

Tendencia de la temperatura ambiental en el estado de Hidalgo y su relación con afecciones de la salud: Análisis del municipio de Tlahuelilpan

Environmental temperature tendency at Hidalgo State and their relationship with health conditions: Analysis of the municipality of Tlahuelilpan

Héctor Hugo Siliceo-Cantero^a, Benjamín López-Nolasco^b, Ariana Maya-Sánchez^c, Sócrates López Pérez^d

Abstract:

The alteration of environmental temperature is one of the main consequences of climate change, which affects the health of the human population, even leading to death. The aim of the present study is to analyze the changes in environmental temperature, maximum, average, and minimum, in the state of Hidalgo (Mexico), over 14 years, as well as the effects (dehydration, heat exhaustion, heat strokes, burns, intoxication, and hypothermia) derived from it. In addition, the case of the municipality of Tlahuelilpan is addressed. Open government databases from the state of Hidalgo were consulted, cleaned, and treated, to later graph and analyze trends. The environmental temperature (maximum, average, and minimum) of the state of Hidalgo showed an increase of approximately 2 °C between 2007 and 2021, registering the highest temperatures from March to July, and the lowest in December to January. Likewise, as time passes, the first cases of dehydration, heat exhaustion, and heat strokes are registered from 2019. However, prior to this, cases of hypothermia, intoxication, and burns (indoor bonfires) were registered more frequently. With respect to environmental temperatures, hypothermia was the main cause of death. In the case of the municipality of Tlahuelilpan, the environmental temperature trend (maximum, average, and minimum) from 2007 to 2021 was opposite with a reduction of approximately 3 °C, which suggests that the effects related to low temperatures will be the main problem for this municipality.

Keywords:

Climate change, Mexico temperature, hypothermia, dehydration, heatstroke

Resumen:

La alteración de la temperatura ambiental es una de las principales consecuencias del cambio climático, la cual influye en la salud de la población humana, incluso conduciendo a la muerte. El objetivo del presente estudio es analizar los cambios, a lo largo de 14 años, de la temperatura ambiental, máxima, promedio y mínima, en el estado de Hidalgo (México), así como las afectaciones (deshidratación, agotamiento por calor, golpes de calor, quemaduras, intoxicación, e hipotermia) derivadas de ello. Además, se aborda el caso del municipio de Tlahuelilpan. Se consultaron, limpiaron y trataron bases de datos abiertos gubernamentales del estado de Hidalgo, para posteriormente graficarlos y analizar las tendencias. La temperatura ambiental del estado de Hidalgo (máxima, promedio y mínima) mostró un incremento de aproximadamente 2 °C entre 2007 y 2021, registrando temperaturas más altas en los meses marzo – julio, y más bajas en diciembre a enero. Asimismo, conforme avanza el tiempo, se registran los primeros casos de deshidratación, agotamiento por calor y golpes de calor a partir de 2019. Sin embargo, previo a ello, se registraron casos de hipotermia, intoxicación y quemaduras (al encender fogatas en casa) más frecuentemente. Con respecto a las temperaturas ambientales, la hipotermia fue la mayor causa de decesos. En el caso del municipio de Tlahuelilpan, la tendencia de la temperatura ambiental (máxima,

^a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-8125-9203>, Email: hector_siliceo@uaeh.edu.mx

^b Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0003-4566-214X>, Email: benjamin_lopez8496@uaeh.edu.mx

^c Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-6479-2524>, Email: ariana_maya8228@uaeh.edu.mx

^d Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0002-1532-3254>, Email: lopezs@uaeh.edu.mx

promedio y mínima) de 2007 a 2021 fue contraria, con una reducción de aproximadamente 3 °C, lo que sugiere que las afectaciones relacionadas a bajas temperaturas serán la mayor problemática para este municipio.

