

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



EL CALOR DE LA VIOLENCIA: UN ESTUDIO EMPÍRICO DEL IMPACTO DEL  
AUMENTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LA VIOLENCIA  
INTRAFAMILIAR EN MÉXICO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN ECONOMÍA

PRESENTA

MELISSA SOFÍA SANTILLÁN LOBATO

DIRECTOR DE LA TESINA: DR. ALEJANDRO LÓPEZ FELDMAN

*A mi abuela que existe en mi corazón.*

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer y dedicarle el esfuerzo de estos cuatro años a mis progenitores por hacer todo lo que estaba en sus manos para que terminara la licenciatura que deseé. A mi papá, especialmente, por todas las quesadillas que me mantuvieron despierta cada noche frente a la laptop en los últimos cuatro años.

A Bachu, por esperarme para que nos tituláramos juntos y por ser el mejor hermano del universo.

A Irving, Iván, Osvi, Aron y Omar por hacerme sentir parte de su grupo y por todas las partidas de Catán que aminoraron la carga académica del CIDE. A Charis, por aportar su valiosa amistad a mi vida y por todas las noches filosofando en mi casa.

A mi profesor y asesor, Alejandro López Feldman, por apoyarme en mi carrera académica, despertar mi curiosidad por la economía ambiental y motivarme en el largo proceso de escribir esta tesis. A mi lectora, Eva Arceo, por darme su tiempo y comentarios para la revisión de mi tesis.

A mis profesores de toda la carrera, a Raciél, por su gran dedicación y por introducirme en el apasionante mundo de las matemáticas. Todos los alumnos necesitan profesores con tu nivel de entrega. A Lucy Hackett, por su incansable disposición para resolver cada duda y por haberme dado consejo cuando lo necesité.

A Félix, el mejor compañero de estudio, colega, novio y maestro de economía. Gracias por haber sido mi persona incondicional en cada escalón de esta larga y empinada escalera. Te amo infinito.

A los héroes, porque ustedes son las mejores amistades que el CIDE me dejó. Sin ustedes la resistencia y la comunidad no existirían.

Finalmente, a mi madre por traerme al mundo, por aventarme a él y convencerme de que puedo comerme el mundo sola. Sin ti nada de esto sería posible y por ti lo logré. Gracias por motivarme en cada ensayo que parecía imposible, consolarme cada noche que pensé que el título no llegaría y acompañarme en toda mi vida como mi amiga más cercana.

## **Resumen**

*Uno de los efectos más notables del cambio climático es el calentamiento global. Muchas investigaciones han estudiado los efectos del aumento de la temperatura ambiental sobre la actividad humana y algunos índices económicos de las sociedades modernas. El presente trabajo de investigación hace un análisis del efecto del aumento de la temperatura ambiental sobre los casos de violencia doméstica en México a nivel municipal. Para ello se estiman distintos modelos econométricos. Los resultados indican que un aumento de la temperatura ambiental en un municipio dado, aumenta el valor esperado del número de casos de violencia doméstica.*

*Palabras clave:*

*Calor, Temperatura, Violencia Intrafamiliar, Municipios, Cambio climático.*

# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción.</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Revisión de literatura.</b>	<b>7</b>
2.1	Relación entre temperatura y calor . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Descripción de los datos</b>	<b>12</b>
3.1	Datos ambientales . . . . .	12
3.2	Violencia intrafamiliar . . . . .	13
3.3	Estadística descriptiva . . . . .	14
<b>4</b>	<b>Metodología</b>	<b>18</b>
4.1	Modelo de efectos fijos . . . . .	18
4.2	Modelo de efectos aleatorios . . . . .	20
4.3	Modelo probabilístico de Poisson . . . . .	20
<b>5</b>	<b>Resultados</b>	<b>22</b>
5.1	Estimaciones de los modelos econométricos . . . . .	22
5.2	Modelos de datos panel: efectos fijos y efectos aleatorios a nivel municipal . .	25
5.3	Modelo de Poisson . . . . .	28
<b>6</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>30</b>
<b>A</b>	<b>Apéndice</b>	<b>32</b>

<b>Referencias</b>	<b>33</b>
A.1 Bases de datos . . . . .	36

# Lista de figuras

3.1	Mapa de calor que representa la frecuencia acumulada de los casos de violencia a lo largo de la ventana de estudio. . . . .	14
3.2	Mapa de calor que representa la distribución geográfica de la temperatura promedio en °C por municipio. . . . .	15
3.3	Mapa de calor que representa la precipitación promedio mensual en mm histórica por municipio. . . . .	16

# Lista de tablas

3.1	Descripción básica de las variables que fueron consideradas en el análisis causal. Se tiene información completa de 2,456 municipios de la república Mexicana. .	17
5.1	Resultados de la regresión de un modelo lineal, se muestran 4 modelos: en las primeras dos columnas la variable dependiente es la suma de egresos hospitalarios y defunciones, (1) con la variable de temperatura promedio mensual y (2) otro con todas las variables; (3) defunciones como variable dependiente y (4) egresos hospitalarios como variable dependiente . . . . .	24
5.2	Resultados de la regresión de un modelo de efectos fijos y uno de efectos aleatorios.	27
5.3	Resultados de la regresión de un modelo de Poisson para diferentes especificaciones. . . . .	29
A.1	Resultados de la estimación del modelo Binomial Negativo, para diferentes variables usadas como control. . . . .	32



# Lista de Abreviaturas

- CEMECE Centro Mexicano para la Clasificación de Enfermedades y Centro Colaborador para la Familia de Clasificaciones Internacionales de la OMS en México
- CIE-10 Clasificación Internacional de Enfermedades décima edición.
- CONAPO Consejo Nacional de Población.
- CONEVAL Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- ECMWF ERA-Interim del European Centre for Medium-Range Weather Forecast.
- INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- MCO Mínimos Cuadrados Ordinarios.
- OMS Organización Mundial de la Salud.
- ONU Organización de las Naciones Unidas.
- SEMARNAT Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- UNICEF Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.

# Capítulo 1

## Introducción.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo contribuir a la discusión sobre los efectos del calor sobre la violencia. Específicamente, responderá a la pregunta de investigación ¿cuál es el impacto que tiene el aumento de la temperatura ambiental sobre la violencia doméstica en México? Esta investigación abarca dos dimensiones. Por un lado, atiende la problemática social de la violencia doméstica, debido a que en la medida en la que las causas sean estudiadas, será posible diseñar políticas más eficaces para disminuir los casos de violencia intrafamiliar. Por otro lado, resalta la importancia del cuidado del medio ambiente al mostrar que uno de los efectos de acelerar el cambio climático influye en la forma de relacionarnos. Es decir, si los efectos de corto plazo del cambio climático son tangibles, entonces hay más razones para acelerar la concientización sobre el cuidado del medio ambiente e implementar más estrategias para el cuidado de este. La hipótesis que sostiene esta tesina es que un aumento de la temperatura ambiental incrementa la probabilidad de ocurrencia de eventos de violencia doméstica.

Por un lado, de acuerdo con la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, en los últimos cinco años las llamadas al 911 por causa de violencia familiar han estado dentro de las primeras cinco causas de emergencia (Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, julio 2022). En promedio, cada año hay medio millón de llamadas causadas por casos de violencia intrafamiliar. Lo que implica que aminorar los casos de violencia intrafamiliar se traduce en

atender a medio millón de personas por año. Además, definir los factores que causan violencia doméstica facilitará el diseño de planes y políticas eficientes que aminoren sus efectos.

De acuerdo con la (UNICEF, 2017) la mayoría de las víctimas de violencia doméstica son mujeres, mientras que los agresores en su mayoría son hombres. Esto permite entender que la violencia doméstica o intrafamiliar tiene un enfoque de género. Por ende, esta investigación también atiende una problemática de género, al definir los factores que causan violencia doméstica y contribuir a aminorar los casos. Cabe recalcar que la violencia causa daño emocional y psicológico a quien la sufre y a quien vive alrededor, por lo que atender esta problemática generará un beneficio mayor al que puede contabilizarse en víctimas directas.

Por otro lado, el cambio climático es un proceso natural que tiene un impacto ecológico, ambiental y social. Además, este fenómeno causa la variación de elementos ambientales como las precipitaciones, las sequías, el viento y la temperatura. Esta variación es paulatina y se necesitan décadas para que el cambio sea notorio. Sin embargo, desde la Revolución Industrial la actividad humana que produce emisión de gases de efecto invernadero ha contribuido a acelerar el cambio climático. Una de las consecuencias de este proceso es el aumento de la temperatura ambiental (Houghton et. al., 2001).

En la literatura inicial sobre los impactos del cambio climático, se resaltaba la relación entre las temperaturas y los efectos de cambio climático. Los investigadores de este campo llegaron a la conclusión de que entre mayor era la temperatura de un país, mayores eran los daños ocasionados por el cambio climático. (Nordhaus, 1991; Tol, 1995; Fankhauser, 1995; Pearce et al., 1996).

