CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.

CUANDO EL CLIMA GOLPEA: UN ESTUDIO SOBRE VIOLENCIA INFANTIL Y TEMPERATURAS ALTAS EN MÉXICO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN ECONOMÍA

PRESENTA

XIMENA NUÑEZ ARELLANO

DIRECTORA DE LA TESINA: DRA. EVA O. ARCEO-GÓMEZ

CIUDAD DE MÉXICO 2025

Agradecimientos

Dedico este trabajo principalmente a mis papás, Cuca y Toño, quienes me dieron todo el amor, la educación, el cuidado y los valores que me formaron como la persona que soy en la actualidad. Gracias por su apoyo y amor incondicionales, por todo el trabajo y el esfuerzo que hicieron por mí. Este gran logro sólo es el reflejo del amor y cariño que me han brindado y de las personas increíbles que me criaron.

A mi mamá, quien me ha enseñado a ser amable y comprensiva, a amar sin juicios y a tener la fuerza y paciencia para saber que todo siempre es posible. A mi papá, quien me enseñó sobre la lealtad y la resiliencia, a trabajar duro y a nunca darme por vencida. A Gloria, Yoyis, Niza y Dany, por apoyarme y animarme siempre, por creer y confiar en mí; porque me han guiado e inspirado con su gran ejemplo de mujeres fuertes, inteligentes y trabajadoras.

Agradezco a mis profesoras y profesores, que han sido fuente de inspiración y admiración. En especial, agradezco a mi asesora, Eva Arceo, por el enorme apoyo, paciencia y guía que me brindó durante el cierre de mi paso por esta institución. Extiendo mi gratitud a Alejandro López-Feldman, por las herramientas y el apoyo que me proporcionó durante este proceso; a Fausto Hernández y Eric Ryan, por su atención y sus consejos; sin ustedes este trabajo no hubiera sido posible.

Finalmente, agradezco la amistad que me brindaron todas esas personas que estuvieron conmigo durante esta etapa. En especial, a Ale y Cynthia, gracias por las risas, el amor, la paciencia y la confianza; las quiero y admiro demasiado. A Amaranta, porque su compañía y amistad hacían más llevadero el ritmo tan acelerado de los primeros semestres. Y a Richie, por tanto cariño y tantas emociones, por acompañarme todos estos días y compartir conmigo momentos tan increíbles y especiales que jamás olvidaré.

Resumen

El presente trabajo analiza el impacto de las altas temperaturas en la violencia infantil en México, integrando datos climáticos y registros hospitalarios y de defunciones entre 1979 y 2022. A través de modelos econométricos, se encuentra una relación positiva y significativa entre el aumento de temperatura y los egresos hospitalarios por violencia física y sexual infantil, especialmente en adolescentes. El efecto es más pronunciado en niños para violencia física y en niñas para violencia sexual. Se observa una relación no lineal: las temperaturas entre 25°C y 30°C representan un umbral crítico de riesgo. Las temperaturas bajas parecen tener un efecto protector. La precipitación muestra efectos protectores marginales. El estudio propone incorporar variables climáticas en políticas de protección infantil, ante el creciente riesgo que representa el cambio climático para las infancias vulnerables.

Lista de abreviaturas

CHIRPS Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station

CIE-9 Clasificación Internacional de Enfermedades, novena edición

CIE-10 Clasificación Internacional de Enfermedades, décima edición

DGIS Dirección General de Información en Salud

IHGIS International Historical Geographic Information System

INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía

IPUMS Integrated Public Use Microdata Series

SSA Secretaría de Salud

Índice

1 Introducción **1**

2 Datos **10**

2.1 Temperatura y precipitación 10

2.2 Defunciones y egresos hospitalarios 10

2.3 Población 11

3 Estadística descriptiva **13**

4 Estrategia empírica **15**

5 Resultados **17**

5.1 Efecto lineal de temperatura 17

5.2 Efecto no lineal por rangos de temperatura 20

6 Robustez **26**

6.1 Efectos heterogéneos: Categorización de municipios fríos, templados y cálidos 26

6.2 Modelo Poisson 27

7 Discusión **31**

8 Lección de política **33**

Bibliografía **34**

Anexos **36**

Lista de figuras

Figura 1: Temperatura promedio municipal durante la ola de calor de marzo-mayo 2022 3
Figura 2: Temperatura promedio municipal 1979-2022 4
Figura 3: Tasas de egresos hospitalarios por violencia física durante la ola de calor de marzo-mayo 2022 4
Figura 4: Resultados de egresos hospitalarios por violencia física infantil 23
Figura 5: Comparación de egresos hospitalarios por violencia física infantil según sexo 24
Figura A1: Distribución de municipios según el número de días observados en distintos rangos de temperatura 45

Lista de cuadros

Cuadro 1: Estadística descriptiva de temperatura y precipitación 13
Cuadro 2: Estadística descriptiva de tasa de egresos hospitalarios 13
Cuadro 3: Estadística descriptiva de tasa de defunciones 13
Cuadro 4: Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física Infantil, por cada 100,000 habitantes 18
Cuadro 5: Tasa de Egresos Hospitalarios por Violencia Sexual, por cada 100,00 habitantes 19
Cuadro 6: Tasas de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física Infantil por Rango de Temperatura, 0 a 19 años 22
Cuadro 7: Efecto de temperatura en tasas de egresos hospitalarios por violencia física (ambos sexos: edades 0-19 vs. edades 15–19) 26
Cuadro 8: Número de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual Infantil 28
Cuadro 9: Número de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física Infantil 29
Cuadro 10: Número de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física Infantil, 15 a 19 años 30
Cuadro A1: Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física, 0 a 4 años 36
Cuadro A2: Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física, 5 a 9 años 36
Cuadro A3: Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física, 10 a 14 años 37
Cuadro A4: Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física, 15 a 19 años 37
Cuadro A5: Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual, 0 a 19 años 38
Cuadro A6: Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual, 0 a 4 años 38
Cuadro A7: Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual, 5 a 9 años 39

Cuadro A8: Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual, 10 a 14 años 39
Cuadro A9: Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual, 15 a 19 años 40
Cuadro A10: Cuadro comparativo de resultados controlando por marginación municipal 43
Cuadro A11: Tasas de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física, por Rango de Temperatura, 0 a 19 años 44

1. Introducción

Imaginemos un escenario donde un padre de familia se encuentra atorado en el tráfico eterno de la Ciudad de México; son las 2 de la tarde, el termómetro marca 29°C y es el cuarto día consecutivo que se registran picos de temperaturas altas en la ciudad. Al llegar a su casa molesto y de mal humor, su hijo de 6 años está muy inquieto y desobediente porque acaba de regresar de la escuela, está corriendo por toda la casa, gritando y haciendo ruido. El papá lo regaña, le pide que se tranquilice y al ver que su hijo no le hace caso, reacciona explosivamente y lo golpea con fuerza hasta dejarle marcas en la piel. ¿Creerías que el cambio climático es un factor que influyó en la reacción violenta de este padre hacia su hijo?

Uno de los efectos más significativos del cambio climático es el aumento de temperaturas alrededor del mundo y el efecto de éstas en la biodiversidad, en la dinámica económica y en las actividades humanas (World Health Organization, 2023). Sin embargo, también es de vital importancia concentrar los estudios en el efecto de las temperaturas altas en el comportamiento humano. Así, el presente trabajo estudia el impacto de las altas temperaturas en la violencia hacia las infancias en México.

La Organización Mundial de la Salud (2024) define el maltrato infantil como "cualquier forma de abuso o desatención que afecte a un menor de 18 años, abarca todo tipo de maltrato físico o afectivo, abuso sexual, desatención, negligencia y explotación comercial o de otra índole que dañe o pueda dañar la salud, el desarrollo o la dignidad del menor o que pueda poner en peligro su supervivencia en el contexto de una relación de responsabilidad, confianza o poder". En México, los métodos violentos de "crianza", como golpes, gritos, amenazas, humillaciones están indebidamente normalizados, por lo que podemos pensar que los casos reportados no reflejan la realidad del maltrato hacia las infancias en el país.

De acuerdo con el registro de lesiones de la Secretaría de Salud y el Sistema Nacional de Protección de Niñas, Niños y Adolescentes publicado por el Gobierno de México (2023), en el año 2020 "se registraron 27,526 personas de entre 1 y 17 años que fueron atendidas en hospitales de México por haber sido víctimas de violencia familiar o no familiar". En la misma nota informativa, el Gobierno de México estimó que al menos 6 de cada 10 menores de 1 a 14 años han experimentado algún tipo de disciplina violenta o maltrato en el hogar. Estas cifras son en demasía preocupante, pues significa que miles de niñas, niños y adolescentes

son violentados día a día en el país, en un sistema que desprotege e incluso ignora los derechos de las infancias por una vida sana, digna y libre de violencia (familiar y no familiar).

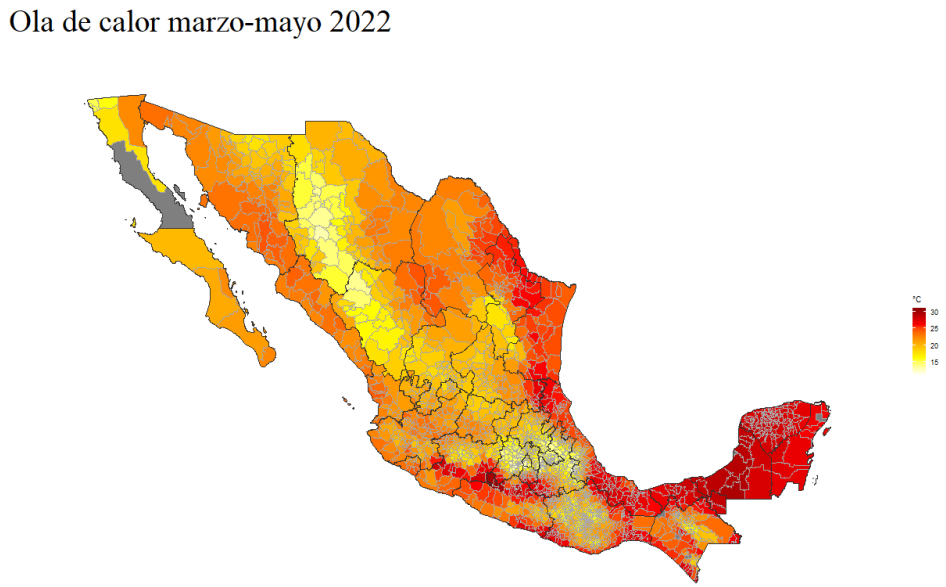
Debido a la complejidad de este acto, la violencia hacia menores debe comprenderse en distintos escenarios influenciados por la condición de vulnerabilidad del infante y los distintos tipos de violencia a los que se ve expuesto. Es decir que las situaciones de violencia variarán según características propias al menor y contextos sociales en los que se desenvuela. En este sentido, podríamos suponer que a menor edad existe mayor probabilidad de que el maltrato provenga de un cuidador o miembro del hogar; mientras que para edades más grandes, conforme el menor crece y se integra a otros entornos, la fuente de violencia se amplía a otros actores (profesores, compañeros, comunidades). El interés de conducir este análisis surge de la preocupación por la violencia hacia menores que ocurre en México y que, lamentablemente, pasa casi desapercibida por las autoridades mexicanas.

En los últimos años, derivado de los efectos del cambio climático, las temperaturas promedio han presentado picos históricos. En un comunicado de prensa la Organización Meteorológica Mundial (2025) confirmó que los últimos diez años han sido los más cálidos respecto a la media histórica de 1850-1900; en particular, el año 2024 registró los niveles más altos de temperatura terrestre y marina de los que se tiene constancia. Específicamente, México se está calentando más que el promedio del planeta. Una investigación realizada por académicos en la UNAM estima que del periodo preindustrial al 2024 la temperatura ha subido en 1.8 grados centígrados, comparado con el aumento de la temperatura global de 1.5 grados. Es decir, que la tasa de calentamiento en México es mayor que el promedio para el resto del mundo: mientras la temperatura global ha aumentado 2 grados centígrados por siglo, en nuestro país el aumento de temperaturas por siglo alcanza los 3.2°C (Gaceta UNAM, 2024).