Palabras Clave:

Cambio climático, temperatura en México, hipotermia, deshidratación, golpe de calor

Introducción

El cambio climático es un fenómeno que ocurre de manera natural en el planeta. Esto se evidencia al comparar el clima actual con el clima durante la última glaciación, o con el clima durante el Pérmico que es cuando se originaron los primeros organismos vivos. (1,2) Sin embargo, en la actualidad se está acelerando el cambio climático debido a las actividades humanas, como es el caso del aumento de emisiones de gases invernadero, la cuales tienen un efecto directo sobre temperaturas ambientales. (3) Una tendencia de la temperatura ambiental es que se está haciendo más extrema, es decir, mayor temperatura en la temporada de calor y menor temperatura en la temporada de frío. (4) Asimismo, el cambio climático ha conducido a fluctuaciones drásticas de la temperatura en un lapso de horas, lo cual tiene repercusiones en la salud. (5)

El cambio climático está afectando negativamente a los diferentes grupos animales, incluso se reconoce una actual sexta extinción masiva de especies en el planeta. (6) El Ser Humano no está exento de sufrir los efectos del cambio climático, particularmente aquellos derivados de las temperaturas ambientales. Por ejemplo, datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) sugieren que el cambio climático se presenta como la mayor amenaza para la salud a nivel mundial durante el siglo XXI. Así, el cambio climático, a través de la modificación de los patrones de sequías, precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas, conducen al incremento de enfermedades respiratorias, circulatorias, digestivas, etc., y por lo tanto, se desvela como un factor importante de mortalidad (mayor información disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/cambio-climatico-salud>).

La comunidad científica ha estado desarrollando diversos estudios alrededor del mundo, los cuales se han enfocado en los posibles efectos de la temperatura ambiental sobre la salud de la población humana. (7) Por ejemplo, se ha encontrado relación entre temperaturas altas y bajas extremas con muertes por eventos cardíacos, respiratorios y cerebrales. (7,8)

En México, se ha registrado una disminución de -0.32 °C en la temperatura promedio de 1940 a 1970, con un posterior aumento de 0.22 °C de 1970 a 2000. (4) Sin embargo, México está conformado por dos zonas biogeográficas, la Neártica y la Neotropical que, junto con la complejidad del relieve en el territorio nacional, conduce a una amplia diversidad de climas. (4) Por ejemplo, solo

en el estado de Hidalgo se reconocen, aproximadamente, 24 tipos de clima, siendo predominantes los húmedos cálidos y semicálidos al noreste del estado, y los climas secos en el resto del estado. (9) En el estado de Hidalgo, el cambio climático ha modificado las condiciones ambientales, registrándose, de manera general, un incremento de la temperatura ambiental y una reducción en la precipitación. (9)

Es de vital importancia estudiar el efecto de las temperaturas ambientales sobre la salud humana, sin embargo, estos han sido principalmente desarrollados en otros países. (7,8,10) La carencia de estudios sobre el efecto de las temperaturas ambientales sobre la salud, a nivel regional, en México, es el detonante que conduce a la realización del presente trabajo. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es conducir un análisis descriptivo de la tendencia de la temperatura ambiental en el estado de Hidalgo, a lo largo del tiempo, así como evaluar su posible relación con problemas en la salud, tales como hipotermia, golpes de calor, deshidratación, intoxicación, quemaduras, y agotamiento por calor. Además de analizar el caso particular del municipio de Tlahuelilpan.

Metodología

Se trata de un estudio descriptivo observacional de tipo ecológico de tendencias, centrado en la población del estado de Hidalgo, incluyendo un apartado sobre el municipio de Tlahuelilpan, en el cual se emplearon bases de datos ambientales y del sector salud, enfocando el análisis en las tendencias de la temperatura ambiental y en las afectaciones que, se ha registrado, tiene sobre la salud. Para ello, se obtuvieron las temperaturas mensuales máxima, promedio y mínima para el estado de Hidalgo y el municipio de Tlahuelilpan, a través del portal de la comisión nacional de agua (CONAGUA; <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperatura-s-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>). Para el estado de Hidalgo, los datos abarcan el periodo 2007 a 2021, mientras que, para Tlahuelilpan, el periodo va de 2007 a 2019. Con estos datos, se construyeron dos bases de datos, una para el estado de Hidalgo y la otra para el municipio de Tlahuelilpan, las cuales incluyeron las siguientes variables: año, mes, temperaturas máximas, promedio y mínimas. De cada base de datos, se construyeron dos gráficos, para luego analizarlos. En el primero se usó una gráfica de dispersión