De acuerdo con la (ONU, 2020) los últimos 50 años han sido el periodo en el que más ha aumentado la temperatura desde hace 2000 años. McMichael y Lindgren (2011) señalan que el aumento de las temperaturas puede afectar gravemente a las especies de plantas y animales, la disponibilidad de agua dulce en el planeta, el rendimiento agrícola y la salud humana. Cabe destacar que si bien el cambio climático es un fenómeno global, sus efectos no son homogéneos en el mundo. De hecho, los países pobres y en desarrollo son más vulnerables a los impactos del

cambio climático que aquellos con un alto ingreso per cápita y desarrollo humano (Mendelsohn et al., 2006). Esto, debido a las características económicas de los países subdesarrollados y en desarrollo, como que su actividad económica es en mayor porcentaje agrícola y que, por ende, es menos sustituible ante la variación climática (Fankhauser, 1995; Tol, 1995). Asimismo, se ha descubierto que este fenómeno puede agravar las desigualdades económicas y sociales de los países (Schelling 1992; Andersen y Verner, 2010).

Se ha descubierto que la variación de la temperatura ambiental tiene impacto en diversos aspectos de la actividad humana. El crecimiento económico es uno de los factores que se ven afectados por el cambio climático y en específico por el aumento de la temperatura. De acuerdo con la investigación de Dell et al. (2012) las temperaturas elevadas pueden afectar la actividad económica en dos dimensiones. Por una parte, perturban el nivel de producción al afectar la productividad agrícola. Por otra parte, impactan de forma negativa la habilidad de crecimiento de una economía al afectar las instituciones. En el largo plazo, ambos efectos contribuyen a frenar el crecimiento económico. La investigación destaca que los efectos obtenidos son notorios solo en los países pobres. Asimismo, explican que las altas temperaturas pueden inducir inestabilidad política que, igualmente, puede reducir la tasa de crecimiento económico.

En el mismo sentido, Burke et al. (2015) y Somanathan et al. (2021) profundizaron sobre los efectos de las temperaturas elevadas en la productividad laboral. Muestran que los factores ambientales tienen una influencia notable en la producción de los países. Por un lado, el calor representa una especie de presión sobre los trabajadores que incrementa el estrés y disminuye su productividad. Por otro lado, como ha sido mencionado antes, el calor afecta la producción agrícola. Así como la temperatura afecta diferentes indicadores económicos y ambientales de las sociedades modernas, también afecta la supervivencia humana.

Otro aspecto que ha sido estudiado es la relación de la temperatura con la mortalidad. Cohen y Dechezleprêtre (2022) hicieron un estudio con datos de México, dónde relacionaron mortalidad, temperatura, desigualdad y provisión de seguridad social. Encontraron que la vulnerabilidad a los choques de temperatura está fuertemente correlacionada con el ingreso individual. De

hecho, reportaron que las personas más pobres son más propensas a morir por enfermedades causadas por el frío. Esto se debe a que las personas con menos recursos también tienen una menor capacidad de adquirir mecanismos que les permitan adaptarse a las condiciones climáticas adversas. En este sentido, es relevante la provisión de programas de salud pública, así como la mejora de los bienes públicos. Los investigadores reportaron que el programa del Seguro Popular ayudó a aminorar los efectos de los choques de temperaturas (frías) sobre la salud de las personas que no eran derechohabientes de un programa de servicios de salud como el ISSSTE o el IMSS.

Además, otros estudios han mostrado que características como la edad, el estrato socioeconómico y el género, son factores relevantes al estudiar la magnitud de los efectos de la temperatura sobre la salud y la mortalidad, (Deschenes y Moretti, 2007; Barnett et al. 2012). Por su lado, Burgess et al. (2017) revelan como los efectos del calor afectan inequitativamente a la población en la India de zonas rurales y a la población urbana. Descubren que la influencia del calor sobre las muertes está conducida por la temporada de crecimiento de los plántos, debido a que durante esta los salarios son más bajos y la productividad disminuye. Para terminar, concluyen que expandir las sucursales bancarias es un mecanismo para aminorar los efectos del calor durante este periodo. Cabe resaltar, que las temperaturas elevadas toman relevancia respecto a las temperaturas bajas debido a que los mecanismos para aminorar el calor o adaptarse a este son limitados, (ONeill et al., 2005). Además, las personas suelen tomar más medidas preventivas ante una ola de frío que ante una ola de calor, lo que incrementa los daños producidos por el calor.

Una parte de las investigaciones sobre la relación de dichas variables se ha enfocado en los conflictos violentos de tres tipos: intrapersonales, intergrupales e interpersonales. En la primera categoría, en el ámbito de la salud mental, Gaxiola et al. (2013) hicieron un estudio sobre la relación entre el suicidio y el incremento de la temperatura en Baja California Sur. La hipótesis demostrada fue que durante la temporada cálida del año, la tasa de suicidio muestra un incremento importante respecto de la temporada fría. Los autores mencionan que una posible

explicación de que la temperatura induce el suicidio es que la percepción ambiental es recibida por los circuitos de la memoria emocional, a su vez, estos influyen en la toma de decisiones. Por lo tanto, el estrés térmico puede promover actos impulsivos como el suicidio. Es importante recalcar que los datos mostraron que en su mayoría las personas que se suicidan son hombres. Preti (2007) señala que uno de los riesgos del cambio climático es la incapacidad de adaptación de algunos sectores, los hombres son uno de los sectores, así como los ancianos y las personas con enfermedades crónicas.

Baysan et. al.(2019) hicieron un estudio con enfoque ambiental sobre los conflictos grupales e interpersonales. Principalmente, estudiaron el origen de los conflictos violentos y definieron dos tipos: motivación económica (los conflictos intergrupales) o emocional(interpersonales). Al mismo tiempo, quisieron aislar los factores no económicos que pueden influir en la ocurrencia de los conflictos. Entonces, para conocer si hay un factor no económico en los conflictos interpersonales y los intergrupales, decidieron analizar de qué forma el calor influyó en los conflictos con motivos económicos como con motivos emocionales. Para esto usaron datos de homicidios en México, específicamente usaron los datos de homicidios en conflictos intergrupales relacionados en el narcotráfico como homicidios aislados. Los resultados reportaron que en ambos tipos de conflictos el efecto de las temperaturas elevadas es similar, por lo que es posible concluir que es un factor causal de la violencia.

Por último, Anderson (2000) señala que las altas temperaturas pueden alterar la conducta humana a tal punto de inducir reacciones agresivas y actos violentos. Una explicación sobre la relación es la teoría del afecto negativo, esta hace referencia a que el calor obliga a las personas a presentar estados emocionales negativos como la tristeza, la ansiedad, el temor, la hostilidad y el enojo que pueden concluir en violencia interpersonal.

Dicho lo anterior, esta tesina contribuye al conocimiento existente sobre los efectos del cambio climático. Específicamente aporta información sobre la relación entre el efecto de la temperatura sobre la conducta humana. Pues si bien, ya ha quedado claro que los efectos de la temperatura abarcan muchos campos de estudio, aquí se le dará relevancia especialmente a las

temperaturas elevadas y su influencia en un fenómeno social muy relevante: la violencia doméstica.

# Capítulo 2

## Revisión de literatura.

### 2.1 Relación entre temperatura y calor

En un principio, la hipótesis del calor fue difícil de establecer debido a las numerosas variables que pueden explicar el comportamiento de un individuo. La crítica a las primeras investigaciones resaltaba la falta de modelos de análisis estadístico. El análisis fue inicialmente hecho en el campo de la psicología y fueron propuestas dos teorías: la hipótesis del calor y la del efecto del calor. Anderson (2001) señala que la diferencia entre ambas es que la hipótesis del calor sostenía que el calor inducía la motivación y las conductas agresivas. Mientras que la segunda teoría proponía que las personas con más calor interno era más agresivas que la gente fría o de temperaturas menores.

En la segunda mitad del siglo XX, los psicólogos Baron y Bell (1976) estudiaron el canal mediante el cual el aumento de la temperatura ambiental induce comportamientos agresivos. El artículo explica que la temperatura alimenta emociones que se encuentran en el afecto negativo, como la ansiedad, el miedo, el disgusto, el nerviosismo, el enojo y la agresividad en el extremo. El experimento consistió en dos personas que se encontraban en una habitación y un aparato que daba pequeñas descargas eléctricas. Las dos personas conversaban y en momentos aleatorios la persona que controlaba la máquina de toques presionaba unos de los seis botones, entonces la



otra persona recibiría la descargas. El estímulo podía variar de intensidad y de duración de acuerdo con la voluntad del individuo. En cada ronda del experimento había una variación controlada de la humedad y la temperatura. Los datos recopilados fueron sobre la intensidad de la descarga, la duración y la reacción del individuo que recibía las descargas.

