009) al señalar que las comunidades pobres son las que enfrentan mayor riesgo a desastres relacionados con el clima, presentan mayores impactos y también mayor mortalidad. 7. Viviendas sin servicio de agua potable, semejante a lo encontrado por Inostroza *et al.* (2016) al señalar que el acceso al agua potable es una variable que determina la capacidad de adaptación y vulnerabilidad al calor, y que las medidas de adaptación al cambio climático en las zonas más vulnerables debe incluir mejoras en el suministro de agua potable. 8. Viviendas sin servicio de energía eléctrica, se confirma con lo citado por Jessel *et al.* (2019) quienes apuntan a que la inseguridad energética en la vivienda tiene graves implicaciones para la salud, entre los que se advierten el aumento de la morbilidad y las tasas de mortalidad de padecimientos físicos y mentales durante las olas de calor, además de no poder implementar medidas de adaptación como tener refrigerador y aire acondicionado.

Lo hallado en el incremento de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares relacionado al aumento de temperaturas máximas o periodos de calor prolongados es coincidente con lo reportado por Medina-Ramón *et al.* (2006) respecto a un incremento marginal mayor de mortalidad y con lo reportado por Semenza *et al.* (1996), quienes refieren que las muertes por causas cardiovasculares vinculadas al

cardiovascular causes related to increased heat were also related to advanced age and pre-existing medical conditions. Therefore, future research should identify specific risk factors associated with these deaths.

With regard to morbidity from diarrhea and gastroenteritis of presumed infectious origin, the results found are consistent with research conducted on several continents. In Australia, Hall *et al.* (2011), found that at 7 °C the average temperature increased the probability of gastroenteritis by 4.6 %. Additionally, Lin *et al.* (2016), confirm in New York that for every degree Celsius increase in maximum temperature was significantly associated (0.7-0.96 %) with an increase in hospitalizations for gastrointestinal diseases. Finally, Zhou *et al.* (2013) identified in Shanghai that high temperatures were associated with an increased risk of diarrhea and gastroenteritis.

The Health and Climate Atlas published by the World Health Organization in collaboration with the World Meteorological Organization (2012) states that four infectious diseases are associated with climate change: malaria, diarrhea, meningitis and dengue fever. With respect to the last one, in Jalisco the temperature has increased, going from six months to the year as a period free of hatching of the mosquito transmitter of the dengue to only four months. The tendency presents us with a scenario where this control disappears and we have every day of the year temperatures with biological activity for this vector.

The level of progress made on the issue of climate change has allowed Jalisco to recognize the demands of the health sector in the face of temperature increases and heat waves. The factors that contribute to the vulnerability of urban human settlements must be prioritized in the design and implementation of adaptation strategies and actions.

Reducing the vulnerability of the Jalisco state urban human settlements must address critical aspects of development: poverty, illiteracy, deficiencies in health services, total coverage of water and energy services, (water and energy are necessary factors for temperature regulation and prevention of disease and death), since until progress is made, moving to other levels of attention to problems such as climate change will be more complex and efforts and results will continue to be limited.

incremento de calor se relacionaron además con una edad avanzada y condiciones médicas preexistentes. Por lo que habría que identificar en futuras investigaciones factores de riesgo específicos asociados a estas muertes.

Respecto a la morbilidad por diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso, los resultados encontrados son acordes con investigaciones realizadas en varios continentes, en Australia, Hall *et al.* (2011) encontraron que al aumentar 7 °C la temperatura promedio, la probabilidad de gastroenteritis se incrementó en 4.6 %. Por su parte, Lin *et al.* (2016) confirman en Nueva York que por cada grado centígrado de incremento en la temperatura máxima se asoció significativamente (0.7 – 0.96 %) con un aumento de hospitalizaciones por enfermedades gastrointestinales. Por último, Zhou *et al.* (2013) identificó en Shanghai que las altas temperaturas se asociaron con un incremento del riesgo a diarrea y gastroenteritis.

En el Atlas Salud y Clima publicado por la Organización Mundial de la Salud en colaboración con la Organización Meteorológica Mundial (2012) se establece que son cuatro las enfermedades infecciosas que están asociadas con el cambio climático: paludismo (malaria), diarrea, meningitis y fiebre del dengue. Con respecto a esta última, en Jalisco ha aumentado la temperatura, pasando de seis meses al año como periodo libre de eclosión del mosquito transmisor del dengue a sólo cuatro meses. La tendencia nos presenta un escenario donde desaparezca este control y tengamos todos los días del año temperaturas interrumpidas con actividad biológica para este vector.