de puntos con la temperatura mensual (máxima, promedio y mínima) y la línea de tendencia de dichos puntos (línea de regresión), a lo largo de 14 años para el estado de Hidalgo (periodo 2007 – 2021), y de 12 años para el municipio de Tlahuelilpan (periodo 2007 – 2019). En el segundo se graficó el comportamiento de la temperatura mensual (máxima, promedio y mínima) a lo largo del año (enero a diciembre), usando una gráfica de caja y bigotes, en la cual se representa la mediana, los cuartiles 25 y 75, así como los valores extremos. Se usó este tipo de gráfico debido a que muestra mucha información para cada uno de los meses, mismos que incluyen información de 14 años a nivel estatal y 12 a nivel municipal.

Además, a partir de los informes semanales para la vigilancia epidemiológica de temperaturas naturales extremas (Dirección General de Epidemiología), mismos que se encuentran en el portal del gobierno de México (<https://www.gob.mx/salud/documentos/informes-semanales-para-la-vigilancia-epidemiologica-de-temperaturas-naturales-extremas-2022>), se generó una base de datos de las afecciones a la salud relacionadas a la temperatura ambiental de 2017 a 2022 en el estado de Hidalgo. Esta base de datos incluyó las siguientes variables: año, mes, tipo de problema de salud (hipotermia, intoxicación, quemaduras, golpe de calor, agotamiento por calor, y deshidratación), cantidad y número de muertes provocados por tipo de afección.

Con estos datos, se construyó una gráfica con el número de casos y muertes provocadas por las diferentes afecciones causadas por la temperatura ambiental. Asimismo, se usaron para generar una gráfica de dispersión con el número de personas con afecciones en diferentes años y meses.

Finalmente, para evaluar si existe asociación entre las afecciones relacionadas a la salud y la temperatura ambiental (máxima, promedio y mínima), se construyó una base de datos. Para ello, se usó la frecuencia de cada afección de la salud (hipotermia, intoxicación, quemaduras, golpe de calor, agotamiento por calor, deshidratación, y el conjunto de todas) y la media de las temperaturas máxima, promedio y mínima por año, de 2017 a 2021, ya que no se encontraron datos abiertos gubernamentales de las condiciones relacionadas a la temperatura ambiental antes de 2017. Se emplearon regresiones de Poisson (log-link), tomando en cuenta que se usaron conteos de la aparición de las diferentes afecciones relacionadas a la salud. Se usó el software Rstudio versión 4.1.1 para dicho propósito y para la construcción de los gráficos.

Resultados

Los datos mostraron que la temperatura ambiental en el estado de Hidalgo oscila entre 4 °C y 33 °C. La temperatura máxima mensual oscila entre 13 °C y 33 °C,

la temperatura promedio mensual entre 13 °C y 24 °C, y la temperatura mínima mensual entre 4 °C y 17 °C. El patrón general de las temperaturas ambientales (máximas, promedio y mínimas) en el estado de Hidalgo mostraron un incremento de aproximadamente 2 °C en un lapso de 14 años (periodo de 2007 a 2021; Fig. 1).

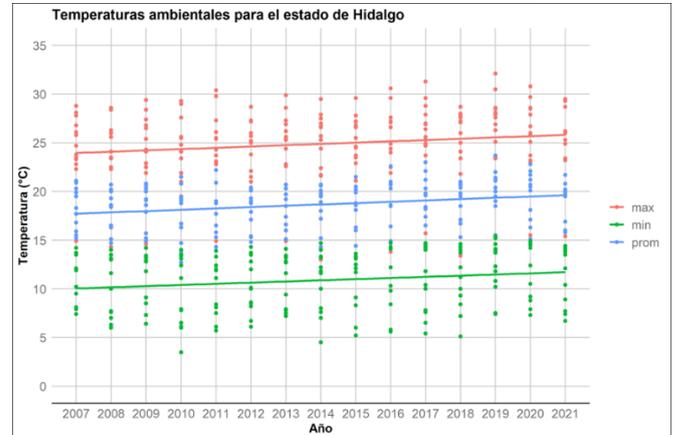


Figura 1. Temperatura ambiental registrada para el estado de Hidalgo de 2007 a 2021. Se muestran la línea de tendencia para las temperaturas promedio mensual (azul), máxima mensual (rosa) y mínima mensual (verde).

La temperatura ambiental para el estado de Hidalgo también fluctúa a lo largo del año. El periodo más caliente es de marzo a julio, siendo mayo el mes más caliente, el cual alcanza entre 30 °C y 33 °C (Fig. 2). Por el contrario, las temperaturas más bajas van del mes de noviembre al mes de febrero, siendo los meses más fríos diciembre y enero, en los que se pueden alcanzar temperaturas de hasta 2 °C (Fig. 2).

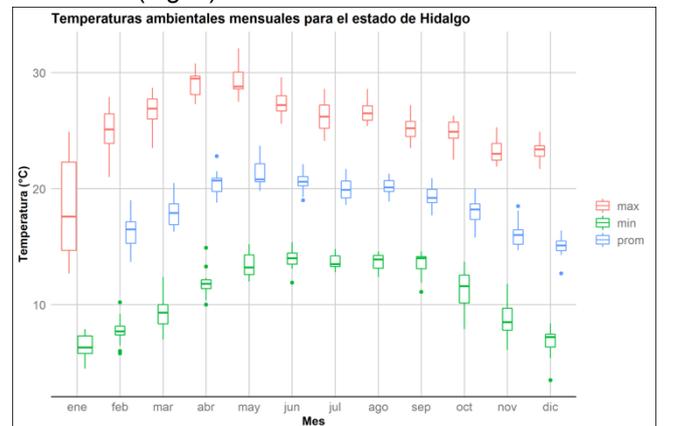


Figura 2. Comportamiento de la temperatura ambiental máxima mensual (rojo), mínima mensual (verde), y promedio mensual (azul), para el estado de Hidalgo, de enero a diciembre, con datos de 2007 a 2021. Las cajas indican los cuartiles 25 a 75, la línea dentro de la caja indica la mediana, los bigotes indican los valores extremos, y los puntos indican valores atípicos.

De acuerdo con los datos obtenidos de la subsecretaría de prevención y promoción de la salud para el periodo 2017 – 2022, las principales afecciones relacionadas a la

salud en los hidalguenses, causadas por las temperaturas extremas en el estado de Hidalgo fueron: intoxicación por CO₂, hipotermia, golpes de calor, agotamiento por calor, quemaduras y deshidratación. Asimismo, las afecciones que tuvieron mayor impacto en la mortalidad de los hidalguenses fueron: hipotermia, seguido por golpes de calor e intoxicación con CO₂ (Fig. 3).

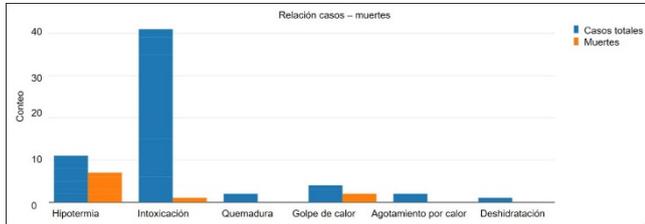


Figura 3. Número de casos y muertes por afecciones de las temperaturas extremas en el estado de Hidalgo.

Los casos de hipotermia, quemaduras e intoxicación se presentaron del mes de octubre al mes de enero, pero su frecuencia se redujo de 2017 a 2022. Por otro lado, los casos de deshidratación, golpe de calor y agotamiento por las altas temperaturas se registraron a partir de 2019, principalmente en los meses de abril a junio (Fig. 4).