Los resultados del experimento reportaron que un aumento de la temperatura ambiental inducía conductas agresivas en los individuos, independientemente de la intensidad de la descarga. Asimismo, descubrieron que la relación entre estos dos elementos en el experimento no fue lineal, ya que entre las temperaturas más altas el efecto del calor iba disminuyendo. En conclusión, por un lado, el experimento confirmó la existencia de la relación entre el calor y la conducta agresiva. Por otro lado, aportó información precisa sobre las características de la relación.

Phan y Ba (2019), investigadores sobre política pública, analizaron los efectos del calor sobre el comportamiento agresivo mediante el estudio de las muertes de civiles y policías causadas por armas de fuego relacionadas con enfrentamientos policiacos. Si bien, el primer resultado es que en los días calurosos los policías y transeúntes enfrentan amenazas de mayor riesgo, el efecto reportado del calor sobre el uso de armas de fuego, fue nulo. Sin embargo, el estudio encontró que el número de enfrentamientos fatales, con muertes no intencionales, entre policías y civiles en el que son usadas restricciones físicas, como los teasers y otras armas no letales, son mayores en los días que sobrepasan los 32°.

Respecto de la especificación, los autores explican que a nivel condado los casos fatales no son muchos, por lo que es necesario usar un modelo de conteo como lo es la regresión de Poisson. Por otro lado, la observación que hacen a su estudio es la dificultad de separar la explicación conductual o física. Por una parte, puede ser que el calor propicie una reacción más agresiva por parte de los policías y por ende hagan un mayor uso de las armas no letales como los teasers. No obstante, los autores opinan que puede ser que el efecto de los teasers sea más grave a nivel fisiológico cuando la temperatura ambiental es mayor a 32°. Respecto de las muertes ocasionadas por el uso de fuerza no letal, el estudio reportó que el aumento de la temperatura no pareció influir en el número de muertes por este tipo de violencia, De cualquier manera, el

estudio hace una aportación sobre que los efectos del calor son relevantes en la política pública.

Mukherjee y Sanders(2021) también estudiaron los efectos del aumento de la temperatura sobre la violencia en un contexto diferente al de un experimento controlado. El área de estudio fueron las correccionales del estado de Mississippi durante el periodo de 2004 a 2010. Un elemento distintivo de esta investigación fue que el contexto facilitó el estudio de la temperatura como una variable exógena. Dado que los individuos de estudio están encarcelados, no es posible que varíen otros elementos que puedan afectar notablemente los efectos de la temperatura. El estudio recopiló, por un lado, los datos de temperatura diaria del estado y generó clases con rangos de diez grados. Por otro lado, compiló los incidentes dentro de las cárceles y usó los que implicaron violencia. En la especificación del estudio, fueron controlados los efectos fijos a nivel anual; efectos de estación y los choques de calor normales respecto de los años anteriores, a nivel semanal; las infracciones ocurridas por cada individuo y efectos fijos a nivel individual; por características de cada cárcel como la cercanía a una cárcel privada, debido a que esto puede influir en las condiciones de la prisión.

En conclusión, el estudio mostró que las temperaturas elevadas aumentan la probabilidad de que ocurra cualquier tipo de violencia y aumentan el número de eventos violentos dentro de las cárceles del estado de Mississippi. Por último, una de las dimensiones relevantes de este estudio es el costo social de estos efectos. Los autores explican que parte del objetivo del artículo es generar un enfoque de política pública, ya que, los efectos de la temperatura no solo son el aumento de actos de violencia, sino también la exposición y agravación de enfermedades.

Las investigaciones que analizan relaciones de este tipo, enfrentan dificultades por la naturaleza de las variables que estudian. En primer lugar, Carleton y Hsiang (2016) exponen, en su artículo *Social and economic impacts of climate*, que uno de los retos que representa el estudio del impacto social de un elemento como la temperatura es que las mediciones de las variables climáticas son hechas con fines científicos distintos, como el estudio de un fenómeno meteorológico o ecológico. En este sentido, al adaptar los datos para estimar problemáticas sociales, es posible que la periodicidad de cotejo de la información no sea aprovechada. Sin embargo, en

la literatura existente que estudia el impacto de variables ambientales sobre fenómenos sociales, es común la práctica de generar promedios mensuales. Una posible explicación es que en términos estadísticos los datos con varianzas muy grandes son más difíciles de tratar que los datos con varianzas muy pequeñas.

En segundo lugar, otro de los inconvenientes que enfrenta esta investigación es que la base de datos podría complementarse con datos de las llamadas al 911 desagregadas por estado, día y causa de la llamada. No obstante, debido a las políticas de protección de datos personales, estas bases de datos son resguardadas por instituciones públicas que imponen protocolos extensos para la entrega de estos datos en las condiciones necesarias para este tipo de investigaciones.

En tercer lugar, otro de los obstáculos que han enfrentado este tipo de investigaciones es el subreporte de casos de violencia familiar. Esto se debe a que solo los casos más extremos son los que llegan a ser denunciados, generalmente los que implican violencia física que causa lesiones que necesitan atención hospitalaria. Sin embargo, la mayoría de los casos en los que la víctima no es llevada al hospital no existe registro de violencia intrafamiliar, como en el caso de violencia emocional, psicológica y económica. El problema de subreporte puede deberse a que las víctimas no saben dónde denunciar o no conocen el procedimiento de denuncia. Una forma de solucionar esta causa de subreporte puede ser diseñar y ejecutar campañas de difusión sobre el proceso de denuncia de violencia, los medios para pedir ayuda y sobre la concientización de la violencia con un enfoque sobre violencia intrafamiliar.

En resumen, los efectos directos del calor sobre el comportamiento humano han sido estudiados. Sin embargo, no se han estudiado sobre diversas poblaciones. La literatura existente es suficiente para establecer la relación entre temperatura y agresión o violencia. Sin embargo, esta tesis innova en mostrar que en general el calor genera otros tipos de violencia. Asimismo, esta investigación pretende mostrar que es importante tener conciencia sobre los efectos del cambio climático en la conducta humana. El presente estudio es incursión al usar datos de la población de México para estudiar esta relación. Además, intenta contribuir a la literatura específica sobre calor y violencia con el objetivo de motivar el diseño de políticas públicas para aminorar los

efectos actuales y futuros del calentamiento global.

# Capítulo 3

## Descripción de los datos

En este capítulo serán descritas las características más relevantes de los datos utilizados para esta investigación. Los datos utilizados pertenecen al periodo de 2010 - 2018 debido a que no fue posible encontrar datos de temperatura para 2019, 2020 y 2021.

### 3.1 Datos ambientales

Los datos ambientales utilizados para la estimación provienen de tres variables: temperatura ambiental, región climática y precipitación. Todas las variables fueron tomadas a nivel municipal y con periodicidad diaria.

Para poder estimar los casos de violencia intrafamiliar causados únicamente por el aumento de la temperatura y evitar una sobreestimación por la variación de la temperatura originada por el cambio estacional, se calculó un promedio histórico mensual de la temperatura con datos del periodo de 1975 - 1995.

**Temperatura y Precipitaciones** Fueron obtenidas del ERA-Interim del European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) y hacen referencia al promedio de temperatura en un día y a la lluvia total diaria.

**Región climática.** Hace referencia a los siete tipos de clima de México: cálido subhúmedo, semiseco, seco desértico, cálido húmedo, templado subhúmedo, templado húmedo y frío (SE-

MARNAT, 2015).

## 3.2 Violencia intrafamiliar

Los datos de casos de violencia intrafamiliar son de dos tipos: defunciones por causa de violencia intrafamiliar e ingresos hospitalarios por causas de violencia intrafamiliar.