El nivel de avance en el tema de cambio climático ha permitido reconocer en Jalisco, las demandas del sector salud ante aumentos de temperatura y olas de calor. Los factores que contribuyen a la vulnerabilidad de los asentamientos humanos urbanos, que se han de priorizar en el diseño e implementación de estrategias y acciones de adaptación.

La reducción de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos urbanos del estado debe atender aspectos críticos del desarrollo: pobreza, analfabetismo, rezagos en salud, cobertura total de servicios de agua y energía, (el agua y la energía son factores necesarios para la prevención de enfermedades y muertes), ya que mientras no se avance en ello, pasar a otros niveles de atención de problemas como el cambio climático, será más complejo y los esfuerzos y resultados seguirán siendo limitados.

Conclusions

In Jalisco the period of danger for exposure to extreme maximum temperatures has increased from two months (April-May) as a historical normal to four months (March-June). The maximum temperature above 36 °C (97th percentile) is considered the threshold to a high health hazard situation. The male gender in Jalisco is more vulnerable than the female gender to exposure to extreme maximum temperatures.

The greatest vulnerability is concentrated in urban settlements with a high number of inhabitants, with the most vulnerable population living in the Guadalajara metropolitan area. Mortality from cardiovascular diseases shows the greatest correlation with extreme maximum temperatures. The greatest statistical significance with the danger of maximum temperatures was presented for the morbidity by transmissible diseases considered by the Ministry of Health as intestinal infections by other organisms and those poorly defined in which are included the intestinal bacterial infections, intestinal infections due to virus (except rotavirus) and other specified organisms and the diarrhea and gastroenteritis of supposed infectious origin.

Although this study did not find a significant statistical association between the maximum temperatures and the presence of dengue, it was confirmed the increase of the minimum temperatures in more than 60 days per year with respect to the normal one, reason why it is considered an alert situation. The demands of the health sector that are visualized is to increase the surveillance and warning systems to the population of the diseases sensitive to the increase of temperature, which in a first stage would be those identified in this study.

References

- Alcocer, J.B.M., Ramírez, H.U. and Curiel, A. (2014). Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) del Estado de Jalisco. Universidad Autónoma de Guadalajara. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164931/2014_jal_peacc.pdf
- Bai, L., Ding, G., Gu, S., Bi, P., Su, B., Qin, D., Xu, G. and Liu, Q. (2014). The effects of summer temperature and heat waves on heat-related illness in a coastal city of China, 2011-2013. *Environmental Research*, 132: 212-219. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.04.002>
- Bai, L., Woodward, A., Cirendunzhu and Liu, Q. (2016). County-level heat vulnerability of urban and rural residents in Tibet, China. *Environmental Health*, 15:(3), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0081-0>
- BIREME-Latin American and Caribbean Center on Health Sciences Information. (2020). Virtual health library; *Health Sciences Descriptors*. PAHO, WHO. <https://decs.bvsalud.org/es/>

Conclusiones

En Jalisco el periodo de peligro para exponerse a temperaturas máximas extremas ha aumentado de dos meses (abril – mayo) como normal histórica, a cuatro meses (marzo-junio). La temperatura máxima arriba de 36 °C (percentil 97) se considera el umbral a una situación de peligro alto para la salud. El género masculino en Jalisco es más vulnerable que el femenino respecto a la exposición de temperaturas máximas extremas.

La mayor condición de vulnerabilidad se concentra en los asentamientos urbanos con alto número de habitantes, siendo la población más vulnerable la que habita en el área metropolitana de Guadalajara. La mortalidad por enfermedades cardiovasculares muestra la mayor correlación con las temperaturas máximas extremas. La mayor significancia estadística con el peligro de las temperaturas máximas se presentó para la morbilidad por enfermedades transmisibles consideradas por la Secretaría de Salud como infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas que incluyen las infecciones intestinales bacterianas, infecciones intestinales debidas a virus (excepto rotavirus) y otros organismos especificados y la diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso.

Aun cuando en este estudio no se encontró una asociación estadística significativa entre las temperaturas máximas y la presencia de dengue, se confirmó el aumento de las temperaturas mínimas en más de 60 días al año respecto a la normal, por lo que se considera una situación de alerta. Las demandas del sector salud que se visualizan será el incrementar los sistemas de vigilancia y alerta a la población en las enfermedades sensibles al aumento de temperatura, que en una primera etapa serían las identificadas en este estudio.

- Centers for Disease Control and Prevention [CDC]. (2006). Heat-Related Deaths – United States, 1999 – 2003. <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5529a2.htm>
- Centers for Disease Control and Prevention [CDC]. (2019). Climate and Health. <https://www.cdc.gov/climateandhealth/policy.htm>
- Ebi, K., Berry, P., Campbell-Lendrum, D., Corvalan, C. and Guillemot, J. (2010). Protecting Health from Climate Change. *Vulnerability and adaptation Assessment*. PHO/WHO. https://www.who.int/globalchange/publications/Final_Climate_Change.pdf
- EM-DAT, CRED. The International Disaster Database, Center for Research on the Epidemiology of Disasters. (2020). *Disaster Profiles*. Université Catholique de Louvain. <https://www.emdat.be/>
- Estrella, L.E. (2017). *Variabilidad climática y extremos de temperatura: efectos en la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio, Guadalajara, Jalisco 2000-2014* [Tesis de Maestría en Ciencias]. Universidad de Guadalajara.
- Fleming, M.L. & Parker, E. (2015). *Introduction to Public Health*, 3rd Edition. Elsevier.
- Garibay, M.G. & Curiel, A. (2015). Vulnerabilidad de los asentamientos humanos urbanos de Jalisco. En, A. Curiel, *El Clima Cambiante, conocimientos para la adaptación en Jalisco*. (pp. 61-77). Universidad de Guadalajara. https://www.researchgate.net/publication/304674384_El_Clima_Cambiante_Conocimientos_para_la_adaptacion_en_Jalisco
- Gobierno de Jalisco. (2013). *Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2013 – 2033; Un plan de todos para un futuro compartido*. Secretaría de Planeación y Participación Ciudadana. <https://planeacion.jalisco.gob.mx/gestion-estrategica/planeacion/ped-2013-2033>
- Gordis, L. (2015). *Epidemiología. Quinta edición*. Elsevier Saunders.
- Gordon, Ch. J. (2005). *Temperature and Toxicology; An Integrative, Comparative, and Environmental Approach*. CRC Press.
- Hall, G., Hanigan, I., Dear, K. and Vally, H. (2011). The influence of weather on community gastroenteritis in Australia. *Epidemiology & Infection*, 139 (6): 927–936. <https://doi.org/10.1017/S0950268810001901>
- Hopp, M.J. & Foley, J.A. (2001). Global-Scale Relationships between Climate and the Dengue Fever Vector, *Aedes Aegypti*. *Climatic Change*, 48: 441–463. <https://doi.org/10.1023/A:1010717502442>
- Inostroza, L., Palme, M. and De la Barrera, F. (2016). A Heat Vulnerability Index: Spatial Patterns of Exposure, Sensitivity and Adaptive Capacity for Santiago de Chile. *PLoS ONE*, 11(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162464>
- Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara [IAM/UDG]. (2015). *Temperaturas Históricas.xls (1970-2015)*.
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco [IEEG]. (2020). *Pobreza estadísticas; pobreza multidimensional por municipio 2010-2015*. Gobierno de Jalisco. https://ieeg.gob.mx/ns/?page_id=3786
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [IMTA-SEMARNAT]. (2013). *Eric III Versión 3.2 extractor rápido de información climatológica [CD ROM]*.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (1992). *Cambio Climático: Las Evaluaciones del IPCC de 1990 y 1992*. Organización Meteorológica Mundial y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_full_report_sp.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>
- Jessel, S., Sawyer, S. and Hernández, D. (2019). Energy, poverty and health in Climate Change: A Comprehensive review of an emerging literature. *Frontiers in Public Health*, (7):357. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00357>
- Lavell, A. (1996). *Degradación Ambiental, Riesgo y Desastre Urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación*. En: Fernández, M.A. (Comp.), *Ciudades en Riesgo; Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres*. La Red, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. https://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/CER_cap02-DARДУ_ene-7-2003.pdf
- Lavell, A. (2011). *Desempacando la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: Buscando las relaciones y diferencias: Una crítica y construcción conceptual y epistemológica*. Elaborado en el marco del Proyecto UICN-