Así, pues, dado que estudios previos han encontrado evidencia significativa de aumento en los casos de violencia intrafamiliar y de género provocados por exposición a temperaturas extremas (Santillán Lobato, 2022), sería interesante medir el posible efecto del incremento de temperaturas en la violencia contra las infancias, un sector de la población desprotegido y cuyo cuidado y seguridad deberían ser priorizados en el país. Para visualizar de manera más clara esta posible relación, la Figura 1 muestra la temperatura municipal durante la ola

de calor de 2022. En comparación con la media de temperaturas históricas, presentada en la Figura 2, observamos que las temperaturas superaron los 30°C en gran parte del territorio nacional. Para algunas personas, con suerte sólo representó días de calor incómodo; no obstante, para otras pudo implicar algo mucho más profundo: un detonante de violencia y agresión.

Figura 1. Temperatura promedio municipal durante la ola de calor de marzo-mayo 2022

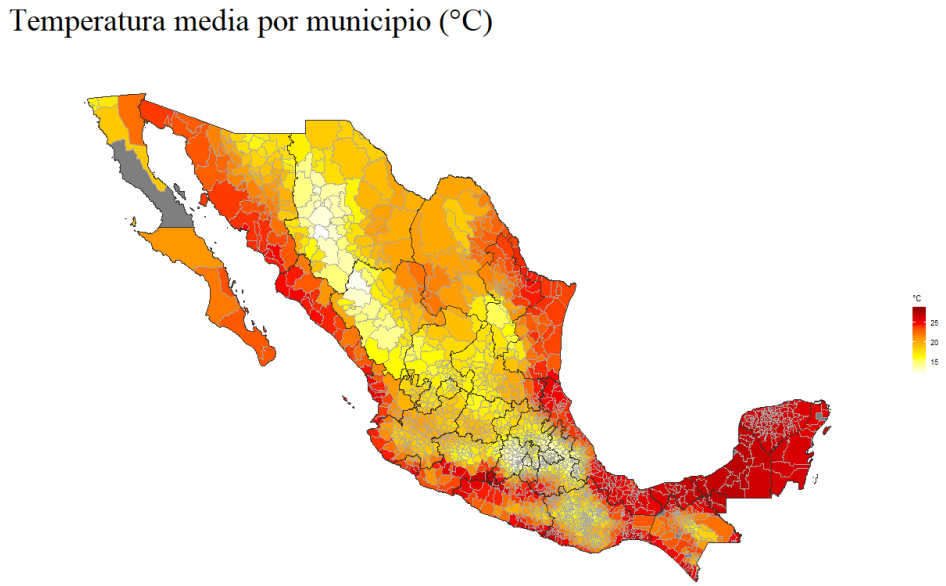


Fuente: Elaboración propia con datos de IPUMS.

En esos mismos días, mientras la temperaturas rompían récord, los hospitales también registraban algo alarmante: niños, niñas y adolescentes víctimas de violencia física y sexual. La Figura 3 nos muestra las tasas de egresos por violencia física infantil durante la ola de calor ocurrida entre los meses de marzo y mayo del 2022.

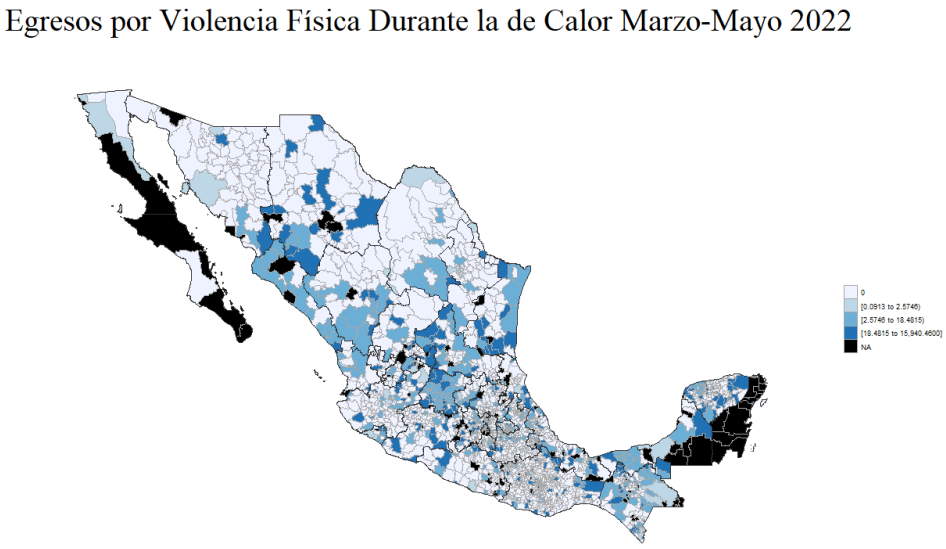
Una comparación de estos mapas nos motiva a explorar algún posible patrón entre temperaturas altas y violencia infantil, más allá de una coincidencia. ¿Es posible que el calor esté agudizando una de las formas más dolorosas de violencia? ¿Puede una ola de calor romper algo más que récords meteorológicos? Este trabajo busca responder a esa pregunta. Y con ello, visibilizar una cara poco explorada de la crisis climática: su impacto silencioso en la vida emocional y física de las infancias en México. Para conducir este análisis, estimamos distintos modelos econométricos con datos de defunciones y egresos hospitalarios publicados por la Dirección General de Información en Salud (DGIS) y datos de temperaturas

Figura 2. Temperatura promedio municipal 1979-2022



Fuente: Elaboración propia con datos de IPUMS.

Figura 3. Tasas de egresos hospitalarios por violencia física durante la ola de calor de marzo-mayo 2022



Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS.

registradas en México a nivel municipal, a través del tiempo.

La literatura existente explora la relación entre la temperatura y el comportamiento humano, destacan que las temperaturas elevadas están consistentemente vinculadas con un au-

mento en la agresión interpersonal e intergrupal. Anderson et al. (2000) y Baysan et al. (2019) muestran que mayores temperaturas se asocian con mayor irritabilidad, impulsividad y percepción hostil que detonan agresiones físicas y verbales. Esto se agrava en contextos de pobreza, marginación o crimen organizado, donde la violencia estructural se intensifica. Por su parte, Burke et al. (2018) y Rony y Alamgir (2023) estudian cómo las altas temperaturas impactan la salud mental, con hallazgos que sugieren un incremento en las tasas de suicidio y en agresión hacia pares y otros problemas de bienestar psicológico, posiblemente debido a factores fisiológicos y psicológicos. Además, se discute la eficacia de las intervenciones preventivas para mitigar estos efectos y la importancia de considerar factores no económicos en la manifestación de la violencia.

La violencia infantil se manifiesta de diversas formas, incluyendo el abuso físico, sexual, emocional y negligencia, con consecuencias devastadoras a corto y largo plazo. En México, la situación se agrava debido a la presencia de organizaciones de narcotráfico, cuya violencia impacta directamente en la seguridad y el bienestar de los menores. En este contexto, es crucial considerar la influencia del cambio climático, específicamente las temperaturas altas, en el aumento de la violencia infantil. Algunos estudios han encontrado una correlación entre el aumento de la temperatura y la violencia interpersonal e intergrupal (Baysan et al., 2019; Burke et al., 2018), sugiriendo que las condiciones climáticas extremas pueden exacerbar las tensiones sociales y aumentar la propensión a la violencia

La hipótesis de que la temperatura está asociada con un aumento en la violencia tiene dos canales de acción. El primero, del lado psicológico y fisiológico, nos dice que la exposición a altas temperaturas —fuera de los registros promedio— inducen a las personas a un estado de estrés y desesperación que los lleva a tener comportamientos más impulsivos y agresivos (Vrij et al., 1994). Algunos estudios plantean que a medida que la temperatura ambiente aumenta, el nivel de ciertos neurotransmisores, como la serotonina, disminuyen para regular la temperatura corporal y esta disminución contribuye al comportamiento hostil y violento (Burke et al., 2015).

Lawrance et al. (2022) han observado que las personas tienden a comportarse de manera más agresiva cuando las temperaturas son elevadas. Este fenómeno podría estar relacionado con cambios en los niveles de serotonina y otros neurotransmisores que influyen en el control de impulsos y la regulación emocional. Describen múltiples mecanismos mediante los cuales

la temperatura afecta la salud mental. El primero plantea que el estrés térmico puede activar este eje, aumentando la liberación de cortisol que, en exceso, puede contribuir a trastornos como ansiedad y depresión. El segundo considera que las temperaturas elevadas dificultan el descanso adecuado, lo que influye negativamente en la salud mental, aumentando la irritabilidad, ansiedad y riesgo de depresión. Por último, la temperatura puede tener un efecto negativo en el la función cognitiva, pues el calor extremo puede perjudicar la memoria, la capacidad de concentración y la toma de decisiones, contribuyendo al estrés y malestar emocional (Lawrance et al., 2022). En este sentido, el cambio climático actúa como amplificador de riesgos mentales y un posible detonante de violencia intergrupal.

Los resultados del estudio de laboratorio realizado por Almås et al. (2025) brindan evidencia crucial para comprender los mecanismos subyacentes que vinculan el estrés térmico con el comportamiento violento. A diferencia de estudios previos que se basan en correlaciones observacionales, esta investigación utiliza un diseño experimental riguroso para aislar el efecto directo y causal del calor en la toma de decisiones. El hallazgo de que el calor aumenta la disposición a participar en el comportamiento destructivo en Nairobi —un contexto marcado por tensiones políticas y sociales, altas temperaturas cotidianas y limitada infraestructura de confort térmico— sugiere la existencia de un canal psicológico o mental interno que conecta las altas temperaturas con la agresión. Este carácter condicional es clave, ya que indica que los efectos del calor sobre la violencia no son universales, sino que podrían depender de factores externos que potencian o atenúan la respuesta. En consecuencia, esta perspectiva abre la puerta a la discusión de cómo mecanismos similares podrían estar operando en México, donde las condiciones escolares y sociales podrían favorecer una mayor vulnerabilidad infantil frente al estrés térmico.

En el caso de México, el análisis del impacto del calor sobre la violencia infantil debe situarse en un contexto caracterizado por altas temperaturas cada vez más frecuentes, especialmente en regiones del norte y sur del país, donde las olas de calor han alcanzado cifras récord en los últimos años. Muchas escuelas públicas carecen de infraestructura adecuada para mitigar el estrés térmico: aulas con ventilación limitada, ausencia de aire acondicionado y hacinamiento, lo que reduce la capacidad de amortiguar sus efectos. A ello se suman condiciones sociales como la desigualdad económica y la fragilidad institucional, que limitan la provisión de medidas de adaptación (espacios climatizados, descansos escolares, programas de salud). En este sentido, el contexto no genera por sí mismo la violencia, sino que modula

la intensidad con la que el calor afecta la probabilidad de reacciones agresivas hacia los menores. Así, al igual que en Nairobi, donde el calor interactuó con un clima político y social tenso, en México el estrés térmico podría operar como catalizador de conductas violentas dentro de un entramado social frágil y con insuficientes mecanismos de mitigación.

Sin embargo, pueden existir otros neurotrasmisores poco estudiados que reaccionen a las temperaturas irregulares y que también incidan en la relación de las altas temperaturas con la violencia. Otros estudios muestran que las altas temperaturas anómalas no sólo tienen efecto en la violencia interpersonal, sino también a nivel individual. Burke et al. (2018) estimaron, con datos de suicidio para México, que un aumento de 1°C está relacionado con un incremento del 2.1 % en suicidios y con un aumento de 0.79 % en la frecuencia de tweets con lenguaje depresivo. Esto provee evidencia de la incidencia del aumento inesperado de las temperaturas en los conflictos grupales e interpersonales, pero también a nivel psicológico individual (medido a través de la tasa de suicidios); lo que puede indicar que hay factores no económicos jugando un rol crucial en la relación violencia-temperatura.