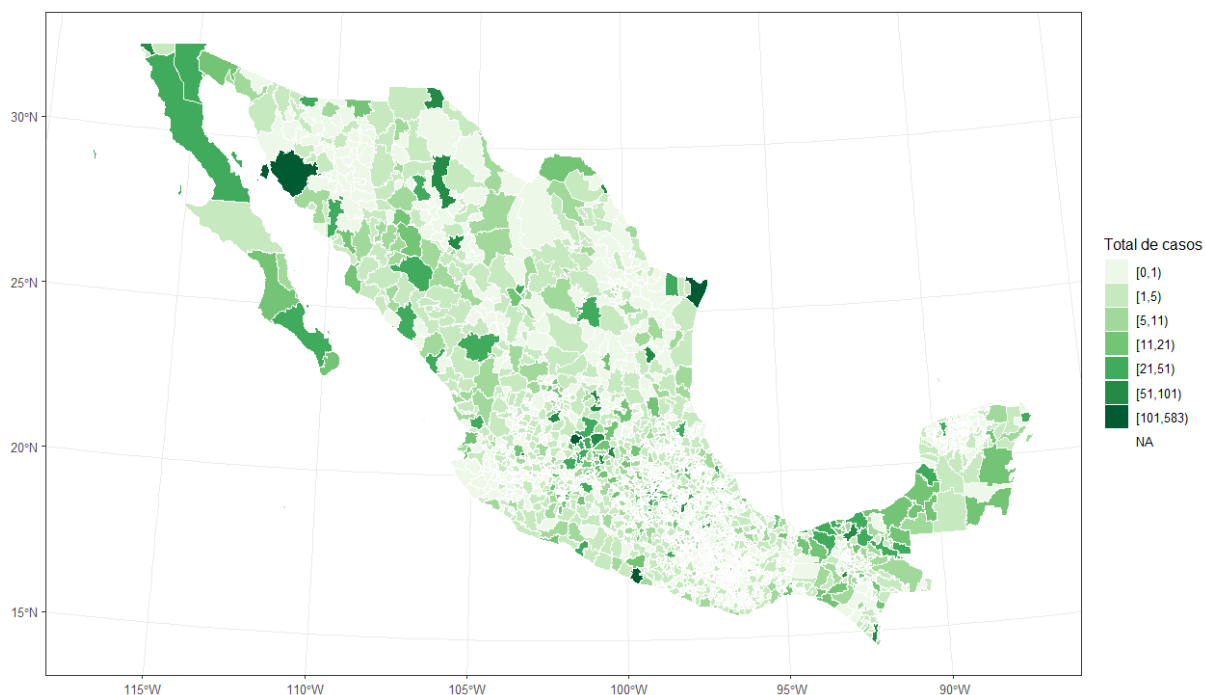
**Defunciones.** Estos datos provienen del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, la periodicidad fue diaria y fueron desagregados por municipio. Específicamente, los datos de este tipo contabilizaron las actas de defunción por causa de violencia familiar, que de acuerdo con INEGI son defunciones por homicidio en los que el presunto agresor es familiar del fallecido.

**Egresos Hospitalarios.** Proviene de la Dirección General de Información de Salud y hacen referencia a los egresos hospitalarios en los que la causa de ingreso es un proxy de violencia intrafamiliar. Las causas de ingreso hospitalario se clasifican de acuerdo con el catálogo de diagnósticos CIE-10 que es la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud establecido por el Centro Colaborador para la Familia de Clasificaciones Internacionales de la OMS en México (CEMECE). Los diagnósticos seleccionados para aproximar la violencia familiar fueron: negligencia y abandono por padre o madre, otros maltratos por padre o madre, problemas relacionados con hostilidad y reprobación a la niñez, problemas en la relación entre esposo y pareja, negligencia y abandono por esposo o pareja, otros maltratos por esposo o pareja, agresión con fuerza corporal en vivienda, agresión sexual en vivienda, agresión por otros medios no especificados en vivienda y agresión por otros medios especificados en vivienda.<sup>1</sup> por ejemplo, causas relacionadas con lesiones ocasionadas por familiares de primer grado y otras causas de violencia intrafamiliar.

---

<sup>1</sup> Los códigos correspondientes a cada diagnóstico son: Y061, Y071, Z623, Z630, Y060, Y070, Y040, Y050, Y090 y Y080

Figura 3.1: Mapa de calor que representa la frecuencia acumulada de los casos de violencia a lo largo de la ventana de estudio.



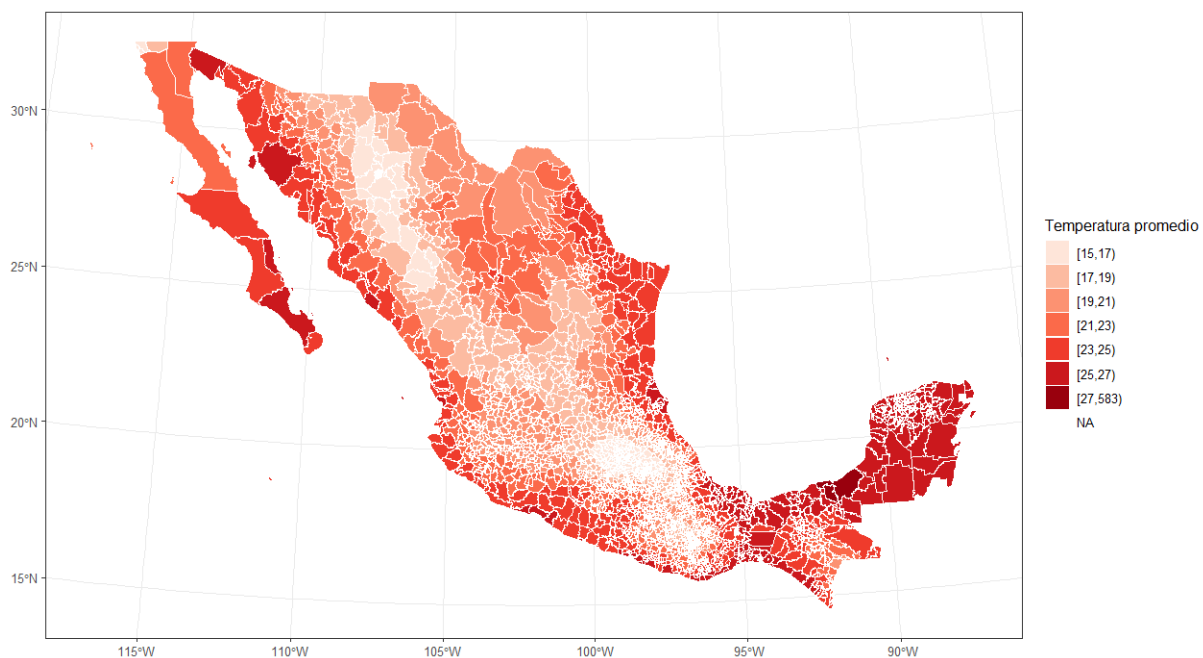
### 3.3 Estadística descriptiva

A continuación una breve descripción de las variables usadas en el estudio.

**Casos de violencia** Esta variable se creó con la suma de las defunciones diarias por causa de violencia intrafamiliar y los datos de egresos hospitalarios por la misma causa. Los datos fueron agregados con periodicidad diaria y luego fue calculado el promedio mensual por municipio. La Figura 3.1 muestra un mapa de frecuencias a nivel municipal del total de casos de violencia de género, los casos fueron agregados como una suma para toda la ventana de estudio.

**Temperatura promedio del mes.** se estimó el promedio mensual de las temperaturas municipales y a su vez el promedio a nivel nacional de esas temperaturas durante los nueve años del periodo de estudio. La Figura 3.2 es un mapa de distribución geográfica a nivel municipal de la temperatura promedio en toda la ventana temporal. Es posible notar, en los mapas de

Figura 3.2: Mapa de calor que representa la distribución geográfica de la temperatura promedio en °C por municipio.



El mapa muestra la temperatura promedio de los municipios de la República, el promedio se calcula con todos los meses considerados para este estudio.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI y de la ERA-Interim del European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF).

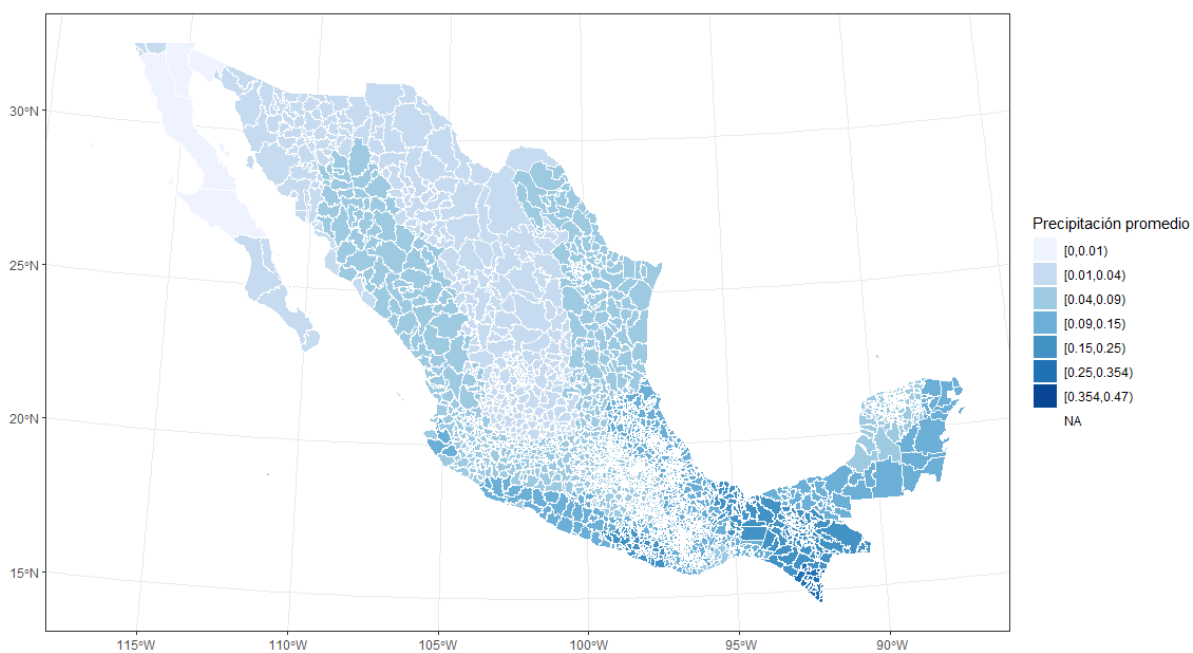
casos de violencia y temperatura, que las regiones en donde se ubican los municipios con más casos de violencia son al mismo tiempo las regiones en donde se concentran los municipios con temperaturas promedio más altas.

