

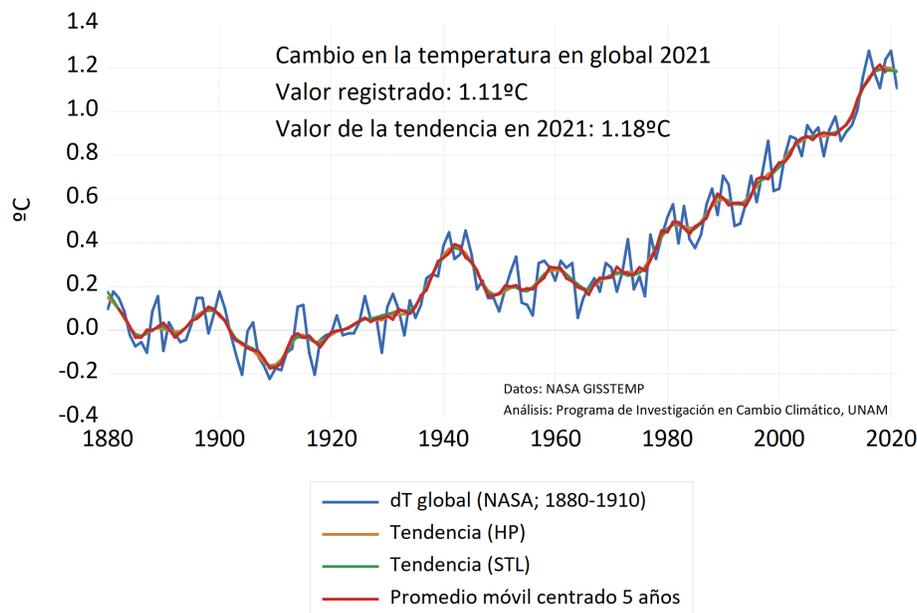
# 2021 fue el cuarto año más caluroso en México del que se tenga registro.

## Programa de Investigación en Cambio Climático

### Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático

#### Universidad Nacional Autónoma de México

De acuerdo con reportes independientes emitidos por la [NASA](#) y [Berkeley Earth](#), el 2021 fue el sexto año más caluroso a nivel global desde que los registros observacionales empezaron. Tomando como base el periodo preindustrial<sup>1</sup>, la temperatura promedio anual global de la superficie de la Tierra fue alrededor de 1.1°C a 1.2°C mayor que el promedio del período de referencia 1880-1910, ligeramente menor que el valor registrado en 2020 que fue de 1.28°C a 1.36°C mayor que la media del período mencionado (Figura 1). El 2021 fue comparativamente más frío que el año anterior debido a los efectos del fenómeno de La Niña, que también se espera que afecte al 2022. Sin embargo, en 2021 se registraron las temperaturas promedio más elevadas hasta ahora en muchos lugares del planeta y el reporte de [Berkeley Earth](#) estima que alrededor de 1,800 millones de personas en el mundo experimentaron una temperatura promedio anual récord en 2021. Ocho de los diez años más cálidos ha ocurrido en la última década (Tabla 1).



<sup>1</sup> El periodo preindustrial es representado comúnmente como el promedio de largo plazo centrado a finales del siglo XIX o inicios del XX, por ejemplo 1850-1900 o 1880-1910.

Figura 1. Anomalías de la temperatura global promedio de la superficie de la Tierra de acuerdo con la base de datos de la NASA. Climatología de referencia 1880-1910. HP se refiere a la tendencia obtenida con el filtro Hodrick-Prescott (Hodrick and Prescott 1997) y STL a la tendencia obtenida con el procedimiento de descomposición de Cleveland et al., (1990).