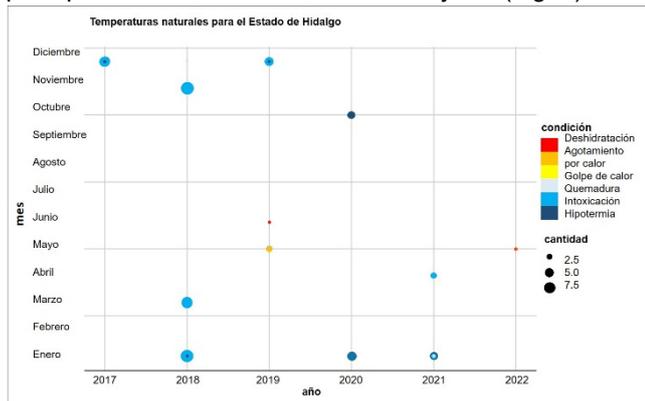


Figura 4. Cantidad de cada una de las afecciones derivadas de las temperaturas extremas mensuales (máximas y mínimas) en el estado de Hidalgo, periodo 2017 – 2022.

Las regresiones de Poisson indicaron una asociación estadística significativa entre las temperaturas ambientales y el total de las afecciones (la suma de las frecuencias de cada una de las afecciones relacionadas a la temperatura ambiental) y la intoxicación por CO₂ (Tabla 1). Los coeficientes negativos indican un decremento de las afecciones, mientras que los coeficientes positivos indican un aumento de las afecciones relacionadas a la temperatura ambiental. Además, la desviación indica que los datos observados se ajustan bien a los modelos (Tabla 1).

Tabla 1. Regresión de Poisson de las variables ambientales temperatura máxima (máx), promedio (prom) y mínima (mín), con las condiciones de salud, en el estado de Hidalgo, México.

	máx	prom	mín
--	-----	------	-----

todas las condiciones	coeficiente	-2.45	3.69	-1.92
	desviación	0.61	1.29	0.82
	Valor P	<0.001	<0.01	<0.05
intoxicación por CO ₂	coeficiente	-3.46	6.79	-4.37
	desviación	0.74	1.91	1.3
	Valor P	<0.001	<0.001	<0.001

Por otro lado, para el municipio de Tlahuelilpan se encontró registro de temperaturas máxima mensual, promedio mensual y mínima mensual, de 2007 a 2019. Las temperaturas en el municipio oscilaron entre los 33 °C y los 0 °C. El rango de las temperaturas máximas mensuales fue de 25 °C a 33 °C, el rango de las temperaturas promedio mensuales fue de 13 °C a 29 °C, y el rango de mínimas mensuales fue de 0 °C a 10 °C. En este caso, a diferencia de lo que ocurrió a nivel estatal, las temperaturas ambientales presentaron una reducción de entre 2 °C y 3°C, de 2007 a 2009 (Fig. 5).

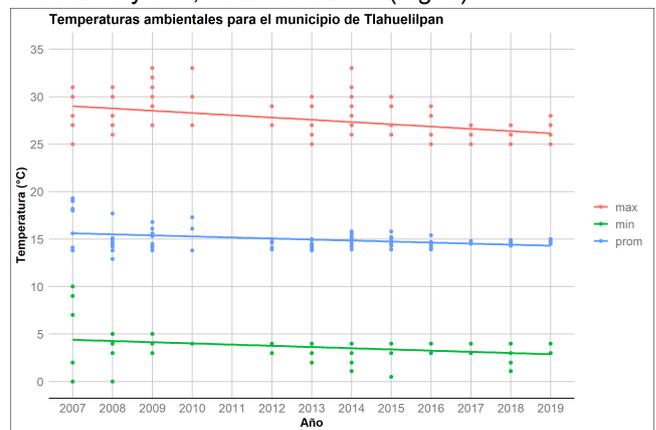


Figura 5. Temperaturas ambientales registradas para el municipio de Tlahuelilpan de 2007 a 2019. Se muestran la línea de tendencia para las temperaturas promedio mensual (azul), máxima mensual (rosa), y mínima mensual (verde).

A diferencia de lo observado a nivel estatal, a nivel municipal, Tlahuelilpan registró mayor diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas a lo largo del año, ya que puede diferir hasta en 30 °C (ej. febrero y noviembre). Sin embargo, la fluctuación a lo largo del año fue menor, es decir, no se observan un incremento a mediados del año y un descenso a finales e inicio del año (Fig. 6).

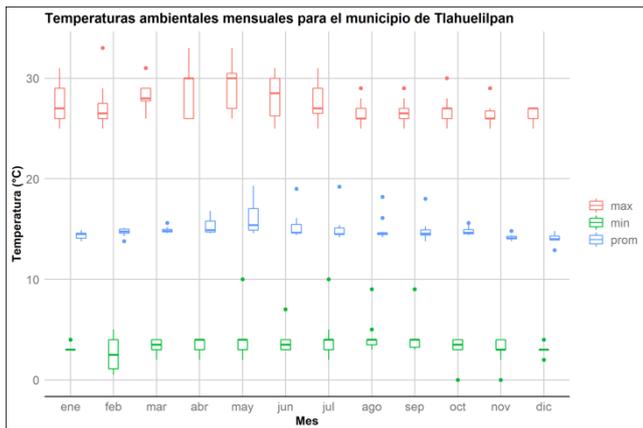


Figura 6. Temperatura máxima mensual (rojo), promedio mensual (azul), y mínima mensual (verde), para el municipio de Tlahuelilpan, a lo largo del año (enero – diciembre), con datos de 2007 a 2019. Las cajas indican los cuartiles 25 a 75, la línea dentro de la caja indica la mediana, los bigotes indican los valores extremos, y los puntos indican valores atípicos.

Discusión

Temperaturas ambientales y la salud de los hidalguenses

Los datos mostraron un incremento de la temperatura promedio de 2 °C a partir de 2019, alcanzando los 19 °C. Lo mismo ocurrió con la temperatura máxima, alcanzando 26 °C (Fig. 1). Este fenómeno se atribuye al cambio climático que, actualmente, se acelera por el incremento de las emisiones de gases invernadero (3). Por otro lado, también comenzaron a aparecer casos de deshidratación, agotamiento y golpes de calor a partir de 2019 (Fig. 4). Estos, se caracterizan por un incremento de la temperatura corporal superior a 38.3 °C (12) e incluso, pueden conducir a la muerte, como se ha registrado para el estado de Hidalgo (Fig. 3). A lo largo del año, la probabilidad de sufrir alguna de estas afectaciones en Hidalgo, se incrementa en los meses más calientes, como son marzo, abril, mayo y junio (Fig. 2). Las altas temperaturas también pueden conducir a enfermedades cardiovasculares como es el caso de infarto al miocardio, paro cardíaco, enfermedad isquémica del corazón, falla cardíaca, arritmias, accidente cerebrovascular isquémico, enfermedades diarreicas agudas y respiratorias agudas. (15,16,5,7). También, se ha documentado que el incremento de la temperatura ambiental puede ser causal de suicidio (17).

Los resultados mostraron que hay una asociación entre las temperaturas ambientales y las afectaciones a la salud, y aunque no se puede demostrar una causalidad con la regresión de Poisson, la literatura indica que hay un efecto de las temperaturas ambientales sobre diversos aspectos de la salud (15,17,14). De esta manera, la tendencia de aumento de la temperatura ambiental

(máxima mensual, promedio mensual, y mínima mensual) que se registró en el estado de Hidalgo, sugiere modificaciones en el patrón de afecciones a la salud, incrementando los casos de deshidratación, agotamiento y golpes de calor. Por ello, es necesario que autoridades a diversos niveles y áreas, tomen decisiones a corto, mediano y largo plazo para amortiguar dichos efectos.

Algo que resalta de la temperatura ambiental del estado de Hidalgo es la variación que se puede encontrar dentro de un mismo mes, ya que pueden cambiar hasta en 20 °C. Esto se puede observar para los meses de febrero y marzo (Fig. 2). Las variaciones de temperatura ambiental en lapsos cortos de tiempo también tienen repercusiones en la salud (5).

La variación que se registró en la temperatura ambiental incluye cifras por debajo de 5 °C, por lo que se registran afecciones como hipotermia, intoxicación y quemaduras (Fig. 1; Fig. 4). Acorde a esto, los resultados indicaron que, hasta el momento, la hipotermia, que es una disminución de la temperatura corporal por debajo de 35 °C – 35.5 °C, es la afección que más ha contribuido a los fallecimientos (Fig. 3). Claramente, estos casos se presentan con mayor frecuencia en los meses más fríos del año, es decir, de noviembre a marzo (Fig. 4). La hipotermia es un factor de mortandad ligada estrecha y proporcionalmente a la situación económica de los pobladores (12,13). En este sentido, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Hidalgo presenta 1,570,000 personas en estado de pobreza (1,358,000 en pobreza moderada y 252,000 en pobreza extrema). Esto quiere decir que alrededor del 40 % de los habitantes del estado para 2020 serían los más vulnerables ante los efectos negativos de la disminución de la temperatura. Asimismo, este sector de la población sería el blanco de afecciones, tales como la intoxicación y las quemaduras, ya que resultan de los fuegos al interior de sus hogares para combatir el frío. Además de las afecciones valoradas en el presente trabajo, se reconoce que las bajas temperaturas pueden tener efectos importantes en enfermedades respiratorias como el COVID, enfermedades cardiovasculares como derrames cerebrales, enfermedad coronaria, etc. (14)

El municipio de Tlahuelilpan

A nivel municipal, y a diferencia de lo que ocurre a escala estatal, Tlahuelilpan mostró una disminución de la temperatura ambiental de hasta 3 °C, en un lapso de 12 años (periodo 2007 – 2019; Fig. 5). La tendencia decreciente de la temperatura ambiental en el municipio de Tlahuelilpan conduciría, principalmente, a un incremento en la frecuencia de casos de hipotermia, intoxicación y quemaduras. Las causas de estas últimas dos ya se han comentado anteriormente.

La temperatura ambiental máxima y mínima anual de este municipio, sin embargo, difieren más que a nivel estatal,

ya que alcanza temperaturas bajas de hasta 0 °C (la menor a nivel estatal fue de 4 °C), mientras que la temperatura más alta registrada en este municipio fue igual a nivel municipal y estatal (Fig. 1 y 5). Este patrón ocurre en la mayor parte de los meses, por lo que no se observa un aumento de la temperatura en el periodo abril – septiembre, como se observó a nivel estatal (Fig. 1 y 5). Esta fluctuación en Tlahuelilpan, también permite que los pobladores del municipio se expongan a altas temperaturas, por lo que la ocurrencia de casos de deshidratación, agotamiento y golpes de calor queda latente.

El panorama que se muestra del municipio de Tlahuelilpan sugiere que las afectaciones a la salud de los pobladores por la tendencia de la temperatura ambiental podrían agravarse a mediano y largo plazo. Así, se debe trabajar a diferentes niveles para que la población esté preparada. A nivel municipal, debe haber mayor difusión sobre los riesgos de la baja de temperatura y su efecto en la hipotermia, intoxicación y quemaduras. Para esto último, se requiere alertar sobre los riesgos y/o precauciones que se deben tomar al momento de encender fuego dentro de los hogares.

Conclusiones

El estado de Hidalgo muestra un incremento de la temperatura ambiental. Este patrón coincide con los efectos del cambio climático que se han registrado a lo largo del planeta. La tendencia al alza de la temperatura ambiental registrada a nivel estatal se refleja en el incremento de afectaciones a la salud, tales como deshidratación, agotamiento por calor y golpes de calor.

A nivel municipal, Tlahuelilpan muestra un patrón diferente, con una clara reducción de la temperatura ambiental. Esta tendencia, así como las condiciones de pobreza reportadas por el INEGI, son factores que llevan a incrementar la letalidad de afecciones como la hipotermia, intoxicación y quemaduras.

El análisis permite tener un mejor panorama de lo que está ocurriendo a nivel regional y local, con respecto a las fluctuaciones de la temperatura ambiental. Asimismo, muestra los impactos que dichas fluctuaciones tienen sobre la salud de los Hidalguenses. Por ello, es necesario tomar conciencia de la importancia del impacto que las actividades humanas tienen sobre el medio ambiente, y de las repercusiones que tiene esto sobre la salud humana. A nivel individual, reducir la emisión de gases de efecto invernadero, es una medida “sencilla” con la que los pobladores pueden contribuir. Sin embargo, la industria, que es muy alta en la región, y el gobierno deben tomar cartas en el asunto.

Referencias

- [1]. Marks L. Last Glacial Maximum in Poland. *Quat Sci Rev.* 2002; 21:103–10.
- [2]. Rees PMA, Ziegler AM, Gibbs MT, Kutzbach JE, Behling PJ, Rowley DB. Permian phytogeographic patterns and climate data/model comparisons. *J Geol.* 2002;110(1):1–32.
- [3]. Olivier JGJ, Peters JAHW. Trends In Global Co 2 And Total Greenhouse Gas Report [Internet]. 2020. Available from: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2019-report_4068.pdf
- [4]. Cuervo-Robayo AP, Ureta C, Gómez-Albores MA, Meneses-Mosquera AK, Téllez-Valdés O, Martínez-Meyer E. One hundred years of climate change in Mexico. *PLoS One* [Internet]. 2020;15(7 July). Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209808>
- [5]. Tian Y, Liu H, Id YS, Cao Id Y, Song J, Li M, et al. Association between temperature variability and daily hospital admissions for cause-specific cardiovascular disease in urban China: A national time-series study. *PLoS Med* [Internet]. 2019;16(1):e1002738. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002738>
- [6]. Ceballos G, Ehrlich PR, Barnosky AD, García A, Pringle RM, Palmer TM. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci Adv.* 2015;1(5).
- [7]. Ochoa M, Castellanos R, Ochoa Z, Oliveros J. Variabilidad y cambio climáticos: su repercusión en la salud. *Medisan.* 2015;19(7):870–82.
- [8]. Han J, Liu S, Zhang J, Zhou L, Fang Q, Zhang J, et al. The impact of temperature extremes on mortality: A time-series study in Jinan, China. *BMJ Open.* 2017;7(4).
- [9]. Ceballos-Pérez SG. Climate and Climate Change in Hidalgo, Mexico. *Int J Recent Eng Res Dev* [Internet]. 2017;02(06):1–7. Available from: www.ijreerd.com
- [10]. Wang J, Tang K, Feng K, Lin X, Lv W, Chen K, et al. Impact of temperature and relative humidity on the transmission of COVID-19: a modelling study in China and the United States. *BMJ Open* [Internet]. 2021; 11:43863. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33597143/>
- [12]. Picón-Jaimes, Y. A., Orozco-Chinome, J. E., Molina-Franky, J., & Franky-Rojas, M. P. (2020). Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia e hipotermia. *MedUNAB*, 23(1), 118-130.
- [13]. Chan EYY, Goggins WB, Kim JJ, Griffiths SM. A study of intracity variation of temperature-related mortality and socioeconomic status among the Chinese population in Hong Kong. *J Epidemiol Community Health.* 2012;66(4):322–7.
- [14]. Yang J, Yin P, Zhou M, Ou CQ, Guo Y, Gasparrini A, et al. Cardiovascular mortality risk attributable to ambient temperature in China. *Heart.* 2015;101(24):1966–72.
- [15]. Rocklöv J, Ebi K, Forsberg B. Mortality related to temperature and persistent extreme temperatures: A study of cause-specific and age-stratified mortality. *Occup Environ Med.* 2011;68(7):531–6.
- [16]. Medina-Ramón M, Schwartz J. Temperature, temperature extremes, and mortality: A study of acclimatisation and effect modification in 50 US cities. *Occup Environ Med.* 2007;64(12):827–33.
- [17]. Gaxiola-robles R, Alfredo DJC de la R, Labrada-martagón V, Díaz-castro SC, Zenteno-savín T. Incremento de la temperatura ambiental y su posible asociación al suicidio en Baja California Sur (BCS) 1985-2008. *Salud Ment.* 2013;36(5):421–7.