Para el caso de la Precipitación, en la Figura 3.3 la cual es un mapa de distribución geográfica de la precipitación promedio mensual, se observa que: para algunas regiones que tienen una alta concentración de casos de violencia la precipitación es muy baja, tal es el caso del noroeste mexicano. Por otro lado, algunos municipios en las regiones tropicales del sureste y la península de Yucatán muestran un nivel alto tanto en la precipitación, como en la temperatura y en los casos de violencia.

**Exceso de temperatura** Esta variable se refiere al promedio de los grados de temperatura a nivel municipal que exceden el promedio histórico, el cual se calculó para cada mes con las temperaturas promedio mensuales desde 1975 hasta 1995.



Figura 3.3: Mapa de calor que representa la precipitación promedio mensual en mm histórica por municipio.



El mapa muestra el nivel de precipitación promedio de los municipios de la República, el promedio se calcula con todos los meses considerados para este estudio.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI y de la CONAGUA.

**Índice de Marginación Municipal.** Este índice fue obtenido de Consejo Nacional de Población (CONAPO) y es relevante para controlar por características socioeconómicas.

**Grado de Marginación.** Es una clasificación del indicador de marginación. Fue obtenida del CONAPO.

Tabla 3.1: Descripción básica de las variables que fueron consideradas en el análisis causal. Se tiene información completa de 2,456 municipios de la república Mexicana.

Variable	Identificador	Valor medio	Desviación estándar
Identificador del municipio	<i>ID o municipio</i>	NA	NA
Casos de violencia	<i>Casos_viol</i>	0.03	0.27
Temperatura promedio del mes	<i>Temp</i>	20.9°C	4.1°C
Precipitación total mensual	<i>Precip</i>	0.09 mm	0.10 mm
Exceso de temperatura	<i>ETemp</i>	0.97°C	1.50°C
Índice de Marginación Municipal	<i>IMN</i>	0.85	0.06
Grado de marginación	<i>gm</i>	2.7	1.3
Región climática	<i>region</i>	Na	Na
Estado	<i>estado</i>	Na	Na
Población	<i>poblacion</i>	45,739	132,802

Fuentes: Elaboración propia con información de: Lista de municipios del INEGI 2022, Egresos hospitalarios de la Dirección General de Información de Salud, Actas de defunción del INEGI, Sistema de Información Municipal del INEGI para los datos de población, CONEVAL datos de marginación, SEMARNAT datos de las regiones climáticas, ERA-Interim del European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) para datos de temperatura y precipitación.

Para medir el efecto de las condiciones extremas de temperatura en los niveles de violencia se utilizan una serie de modelos econométricos que se adecuen tanto a la naturaleza de la relación como a la estructura de los datos. El objetivo de implementar estos modelos es capturar en los estimadores el efecto causal y con ellos realizar deducciones con el fin de probar nuestra hipótesis planteada al inicio.

# Capítulo 4

## Metodología

Esta sección contiene una descripción de los diferentes modelos que se implementaron para realizar el cálculo de los estimadores. Los estimadores muestran el efecto causal de un aumento en la temperatura en la incidencia de casos de violencia intrafamiliar en los municipios del país.

Primeramente, se estimó la relación lineal entre los casos de violencia y la temperatura a nivel municipal mediante un modelo de regresión lineal para datos panel con efectos fijos y aleatorios a nivel municipio. Posteriormente, fue implementado un modelo para conocer la probabilidad de ocurrencia de un caso de violencia intrafamiliar dada una alza en las temperaturas promedio de cada municipio. En la siguiente sección se muestran los detalles de la implementación y los resultados de los modelos.

### 4.1 Modelo de efectos fijos

La siguiente especificación corresponde a la representación matemática de nuestro problema económico, la relación entre la violencia y la temperatura a nivel municipal con observaciones mensuales:

$$viol_{it} = \beta_1 temp_{it} + \epsilon_{it}, \quad (4.1)$$

ahora bien, el modelo que se usó para generar las estimaciones correspondiente a un modelo de datos panel con efectos municipales es el que se muestra a continuación:

$$viol_{it} = a_i + \beta_1 temp_{it} + \beta_2 precip_{it} + \beta_3 Etemp_{it} + u_{it} \quad (4.2)$$

donde  $viol_{it}$  son los casos de violencia en el municipio  $i$  en el mes  $t$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  son los estimadores que mostrarán el efecto que nos interesa.  $temp_{it}$  es la variable de temperatura promedio para el municipio  $i$  en el mes  $t$ ,  $precip_{it}$ , es el nivel de precipitaciones en el municipio  $i$  y el mes  $t$ ,  $Etemp_{it}$  es el exceso de temperatura en el municipio  $i$  en el mes  $t$  respecto de su promedio mensual histórico,  $u_{it}$  es el correspondiente error idiosincrásico o heterogeneidad no observada que no varía en el tiempo, y  $a_i$  son las características que varían entre municipios y que no varían en el tiempo. Por ejemplo, por la densidad de población, la distribución de la riqueza y la composición poblacional.

Se utilizó el supuesto bajo el que la fuente de problemas por sesgos atribuidos a variables omitidas provienen únicamente de efectos municipales que no varían en el tiempo, en este sentido, en la ecuación 4.2 el término  $a_i$  contiene a los efectos municipales de variables que no son observables. En este sentido, la ganancia principal del modelo es que elimina los posibles sesgos o inconsistencia generadas por la presencia de los efectos municipales, ya sea si estos efectos provienen de efectos fijos o aleatorios.

El modelo de efectos fijos para datos panel consiste en generar una transformación a la ecuación que determina la especificación en la ecuación 4.2. La transformación implica eliminar la característica que no varía en el tiempo y que al final arrojan un estimador de MCO que es insesgado.

Además de la especificación 4.2, se estimó la siguiente ecuación:

$$viol_{it} = a_i + \beta_1 temp_{it} + \beta_2 precip_{it} + \beta_3 Etemp_{it} + \sum_{j=1}^l \delta_j x_{itj} + u_{it}, \quad (4.3)$$

donde el término  $\sum_{j=1}^l \delta_j x_{itj}$  contiene la suma de los  $l$  controles que fueron usados en nues-

tras estimaciones, los controles son: población total en el municipio, región climática, estado, índice de marginación municipal y grado de marginación.

## 4.2 Modelo de efectos aleatorios

La especificación del problema es la misma que en el caso del modelo de efectos fijos, tanto para el modelo sin controles 4.2 como para el modelo con controles 4.3. No obstante, al momento de realizar la estimación se le hace una transformación para quitar los efectos inobservables que se deben a causas aleatorias entre los municipios.

Ahora bien, debido a esta transformación, una estimación con MCO dará como resultado estimadores inconsistentes. Este problema es solucionado al estimar los parámetros de interés usando el método de Mínimos Cuadrados Generalizados(MCG). Ahora, los estimadores obtenidos son consistentes (sesgados) y se distribuyen asintóticamente normal a medida que se tienen más observaciones y relativamente pocos periodos.

## 4.3 Modelo probabilístico de Poisson

Para el caso del modelo probabilístico se usará el modelo de Poisson. Debido a que la variable que incluye a los casos de violencia intrafamiliar es una variable de conteo y de baja frecuencia de ocurrencia. La especificación del modelo para este caso es la siguiente:

$$\log [E [viol_{it}|temp_{it}, precip_{it}]] = a_i + \beta_1 temp_{it} + \beta_2 precip_{it} + u_{it}. \quad (4.4)$$

El modelo tiene por objetivo estimar los cambios porcentuales en la variable dependiente dado un cambio en una unidad de las variables independientes. Específicamente, la ecuación que define a una interpretación aproximada de los coeficientes es la siguiente:

$$\% \Delta E(viol|temp, precip) \approx (100\beta_j) \Delta x_j \quad (4.5)$$

donde el lado izquierdo de la ecuación representa al cambio porcentual de la variable dependiente *viol* y el lado derecho es cien veces el producto entre el coeficiente  $\beta_j$  y la variable  $x_j$  correspondientes, en este caso, pueden ser *temp* y *precip*, cabe destacar que la interpretación individual de cada coeficiente requiere que se dejen todas las demás variables constantes. Si se quiere ser más preciso es necesario recurrir a la siguiente interpretación: un cambio en el nivel de las variables explicativas genera un cambio igual a  $(100 * (e^\beta - 1)) \%$  en la variable explicada.

# Capítulo 5

## Resultados

En línea con la revisión de literatura, los resultados de las estimaciones de esta investigación muestran un efecto positivo entre la violencia y la temperatura. Es decir, para un alto número de municipios que presentan casos de violencia la temperatura es considerablemente más alta, que la del promedio nacional. A continuación son expuestos los resultados de los modelos aplicados, así como la evidencia estadística sobre la existencia de una correlación real y positiva en la ocurrencia de casos de violencia debido al aumento de temperatura.

### 5.1 Estimaciones de los modelos econométricos

Inicialmente, para averiguar si existe una relación causal (lineal) entre las variables de interés, se estimó un modelo lineal usando el método de MCO. En la Tabla 5.1 se muestran los resultados de cuatro estimaciones. La columna número uno muestra el resultado para la estimación entre la temperatura y el número de casos de violencia intrafamiliar sin ninguna otra variable, el caso corresponde a la ecuación 4.1 omitiendo la variación temporal. En la segunda columna, se muestra la estimación para los casos de violencia intrafamiliar explicados por un conjunto más amplio de variables independientes, también con MCO.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Las variables independientes de la segunda regresión incluyen a la precipitación, el exceso de temperatura, el índice municipal de marginación, el grado de marginación y la región climática.

Las estimaciones de las columnas tres y cuatro corresponden a modelos lineales en los cuales la variable dependiente no es la variable que agrega a los casos de violencia compuesta por defunciones y egresos hospitalarios. Por un lado, para la columna tres se usó a la variable de defunciones que tienen como causa a la violencia intrafamiliar como variable dependiente, mientras que en la columna cuatro se usaron los datos de egresos hospitalarios. Un resultado notable que se observa del valor numérico de los coeficientes resultantes es que el valor del coeficiente  $\beta$ , de la estimación correspondiente a la columna dos, es aproximadamente la suma de los coeficientes de las columnas tres y cuatro, lo que se destaca de esta relación es que la variable dependiente de la estimación en la columna dos es exactamente la suma de las variables dependientes de las columnas tres y cuatro.

Lo destacable de la Tabla 5.1 es que, en primer lugar, muestra que al estimar el modelo lineal mediante MCO el coeficiente resultante es pequeño,  $7.4 \times 10^{-5}$ , y estadísticamente no significativo. Esta estimación implica que a un cambio de un grado en la temperatura ambiental le corresponde un aumento cercano a cero de casos de violencia intrafamiliar. Sin embargo, al ser estadísticamente no significativo, la estimación indica que no es posible concluir que existe correlación entre las variables y, en la misma magnitud, no es posible concluir que no existe correlación.

En una segunda estimación, la cual consistió en agregar a la ecuación 4.1 más variables explicativas, el coeficiente de la variable de interés cambió de magnitud notoriamente a 0.00162, además, ahora es estadísticamente significativo incluso con una confianza del 99%. Con base en los resultados, es posible afirmar que existe una correlación entre la temperatura y la violencia intrafamiliar. Además, la relación entre estas variables es de signo positivo. De este valor podemos interpretar que a un aumento de un grado en la temperatura ambiental, habrá un aumento significativo de los casos de violencia intrafamiliar, específicamente de 0.00162. De las estimaciones de la columna tres y cuatro, se observa que en ambas el coeficiente es positivo y estadísticamente significativo, lo único que las diferencia es la magnitud. Esta diferencia podría explicarse por que la frecuencia con la que se registran casos de defunciones con causa de



violencia doméstica es menor que la frecuencia de registro de egresos hospitalarios.

Tabla 5.1: Resultados de la regresión de un modelo lineal, se muestran 4 modelos: en las primeras dos columnas la variable dependiente es la suma de egresos hospitalarios y defunciones, (1) con la variable de temperatura promedio mensual y (2) otro con todas las variables; (3) defunciones como variable dependiente y (4) egresos hospitalarios como variable dependiente .

Variable	Variable dependiente: casos de violencia intrafamiliar		Defunciones	Egresos hospitalarios
	MCO (1)	MCO (2)	MCO (3)	MCO (4)
Temperatura	0.000074 (0.00013)	0.00162*** (0.00014)	0.00001** (0.000046)	0.0015*** (0.0001)
Precipitación	-	-0.0025 (0.00037)	-0.0035* (0.0017)	0.0019 (0.0048)
Exceso de temperatura	-	-0.00296*** (0.00037)	-0.0006*** (0.0001)	-0.0019*** (0.0003)
IMM	-	0.205*** (0.0207)	-0.058*** (0.0069)	-0.105*** (0.019)
GM	-	-0.0077*** (0.001)	-0.0016*** (0.0003)	-0.0072*** (0.00091)
Región climática	-	-0.0085*** (0.0009)	-0.0018*** (0.00031)	-0.0038*** (.0008)

Fuente: elaboración propia con resultados de las estimaciones del software *Stata*.

Nota: Todos los datos de todas las variables son a nivel municipio. El número entre paréntesis es el valor del error estándar y los asteriscos representan el grado de significancia estadística de nuestra variable individual, \*\*\* significativo con una confianza del 99%, \*\* significativo con una confianza del 95% y \* significativo con una confianza del 90%.

En segundo lugar, la segunda estimación muestra que el coeficiente de la variable de *Exceso de temperatura*, es de signo negativo. Como ha sido mencionado anteriormente, la variable *Exceso de temperatura* es un proxy de las condiciones de temperaturas extremas. Una explicación posible del signo de este coeficiente es que un aumento de temperatura fuera de lo común puede generar otro tipo de reacciones en los seres humanos, por ejemplo, puede provocar cansancio y deshidratación.

Otra explicación podría estar en línea con los descubrimientos de Baron y Bell en 1976, ellos encontraron que el efecto de la temperatura sobre la conducta humana no es lineal. Pues explican que en un límite de temperatura el aumento de esta no genera reacciones más agresivas de la persona que recibía los estímulos eléctricos. Asimismo, una de las explicaciones que proponen es que la respuesta fisiológica a temperaturas elevadas genere una reacción en otro sentido, como la deshidratación.

Debido a la naturaleza de nuestros datos, resulta difícil confiar en que un modelo que no incluya variaciones temporales sea suficiente para estudiar la relación entre calor y violencia intrafamiliar, es por esta razón que estimamos modelos de datos panel para efectos fijos y efectos aleatorios. Además, debido a que la variable dependiente es una variable de recuento, es decir, es una variable categórica, con muy pocos valores positivos, enteros y como los datos se concentran en valores cercanos a cero, fue aplicado el modelo probabilístico de Poisson.

## **5.2 Modelos de datos panel: efectos fijos y efectos aleatorios a nivel municipal**

Para justificar este modelo, y el posterior modelo de Poisson, se hizo la prueba de los multiplicadores de Lagrange de Breusch y Pagan, que consiste en evaluar la existencia de efectos temporales en los modelos lineales estimados con MCO y uno de datos panel con efectos aleatorios a nivel municipal. En términos estadísticos, la prueba sostiene la hipótesis nula de que no existen tales efectos. En el caso en que la hipótesis nula no es rechazada, esto se cumple cuando se arroja una probabilidad entre  $0.05 - 1$ , el modelo lineal estimado mediante MCO es suficiente para estudiar el fenómeno en cuestión.<sup>3</sup> La prueba arrojó un valor de 0.0, con el cual es posible concluir que la hipótesis nula se rechaza. Por lo tanto, el modelo MCO no es suficiente para predecir la relación entre la variable de interés y la variable explicativa.

En la Tabla 5.2 se muestra el resultado de las estimaciones de los parámetros. En primer

---

<sup>3</sup> La prueba estadística se realizó con el software Stata y se concluyó, con base en los resultados numéricos, que la  $H_0$  se rechaza, por lo cual es necesario un modelo de datos panel

lugar, usando un modelo de datos panel para efectos fijos (columna 1). En segundo lugar, un modelo para efectos aleatorios sin controles (columna 2) y, por último, un modelo para efectos aleatorios incluyendo los controles (columna 3).

Es posible observar que para el modelo de efectos fijos el coeficiente es de 0.000108, de este valor se interpreta que ante un incremento en un grado de la temperatura habrá un incremento de 0.000108 casos de violencia intrafamiliar en el municipio. Esto parece muy poco intuitivo, sin embargo, solo en el 7% de los municipios hay registros de al menos un caso de violencia.