De acuerdo con diversos estudios recopilados en el Sexto Reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el aumento de 1.07°C (0.8°C-1.3°C) registrado desde la época preindustrial en la temperatura global se debe casi en su totalidad a la influencia antropogénica en el sistema clima (IPCC 2021). Algunos estudios han sugerido que incluso eventos socioeconómicos de gran magnitud (tales como las dos Guerras Mundiales, el Protocolo de Montreal y la Industrialización de Asia) han dejado huella en las tasas observadas de aumento en las temperaturas global y hemisféricas (Estrada et al. 2013; Checa-Garcia et al. 2016; Goyal et al. 2019). Se espera que, si no se reducen de manera significativa las emisiones de gases de efecto invernadero, para principio de la década de 2030 la tendencia de la temperatura global rebase los 1.5°C de aumento sobre el promedio preindustrial y el umbral de los 2.0°C del Acuerdo de París en la década de 2050.

Tabla 1. Cambio en la temperatura media anual con respecto al periodo 1850-1900

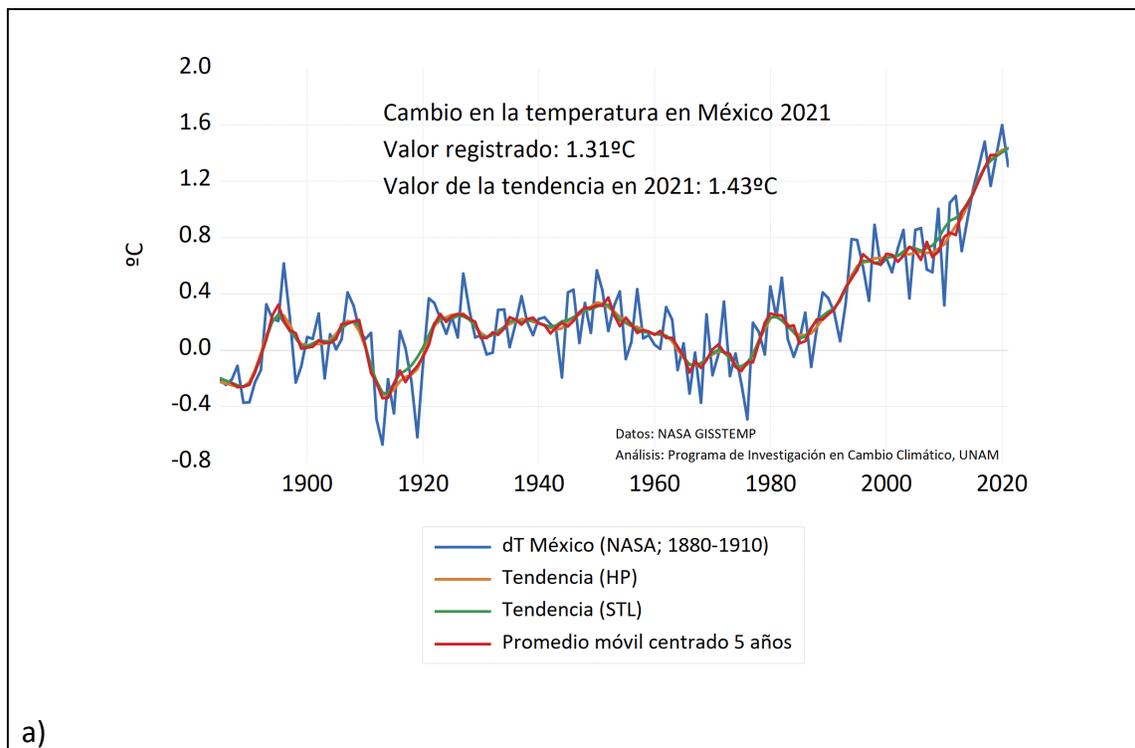
<b>Año</b>	<b>Rank</b>	<b>Calentamiento (°C)</b>
<b>2021</b>	6	1.21 ± 0.03
<b>2020</b>	2	1.36 ± 0.03
<b>2019</b>	3	1.33 ± 0.03
<b>2018</b>	7	1.20 ± 0.03
<b>2017</b>	4	1.27 ± 0.02
<b>2016</b>	1	1.36 ± 0.03
<b>2015</b>	5	1.23 ± 0.03
<b>2014</b>	8	1.08 ± 0.03
<b>2013</b>	12	1.01 ± 0.03
<b>2012</b>	15	0.99 ± 0.03
<b>2011</b>	18	0.97 ± 0.03
<b>2010</b>	9	1.08 ± 0.03

Fuente: Berkeley Earth (<http://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2021/>).