- FLACSO sobre Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático. https://www.desenredando.org/public/variantos/2011/2011_UICNFLACSO_Lavell_Adaptacion_Cambio_Climatico.pdf
- Lin, S., Sun, M., Fitzgerald, E. and Hwang, S.A. (2016). Did summer weather factors affect gastrointestinal infection hospitalizations in New York State?. *Science of the Total Environment*, 550: 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.153>
- Medina-Ramón, M., Zanobetti, A., Cavanagh, D.P. and Schwartz, J. (2006). Extreme temperatures and mortality: assessing effect modification by personal characteristics and specific cause of death in a multi-city case-only analysis. *Environmental Health Perspectives*. 114 (9):1331–1336. <https://doi.org/10.1289/ehp.9074>
- Naghavi, M., Makela, S., Foreman, K., O'Brien, J., Pourmalek, F. and Lozano, R. (2010). Algorithms for enhancing public health utility of national causes-of-death data. *Population Health Metrics*. 8 (9): 1-14. <https://doi.org/10.1186/1478-7954-8-9>
- National Academies of Science. (2015). Review of the Draft Interagency Report on the Impacts of Climate Change on Human Health in the United States. National Academies Press. <https://www.nap.edu/download/21787>
- National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA]. (2021). Climate at a Glance, Global Time Series. U.S. Department of Commerce, National Centers for Environmental Information. <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2018). Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud Décima Revisión CIE - 10. Publicación Científica No. 554. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/6282/Volume1.pdf>
- Portier, C.J., Thigpen, K., Carter, S.R., Dilworth, C.H., Grambsch, A.E., Gohlke, J., Hess, J., Howard, S.N., Luber, G., Lutz, J.T., Maslak, T., Prudent, N., Radtke, M., Rosenthal, J.P., Rowles, T., Sandifer, P.A., Scheraga, J., Schramm, P.J., Strickman, D., Trtanj, J.M. and Whung, P.Y. (2010). A Human Health Perspective On Climate Change: A Report Outlining the Research Needs on the Human Health Effects of Climate Change. *Environmental Health Perspectives/National Institute of Environmental Health Sciences*. www.niehs.nih.gov/climate-report
- Ropeik, D. & Gray, G. (2002). Risk. A Practical Guide for Deciding What's Really Safe and What's Really Dangerous in the World Around You. Harvard School of Public Health.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial [SEMADET]. (2020). *Bases de Datos de Calidad del Aire Anuales (2000 – 2014)*. SEMADET, Gobierno de Jalisco. <http://siga.jalisco.gob.mx/aireysalud/descargas2020>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [SEMARNAT & INECC]. (2012). México Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/handle/publicaciones/116>
- Secretaría de Salud, Dirección General de Epidemiología. (2020). Boletín Epidemiológico, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, Sistema Único de Información 2019. <https://www.gob.mx/salud/documentos/boletinepidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-2019>
- Secretaría de Salud Jalisco, Departamento de Estadística. (2015). *Bases de datos de Mortalidad 2000-2015*.
- Semenza, J.C., Rubin, C.H., Falter, K.H., Selanikio, J.D., Flanders, D., Howe, H.L. and Wilhelm, J.L. (1996). Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *The New England Journal of Medicine*, 335:84-90. <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJM199607113350203>
- Stone, B., Jeremy, J.H. and Frumkin, H. (2010). Urban form and extreme heat events: are sprawling cities more vulnerable to climate change than compact cities?. *Environmental Health Perspectives*, 118(10):1425-1428. <https://doi.org/10.1289/ehp.0901879>
- United Nations Environment Programme [UNEP]. (1998). Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Strategies. Version 2.0. UNEP y Vrije Universiteit Amsterdam. http://www.ivm.vu.nl/en/images/UNEPHandbookEBA2ED27-994E-4538-B0F0C424C6F619FE_tcm234-102683.pdf
- United Nations Development Programme [UNDP]. (2010). Disaster Risk Assessment. <https://www.undp.org/content/dam/undp/library/crisis%20prevention/disaster/2Disaster%20Risk%20Reduction%20-%20Risk%20Assessment.pdf>
- United Nations Environment Programme [UNEP]. (2021). Climate Change (on line). <https://www.unep.org/explore-topics/climate-change>
- United Nations. (2009). Risk and poverty in a changing climate, Invest today for a safer tomorrow; 2009 Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. UN, ISDR. <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/report/index.php?id=9413&pid:34&pf:3>

- World Health Organization [WHO]. (2021). Climate Change (on line). https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1
- World Health Organization and World Meteorological Organization (2012). Atlas of Health and Climate. WHO & WMO-No. 1098. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/112303>
- Yaron, M. & Niermeyer, S. (2004). Clinical Description of Heat Illness in Children, Melbourne, Australia—A Commentary. Wilderness and Environmental Medicine, 15: 291-292. [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(2004\)015\[0291:CDOHI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1580/1080-6032(2004)015[0291:CDOHI]2.0.CO;2)
- Zhou, X., Zhou, Y., Chen, R., Ma, W., Deng, H. and Kan, H. (2013). High temperature as a risk factor for infectious diarrhea in Shanghai, China. Journal of Epidemiology, 23 (6): 418–423. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20130012>