Para el modelo de efectos aleatorios el coeficiente reportado es de 0.00104, la interpretación de este valor indica que ante un aumento de un grado en la temperatura habrá un incremento de 0.00104 casos de violencia intrafamiliar. La ventaja de usar un modelo de datos panel es que permite analizar a los municipios a través del tiempo y así obtener una visión completa sobre la dinámica del cambio de la variable de interés. Aunado a esto, este modelo elimina el sesgo de agregación que implicaría trabajar con datos agrupados.

Al respecto de los resultados, es posible ver que, a pesar de que los valores de los coeficientes son pequeños, en los tres casos los coeficientes son estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 99%. Esto permite concluir que la temperatura en todas las estimaciones es una variable determinante en los casos de violencia intrafamiliar a nivel municipal.

En cuanto a las variables que acompañan a la variable de temperatura en la especificación, se observan resultados poco concluyentes para la precipitación. Esto porque en el primer modelo el coeficiente asociado a la precipitación no es estadísticamente significativo. Mientras que para los otros dos modelos, la significancia estadística únicamente alcanza el 90% de confianza. Por otra parte, al igual que en los modelos estimados con MCO, el exceso de temperatura es una variable que se correlaciona negativamente con los casos de violencia, algo que se destaca es que en todas las estimaciones el valor de esta variable tiene la misma magnitud,  $\approx 0.021$ .

Algo que podemos destacar en la Tabla 5.2 es la diferencia en las estimaciones que resulta de incluir una serie de controles con variables a nivel municipal en la especificación del modelo.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Los controles que se usaron fueron: población municipal, grado de marginación, índice de marginación municipal, región climática y estado.

Tabla 5.2: Resultados de la regresión de un modelo de efectos fijos y uno de efectos aleatorios.

Variable dependiente: casos de violencia intrafamiliar			
Variable independiente	Efectos fijos (1)	Efectos aleatorios (2)	Efectos aleatorios (controles)
Temperatura	0.00108*** (0.0002)	0.00104*** (0.00017)	0.0011*** (0.00017)
Precipitación	-0.0078 (0.0048)	-0.0084* (0.0048)	-0.0077* (0.0048)
Exceso de temperatura	-0.0021*** (0.00034)	-0.00207*** (0.00034)	-0.0021*** (0.00034)
Observaciones	265,248	265,248	265,248
Número de municipios	2,456	2,456	2,456
Observaciones por municipios	108	108	108
Within $R^2$	0.001	0.001	0.002

Fuente: Elaboración propia con resultados de las estimaciones del software *Stata*.

Nota: Para la justificación del uso de un modelo con variaciones temporales se hizo una prueba de multiplicadores de Lagrange, llamada prueba de Breusch y Pagan, la hipótesis nula de la prueba es la no existencia de variaciones temporales, el resultado arrojó una prueba de chi cuadrada de  $1.2 \times 10^6$  con una  $Prob > \chi^2 = 0.00000$ , por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Todos los datos de todas las variables son a nivel municipio. Se incluyen controles por población total en el municipio, región climática, estado, índice de marginación municipal y grado de marginación. El número entre paréntesis es el valor del error estándar y los asteriscos representan el grado de significancia estadística de nuestra variable individual, \*\*\* significativo con una confianza del 99%, \*\* significativo con una confianza del 95% y \* significativo con una confianza del 90%.

Los controles permiten obtener un estimador considerablemente más grande al obtenido en el modelo sin controles.

Por otro lado, los resultados de la estimación de los modelos indican que solamente se replicó correctamente un bajo porcentaje de los datos empíricos. Esto se puede ver con el valor de la  $withinR^2$ , la cual es únicamente de 0.001 para los dos modelos que no tienen controles y de 0.002 para el modelo con los controles.

### 5.3 Modelo de Poisson

Las estimaciones usando el modelo de Poisson se muestran en la Tabla 5.3. Cada una de las columnas de la tabla representa a una variación del modelo. En la primera columna solo fue incluida la variable independiente de temperatura, el coeficiente resultante es 0.0131 y es estadísticamente significativo. Como se menciona en la sección anterior, el coeficiente se interpretó de dos formas: en primer lugar, el efecto del cambio en una unidad de la temperatura incrementa el valor esperado del número de casos de violencia intrafamiliar exactamente en  $100 * (e^{0.0131} - 1) = 1.32$  por ciento.

En segundo lugar, la interpretación que proponemos mediante una aproximación para valores pequeños del coeficiente indica que el aumento en una unidad de la variable explicativa genera un aumento porcentual de  $100\beta\Delta Temp = 1.31$  del valor esperado. En conclusión, se observa que existe una variación muy pequeña de una interpretación a otra, esto se debe a que la aproximación tiene sentido, como en este caso, para valores pequeños de  $\beta$ . Para el segundo modelo fue incluida únicamente la precipitación. El cambio en los resultados fue en la magnitud del coeficiente que pasó a ser 0.0134. Esto hace referencia a que las variables agregadas en cada estimación influían incrementando el efecto de la temperatura sobre la probabilidad de ocurrencia de un caso de violencia intrafamiliar.

En el siguiente modelo (columna 3) se incluyeron los indicadores de marginación por municipio y se obtuvo un coeficiente con mayor magnitud 0.017 y estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 99%. Por otro lado, el modelo de la columna 4 incluye controles geográficos por región climática y por estado. Por último, el modelo de la columna cinco, incluye todos los controles del modelo de la columna cuatro y un control por población. El resultado de esto es que el coeficiente ahora tiene un valor de 0.03 con una significancia estadística del 99%. Es decir, que el valor esperado de número de casos de violencia doméstica aumenta en 0.3% si hay un aumento de 1°C de temperatura respecto de la temperatura promedio.

Por último, debido a que en los modelos de conteo es común enfrentar problemas de sobre-dispersión de los datos –esto es que la varianza de los datos de conteo sea mayor que la media.

Tabla 5.3: Resultados de la regresión de un modelo de Poisson para diferentes especificaciones.

Casos de violencia intrafamiliar	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Coefficiente asociado a la variable de temperatura	0.0131*** (0.0032)	0.0134*** (0.0033)	0.017*** (0.0033)	0.03*** (0.0018)	0.016*** (0.003)
Precipitación	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Indicadores de marginación	No	No	Sí	Sí	Sí
Controles por región	No	No	No	Sí	Sí
Control por población	No	No	No	No	Sí
Número de municipios	2,456	2,456	2,456	2,456	2,456
Observaciones por municipios	108	108	108	108	108
Hausman test	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: elaboración propia con resultados de las estimaciones realizadas con el software *Stata*.

Los modelos estimados para generar los resultados de esta tabla son producto de la especificación de la ecuación 4.4, (1) en primer lugar solo se toma a la variable *Temp\_nivel*, (2) una variable extra, (3) incorporación de variables de marginación económica, (4) añadimos a las anteriores variables unas que contengan información geográfica, (5) por último fue añadida a los controles la variable de población.

Nota: Todos los datos de todas las variables son a nivel municipio. El número entre paréntesis es el valor del error estándar y los asteriscos representan el grado de significancia estadística de nuestra variable individual, \*\*\* significativo con una confianza del 99%, \*\* significativo con una confianza del 95% y \* significativo con una confianza del 90%.

Se probó un modelo binomial negativo, ver Tabla A.1. Sin embargo, al comparar los resultados, los coeficientes son exactamente los mismos en 3 de los 4 casos. En el caso en el que se diferencian los coeficientes es cuando se introduce un control poblacional. Por lo tanto, es posible concluir que nuestra relación estimada con el modelo de Poisson es robusta.

# Capítulo 6

## Conclusiones

Esta tesina analizó el efecto del calor sobre la violencia doméstica. Los datos usados fueron de dos tipos: actas de defunción con causa de violencia intrafamiliar recopilados por el INEGI y egresos hospitalarios extraídos de la Dirección General de Información de Salud. Para estimar el efecto causal se utilizó un modelo Poisson.

Los resultados del presente estudio sugieren que hay un efecto positivo entre los casos de violencia y el aumento de la temperatura ambiental. Específicamente, a un aumento de un grado de temperatura en un municipio dado corresponde un aumento del 3% en el valor esperado del número de casos de violencia familiar<sup>5</sup> aumenta 3%.

La violencia intrafamiliar es un problema que debe ser atendido de forma prioritaria por las autoridades correspondientes. En este sentido, el hallazgo de este trabajo de investigación resalta la importancia de diseñar políticas de seguridad y salud pública que puedan prestar la atención necesaria en las temporadas más calurosas del año, para aminorar los efectos de la temperatura sobre la vida de las personas. Asimismo, los resultados expuestos remarcan la relevancia de priorizar y diseñar políticas más eficientes para aminorar el impacto y los efectos de la actividad humana sobre el calentamiento global.

Para futuras investigaciones sería conveniente tratar en el modelo los posibles sesgos por variables omitidas que correspondan a efectos municipales, que tengan variación temporal y/o

---

<sup>5</sup> De cualquiera de los casos de violencia intrafamiliar: muerte o lesión

entre individuos. Aunado a esto, sería útil complementar la base de datos de este estudio con información de otras fuentes y de otros grados de afectación causados por la violencia intrafamiliar. Ya que la base de datos usada se compone únicamente de los casos más extremos de violencia doméstica debido a la dificultad de acceso a los datos de casos sin evidencia física de violencia intrafamiliar.



# Apéndice A

## Apéndice

Tabla A.1: Resultados de la estimación del modelo Binomial Negativo, para diferentes variables usadas como control.

Casos de violencia intrafamiliar	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Diferencia en el Valor del coeficiente	0.01313 6.7%	0.01361 3.6%	0.01693 6.2%	0.3159 2.5%	0.01592 67.8%
Precipitación	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Indicadores de marginación	No	No	Sí	Sí	Sí
Controles por región	No	No	No	Sí	Sí
Control por población	No	No	No	No	Sí
Número de municipios	2,456	2,456	2,456	2,456	2,456
Observaciones por municipios	108	108	108	108	108

Fuente: elaboración propia con resultados de las estimaciones del software *Stata*.

Los modelos estimados para generar los resultados de esta tabla son producto de la especificación de la ecuación 4.4, (1) en primer lugar solo se toma a la variable *Temp\_nivel*, (2) una variable extra, (3) incorporación de variables de marginación económica, (4) añadimos a las anteriores variables unas que contengan información geográfica, (5) por último fue añadida a los controles la variable de población.

Nota: Todos los datos de todas las variables son a nivel municipio. El número en la línea de abajo es la variación porcentual respecto del coeficiente de los correspondientes modelos de Poisson

# Referencias

- Anderson, C. A. (2001) Heat and violence. *Current Directions in Psychological Science*. 10(1), 33-38. doi:10.1111/1467-8721.00109doi:10.1111/1467-8721.00109.
- Annan-Phan, S. y Bocar A. B. (2020) Hot Temperatures, Aggression, and Death at the Hands of the Police: Evidence from the U.S. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3356045>.
- Barnett, A.G. Hajat, S. Gasparri, A. Rocklöv, J. (2012) Cold and heat waves in the United States. *Environmental Research*. 112, 218-24. doi:10.1016/j.envres.2011.12.010.
- 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 and Organization*. 168, 434-452. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2019.10.021>.
- Bell, P. y Baron, R. (1976) Aggression and Heat: The Mediating Role of Negative Affect. *Journal of Applied Social Psychology*. 6(1), 18-30. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1976.tb01308.x>Aggression and Heat
- Burgess, R. Deschenes, O. Donaldson, D. & Greenstone, M. (2017). Weather, Climate Change and Death in India. Afiliación de LSE y IGC, UCSB y NBER, Standford y NBER, Chicago y NBER.
- Burke, M., Hsiang, S. & Miguel, E. (2015) Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature* 527, 235–239. <https://doi.org/10.1038/nature15725>.

- Carleton, T. y Hsiang, S. (2016) Social and economic impacts of climate. *Science* 353(6304).  
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aad9837>.
- Cohen, F. y Dechezleprêtre, A. (2022) Mortality, Temperature, and Public Health Provision: Evidence from Mexico. *American Economic Journal: Economic Policy*. 14(2): 161-92.
- Deschênes, O. Moretti, E. (2009) Extreme Weather Events, Mortality, and Migration. *The Review of Economics and Statistics*. 91(4), 659–681. url: RL:<https://www.jstor.org/stable/25651369>.
- Fankhauser, S. (1995), Valuing Climate Change: The Economics of the Greenhouse, London: Routledge. ISBN 9781853832376.
- Gaxiola-Robles, R. Celis, A. Labrada-Martagón, V. Díaz-Castro, S. & Zenteno-Savín, T. (2013). Incremento de la temperatura ambiental y su posible asociación al suicidio en Baja California Sur (BCS) 1985-2008. *Salud mental*. 36(5), 421-427. Recuperado el 13 de septiembre de 2022, de <https://www.scielo.org.mx/pdf/sm/v36n5/v36n5a11.pdf>.
- Horowitz, J. (2009). The Income-Temperature Relationship in a Cross-Section of Countries and its Implications for Predicting the Effects of Global Warming. *Environmental and Resource Economics*. 44, 475-493. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.260990>.
- Houghton, J., Y. Ding, D. Griggs, M. Noguer, P. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, & C. Johnson (eds) (2001), Climate Change 2001: The Scientific Basis. *Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hurd, B., M. Callaway, J. Smith, and P. Kirshen (1999) Economic effects of climate change on US water resources, in R. Mendelsohn and J. Neumann (eds), *The Economic Impact of Climate Change on the United States Economy* Cambridge: Cambridge University Press.

Instituto Mexicano de la Juventud. "Violencia contra hombres una violencia más silenciosa."

Artículos. Modificado por última vez el 15 de diciembre de 2017, consultado el 16 de mayo de 2022, Violencia contra hombres, una violencia más silenciosa.

Jacob, B. Lefgren, L. & Moretti, E. (2007). The Dynamics of Criminal Behavior: Evidence from Weather Shocks. *The Journal of Human Resources*. 42(3), 489-527.

McMichael, A.J. y Lindgren, E. (2011) Climate change: present and future risks to health, and necessary responses. *Journal of Internal Medicine*. 270(5), 401-413. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2011.02415.x>

Mendelsohn, R., Dinar, A., & Williams, L. (2006) The distributional impact of climate change on rich and poor countries. *Environment and Development Economics*. 11(2), 159-178. doi:10.1017/S1355770X05002755.

Mukherjee, A. y Sanders, N. The Causal Effect of Heat on Violence: Social Implications of Unmitigated Heat Among Incarcerated. *National Bureau of Economic Research*. 28987, 1-42. <https://ssrn.com/abstract=3880220>

Nordhaus, W. (1991) To slow or not to slow: the economics of the greenhouse effect. *The Economic Journal*. 101(407), 920–937. <https://doi.org/10.2307/2233864>

ONEILL, M. Hajat, S. Zanobetti, A. Ramirez-Aguilar, M. Schwartz, J. (2005) Impact of control for air pollution and respiratory epidemics on the estimated associations of temperature and daily mortality. *International Journal of Biometeorology*. 50, 121–129.

ONU. "Datos sobre la acción climática." Ciencia. Acción por el clima, consultado el 22 de mayo de 2022, Datos sobre la acción climática.

Pearce, D., W. Cline, A. Achanta, S. Fankhauser, R. Pachauri, R. Tol, & P. Vellinga. (1996) The social cost of climate change: greenhouse damage and the benefits of control in J. Bruce, H. Lee, and E. Haites (eds). *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 179–224.

Preti, A. Lentini, G. Maugeri, M. (2007) Global warming possibly linked to an enhanced risk of suicide: Data from Italy, 1974-2003. *Journal of Affective Disorders*. 102(1-3),19-25. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2006.12.003>.

Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. "Estadística Nacional del Número de atención de llamadas 911." Documentos, 2017-2021. Consultado el 25 de mayo de 2022. Estadística Nacional del Número de Atención de llamadas de emergencia 911.

Tol, R. S. (1995) The damage costs of climate change: towards more comprehensive estimates. *Environmental and Resource Economics* 5, 353– 374. <https://doi.org/10.1007/BF00691574>.

Verner, Dorte. (2010) Reducing Poverty, Protecting Livelihoods, and Building Assets in a Changing Climate : Social Implications of Climate Change for Latin America and the Caribbean. Directions in Development ; environment and sustainable development. World Bank. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2473>

## A.1 Bases de datos

CONAPO. (octubre 2021). *Índices de marginación municipal 2020*. Disponible en <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>.

Dirección General de Información de Salud. (septiembre 2022). *Egresos hospitalarios Datos abiertos*. Disponible en [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da\\_egresoshosp\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da_egresoshosp_gobmx.html)

ERA-Interim del European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF). (1975-1995, 2010-2018). *Datos de temperatura de México*. Disponible en <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-interim>.

INEGI. (1990-2020). Sistema de Información Municipal. Datos a nivel municipal. Disponible en <http://www.snim.rami.gob.mx/>.

INEGI. (agosto 2022). *Mortalidad*. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/programas/mortalidad/#Microdatos>.

Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.(julio 2022). *Estadística Nacional del Número de atención de llamadas 911*. Disponible en <https://www.gob.mx/911/documentos/estadistica-nacional-del-numero-de-atencion-de-llamadas-de-emergencia-9-1-1-111029?state=published>.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.(agosto 2015). *Regiones Climáticas*. Disponible en <http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/meta/atmosfera/Climas.html>.