En el caso de México, la anomalía de la temperatura anual promedio registrada en el 2021 es de 1.31°C sobre su valor preindustrial (1880-1910). El 2021 es el cuarto año más caluroso en México y el 2020 continúa siendo el máximo histórico del que se tiene registro con 1.60°C (Tabla 2). Además, es importante considerar que el calentamiento observado en México es espacialmente muy heterogéneo. Durante el periodo 1979-2020, en gran parte del país las tasas de aumento en la temperatura media anual fueron de alrededor de 2.0°C por siglo, mientras que en el norte y el sureste de México dichas tasas son mucho mayores, rebasando más de 5.0°C por siglo en algunas zonas. Tomando en cuenta que la tasa de aumento en la temperatura promedio de México

durante el periodo 1975-2021 fue de 0.3°C por década, se espera que el calentamiento supere los 1.5°C con respecto al periodo preindustrial en los próximos 3 a 5 años y los 2.0°C para el 2040.

Estas estimaciones se encuentran por debajo de aquellas provenientes de la última generación de modelos climáticos incluidos en el Sexto Reporte de Evaluación del IPCC (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>), si las tendencias actuales de emisiones globales de gases de efecto invernadero continúan (escenario SSP370). Para el futuro cercano (2020-2040), se proyecta que la temperatura anual promedio en México se incremente en 1.9°C, mientras que para mediados (2041-2060) y finales del siglo (2081-2100) el aumento en la temperatura alcance los 2.9°C y 5.3°C, respectivamente.