El segundo mecanismo que podría dictar la relación entre temperetura y violencia es el económico. Baysan et al. (2019) exploraron este canal de acción y encontraron que altas temperaturas y sequías crean situaciones críticas de escasez de alimentos y aumento de precios que pueden llevar a conflictos sociales. Las temperaturas altas y condiciones adversas podrían afectar negativamente la producción agrícola y exacerbar tensiones debido a la competencia por recursos limitados (Burke et al., 2015). También estudiaron la relación entre temperatura y violencia en México y encontraron que las temperaturas mensuales más altas están asociadas con un aumento en los homicidios relacionados con el narcotráfico y los homicidios no relacionados con el narcotráfico (Baysan et al., 2019). Sus hallazgos indican que un aumento de una desviación estándar en la temperatura se asocia con un aumento del 28 % en los asesinatos relacionados con las drogas y un aumento del 5 % en los homicidios regulares. Asimismo, se encontró que los factores económicos solo mitigan parcialmente la relación entre temperatura y violencia, sugiriendo que otros factores, como los psicológicos y sociales, también juegan un papel importante.

En un país como México, donde organizaciones criminales operan a gran escala, su única fuente de ingresos no es el tráfico de drogas, sino también otras actividades, como la agricultura. Por ejemplo, los cárteles obtienen ingresos de la industria de aguacates mediante el

robo de cultivos y la extorsión a productores, empacadores y transportistas de este fruto. De acuerdo con estudios realizados por Angulo (2023) y De Haro (2025), algunos grupos criminales han concentrado sus actividades ilícitas en el cultivo de aguacate, conocido como el "oro verde", debido a la caída de precios del opio mexicano causada por el auge del fentanilo en EE. UU.

En este sentido y de acuerdo con la investigación de Sviatschi (2022), en épocas de sequía y altas temperaturas, el aumento de precios en los productos traficados por estos grupos se traduce en un aumento de retornos esperados, lo que crea un ambiente de competencia y tensión entre estas organizaciones. La competencia para acaparar la mayor parte del mercado ilícitmente requiere del reclutamiento de niños y jóvenes —pues no pueden ser procesados como mayores de edad—, que podría traducirse en mayor número de casos de violencia hacia estos jóvenes incorporados en redes criminales (Sviatschi, 2022). Sin importar el mecanismo que entre en juego en este análisis, es cierto que las infancias son uno de los grupos más vulnerables ante todos los tipos de violencia que ocurren a diario en México (física, psicológica, sexual, etc), por lo que resulta importante visibilizar este problema y tomar acciones preventivas y correctivas para proteger a las niñas, niños y jóvenes vulnerables que se enfrentan a situaciones de riesgo.

La evidencia sugiere que las altas temperaturas están asociadas con un aumento en la violencia en México, tanto en el contexto del narcotráfico como en otros tipos de violencia interpersonal. Si bien los factores económicos pueden jugar un papel, los factores no económicos parecen ser igualmente importantes. Dada la magnitud del problema de la violencia infantil y sus consecuencias a largo plazo, es crucial abordar esta problemática de manera integral, considerando tanto los factores ambientales como los sociales, económicos y psicológicos que contribuyen a su aparición. La implementación de políticas y programas basados en la evidencia científica disponible es fundamental para proteger a los niños y construir una sociedad más justa y segura para todos.

A pesar de la creciente evidencia que vincula las altas temperaturas con un incremento en la violencia interpersonal (Baysan et al., 2019; Cohen & Gonzalez, 2018; Hsiang et al., 2013), y de la literatura que documenta los efectos del calor sobre la salud mental y el bienestar emocional (Lawrance et al., 2022; Thompson et al., 2018), persiste un vacío importante respecto al impacto específico del estrés térmico sobre la violencia ejercida contra niñas,

niños y adolescentes. La mayoría de los estudios existentes se concentran en adultos y no distinguen entre diferentes tipos de violencia o víctimas. Asimismo, aunque se ha avanzado en documentar cómo el calor afecta el rendimiento académico infantil (Arceo-Gomez & López-Feldman, 2024), aún no se ha explorado si estos mismos factores ambientales pueden estar vinculados a un aumento en la exposición de menores a dinámicas violentas dentro del hogar o la comunidad. Esta investigación se propone contribuir a la literatura al analizar de forma empírica el efecto de las temperaturas elevadas sobre la violencia infantil en México, integrando perspectivas del cambio climático y la psicología del estrés, con el objetivo de identificar posibles mecanismos de riesgo y aportar evidencia para el diseño de políticas públicas adaptativas.

2. Datos

2.1. Temperatura y precipitación

Utilizamos los registros diarios de temperatura a nivel municipal de ERA-5.[1] Estos datos ofrecen una representación de alta resolución y consistencia temporal, permitiéndonos el análisis detallado de tendencias y patrones climáticos de 1979 hasta 2022. Para homogeneizar los municipios registrados y hacerlos coincidir con los datos de violencia que utilizamos, creamos un catálogo de municipios y código entidad-municipio que homologa todas las observaciones entre las distintas fuentes de datos. Usando estos datos creamos diferentes medidas que capturan la exposición a altas temperaturas: generamos una variable de medias municipales que toman en cuenta todos los años de este estudio; creamos variables que contabilizan el número de días que la temperatura cayó en cierto intervalo.

Los datos de precipitación fueron procesados desde el Centro de peligros climáticos con datos de estaciones o CHIRPS,[2] por sus siglas en inglés. Dado que teníamos datos diarios desagregados a nivel municipal para el periodo 1979-2022, los colapsamos al promedio mensual histórico e incluimos como control en los modelos que presentamos más adelante. Al controlar por promedio mensual de precipitación, eliminamos posibles efectos independientes que pudieran estar influenciando el número de agresiones hacia infantes.

2.2. Defunciones y egresos hospitalarios

La riqueza de información de los registros nos permiten identificar a las víctimas de violencia infantil gracias a variables de edad, sexo y causa de defunción según la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10). Recolectamos datos mensuales de egresos hospitalarios de la Secretaría de Salud (SSA) publicados por la Dirección General de Información en Salud (DGIS), desde 2010 al 2022, a nivel municipal.[3] También, utilizamos datos de defunciones de la DGIS a nivel municipal,

[1] Agradezco profundamente a Alejandro López-Feldman por compartir conmigo estos datos, que fueron procesados desde https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/derived-era5-single-levels-daily-statistics?tab=overview

[2] Los datos fueron procesados de https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/UCSB-CHG_CHIRPS_DAILY?hl=es-419

[3] Los datos se pueden descargar de http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da_egresoshosp_gobmx.html

desde 1989 hasta 2022.[4] Estos datos nos dan información sobre la edad y sexo del paciente, entidad de procedencia, así como la causa principal de afección, que podemos asociar a lesiones de violencia sexual o física infantil, según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) y el catálogo de lesiones relacionadas a maltrato infantil identificado en literatura existente (Schnitzer et al., 2011).

La clasificación de dichas lesiones se realizó con una versión anterior (CIE-9) a la que actualmente está en vigor (CIE-10), por lo que tuvimos que realizar una conversión de lesiones registradas en la CIE-9 a su correspondiente en la CIE-10 con ayuda de un sitio web que muestra las correspondencias.[5] Estas lesiones catalogadas incluyen fractura de costillas, fractura de escápula, hemorragia subdural traumática, hemorragia retiniana, lesión en el estómago, agresión, herpes genital, infección gonocócica, contusión de los órganos genitales y otras hemorragias intracraneales.

2.3. Población

Ocupamos datos censales de población a nivel municipal del Sistema Internacional de Información Geográfica Histórica (IHGIS, por sus siglas en inglés) de IPUMS.[6] La cantidad de población municipal es necesaria para calcular tasas de mortalidad y de lesiones por violencia infantil con los datos de defunciones y egresos hospitalarios, respectivamente. Incluimos el Censo de Población y Vivienda 2020 realizado por el INEGI para tener datos puntuales más actualizados que el último censo disponible en IPUMS (2015).[7]

Para poder incorporar las observaciones del 2020 a los datos homologados de población de IPUMS, tuvimos que construir un catálogo de códigos y nombres municipales para homologarlos y empatarlos en las distintas bases de datos que utilizamos. Primero, empatamos los datos poblacionales homologados y no homologados para tener los códigos individuales de cada uno de los municipios y así, poder empatarlos con las observaciones a nivel municipal del censo poblacional de 2020. Posteriormente, extrapolamos los datos poblacionales para los años que no contábamos con datos censales, usando tasas de crecimiento. Una vez

[4] Los datos se pueden descargar de http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da_defunciones_gobmx.html

[5] El sitio web consultado es el siguiente: Convert ICD-9-CM Codes to ICD-10-CM, https://www.icd10data.com/Convert

[6] Si bien hay datos poblacionales desde 1970 hasta 2015, IPUMS publica cada 10 o 5 años los resultados de las encuestas; por lo que realizamos una extrapolación de los años intercensales aplicando tasas de crecimiento anual compuesta. Los datos pueden descargarse de https://data.ihgis.ipums.org/main

[7] Los datos pueden consultarse en la siguiente liga: https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/

realizada esta homologación de municipios, usamos los datos de población municipal para calcular las tasas de egresos y defunciones relacionadas con violencia infantil por cada 100,000 habitantes.

3. Estadística descriptiva

Calculamos las estadísticas decriptivas de temperatura y precipitación para la totalidad de los datos que tenemos disponibles, es decir, de 1979 a 2022 para defunciones y de 2010 a 2022 para egresos hospitalarios. Los resultados se muestran en el Cuadro 1 indican que, durante los 43 años de este periodo, la temperatura media agregada a nivel nacional fue de alrededor de 20°C, mientras que la precipitación fue de 3 mm.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de temperatura y precipitación

Variable	Media	DS	Min	Max
Temperatura	19.641	5.012	-13.065	40.876
Precipitación	2.883	7.842	0	646.280

Fuente: Elaboración propia con datos de IPUMS.

Los Cuadros 2 y 3 muestran las estadísitcas descriptivas de los datos de egresos y defunciones, respectivamente. Para ambas bases de datos, podemos observar gran variabilidad las tasas de violencia, pues los valores mínimo y máximo difieren entre sí en gran cantidad. En ambos casos, presentamos el promedio y desviación estándar para las tasas de egresos o defunciones por violencia sexual y por violencia física de manera individual.

Cuadro 2. Estadística descriptiva de tasa de egresos hospitalarios

Variable	Media	DS	Min	Max
Violencia Sexual	0.739	22.077	0	3670.991
Violencia Física	10.480	147.408	0	22542.56

Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS.

Cuadro 3. Estadística descriptiva de tasa de defunciones

Variable	Media	DS	Min	Max
Violencia Sexual	0.001	0.576	0	393.743
Violencia Física	2.036	82.786	0	33333.33

Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS.

Ahora bien, la Figura 2 muestra la distribución espacial de las medias de temperatura a nivel municipal durante el periodo 1979-2022. Los colores varían desde amarillo, para las

temperaturas más bajas, hasta rojo, para las temperaturas más intensas, lo que permite visualizar con claridad la diferencia regional de temperaturas. Se observa que los municipios con temperaturas más elevadas, superiores a los 25°C (tonos rojos), se concentran principalmente en el sureste del país, en Estados como Yucatán, Tabasco, Campeche y Chiapas, así como en la costa del Pacífico sur y partes del norte de Sonora y Sinaloa. Por otro lado, las regiones con temperaturas más bajas, cercanas a los 15°C (tonos amarillos), se ubican en zonas montañosas del centro del país, como el Eje Volcánico Transversal, y en partes de la Sierra Madre Occidental y Oriental, incluyendo municipios de Zacatecas, Durango y Chihuahua. Estos patrones geográficos de temperatura son fundamentales para visualizar las diferencias de exposición a altas temperaturas que enfrentan los municipios, lo cual tiene implicaciones directas en el riesgo y vulnerabilidad social ante efectos en indicadores de violencia infantil.

4. Estrategia empírica

Para estimar el efecto de las temperturas extremas en violencia infantil presentamos dos modelos. En el primer modelo, inspirado en Baysan et al. (2019) y Arceo-Gomez y López-Feldman (2024), estimamos el efecto lineal agregado de la temperatura mensual promedio con la siguiente especificación:

$$Y_{imt} = \beta \cdot \text{Temp}_{imt} + \delta \cdot \text{Prec}_{imt} + \alpha_i + \gamma_t + \lambda_m + \varepsilon_{imt} \tag{1}$$

donde Y_{imt} representa la tasa de defunciones o egresos hospitalarios por causas atribuibles a violencia infantil de forma física o sexual en el municipio *i*, durante el mes *m* y el año *t*. $Temp_{imt}$ corresponde a la temperatura promedio mensual, y $Prec_{imt}$ a la precipitación acumulada del mismo periodo. Estimamos este modelo para las tasas de violencia física y de violencia sexual, de manera independiente.

El término α_i captura efectos fijos municipales para controlar por características inobservables constantes en el tiempo, como infraestructura educativa o de salud. Se incluyen efectos fijos anuales, γ_t, para controlar por shocks nacionales que puedan afectar simultáneamente la violencia infantil, como cambios en políticas sociales, presupuestos en salud o campañas de prevención. Los efectos fijos mensuales, λ_m, capturan la estacionalidad que se repite año con año, como periodos vacacionales, ciclos escolares o patrones climáticos estacionales, todos ellos relevantes para la dinámica de violencia hacia menores. El coeficiente de interés es β, que estima el efecto marginal de la temperatura sobre la variable de resultado.

Con el objetivo de explorar posibles no linealidades en la relación entre la temperatura y los indicadores de violencia infantil, se utiliza una especificación que contabiliza el número de días en que la temperatura diaria promedio cae dentro de intervalos de temperatura específicos. Esta estrategia permite estimar de forma flexible el efecto de la exposición a distintos rangos térmicos sobre los resultados de interés, sin imponer una relación funcional específica entre temperatura y violencia. Si bien las altas temperaturas pueden incrementar la irritabilidad, el estrés térmico, la impulsividad y la agresividad en adultos encargados del cuidado de menores (Burke et al., 2015), temperaturas moderadamente altas (por ejemplo, en climas fríos) podrían mejorar el confort térmico y disminuir la tensión en el hogar. Para capturar esta posible heterogeneidad, siguiendo a Arceo-Gomez y López-Feldman (2024) y

Park et al. (2020), estimamos la siguiente regresión:

$$Y_{imt} = \sum_{j}^{4} \beta_j \cdot \text{DaysBin}_{j,imt} + \delta \cdot \text{Prec}_{imt} + \alpha_i + \gamma_t + \lambda_m + \varepsilon_{imt} \tag{2}$$

donde $DaysBin_{j,imt}$ es el número de días con temperatura dentro del intervalo j, con $j = \{\{\leq 15°\text{C}\},\ \{20\text{–}25°\text{C}\},\ \{25\text{–}30°\text{C}\},\ \{> 30°\text{C}\}\}$. Tomamos las temperaturas $\{15\text{–}20°\text{C}\}$ como el rango base, de confort térmico. Esta especificación permite interpretar los coeficientes estimados como el cambio marginal en la variable dependiente ante un incremento de un día adicional dentro de cada rango, en relación con el rango de temperatura de referencia.

5. Resultados

5.1. Efecto lineal de temperatura

Esta sección presenta los resultados de los modelos que estiman el efecto de las temperaturas extremas sobre la violencia infantil en México, medida a través de tasas mensuales de egresos hospitalarios y defunciones por causas atribuibles a maltrato a menores. El modelo principal evalúa el efecto lineal de la temperatura promedio mensual y encuentra una asociación positiva y significativa entre el aumento de temperatura y las tasas de violencia infantil. Las dos manifestaciones de maltrato infantil que consideramos en la estimación de estos modelos son la violencia física y violencia sexual, ya que puede trazarse un vínculo más directo entre estas y un episodio de agresión y violencia hacia un menor.

El Cuadro 4 muestra que el aumento de la temperatura tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre los egresos hospitalarios por violencia física infantil en niños, niñas y adolescentes de 0 a 19 años. Para el total de la muestra (Total), el efecto es de 0.654 egresos hospitalarios adicionales por cada grado que aumenta la temperatura mensual, con significancia al 1 %. Esto indica una fuerte relación entre temperaturas elevadas y hospitalizaciones por violencia física. Este patrón se mantiene al desagregar por sexo: para las mujeres, estimamos un incremento de 0.626 egresos hospitalarios por cada grado adicional de temperatura, mientras que para hombres el coeficiente es de 0.689, ambos efectos significativos al 1 % y 5 %, respectivamente. Es decir que el efecto es ligeramente más alto en hombres.

En cuanto a las defunciones, los efectos son más moderados. Para el total, se observa un coeficiente de 0.295, significativo al 10 %. En mujeres no se detecta un efecto estadísticamente significativo (coef. = 0.079), mientras que en hombres sí se presenta un coeficiente positivo de 0.513, también significativo al 10 %. Estos hallazgos sugieren que las temperaturas extremas están asociadas con un aumento considerable en los casos graves de violencia física, especialmente en hombres.

Cuadro 4. Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física Infantil, por cada 100,000 habitantes

Violencia Física Infantil, 0-19 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.654***	0.626***	0.689**	0.295*	0.079	0.513*
	(0.227)	(0.182)	(0.308)	(0.179)	(0.092)	(0.269)
Precipitación	-0.065	-0.026	-0.100	-0.022	-0.006	-0.023
	(0.084)	(0.084)	(0.114)	(0.036)	(0.019)	(0.057)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	360,948	360,948	360,948	126,947	126,947	126,947

Nota. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los coeficientes se presentan ponderados por cada 100,000 habitantes. Los niveles de significancia se reportan como *** $p < 0{,}01$, **$p < 0{,}05$, *$p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Haciendo un análisis por cohorte de edad (0 a 4 años, 5 a 9, 10 a 14 y 15 a 19 años), descubrimos que los efectos postivos de mayor magnitud y significancia estadística se encuentran el rango de mayor edad, durante la adolescencia. Estos efectos sólo son visibles para las tasas de egresos hospitalarios, no para las defunciones (las tablas de resultados desagregados por cohorte de edad, sexo, tipo de violencia y fuente de datos se encuentra en el anexo A1).

Los resultados del Cuadro 5 muestran que un aumento en la temperatura tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre los egresos hospitalarios por violencia sexual en adolescentes de 15 a 19 años. En el total de la población, se observa un coeficiente de 0.053, con significancia al 1 %, lo que implica que por cada aumento de 1°C en la temperatura mensual, los egresos hospitalarios por violencia sexual aumentan aproximadamente en 0.053 por cada 100,000 habitantes. En el caso de las mujeres, el efecto es aún más pronunciado, con un aumento de 0.118 en egresos hospitalarios por cada grado adicional de temperatura, también significativo al 1 %. En contraste, para los hombres, el coeficiente es cercano a cero (0.001) y no significativo, lo que indica que no se observa un efecto estadísticamente robusto en esta subpoblación.

En contraste, un incremento en la precipitación mensual se relaciona con una reducción

de la tasa de egresos hospitalarios que oscila entre 0.002 y el 0.009 por cada unidad adicional de precipitación. Aunque estos efectos no sean estadísticamente significativos, sugieren que las lluvias podrían tener un efecto protector al reducir la exposición o las interacciones que derivan en violencia. Estos resultados señalan que el aumento de la temperatura está asociado con una mayor incidencia de violencia sexual reflejada en lesiones de índole sexual, en los egresos hospitalarios, especialmente en mujeres adolescentes, lo cual apunta hacia una posible dimensión de género en la relación entre condiciones climáticas extremas y violencia.

Cuadro 5. Tasa de Egresos Hospitalarios por Violencia Sexual, por cada 100,00 habitantes

Violencia Sexual Infantil, 15-19 años			
Variable:	Egresos Hospitalarios		
	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.053***	0.118***	0.001
	(0.020)	(0.038)	(0.017)
Precipitación	-0.004	-0.002	-0.009
	(0.012)	(0.022)	(0.012)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí
Observaciones	293,651	293,651	293,651

Nota. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los coeficientes se presentan ponderados por cada 100,000 habitantes. Los niveles de significancia se reportan como $^{***}p < 0{,}01$, $^{**}p < 0{,}05$, $^{*}p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Si bien consideramos la temperatura que experimenta cada municipio como una variable exógena —independiente de sus condiciones socioeconómicas—, es importante reconocer que las estrategias de mitigación frente a temperaturas extremas pueden estar condicionadas por dichas circunstancias. En este sentido, los resultados de esta sección se complementan con un análisis adicional que incorpora el grado de marginación municipal, presentado en el Anexo A2, donde se explora cómo la vulnerabilidad social y económica local puede modificar la magnitud y significancia de los efectos observados.

5.2. Efecto no lineal por rangos de temperatura

El segundo modelo explora no-linealidades al estimar el efecto del número de días que la temperatura cae dentro de ciertos intervalos térmicos. Los resultados del Cuadro 6 muestran que los días con temperaturas menores a 15°C están consistentemente asociados con una reducción significativa en los egresos hospitalarios por violencia infantil respecto al rango de confort térmico considerado (15–20°C). En términos cuantitativos, el coeficiente de –0.248 para el total implica que por cada día adicional con temperatura $<$15°C, la tasa de egresos hospitalarios disminuye en aproximadamente 24.8 %. Este efecto también es significativo en mujeres (–0.241, es decir, una reducción del 24.1 %) y hombres (–0.287, equivalente a 28.7 % menos egresos). Este hallazgo sugiere un posible efecto protector de las temperaturas bajas, ya que la violencia física disminuye en condiciones climáticas más templadas o frías. En términos de defunciones, se observa un patrón similar: el coeficiente es de –0.055 para el total (–5.5 %), no significativo para mujeres (–0.023) pero sí significativo para hombres (–0.091), lo que indica que en contextos de bajas temperaturas, también disminuye la letalidad de los episodios violentos hacia niños y adolescentes varones.

Por otro lado, los días con temperaturas entre 20°C y 25°C comienzan a mostrar efectos positivos sobre la violencia hospitalaria. El coeficiente es de 0.086 para el total, lo que indica que cada día adicional en este rango se asocia con un aumento del 8.6 % en la tasa de egresos hospitalarios. El efecto también es significativo para mujeres (+8.5 %) y marginalmente significativo para hombres (+7.8 %), lo que sugiere que el aumento de la temperatura empieza a asociarse con mayores niveles de violencia física en ambos sexos, aunque con menor intensidad en los hombres.

Este patrón se intensifica en el rango de 25.1°C a 30°C, donde los efectos son más altos y estadísticamente significativos para todas las categorías de egresos hospitalarios: total (0.151, +15.1 %), mujeres (0.113, +11.3 %) y hombres (0.195, +19.5 %). Esto indica que a partir de cierto umbral térmico, el riesgo de violencia física hacia infancias y adolescencias se incrementa significativamente, en particular para los varones.

Para las temperaturas mayores a 30°C, los coeficientes permanecen positivos en todas las categorías, aunque no son estadísticamente significativos. En el total, el coeficiente es de 0.199 (+19.9 %), en mujeres 0.126 (+12.6 %) y en hombres 0.243 (+24.3 %). Esta falta de significancia podría deberse a procesos de adaptación poblacional o a una menor frecuen-

cia de observaciones en ese rango extremo, aunque las magnitudes sugieren que el riesgo continúa creciendo, en particular en la población masculina. El histograma del Anexo A4 muestra la distribución de municipios cuya temperatura cayó al menos alguna vez del mes en cada intervalo térmico. Observamos que, efectivamente, la frecuencia relativa de municipios con temperaturas en este rango es apenas del 24 %; es decir que de los 2500 municipios que componen nuestra muestra, solamente cerca de 600 tuvieron al menos un día temperaturas superiores a los 30°C.

En el caso de defunciones, se observa una tendencia similar. El efecto más claro aparece también en el rango de 25.1°C a 30°C, donde el coeficiente para hombres es de 0.088, significativo al 10 %, lo que implica que cada día adicional en ese rango se asocia con un aumento del 8.8 % en las defunciones por violencia física en varones menores de edad. Este hallazgo refuerza la idea de que las consecuencias más graves de la violencia física también aumentan con el calor en esta población específica, incluso si los efectos no son estadísticamente significativos para mujeres o para el total. En conjunto, estos resultados confirman que el efecto de la temperatura sobre la violencia física infantil no es lineal. Las temperaturas muy bajas parecen reducir el riesgo, mientras que las temperaturas moderadas a altas, especialmente en el rango de 25°C a 30°C, representan un punto crítico en el que la violencia física contra niñas, niños y adolescentes se intensifica.

Cuadro 6. Tasas de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física Infantil por Rango de Temperatura, 0 a 19 años

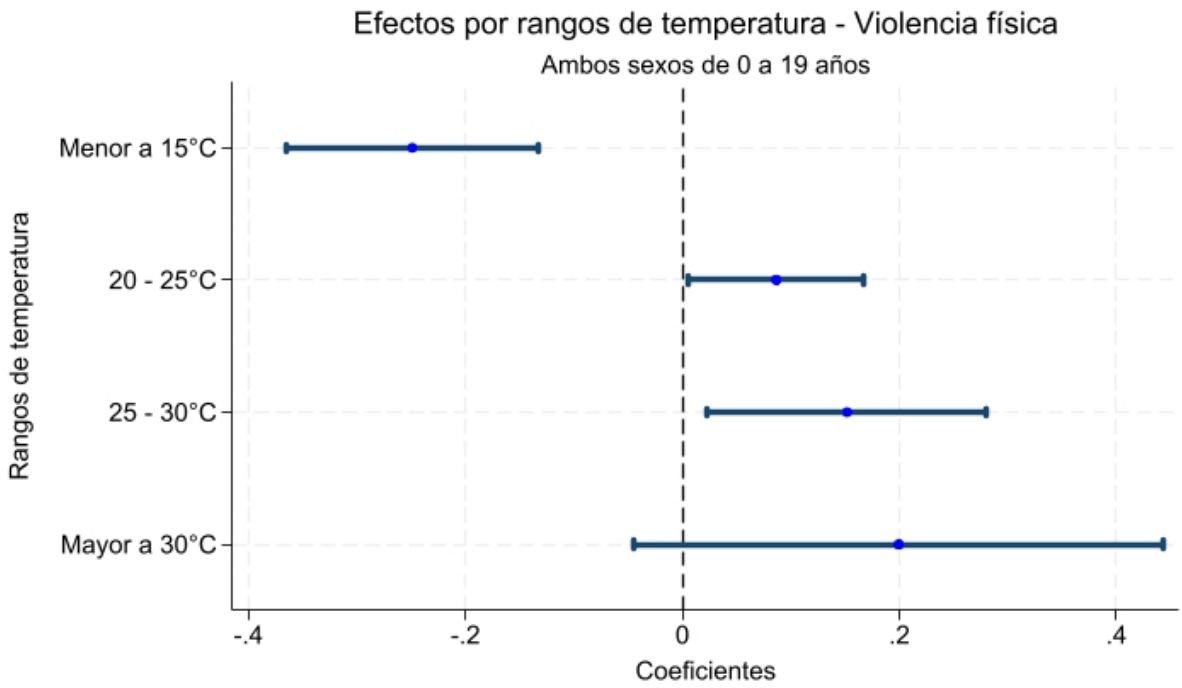
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Menor a 15°	-0.248***	-0.241***	-0.287***	-0.055**	-0.023	-0.091***
	(0.059)	(0.064)	(0.072)	(0.024)	(0.019)	(0.034)
20° - 25°	0.086**	0.085**	0.078	0.035**	0.011	0.060**
	(0.041)	(0.039)	(0.059)	(0.017)	(0.012)	(0.026)
25.1° - 30°	0.151**	0.113*	0.195**	0.049*	0.007	0.088**
	(0.065)	(0.058)	(0.090)	(0.028)	(0.020)	(0.042)
Mayor a 30°	0.199	0.126	0.271	0.192	0.047	0.338
	(0.124)	(0.113)	(0.207)	(0.169)	(0.054)	(0.282)
Precipitación	-0.086	-0.060	-0.096	-0.027	-0.004	-0.036
	(0.085)	(0.087)	(0.115)	(0.036)	(0.019)	(0.057)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observations	362,580	362,460	362,460	919,620	916,320	936,210

Nota. Cada observación corresponde a un municipio por mes-año. El rango base de temperatura es 15°-20°C. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los coeficientes se presentan ponderados por cada 100,000 habitantes. Los niveles de significancia se reportan como ***$p < 0{,}01$, **$p < 0{,}05$, *$p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Para ilustrar de mejor manera los resultados previos, la Figura 4 muestra los coeficientes estimados del efecto de distintos rangos de temperatura sobre los egresos hospitalarios por violencia física infantil. Observamos un patrón no lineal en la relación entre temperatura y violencia: las temperaturas menores a 15°C están asociadas con una disminución significativa en los egresos hospitalarios respecto al rango base, como lo indica un coeficiente negativo con intervalo de confianza completamente por debajo de cero. Esto sugiere que el frío puede tener un efecto protector.

En contraste, los rangos térmicos de 20°C a 25°C y 25.1°C a 30°C muestran coeficientes positivos, con este último siendo el de mayor magnitud y precisión estadística, lo que indica un aumento significativo en los casos de violencia física hospitalaria conforme sube la temperatura. Para temperaturas mayores a 30°C, el efecto estimado sigue siendo positivo pero el intervalo de confianza se amplía, abarcando el cero, lo que refleja incertidumbre estadística.

Figura 4. Resultados de egresos hospitalarios por violencia física infantil



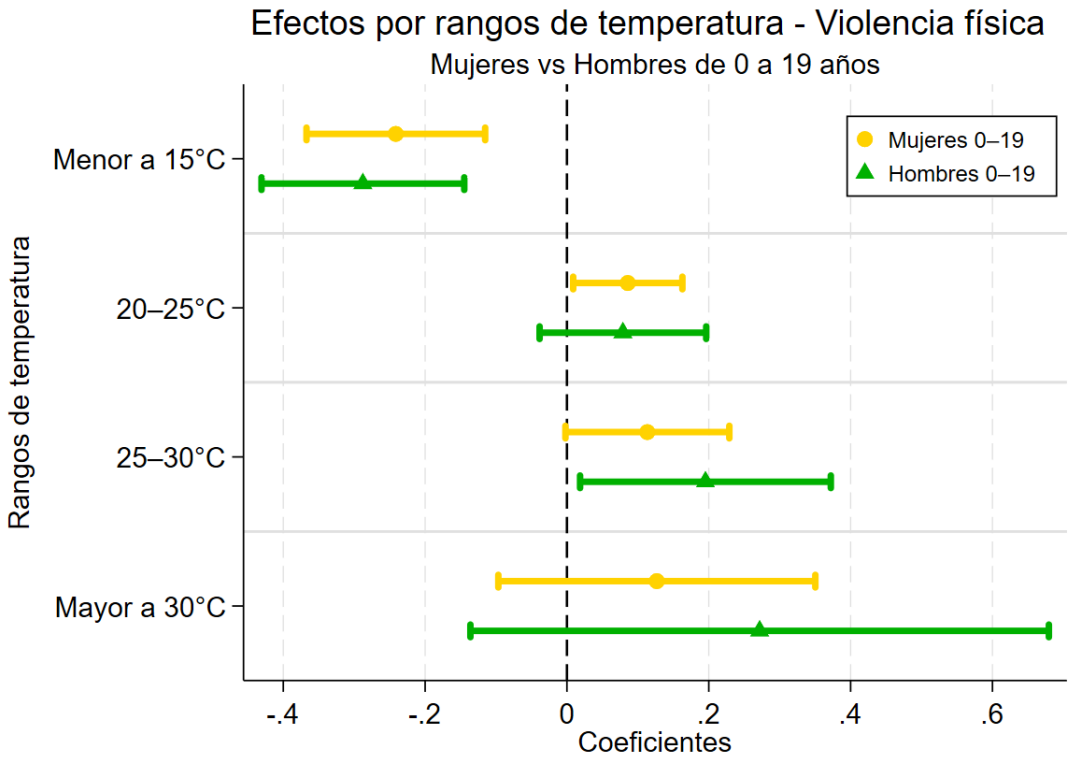
Nota: El rango base de temperatura es 15°-20°C. Intervalos de confianza al 95 %.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

La Figura 5 presenta los efectos de distintos rangos de temperatura sobre los egresos hospitalarios por violencia física infantil en mujeres y hombres de 0 a 19 años, respectivamente. En el caso de las mujeres, se observa una reducción significativa en los egresos hospitalarios durante los días fríos (menores a 15°C), con un coeficiente negativo y claramente distinto de cero. Conforme la temperatura aumenta, los coeficientes se vuelven positivos: tanto en el rango de 20°C a 25°C como en el de 25.1°C a 30°C, el riesgo de violencia física se incrementa, respecto al rango térmico base. Para temperaturas mayores a 30°C, el efecto estimado es positivo pero estadísticamente no significativo, con un amplio margen de incertidumbre.

En contraste, los efectos de la temperatura sobre la violencia física son más intensos y consistentes en varones en los tres últimos rangos térmicos. Al igual que en las mujeres, las temperaturas menores a 15°C están asociadas con una reducción significativa en los egresos hospitalarios. Sin embargo, a partir del rango de 25°C a 30°C, los coeficientes en hombres son mayores y estadísticamente significativos, lo que indica un mayor aumento en la violencia física en egresos hospitalarios con temperaturas cálidas. Incluso para temperaturas superiores a 30°C, aunque el intervalo de confianza es amplio, el coeficiente, aunque no significativo, se mantiene más alto para varones, lo que sugiere que los niños pueden ser más

sensibles a los efectos extremos del calor en este tipo de violencia.

Figura 5. Comparación de egresos hospitalarios por violencia física infantil según sexo



Nota: El rango base de temperatura es 15°-20°C. Intervalos de confianza al 95 %.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Estos resultados refuerzan la hipótesis de que el efecto de la temperatura sobre la violencia física infantil no solo es no lineal, sino también diferenciado por sexo, siendo más severo en hombres a temperaturas elevadas. La violencia física contra niñas, niños y adolescentes se intensifica en condiciones de calor moderado a alto, alcanzando su punto más crítico entre los 25°C y 30°C, mientras que las temperaturas frías reducen significativamente el riesgo. Repitiendo este análisis para los casos de egresos por violencia sexual infantil y, tomando en cuenta los mismos rangos de temperatura, encontramos resultados mixtos en la signficancia y magnitud del efecto en las diferentes submuestras (grupos diferenciados por sexo y edad). De manera agregada y general, se encuentran algunos efectos positivos para los rangos térmicos de 20°C a 25°C, y mayores a 30°C para la población total y, en especial, para las mujeres de 0 a 19 años.

En el caso de las muertes por violencia infantil, los resultados no muestran una relación clara entre el aumento de temperatura y un mayor número de defunciones. Esto no significa

que no exista un riesgo, pero sí que, al menos con los datos analizados, no se puede afirmar que el calor extremo esté llevando a más niñas, niños o adolescentes a perder la vida por maltrato. En medio de un panorama preocupante, esta ausencia de efecto significativo ofrece una pequeña señal de esperanza: aunque sí hay evidencia de que las agresiones y lesiones aumentan con el calor, en la mayoría de los casos, no llegan a las consecuencias más graves y dolorosas. Aún así, este resultado no debe invitarnos a la complacencia, sino a redoblar esfuerzos en prevención y protección antes de que el daño sea irreversible.

6. Robustez

6.1. Efectos heterogéneos: Categorización de municipios fríos, templados y cálidos

Estimamos el modelo lineal de la ecuación (1) categorizando los municipios típicamente fríos, templados y calientes, que identificamos dividiendo por deciles la distribución de los promedios históricos de temperatura de cada municipio, del año 1979 al 2000.[8] Esta especificación nos permite ganar potencia estadística en nuestros resultados, pues consideramos que, en municipios que históricamente han enfrentado temperaturas muy altas, un grado extra de calor no tendría un efecto marginal tan significativo. No obstante, en los municipios típicamente fríos, el efecto de las temperaturas altas podría ser más severo, pues los habitantes no están acostumbrados ni la infraestructura está adaptada para resistir niveles tan elevados de temperatura.

Cuadro 7. Efecto de temperatura en tasas de egresos hospitalarios por violencia física (ambos sexos: edades 0-19 vs. edades 15–19)

	Ambos sexos, 0-19 años		**Ambos sexos, 15-19 años**	
Variable	Coef.	(Error est.)	Coef.	(Error est.)
temp. mensual	0.803***	(0.277)	0.232***	(0.081)
clima frío	0.187	(0.227)	0.011	(0.087)
clima cálido	-0.561***	(0.205)	-0.123*	(0.072)
precip. mensual	-0.076	(0.084)	0.013	(0.047)

Notas. Se incluyen efectos fijos para municipio, año y mes. Errores estándar robustos agrupados a nivel de municipio. Número de observaciones: 361,068 (ambos sexos), 361,068 (15–19 años). Clima templado se tomó como categoría base.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Los resultados del Cuadro 7 muestran que en zonas de clima templado (categoría base), un aumento de 1°C en la temperatura mensual se asocia con un incremento promedio de 0.80 unidades en los egresos hospitalarios por violencia física infantil por cada 100,000 habitantes, significativo al 1 %. En climas fríos, este efecto es ligeramente mayor (0.80 + 0.19 = 0.99), pero la diferencia respecto al clima templado no es estadísticamente significativa. En contraste, en climas cálidos, el efecto de la temperatura se reduce de manera importante

[8] Los municipios en el decil 1 de la distribución de temperaturas fueron catalogados como “fríos”; los del decil 10 como “cálidos”, y el resto como “templados”.

hasta aproximadamente 0.24, y esta disminución respecto a templado sí es significativa al 1 %. La precipitación mensual no presenta un impacto estadísticamente significativo sobre los egresos hospitalarios por violencia física en infantes.

Al contrario, los nulos resultados encontrados para las tasas de defunciones por cada 100,000 habitantes indican que, al menos en este estudio heterogéneo, las consecuencias de la violencia física en niños y adolescentes no alcanzan el punto más grave y trágico, la muerte. Si bien existe una cantidad considerable de observaciones para estimar estos coeficientes, la incidencia de violencia física infantil que lleva a la muerte es baja, por lo que tanto el coeficiente como su error estándar son de magnitud muy cercana a cero, casi nula.

En cuanto a la precipitación mensual, los coeficientes no son significativos, lo que sugiere que la cantidad de lluvia no tiene un efecto sistemático sobre las defunciones por violencia infantil en este modelo. Estos hallazgos aportan evidencia a favor de que las temperaturas extremas, tanto en lugares cálidos, están vinculadas con un mayor riesgo de defunciones por violencia infantil, con un patrón que se mantiene en adolescentes de 15 a 19 años y complementa los análisis anteriores sobre egresos hospitalarios, mostrando que la incidencia de violencia infantil incrementa con los grados de temperatura. Para complementar este resultado, en el Anexo A3 presentamos el análisis por rangos de temperatura en municipios históricamente fríos, templados o cálidos, y así estudiar si el contexto climático local puede matizar la relación entre calor extremo y violencia infantil debido a mecanismos de adaptación a estas temperaturas que experimente la población.

6.2. Modelo Poisson

Siguiendo la especificación del modelo inicial (ecuación 1), estimamos los resultados con un modelo estadístico de conteo, el modelo de regresión de poisson, que toma en cuenta el número de egresos hospitalarios y de defunciones por violencia física o sexual infantil, respectivamente. El interés de incluir este método reside en su capacidad estádistica de manejar la existencia de ceros en la variable independiente —el número de egresos hospitalarios o defunciones infantiles— sin necesidad de descartarlos o usar transformaciones logarítmicas.

Cuadro 8. Número de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual Infantil

Violencia Sexual Infantil, 0-19 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	-0.007	-0.005	0.014	-0.204	-0.245	-
	(0.009)	(0.008)	(0.018)	(0.159)	(0.162)	-
Precipitación	-0.009	-0.003	-0.021	0.020	0.074	-
	(0.008)	(0.008)	(0.015)	(0.120)	(0.130)	-
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	157,872	132,132	87,828	279	245	126,947

Notas. Se incluyen efectos fijos para municipio, año y mes. Errores estándar robustos agrupados a nivel de municipio. No existen suficientes observaciones para estimar el número de defunciones en hombres (signo – en la tabla). Los niveles de significancia se reportan como $^{***}p < 0{,}01$, $^{**}p < 0{,}05$, $^{*}p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Los resultados del Cuadro 8 indican que, analizando la población de infantes y adolescentes cuya edad va de los 0 a los 19 años, no hay evidencia estadística que sugiera las temperaturas altas afectan la ocurrencia de violencia sexual infantil. Este patrón se extiende también para el cohorte de edad que mostró los resultados más relevantes en el modelo inicial, de 15 a 19 años. Los resultados se sostienen tanto para el número de egresos hospitalarios, como para las defunciones de infantes registradas. En un análisis separando por sexo, tampoco se obtienen estimaciones significativas para la relación entre temperatura y ocurrencia de violencia sexual. Si bien en el modelo inicial encontramos un efecto significativo de las temperaturas altas en egresos hospitalarios infantiles por violencia sexual, en este modelo no observamos los mismos resultados. La ausencia de efectos significativos en las defunciones infantiles por violencia sexual se explica, en parte, por la limitada potencia estadística derivada del hecho de que la violencia ejercida contra infantes en contextos de altas temperaturas, aunque grave, no suele llegar a su consecuencia más extrema: la muerte.

Cuadro 9. Número de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física Infantil

Violencia Física Infantil, 0-19 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.013***	0.014***	0.012**	0.007	0.007	0.007
	(0.003)	(0.004)	(0.003)	(0.005)	(0.013)	(0.005)
Precipitación	-0.015***	-0.013***	-0.016***	-0.007	-0.001	-0.008
	(0.002)	(0.003)	(0.003)	(0.005)	(0.012)	(0.005)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	324,972	264,324	305,880	273,246	95,934	254,652

Nota. Cada observación corresponde a un municipio por mes-año. El rango base de temperatura es 15°-20°C. Los niveles de significancia se reportan como ***$p < 0{,}01$, **$p < 0{,}05$, *$p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Contrario a los hallazgos previos, en el análisis del Cuadro 9 sí encontramos evidencia estadística de la incidencia de las temperaturas altas en el número de casos reportados por violencia física infantil, para niños y adolescentes entre los 0 y los 19 años. En este caso, observamos que el número de egresos hospitalarios aumenta en 1.3 % por cada 1°C adicional de temperatura. Este efecto se mantiene tanto para las niñas —el número de egresos aumenta en 1.4 %— como para los niños —los egresos aumentan en 1.2 %—. En contraste, un incremento en la precipitación mensual (medida en mm) se relaciona con una reducción cercana al 1.5 % en los egresos hospitalarios, sugiriendo que las lluvias podrían tener un efecto protector al reducir la exposición o las interacciones que derivan en violencia. En cuanto al número de defunciones por violencia física infantil, ni la temperatura ni la precipitación presentan efectos estadísticamente significativos. Es decir que las variaciones climáticas inciden sobre todo en la violencia infantil no letal (egresos hospitalarios), que requiere atención médica, pero no parecen conducir a la muerte.

Cuadro 10. Número de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física Infantil, 15 a 19 años

Violencia Física Infantil, 15-19 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.010*	0.017*	0.008*	0.007	0.003	0.008
	(0.006)	(0.009)	(0.007)	(0.005)	(0.013)	(0.005)
Precipitación	-0.013***	-0.007	-0.015***	-0.007	-0.004	-0.008
	(0.003)	(0.008)	(0.004)	(0.005)	(0.014)	(0.005)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	254,778	156,312	236,214	254,682	73,182	240,576

Nota. Cada observación corresponde a un municipio por mes-año. El rango base de temperatura es 15°-20°C. Los niveles de significancia se reportan como $^{***}p < 0{,}01$, $^{**}p < 0{,}05$, $^{*}p < 0{,}1$. Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

En el análisis del Cuadro 10 para adolescentes de 15 a 19 años, encontramos que un aumento de 1°C en la temperatura promedio mensual se asocia con un incremento en los egresos hospitalarios por violencia física infantil de aproximadamente 1.0 %, con efectos más pronunciados en las mujeres (1.7 %) que en los hombres (0.8 %). En contraste, un mayor nivel de precipitación mensual (en mm) se relaciona con una reducción cercana al 1.3 % en los egresos hospitalarios, alcanzando -1.5 % para los hombres, lo que sugiere nuevamente un posible efecto protector de la lluvia al disminuir las interacciones violentas. Respecto a las defunciones por violencia física, ni la temperatura ni la precipitación muestran efectos estadísticamente significativos, lo que indica nuevamente que las variaciones climáticas inciden principalmente en la violencia no letal, pero no en la mortalidad.

En conjunto, estos hallazgos respaldan la hipótesis de que las temperaturas más altas favorecen la ocurrencia de episodios violentos contra la población infantil y adolescente, mientras que las precipitaciones podrían actuar como un factor disuasorio. Sin embargo, el clima no parece tener un impacto directo sobre la letalidad de la violencia.

7. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio aportan evidencia contundente sobre la relación entre la temperatura ambiental y la violencia infantil en México. A lo largo de los distintos modelos econométricos presentados, se observa de manera consistente que las temperaturas elevadas están asociadas con un aumento en los egresos hospitalarios y, en menor medida, en las defunciones por violencia infantil. Este efecto es particularmente notorio en casos de violencia física, y más marcado en hombres que en mujeres, y en violencia sexual, más notorio en mujeres que en hombres, lo cual sugiere una dimensión de género relevante en el análisis del impacto del clima sobre el comportamiento violento.

Uno de los hallazgos más significativos es la no linealidad del efecto de la temperatura: mientras que los días fríos parecen ejercer un efecto protector, las temperaturas moderadas-altas (25–30°C) se asocian con un incremento sustancial en los casos de violencia física hospitalaria. Este patrón observado confirma que existen umbrales térmicos críticos a partir de los cuales la exposición al calor puede detonar situaciones de agresión grave contra niñas, niños y adolescentes. Además, los resultados para violencia sexual, aunque más débiles, sugieren una asociación preocupante entre calor extremo y egresos hospitalarios en mujeres adolescentes.

A pesar de que los datos estimados indican un efecto importante y significativo, es esencial considerar que este estudio mide la violencia infantil con datos registrados por la Secretaría de Salud dentro de hospitales, centros de salud, clínicas e institutos. Es decir que los efectos estimados representan un límite inferior de las cifras reales, pues estamos conscientes de que pueden existir casos que se atiendan en establecimientos que no pertenecen a la SSA o, incluso, que existan inumerables casos de violencia infantil que no se reportan ni se atienden.

Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis de que los mecanismos no económicos, en especial los de tipo psicológico, fisiológico y social, juegan un papel fundamental. El estrés térmico, la alteración del sueño, la disminución en la autorregulación emocional y la irritabilidad vinculada a temperaturas extremas pueden explicar por qué ciertos cuidadores o adultos responsables recurren a la violencia en contextos de calor hacia los individuos más vulnerables e indefensos del hogar, los menores. Asimismo, el efecto más pronunciado en hombres y adolescentes varones en violencia física, y en mujeres adolescentes en violencia

sexual podría estar relacionado con normas de género y roles culturales que fomentan la agresión como forma de resolución de conflictos y de crianza. Desde una perspectiva geográfica, la heterogeneidad en los efectos observados en municipios fríos, templados y cálidos sugiere que la adaptación climática importa: las poblaciones habituadas a climas extremos podrían haber desarrollado mecanismos de resiliencia, mientras que en contextos no preparados, el incremento de temperatura puede tener efectos más severos e inmediatos. Esta evidencia es clave para diseñar políticas focalizadas que tomen en cuenta la vulnerabilidad diferenciada por territorio.

Finalmente, este estudio contribuye a llenar un vacío en la literatura al enfocarse específicamente en la violencia ejercida contra menores, un tema que ha sido poco explorado en el contexto del cambio climático. La evidencia aquí presentada abre múltiples líneas de investigación futura: ¿cómo varía esta relación en hogares con distintos niveles socioeconómicos? ¿Qué papel juegan las redes de apoyo social? ¿Cuáles son los efectos de eventos extremos prolongados como olas de calor? Los resultados llaman a una reflexión profunda sobre el impacto humano del cambio climático, y en particular, sobre cómo las condiciones ambientales pueden amplificar situaciones de riesgo ya presentes en contextos familiares. La violencia infantil no puede entenderse únicamente desde lo individual o lo cultural, sino también como el resultado de presiones estructurales, entre ellas, el entorno climático cambiante. Urge, por tanto, incorporar una perspectiva climática en las políticas de protección infantil.

8. Lección de política

Los resultados de esta investigación sugieren que las temperaturas elevadas pueden actuar como un detonante adicional en la violencia hacia niñas, niños y adolescentes en México. Ante esta evidencia, se vuelve indispensable integrar consideraciones climáticas en el diseño de políticas públicas de protección infantil. En el contexto del cambio climático, la política de adaptación no puede ser neutral: debe considerar los grupos más vulnerables. Recomendamos priorizar el acceso a infraestructura de enfriamiento pasiva y activa (como ventilación o aires acondicionados) en hogares, albergues, escuelas y centros de salud ubicados en zonas con frecuentes olas de calor. Programas de subsidio energético dirigidos a familias con menores en situación de riesgo podrían contribuir a reducir el estrés térmico en el hogar y mitigar así factores detonantes de violencia. Es crucial establecer y reforzar protocolos específicos ante olas de calor que incluyan medidas de protección dirigidas explícitamente a infancias y adolescencias. Esto implica integrar escuelas y servicios de salud en una red de respuesta coordinada que incluya monitoreo de condiciones de riesgo, difusión de recomendaciones, activación de brigadas de protección y servicios de atención urgente.

Dado que los mecanismos de agresión están mediados por factores psicológicos y emocionales, se deben impulsar programas de atención psicológica y educación emocional para cuidadores, especialmente durante temporadas de calor extremo. Campañas comunitarias, servicios de acompañamiento y manejo de emociones pueden actuar como contención para evitar estallidos de violencia en los hogares. Las respuestas deben considerar la variabilidad climática regional. Municipios históricamente fríos que enfrentan nuevas olas de calor podrían ser más vulnerables ante choques térmicos, mientras que los municipios cálidos necesitan soluciones estructurales más profundas. Un enfoque territorial permite canalizar recursos de manera más eficiente y justa.

Referencias

Almås, I., Auffhammer, M., Bold, T., Bolliger, I., Dembo, A., Hsiang, S. M., Kitamura, S., Miguel, E., & Pickmans, R. (2025). Destructive Behaviour, Judgement, and Economic Decision-making under Thermal Stress. *The Economic Journal*.

Anderson, C. A., Anderson, K. B., Dorr, N., DeNeve, K. M., & Flanagan, M. (2000). Temperature and aggression. En *Advances in experimental social psychology* (pp. 63-133, Vol. 32). Elsevier.

Angulo, J. C. (2023). Green Gold: Avocado Production and Conflict in Mexico [Presentation 26699]. http://ageconsearch.umn.edu/record/335896

Arceo-Gomez, E. O., & López-Feldman, A. (2024). Extreme temperatures and school performance of the poor: Evidence from Mexico. *Economics Letters*, *238*, 111700.

Baysan, C., Burke, M., González, F., Hsiang, S., & Miguel, E. (2019). Non-economic factors in violence: Evidence from organized crime, suicides and climate in Mexico. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *168*, 434-452.

Burke, M., González, F., Baylis, P., Heft-Neal, S., Baysan, C., Basu, S., & Hsiang, S. (2018). Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico. *Nature climate change*, *8*(8), 723-729.

Burke, M., Hsiang, S. M., & Miguel, E. (2015). Climate and conflict. *Annu. Rev. Econ.*, *7*(1), 577-617.

Cohen, F., & Gonzalez, F. (2018). *Understanding interpersonal violence: the impact of temperatures in Mexico* (inf. téc.). Grantham Research Institute on Climate Change y the Environment.

De Haro, I. (2025). Avocados: Mexico's green gold, drug cartel violence and the US opioid crisis. *World Development*, *191*, 106942.

Gaceta UNAM. (2024). México se calienta más que el promedio del planeta. *Gaceta UNAM*. https://www.gaceta.unam.mx/mexico-se-calienta-mas-que-el-promedio-del-planeta/

Gobierno de México. (2023). *"Nadie me enseñó a ser padre": El maltrato infantil no se justifica* [Publicación del Sistema Nacional de Protección de Niñas, Niños y Adolescentes, consultado el 27 de julio de 2025]. https://www.gob.mx/sipinna/articulos/nadie-me-enseno-a-ser-padre-el-maltrato-infantil-no-se-justifica

Hsiang, S. M., Burke, M., & Miguel, E. (2013). Quantifying the influence of climate on human conflict. *Science*, *341*(6151).

Lawrance, E. L., Thompson, R., Newberry Le Vay, J., Page, L., & Jennings, N. (2022). The impact of climate change on mental health and emotional wellbeing: a narrative review of current evidence, and its implications. *International Review of Psychiatry*, *34*(5), 443-498.

Organización Meteorológica Mundial. (2025). *La Organización Meteorológica Mundial confirma que 2024 fue el año más cálido jamás registrado*. https://wmo.int/es/news/media-centre/la-organizacion-meteorologica-mundial-confirma-que-2024-fue-el-ano-mas-calido-jamas-registrado-al

Organización Mundial de la Salud. (2024). *Maltrato Infantil*. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/child-maltreatment

Park, R. J., Goodman, J., Hurwitz, M., & Smith, J. (2020). Heat and learning. *American Economic Journal: Economic Policy*, *12*(2), 306-39.

Rony, M. K. K., & Alamgir, H. M. (2023). High temperatures on mental health: Recognizing the association and the need for proactive strategies—A perspective. *Health science reports*, *6*(12), e1729.

Santillán Lobato, M. (2022). El calor de la violencia: un estudio empírico del impacto del aumento de la temperatura ambiental sobre la violencia intrafamiliar en México [Consultado el 27 de julio de 2025].

Schnitzer, P. G., Slusher, P. L., Kruse, R. L., & Tarleton, M. M. (2011). Identification of ICD codes suggestive of child maltreatment. *Child abuse & neglect*, *35*(1), 3-17.

Sviatschi, M. M. (2022). Making a narco: Childhood exposure to illegal labor markets and criminal life paths. *Econometrica*, *90*(4), 1835-1878.

Thompson, R., Hornigold, R., Page, L., & Waite, T. (2018). Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes: a systematic review. *Public health*, *161*, 171-191.

Vrij, A., Van der Steen, J., & Koppelaar, L. (1994). Aggression of police officers as a function of temperature: An experiment with the fire arms training system. *Journal of community & applied social psychology*, *4*(5), 365-370.

World Health Organization. (2023). *Climate change*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health

Anexos

A1: Efecto lineal de temperatura en violencia infantil, desagregado por grupo de edad, sexo y tipo de violencia

Cuadro A1. Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física, 0 a 4 años

Violencia Física Infantil, 0-4 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.158*	0.239***	0.085	0.004	0.004	0.006
	(0.061)	(0.076)	(0.075)	(0.011)	(0.009)	(0.016)
Precipitación	-0.009	0.085	-0.095**	0.015	0.013*	0.017
	(0.040)	(0.070)	(0.046)	(0.008)	(0.007)	(0.011)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	360,948	360,948	360,948	916,128	914,268	914,388

Nota. Las tasas de egresos hospitalarios y defunciones fueron ponderadas por cada 100,000 habitantes. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los niveles de significancia se reportan como ***$p < 0{,}01$, **$p < 0{,}05$, *$p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Cuadro A2. Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física, 5 a 9 años

Violencia Física Infantil, 5-9 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.146*	0.090	0.213	0.003	0.006	0.002
	(0.181)	(0.056)	(0.134)	(0.008)	(0.009)	(0.010)
Precipitación	-0.053*	-0.067**	-0.028**	0.000	0.001	0.001
	(0.030)	(0.032)	(0.042)	(0.001)	(0.001)	(0.002)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	361,068	360,948	361,068	916,788	915,408	915,768

Nota. Las tasas de egresos hospitalarios y defunciones fueron ponderadas por cada 100,000 habitantes. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los niveles de significancia se reportan como ***$p < 0{,}01$, **$p < 0{,}05$, *$p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Cuadro A3. Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física, 10 a 14 años

Violencia Física Infantil, 10-14 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.150**	0.148*	0.165*	0.014	0.007	0.013
	(0.075)	(0.081)	(0.093)	(0.019)	(0.009)	(0.013)
Precipitación	-0.018	-0.047*	-0.013	-0.006	-0.007	-0.004
	(0.026)	(0.024)	(0.046)	(0.006)	(0.010)	(0.008)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	361,068	361,068	361,008	916,728	915,408	915,948

Nota. Las tasas de egresos hospitalarios y defunciones fueron ponderadas por cada 100,000 habitantes. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los niveles de significancia se reportan como ***$p < 0{,}01$, **$p < 0{,}05$, *$p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Cuadro A4. Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física, 15 a 19 años

Violencia Física Infantil, 15-19 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.200***	0.149***	0.270***	0.288*	0.078	0.499***
	(0.068)	(0.047)	(0.134)	(0.153)	(0.061)	(0.247)
Precipitación	0.015	0.002	0.035	-0.031	-0.018	-0.035
	(0.047)	(0.040)	(0.089)	(0.033)	(0.017)	(0.051)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	361,068	361,068	361,068	916,368	914,808	915,528

Nota. Las tasas de egresos hospitalarios y defunciones fueron ponderadas por cada 100,000 habitantes. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los niveles de significancia se reportan como ***$p < 0{,}01$, **$p < 0{,}05$, *$p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Cuadro A5. Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual, 0 a 19 años

Violencia Sexual Infantil, 0-19 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.035	0.067	0.014	0.000	0.000	0.000
	(0.028)	(0.050)	(0.022)	0.000	0.000	0.000
Precipitación	0.002	0.002	-0.003	0.000	0.000	0.000
	(0.019)	(0.033)	(0.016)	0.000	0.000	0.000
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	361,068	360,948	360,948	916,728	910,848	912,118

Nota. Las tasas de egresos hospitalarios y defunciones fueron ponderadas por cada 100,000 habitantes. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los niveles de significancia se reportan como $^{***}p < 0{,}01$, $^{**}p < 0{,}05$, $^{*}p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Cuadro A6. Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual, 0 a 4 años

Violencia Sexual Infantil, 0-4 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.006	0.013	0.001	0.000	–	0.000
	(0.008)	(0.017)	(0.002)	(0.000)	–	(0.000)
Precipitación	-0.002	0.007	0.002	0.000	–	0.000
	(0.007)	(0.013)	(0.005)	(0.000)	–	(0.000)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	361,068	361,068	360,948	916,128	914,268	914,388

Nota. Las tasas de egresos hospitalarios y defunciones fueron ponderadas por cada 100,000 habitantes. El guión (-) indica que no hay observaciones efectivas para estimar un efecto. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los niveles de significancia se reportan como $^{***}p < 0{,}01$, $^{**}p < 0{,}05$, $^{*}p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Cuadro A7. Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual, 5 a 9 años

Violencia Sexual Infantil, 5-9 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.002	0.015	0.020	–	–	–
	(0.009)	(0.013)	(0.014)	–	–	–
Precipitación	0.001	0.003	0.006	–	–	–
	(0.002)	(0.003)	(0.004)	–	–	–
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	361,068	360,948	361,068	916,128	914,268	914,388

Nota. Las tasas de egresos hospitalarios y defunciones fueron ponderadas por cada 100,000 habitantes. El guión (-) indica que no hay observaciones efectivas para estimar un efecto. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los niveles de significancia se reportan como $^{***}p < 0{,}01$, $^{**}p < 0{,}05$, $^{*}p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Cuadro A8. Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual, 10 a 14 años

Violencia Sexual Infantil, 10-14 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.014	0.022	0.006	0.000	0.000	–
	(0.010)	(0.018)	(0.009)	0.000	0.000	–
Precipitación	0.008	0.015	-0.002	0.000	0.000	–
	(0.014)	(0.025)	(0.009)	0.000	0.000	–
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	361,068	360,948	361,008	916,728	915,408	915,948

Nota. Las tasas de egresos hospitalarios y defunciones fueron ponderadas por cada 100,000 habitantes. El guión (-) indica que no hay observaciones efectivas para estimar un efecto. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los niveles de significancia se reportan como $^{***}p < 0{,}01$, $^{**}p < 0{,}05$, $^{*}p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

Cuadro A9. Tasa de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Sexual, 15 a 19 años

Violencia Sexual Infantil, 15-19 años						
Variable:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Total	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres
Temperatura	0.053***	0.118***	0.000	0.000	0.000	–
	(0.020)	(0.038)	(0.017)	0.000	0.000	–
Precipitación	-0.004	-0.002	-0.009	0.000	0.000	–
	(0.012)	(0.022)	(0.012)	0.000	0.000	–
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	361,068	361,068	361,008	916,368	914,808	915,948

Nota. Las tasas de egresos hospitalarios y defunciones fueron ponderadas por cada 100,000 habitantes. El guión (-) indica que no hay observaciones efectivas para estimar un efecto. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Los niveles de significancia se reportan como ***$p < 0{,}01$, **$p < 0{,}05$, *$p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

A2: Efecto lineal de temperatura en violencia infantil, controlando por grado de marginación municipal

En el siguiente análisis se estimó el modelo de la ecuación (1) controlando por índice de marginación de 2015, publicado por la CONAPO;[9] es decir, estudiamos el efecto de la temperatura mensual, la precipitación mensual y el índice de marginación municipal sobre la tasa de egresos hospitalarios por violencia física infantil del año 2015, controlando por efectos fijos de año y mes, y agrupando los errores estándar a nivel municipal. El propósito de esta especificación es explorar posibles efectos heterogéneos según la vulnerabiliad social y estructura socieoconómica propia a cada municipio.

Corrimos tres especificaciones distintas. Para la primera se tomó el modelo principal de este trabajo (ecuación 1) agregando controles (dummies) que indican un bajo y alto grado de marginación municipal, respectivamente; tomando como categoría base los municipios con un grado medio de marginación. La segunda y tercera especificación siguieron exactamente la ecuación (1), pero restringiendo la muestra total de municipios a aquellos con grado demarginación bajo y alto, respectivamente.

Modelo completo

Previamente, en la sección de Resultados, descubrimos que los efectos postivos de mayor magnitud y significancia estadística se encuentran el rango de mayor edad, durante la adolescencia; por lo que en este modelo centraremos los resultados a adolescentes de entre 15 y 19 años de edad. En este grupo de edad, el calor tiene un efecto postivo y estadísticamente robusto sobre la violencia física detectada en los egresos hospitalarios. El incremento de 1°C en la temperatura mensual se asocia con un aumento de 0.25 egresos hospitalarios por cada 100,000 habitantes en jóvenes de 15-19 años (ver resultados en el Cuadro A10). Asimismo, encontramos que municipios con baja marginación tienen 1.81 egresos más que los de marginación media, con 1 % significancia estadística. Al contrario, los municipios con alta marginación no presentan un impacto estadísticamente robusto. En síntesis, la baja marginación se asocia con mayores tasas, posiblemente por mejor detección y acceso a servicio, aunque no hay evidencia de que la precipitación o la alta marginación como dummy afecten significativamente.

[9] Indice de Marginación Municipal 2015, publicado por la CONAPO en https://datos.gob.mx/dataset/indices_marginacion/resource/d65dbd44-2fad-4344-bfc2-45152067a14d

Modelo restringido a municipios de marginación baja

Los municipios con un bajo grado de marginación se caracterizan por tener mejores condiciones de acceso a educación de calidad, servicios básicos de salud, vivienda, bienes y servicios culturales, recreativos, financieros y de comunicación. Así, en esta especificación encontramos que ni la temperatura ni la precipitación parecen influir directamente sobre las tasas de violencia infantil, pues los coeficientes estimados no son estadísticamente robustos. No obstante, el índice de marginación sí muestra un impacto positivo y estadísticamente significativo en la tasa de egresos hospitalarios. Dentro de la clasificación de baja marginación, incrementos en el índice continuo de marginación están asociados con un aumento de aproximadamente 68 egresos hospitalarios por violencia física infantil.

Dentro de este grupo, el índice continuo de marginación varía, aunque en valores bajos; y esa pequeña variación interna refleja diferencias de desigualdad relativa (por ejemplo, un municipio "bajo" no es idéntico a otro "bajo"). Las diferencia entre las tasas de egresos pueden explicarse por la variación interna del índice dentro de la categoría de baja marginación. Es posible que en municipios donde la marginación es un poco mayor, sucedan más episodios de violencia física hacia infantes; también, donde la marginación es un poco menor, puede haber más detección de casos de violencia infantil — lo que también puede aumentar las tasas registradas. Asimismo, el clima puede no representar un factor clave en la incidencia de violencia porque la infraestructura y servicios podrían amortiguar los impactos de las temperaturas altas.

Modelo restringido a municipios de marginación alta

Los municipios catalogados como altamente marginados son municipios con alta vulnerabilidad estructural: pobreza, menor acceso a hospitales, menos programas de prevención. Dentro de este grupo, el índice continuo de marginación cambia muy poco: todos están ya en el extremo alto. Esa poca variación hace que el índice no tenga poder explicativo. Sin embargo, el calor sí aparece como factor importante o cercano a significativo, porque las altas temperaturas pueden tener un efecto directo sobre el estrés familiar, el tiempo de convivencia en espacios reducidos, y la disponibilidad de actividades productivas. Al no tener recursos para mitigar (aire acondicionado, espacios recreativos cerrados, etc.), las consecuencias de las temperaturas altas se alcanzan más directamente las relaciones sociales y familiares.

Cuadro A10. Cuadro comparativo de resultados controlando por marginación municipal

Variable	Completo	Baja marginación	Alta marginación	Interpretación social
Temp. mensual	**0.253*** **	0.060	**0.504***	El calor influye claramente en el total y marginalmente en alta marginación; sin efecto en baja marginación.
Precip. mensual	0.018	0.028	0.172	Sin efectos claros; posible relación positiva débil.
Ind. marginación	—	**68.03** **	6.24	La desigualdad interna importa en baja marginación; sin relevancia en alta marginación.
Dummy baja	**1.81*** **	—	—	Mayor tasa en baja marginación respecto a media (probable mejor detección).
Dummy alta	0.35	—	—	Sin diferencias significativas respecto a media.

Nota. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. Se incluyeron efectos fijos anuales y mensuales. El guión (-) indica que no se incluyeron esas variables en la especificación. Los coeficientes se presentan ponderados por cada 100,000 habitantes. Los niveles de significancia se reportan como $^{***}p < 0{,}01$, $^{**}p < 0{,}05$, $^{*}p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

A3: Efecto de rangos de temperatura en violencia infantil en municipios clasificados como históricamente fríos, templados o cálidos

En el siguiente análisis heterogéneo, para estudiar la no-linealidad del impacto de la temperatura en violencia infantil, se consideró la población total de la muestra disponible; es decir, infantes y adolescentes de ambos sexos, de edades comprendidas entre 0 y 19 años.

Cuadro A11. Tasas de Egresos Hospitalarios y Defunciones por Violencia Física, por Rango de Temperatura, 0 a 19 años

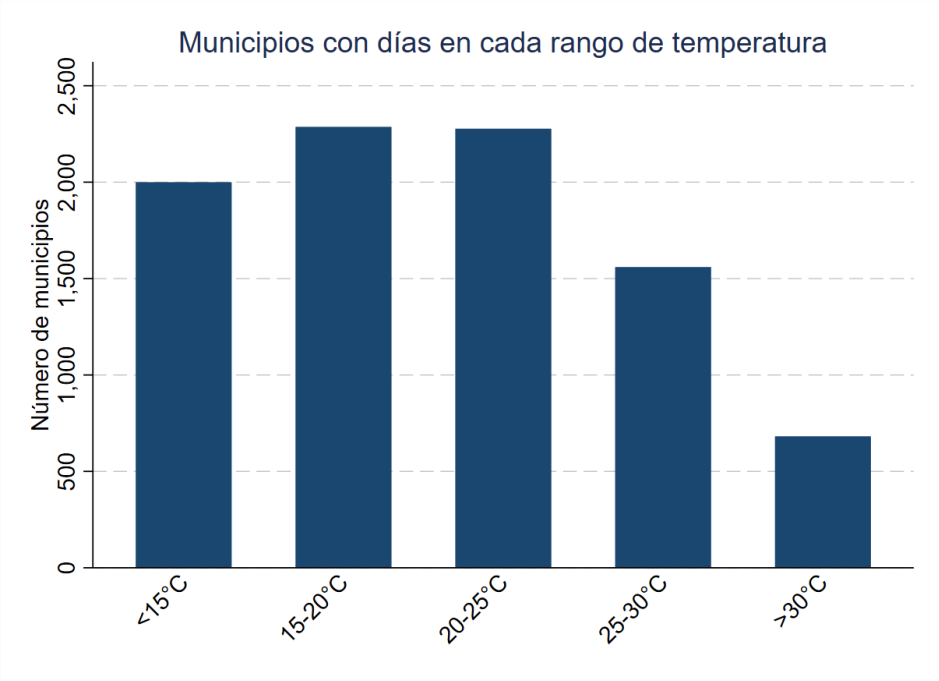
Variable dependiente:	Egresos Hospitalarios			Defunciones		
	Frío	Templado	Cálido	Frío	Templado	Cálido
Menor a 15°	-0.093	-0.283***	-0.079	-0.011	-0.080***	-0.045
	(0.059)	(0.073)	(0.076)	(0.020)	(0.028)	(0.036)
20° - 25°	0.477	0.099**	0.028	0.073	0.040**	0.025
	(0.838)	(0.044)	(0.066)	(0.057)	(0.019)	(0.021)
25.1° - 30°	–	0.199***	0.017	–	0.044**	0.023*
	–	(0.075)	(0.065)	–	(0.022)	(0.013)
Mayor a 30°	–	0.324	0.035	–	0.813	0.049*
	–	(0.383)	(0.207)	–	(0.867)	(0.025)
Precipitación	-0.257	-0.057	-0.196	0.024	-0.001	-0.044
	(0.271)	(0.097)	(0.118)	(0.027)	(0.047)	(0.043)
E.F. municipales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. anuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E.F. mensuales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observations	33,372	291,696	35,640	84,972	739,356	90,540

Nota. Cada observación corresponde a un municipio por mes-año. El rango base de temperatura es 15°-20°C. Errores estándar agrupados a nivel municipal entre paréntesis. El guión (-) indica que no hay observaciones efectivas para estimar un efecto. Los coeficientes se presentan ponderados por cada 100,000 habitantes. Los niveles de significancia se reportan como ***$p < 0{,}01$, **$p < 0{,}05$, *$p < 0{,}1$.
Fuente: Elaboración propia con datos de DGIS y IPUMS.

A4: Distribución de municipios con temperaturas en cada rango térmico

El histograma muestra la distribución de municipios según el número de días observados en distintos rangos de temperatura. Se aprecia que la mayor parte de los municipios se concentra en los intervalos de 15–20 °C y 20–25 °C, con alrededor de 2,300 municipios. En contraste, los municipios con temperaturas menores a 15 °C representan un grupo también numeroso (cerca de 2,000), mientras que aquellos expuestos a temperaturas más elevadas son menos frecuentes. En el rango de 25–30 °C se identifican aproximadamente 1,600 municipios, y únicamente alrededor de 600 municipios experimentan temperaturas superiores a 30 °C. En conjunto, esta distribución indica que, aunque los climas templados concentran la mayor cantidad de municipios, existe un número reducido de territorios expuestos de manera recurrente a temperaturas extremas altas, lo cual es relevante al analizar la incidencia de violencia en contextos climáticos diferenciados.

Figura A1. Distribución de municipios según el número de días observados en distintos rangos de temperatura



Fuente: Elaboración propia con datos de IPUMS.