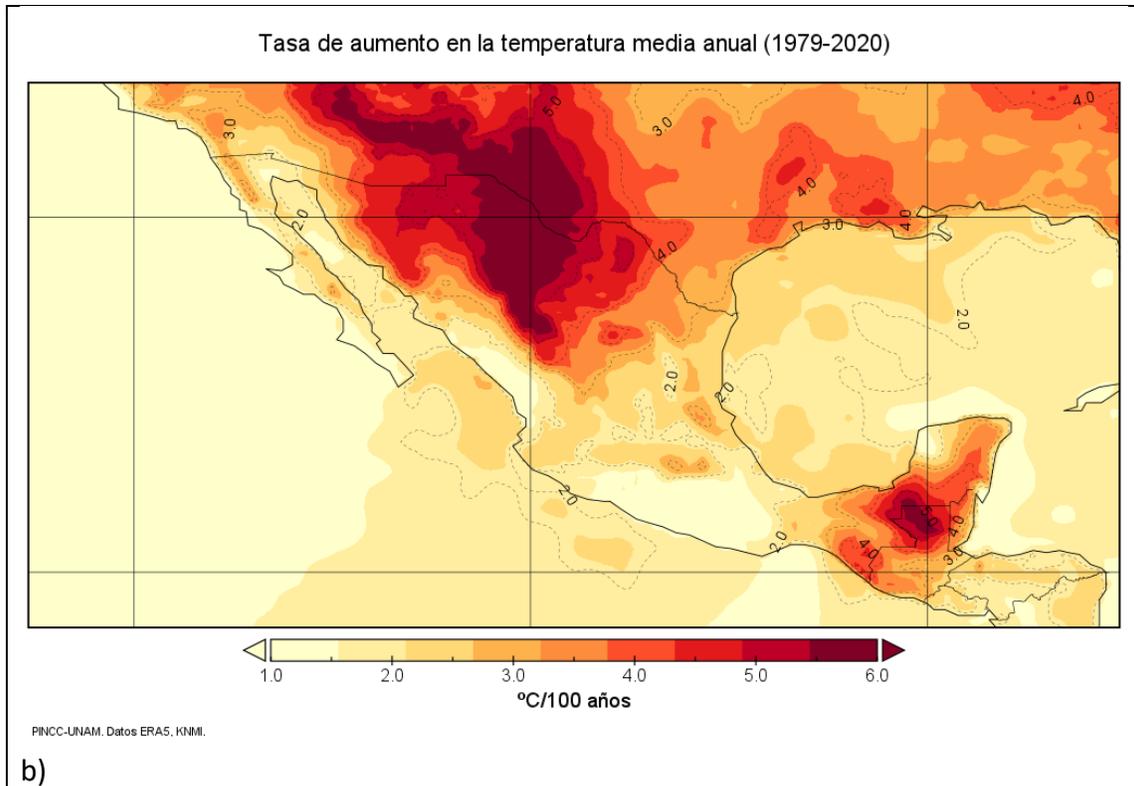


Figura 2. Cambio de la temperatura anual promedio en México. El panel a) muestra la evolución de las anomalías de la temperatura de superficie promedio en México durante el periodo 1880-2021, utilizando la base de datos GISSTEMP de la NASA. HP se refiere a la tendencia obtenida con el filtro Hodrick-Prescott (Hodrick and Prescott 1997) y STL a la tendencia obtenida con el procedimiento de descomposición de Cleveland et al., (1990). El panel b) muestra las tendencias de aumento en la temperatura media anual durante el periodo 1975-2020 ( $^{\circ}\text{C}/100$  años), utilizando la base de datos del reanálisis ERA5.

Año	Rank	Calentamiento ( $^{\circ}\text{C}$ )
2020	1	1.60
2017	2	1.48
2019	3	1.38
2021	4	1.31
2016	5	1.30
2018	6	1.17
2015	7	1.15
2012	8	1.10
2011	9	1.05
2009	10	1.01

Fuente: elaboración propia con datos de la NASA (<https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>).

Los datos observados indican que a nivel global como nacional las temperaturas continúan aumentando como respuesta a la intervención humana con el sistema clima y los modelos físicos más avanzados proyectan que, con tasas de emisiones de gases de efecto invernadero similares a las actuales, el calentamiento se incrementará considerablemente durante este siglo. De cumplirse los compromisos globales expresados en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND), México podría retrasar alrededor de una década algunos de los impactos más severos que se proyectan para el país y si se cumplieran los objetivos del Acuerdo de París, muchos de ellos podrían no alcanzarse en este siglo (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático 2018). La investigación y la formación de capital humano de alto nivel en cambio climático son también tareas fundamentales para la toma de decisiones informada y que ayudan a reducir los riesgos e impactos que este fenómeno implica.

**Para más información sobre cambio climático visita:**

Noticias y blogs

<https://www.pincc.unam.mx/conoce-mas/>

<https://www.atmosfera.unam.mx/comunicacion/icaycc-en-los-medios/>

Eventos

<https://www.pincc.unam.mx/agenda/>

<https://www.atmosfera.unam.mx/comunicacion/calendario-de-eventos/>

Recursos de investigación

<https://www.pincc.unam.mx/recursos/>

Podcasts CliMitología y Pronóstico

<https://www.pincc.unam.mx/climitologia/>

<https://www.atmosfera.unam.mx/podcast-pronostico/>

Referencias

Checa-Garcia R, Shine KP, Hegglin MI (2016) The contribution of greenhouse gases to the recent slowdown in global-mean temperature trends. *Environ Res Lett* 11:094018.  
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/094018>

Cleveland RB, Cleveland WS, McRae JE, Terpenning I (1990) STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on Loess (with Discussion). In: *Journal of Official Statistics*. pp 3–73

Estrada F, Kim D, Perron P (2021) Anthropogenic influence in observed regional warming trends and the implied social time of emergence. *Commun Earth Environ* 2:31. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00102-0>

Estrada F, Perron P, Martínez-López B (2013) Statistically derived contributions of diverse human influences to twentieth-century temperature changes. *Nat Geosci* 6:1050–1055. <https://doi.org/10.1038/ngeo1999>

Goyal R, England MH, Sen Gupta A, Jucker M (2019) Reduction in surface climate change achieved by the 1987 Montreal Protocol. *Environ Res Lett* 14:124041. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4874>

Hodrick RJ, Prescott EC (1997) Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *J Money, Credit Bank* 29:1. <https://doi.org/10.2307/2953682>

IPCC (2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. IPCC

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2018) *Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático*