



EL COLEGIO DE MÉXICO

CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS,
URBANOS Y AMBIENTALES

INUNDACIONES Y SALUD:
ANÁLISIS MUNICIPAL DE LA OCURRENCIA DE TIFOIDEA Y
PARATIFOIDEA EN MÉXICO

Tesis presentada por

GABRIELA FERNANDA GUZMÁN BRINGAS

Para optar por el grado de

MAESTRA EN DEMOGRAFÍA

Directoras de tesis

LANDY LIZBETH SANCHEZ PEÑA
MARÍA DEL ROSARIO CÁRDENAS ELIZALDE

MÉXICO, D.F.

SEPTIEMBRE 2014

Agradecimientos

Toda la gratitud a la gente que de alguna manera estuvo involucrada en la elaboración del presente trabajo de investigación, me resulta imposible mencionar a cada uno, ya que desde la inspiración, el marco teórico, la metodología y las bases de datos dependen de una larga lista de personas que han contribuido, posiblemente sin saberlo, a la elaboración de este trabajo.

Además, gracias a todos los mexicanos que contribuyen con impuestos al Estado, que a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) me han permitido continuar con mis estudios a un nivel de escolaridad al que pocos acceden; y que deseo de corazón retribuir con este trabajo un poco de lo otorgado.

En lo particular, les agradezco infinitamente a mis directoras de tesis, Landy Sánchez y Rosario Cárdenas por todo el apoyo, la enseñanza, la guía, la paciencia, las ideas, las palabras de aliento, las correcciones y los comentarios a lo largo de estos meses de trabajo. Al lector Carlos Echarri por sus observaciones y sugerencias en beneficio de una mejor calidad en el trabajo de investigación.

Muchas gracias a todos mis compañeros y amigos que siempre me ofrecieron ayuda, documentos, ideas, correcciones y consejos, en especial a Nancy Escalante y Verónica López. Por las enseñanzas transmitidas a Estelí Loredo y Mauricio Rodríguez.

Gratitud a mis padres, quienes sin exigencias a lo largo de la vida, me han enseñado a creer que las cosas siempre pueden mejorar. A mi hermana por ayudarme a templar el carácter. A mi pareja por darme ideas y aliento. A todos ellos por el enorme apoyo y amor que me permitió llevar a cabo este objetivo, gracias.

Resumen

Los escenarios de cambio climático sugieren que éste ocurre de manera global alterando los ecosistemas, aumentando así la ocurrencia y severidad de los fenómenos naturales, en distintas regiones geográficas del país. A nivel global y en México, los fenómenos hidrometeorológicos son los que han cambiado su comportamiento de manera más acelerada, teniendo cada vez mayor presencia e intensidad las inundaciones y sequías en buena parte del territorio nacional. Sin embargo, estos sólo devienen en desastres cuando se combinan con condiciones sociales, producto de la acción humana.

Las inundaciones además de tener efectos negativos en la población de manera inmediata, alteran el medio ambiente físico y socioeconómico que rodea a las poblaciones, propiciando en algunos casos el espacio adecuado para el desarrollo de patologías con altas probabilidades de convertirse en epidemias.

Con el objetivo de analizar el efecto de las inundaciones en la salud, se realiza una revisión de literatura nacional e internacional sobre los efectos posteriores a la ocurrencia de inundaciones, cómo es que los diferenciales están determinados por cuestiones geográficas y características socioeconómicas de la población; delineando la vulnerabilidad que se presenta en cada lugar. Con base en dicha revisión, se realizó un análisis empírico del impacto de las inundaciones sobre la incidencia de tifoidea y paratifoidea en México, en el periodo 2009-2011.

Por un lado se utilizó información de los reportes semanales de nuevos casos de enfermedades de notificación obligatoria provenientes del Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica (SUAVE) de la SSA. Por otro lado se obtuvo la información de la población expuesta al riesgo, a partir de los datos publicados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO). En cuanto a la ocurrencia de desastres la información se obtuvo del Inventario de Desastres (Desinventar), recabado por La RED.

Un primer análisis a nivel estatal, permite observar importantes diferencias en el territorio tanto en la tasa de incidencia de tifoidea como de paratifoidea y su evolución en el tiempo, de igual forma en términos de las áreas afectadas por inundaciones. El utilizar la unidad de análisis semanal ayudo a identificar un patrón de estacionalidad en las tasas de incidencia de los padecimientos y se observó la heterogeneidad de comportamientos por entidad federativa.

Al considerar estos hallazgos dentro del segundo análisis, se comprobó que la ocurrencia de inundaciones influye en el cambio de la tasa semanal de incidencia de ambos padecimientos a nivel municipal, controlando también por distintas características socioeconómicas. Para ello se empleó un modelo de curvas de crecimiento, el cual permitió observar el comportamiento de las enfermedades a través del tiempo y examinar los posibles determinantes de su trayectoria.

Se tomaron en cuenta al menos nueve variables independientes, como son el tiempo que refiere a las 156 semanas del periodo de observación, la estacionalidad que ayuda a controlar la mayor incidencia en ambos padecimientos en temporadas de calor, la ocurrencia de inundaciones durante la semana. Además se consideran el grado de escolaridad promedio, el contar con drenaje, servicio sanitario, agua entubada, afiliación a seguridad social, algún grado de hacinamiento y la adscripción del municipio como zona metropolitana. Los hallazgos sugieren que, más allá de las condiciones socioeconómicas de los municipios, las inundaciones incrementan la tasa de incidencia semanal de los padecimientos.

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. EL IMPACTO DE LAS INUNDACIONES EN LA SALUD.....	5
INTRODUCCIÓN	5
1.1. <i>Fenómeno natural, vulnerabilidad y desastres naturales</i>	6
1.1.1. Inundaciones.....	11
1.2. <i>Vulnerabilidad</i>	13
1.2.1. Vulnerabilidad de las poblaciones ante los desastres.....	14
1.2.2. Vulnerabilidad y su interacción con las inundaciones	16
1.3. <i>Epidemiología después de los desastres</i>	18
CONCLUSIONES	23
CAPÍTULO 2. TENDENCIA DE LA OCURRENCIA DE PADECIMIENTOS TRANSMISIBLES POR MEDIO DEL AGUA EN MÉXICO	24
INTRODUCCIÓN	24
2.1. <i>Metodología</i>	26
2.2. <i>Análisis descriptivo de las tasas de incidencia de las enfermedades transmitidas por medio del agua en México</i>	29
2.2.1. Evolución anual de los padecimientos vinculados con las inundaciones.....	29
2.2.2. Análisis semanal a nivel nacional para el trienio 2009-2011	32
2.2.3. Comportamiento de las tasas de incidencia semanales de tifoidea y paratifoidea por entidad federativa, 2009-2011.	33
2.3. <i>Inundaciones en México</i>	50
2.3.1. Inundaciones semanales durante 2009, 2010 y 2011	50
2.4. <i>Asociación entre las tendencias</i>	52
2.4.1. Correlación con la ocurrencia de inundaciones por año (número de eventos).....	52
2.4.2. Relación entre los padecimientos y las inundaciones tanto a nivel estatal como anual	53
2.4.3. Correlaciones a nivel estatal y semanal en México	60
CONCLUSIONES	63
CAPÍTULO 3. TRAYECTORIAS DE LA TIFOIDEA Y PARATIFOIDEA A NIVEL MUNICIPAL	64
INTRODUCCIÓN	64
3.1. <i>Consecuencias en la salud derivadas de la ocurrencia de desastres</i>	66
3.1.1. Inundaciones y enfermedades transmisibles	68
3.2. <i>Metodología</i>	70
3.3. <i>Discusión de resultados</i>	76
CONCLUSIONES	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

Introducción

El ser humano y el medio ambiente se encuentran estrechamente vinculados en una relación bidireccional. Ello significa que mientras la humanidad está sujeta a los diversos procesos naturales que suceden en el planeta, la actividad humana provoca cambios de distintas intensidades en el ecosistema.

Este documento aborda el análisis del primer aspecto antes enunciado, es decir, examina los efectos de los desastres naturales en la salud. Para ello emplea una aproximación que considera la evolución temporal y territorial de un tipo de desastre natural, las inundaciones, y la vincula con algunas características sociodemográficas de los municipios. El objetivo último es identificar si existe evidencia de un comportamiento diferencial de la ocurrencia de dos patologías, tifoidea y paratifoidea, en cuya transmisión participa el consumo de agua no potable. La selección de estos padecimientos obedece, además del mecanismo de propagación ya señalado, el hecho de que ambos se ubican entre los veinte padecimientos con mayor incidencia anual en el país.

Varios elementos hacen indispensable disponer de evidencias acerca del impacto sociodemográfico de los desastres naturales para la definición de acciones en materia de política pública. Si bien ello ha sido siempre deseable, no es sino hasta recientemente, a la luz de las discusiones derivadas del estudio del cambio climático, que se han abierto algunas líneas de investigación a este respecto. Las transformaciones climáticas observadas las últimas décadas han sido propuestas como responsables de la intensificación de la magnitud y frecuencia de fenómenos naturales como las inundaciones y sequías, entre otros. Estos fenómenos naturales se constituyen en desastres que generan tanto pérdidas humanas como afectaciones ambientales y económicas en el corto y largo plazo, contribuyendo a mantener o agravar rezagos sociales en las condiciones de vida de las poblaciones que los padecen.

México se ubica geográficamente expuesto a diversos fenómenos naturales como son huracanes, tormentas, tifones, inundaciones, sequías, temblores, entre otros. Aunado a lo anterior, se ha observado que éstos ocurren cada vez con mayor intensidad y frecuencia. Ello es particularmente el caso de los fenómenos climatológicos cuya ocurrencia se asocia al debate del cambio global. Desde el punto de vista demográfico, la población nacional continua mostrando

una tasa de crecimiento positiva, con grandes brechas de desigualdades sociales y de segregación espacial. Esto significa que cada vez más asentamientos humanos se encuentran situados en zonas de alto riesgo, ampliando así la vulnerabilidad de ciertos sectores de la población frente a fenómenos naturales que devienen en desastres.

Las inundaciones son fenómenos que se presentan cada vez con más frecuencia tanto a nivel mundial como nacional. Dada la naturaleza de las inundaciones sus efectos primarios se expresan tanto en pérdida de vidas como en el deterioro o destrucción de la infraestructura. Sin embargo, también provocan efectos secundarios los cuales se manifiestan durante el periodo de recuperación. De entre éstos últimos destaca el surgimiento o aumento en los niveles de algunas enfermedades, mismo que puede presentarse hasta varias semanas después de sucedido el evento.

En México, una gran parte de la investigación sobre los impactos de los eventos climáticos se ha concentrado en sus efectos inmediatos, pero poca atención han recibido las afectaciones subsecuentes pese a que diversos estudios han mostrado que los desastres tienen efectos con temporalidades distintas (Zúñiga *et al.*, 2011; Salas y Jiménez, 2014; Rodríguez-Oreggia *et al.*, 2013; Ramírez-Zepeda *et al.*, 2009).

Este trabajo de investigación se enfoca precisamente en analizar, a nivel municipal y para el periodo 2009-2011, este segundo tipo de impactos. Los objetivos que se propone son, identificar, por un lado, si existe una asociación entre la ocurrencia de inundaciones y cambios en la morbilidad de dos patologías transmisibles de alta incidencia en México: tifoidea y paratifoidea y, por otro si un es posible observar un comportamiento diferenciado de la trayectoria que siguen estas patologías durante la ocurrencia de inundaciones en función de características sociodemográficas específicas. Los resultados derivados de este trabajo servirán para aportar conocimientos sobre los efectos de un tipo de evento climático, las inundaciones, en la salud pública, concretamente con relación a la ocurrencia o incremento de los niveles de tifoidea y paratifoidea.

El análisis detallado de la evolución de la morbilidad resulta necesario para entender cómo varían los efectos entre los diferentes municipios debido a características socioeconómicas y demográficas. Ello puede contribuir a conocer mejor las necesidades y prioridades para la

prevención o reducción de los impactos en la población, contribuyendo con ello tanto a la información en torno a adaptación como a adecuación y resiliencia.

El periodo de estudio abarca 2009-2011, examinándose las tasas de incidencia registradas para tifoidea y paratifoidea a nivel municipal en México durante dichos años. Este trienio, coincide por un lado, con un periodo de intensificación de las inundaciones producto de distintos eventos climáticos (huracanes, ciclones, lluvias torrenciales, entre otros) lo cual pudo incidir sobre la evolución de la morbilidad de las dos enfermedades transmitidas por agua que aquí se revisan.

La tendencia de las tasas de incidencia será analizada de manera semanal toda vez que el efecto de lo que constituye para propósitos de este trabajo la variable independiente, es decir, las inundaciones, no se ve necesariamente reflejado de manera inmediata en el comportamiento de las patologías que se analizan, ni tampoco forzosamente permanece a lo largo de periodos amplios (meses o u año). De igual forma, tomar como unidad de análisis al municipio responde, por una parte, al interés por evidenciar la posible asociación entre inundaciones y condiciones de salud desde una óptica espacial y, por otra, a las menores áreas geográficas para las cuales hay información disponible sobre las patologías de interés y las condiciones sociodemográficas incluidas en este estudio. Cabe señalar que las características socioeconómicas y demográficas empleadas en esta investigación corresponden a los promedios observados en cada uno de los municipios. Asimismo, que los municipios analizados son los 2454 existentes en 2005, año para el cual se contaba con la información de las variables control más cercanas al primer año de análisis y por ende difieren de los actualmente existentes.

Al tratarse de análisis a diferentes niveles y de tipo longitudinal, fue necesario construir diversas bases de datos, en algunos casos con variables fijas y cambiantes en el tiempo. Su elaboración requirió múltiples fuentes de información, con el fin de obtener las características necesarias para dar cuenta de los procesos que se busca analizar.

El trabajo se encuentra desarrollado en tres capítulos además de la presente introducción, una sección de conclusiones y recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos. El primer capítulo explica el proceso y factores que conducen a que un fenómeno natural se convierta en desastre, se describe con mayor profundidad las inundaciones, desastre éste que es el fenómeno

natural interés de este trabajo. Adicionalmente se analizan los efectos negativos que puede enfrentar la población frente a la ocurrencia de un desastre.

El segundo capítulo presenta un análisis empírico del comportamiento de las inundaciones en el tiempo y el espacio. Ello permite distinguir la evolución anual ciertos padecimientos transmisibles por medio del agua. Los resultados de dicha revisión son empleados para delimitar las patologías a estudiar: tifoidea y paratifoidea. Además se estudia la posible correlación, a nivel nacional, entre la ocurrencia de inundaciones y las tasas de incidencia de ambos padecimientos. En un segundo momento, se acota el periodo de análisis y se modifica la temporalidad a semanas, lo cual permite reconocer patrones estacionales en la incidencia de las enfermedades y la ocurrencia de inundaciones. La parte final del capítulo 2 presenta el análisis de la información a nivel estatal. Ello sirve para dar cuenta de la heterogeneidad espacial de los aspectos que analiza este trabajo, es decir, el patrón de comportamiento diferenciado de las inundaciones y la incidencia de tifoidea y paratifoidea a lo largo del territorio nacional.

Tomando en cuenta la heterogeneidad encontrada y un efecto de estacionalidad, el tercer capítulo busca responder las preguntas que dan inicio a la investigación, utilizando una herramienta estadística que permite analizar la evolución de los padecimientos a nivel municipal. Entonces, a partir de modelos de curva de crecimiento se examina el impacto de las inundaciones sobre la trayectoria en el tiempo de la incidencia de tifoidea y paratifoidea, controlando por algunas características socioeconómicas selectas de los municipios.

Capítulo 1. El impacto de las inundaciones en la salud

Introducción

El aumento en la frecuencia de ocurrencia de los fenómenos naturales y el incremento en la severidad de los mismos enfatizan la urgencia de estudiar los efectos de éstos en la vida cotidiana de las poblaciones. La amplitud de la desigualdad y la vulnerabilidad ambiental y social que presentan las poblaciones acrecienta el impacto de los desastres secundarios a la presentación de fenómenos naturales. En virtud de lo anterior, este primer capítulo aborda las definiciones de y relaciones entre fenómeno natural, desastres, vulnerabilidad y su asociación con cambios en la salud. La primera parte introduce, de manera puntual, el debate acerca de los cambios en torno a la percepción/definición de los desastres. Adicionalmente, se describen los tipos de desastres que ocurren con mayor frecuencia en México y los hallazgos reportados en la literatura sobre sus posibles consecuencias en el bienestar de la población.

El capítulo explica cómo, la conjunción de diversos factores físicos, sociales y económicos determinan el impacto de los desastres en poblaciones específicas así como la amplitud de éste. De igual forma se revisa la vulnerabilidad y la manera en la cual ésta condiciona las consecuencias de los fenómenos naturales, específicamente los de las inundaciones, objeto de estudio de este trabajo.

Para concluir, se describe de manera general la denominada “epidemiología de los desastres”, disciplina que se dedica a investigar las consecuencias en la salud de la población asociadas a la ocurrencia de fenómenos naturales que devienen en catástrofes.

En el marco de perspectiva antes señalada, este trabajo busca aportar a los estudios en esta área al examinar los impactos de las inundaciones sobre la salud de las poblaciones. Pese a ser la inundaciones uno de los eventos catastróficos más frecuentes dentro de nuestro país, su impacto en las condiciones de salud ha sido poco examinado. Adicionalmente, este estudio busca identificar si las condiciones de desigualdad influyen sobre los impactos que las inundaciones tienen en la incidencia de enfermedades típicamente asociadas a condiciones de deficiente saneamiento e infraestructura como son la tifoidea y paratifoidea.

1.1. Fenómeno natural, vulnerabilidad y desastres naturales

La definición de “desastre natural” ha estado sujeta a debate desde hace mucho tiempo. La literatura al respecto se agrupa en dos grandes corrientes. La primera concibe a los eventos naturales como inmanejables, mientras que la segunda indica que un fenómeno natural no equivale a un desastre sino que éste es resultado del proceso de interacción entre lo físico y lo social (Nelson, 2011:13). El libro de Samuel Prince (1920) titulado *Catástrofe y cambio social*¹ ilustra la primera de estas perspectivas. En éste se apunta cómo es que los desastres son considerados causas de los cambios sociales, dando por hecho que la catástrofe es un evento inevitable. Posteriormente, surge el cuestionamiento sobre el papel de las condiciones sociales en la ocurrencia de los desastres, es decir, los estudios comienzan a preguntarse si las características sociales influyen en que éstos sucedan (Dynes y Quarantelli, 1977:16). En la actualidad, éste es el enfoque más utilizado en la literatura. A partir de esta perspectiva, los investigadores analizan con mayor profundidad cómo el conjunto de sistemas naturales, sociales y económicos, al interactuar entre sí, conllevan en ocasiones a que un fenómeno natural o actividad antropogénica derive en un desastre.

Para comenzar a entender la diferencia y relación existente entre fenómenos naturales y desastres necesitamos partir de la definición del primero. La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, conocida como LA RED, define a los fenómenos naturales como “cualquier expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno. Los hay de cierta regularidad o de aparición extraordinaria y sorprendente” (Romero y Andrew, 1993:7).

Por su parte, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) define al desastre como “un evento, generalmente repentino e imprevisto, que ocasiona daños, pérdidas y paralización temporal de actividades en cierta área y afecta a una parte importante de la población” (CEPAL, 2005:6). Es decir, un fenómeno natural forma parte del sistema que conforma la vida terrestre, no así un desastre. Para que un fenómeno natural se convierta en un desastre es necesaria la interacción de las fuerzas naturales con las actividades, bienes o seres humanos y esto se presenta, principalmente, en asentamientos poblacionales en zonas de riesgo.

¹ Traducción propia del inglés al español

Los desastres pueden ser provocados por fenómenos naturales y actividades humanas, por ejemplo: derrames tóxicos o accidentes nucleares (CEPAL, 2005:6). Además, los desastres originados por fenómenos naturales pueden ser clasificados según su origen. En primer lugar se encuentran los *desastres geofísicos* que modifican el espacio físico de la tierra, dicho cambio puede ser originado desde el núcleo del planeta, los mantos o la corteza terrestre. En segundo lugar, los *desastres meteorológicos*, los cuales están estrechamente ligados a las condiciones climáticas, sin embargo dicho tipo de desastres se refiere a las circunstancias en las que el comportamiento de la tropósfera alcanza condiciones extremas de corta duración. En tercer lugar se identifican los *desastres hidrológicos* los cuales se vinculan con cualquiera de los tres estados físicos del agua (líquido, sólido o vapor). Dentro de esta categoría se encuentran las inundaciones. El cuarto lugar lo ocupan los *desastres climatológicos* que son originados por la interacción entre los componentes del sistema climático, su evolución y transformación a lo largo del tiempo, sea natural o provocada por actividades antropogénicas. Por último se reconoce un quinto tipo, *desastres biológicos*, son los que generan alteraciones en la vida y salud ya sea de animales o las poblaciones humanas. El Cuadro 1.1 presenta la clasificación antes descrita y da ejemplos de sus manifestaciones.

Cuadro 1.1 Clasificación de los desastres

GRUPOS DE DESASTRES	DEFINICIÓN	TIPO DE DESASTRE
Geofísico	Eventos procedentes de tierra firme.	Terremoto Erupción volcánica
Meteorológicos	Eventos causados por los procesos atmosféricos de corta duración y pequeña a escala (en el espectro de minutos a días).	Tormenta
Hidrológicos	Eventos causadas por desviaciones en el ciclo normal de agua y / o desbordamiento de cuerpos de agua causados por la configuración del viento.	Inundación
Climatológicos	Eventos causados por largos y procesos a escala macro (en el espectro dentro de la variabilidad. climática estacional a décadas).	Temperaturas extremas Sequía Incendios
Biológicos	Desastres causados por la exposición de organismos vivos a gérmenes y sustancias tóxicas.	Epidemias Plagas Estampidas de animales

Fuente: The OFDA/CRED International Disaster Database – www.emdat.be, Universidad católica de Lovaina, Bruselas. Traducción propia.

Los desastres naturales provocan múltiples consecuencias, las cuales van desde pérdidas de infraestructura común y privada, interrupción en servicios básicos y médicos con posteriores repercusiones en salud, desorganización social y cambios en los comportamientos, hasta la ocurrencia de muertes y lesiones durante el evento o como consecuencia directa de éste (CEPAL, 2005:6). Adicionalmente, los efectos de los desastres tienen un periodo de ocurrencia y de recuperación de la población afectada.

El conocimiento obtenido con base en el análisis de los desastres pasados, ha permitido analizar las causas, consecuencias y posibles acciones de prevención. De aquí que la identificación de los elementos que intervienen en la generación de un desastre adquiera relevancia. Además de considerar las características del fenómeno natural en sí mismo, como son intensidad y magnitud, la CEPAL (2005) ha señalado que es necesario considerar variables tales como la peligrosidad o amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo.

En este sentido, el riesgo es la probabilidad de que una condición de vulnerabilidad, aunada a la exposición de una amenaza, como pueden ser los fenómenos naturales o actividades antropogénicas, deriven en desastre (Márquez, 2008:30). Resulta conveniente en este punto mencionar que la amenaza es la ocurrencia de eventos naturales, tecnológicos o sociales, mientras que la exposición “se refiere al tamaño y al costo de los bienes que en una región podrían estar sujetos a las pérdidas impuestas por una amenaza” (CEPAL, 2005:8). Un ejemplo de lo anterior son las repercusiones negativas en la infraestructura pública, estado de salud de la población o actividades económicas. Es decir, al darse estas tres características en un mismo espacio y tiempo generan pérdidas económicas, físicas, sociales o ambientales en las poblaciones. Además, la intensidad de los daños es determinada por la vulnerabilidad, mientras que la magnitud se refiere a la duración del evento (Wilches-Chaux, 1993:17).

Como se observó en la Cuadro 1.1, los fenómenos pueden catalogarse de acuerdo a su origen. A continuación se describen de manera detallada los diferentes tipos de desastres recopilados en los fascículos producidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), así como sus características y consecuencias.

Los terremotos, sismos o temblores son movimientos de la tierra y son clasificados como naturales o artificiales. Los primeros pueden tener como origen el movimiento tectónico, volcánico o de colapso, mientras que los artificiales tienen su origen, como es de imaginarse, en actividades del ser humano. Como ejemplo tenemos las explosiones comunes o nucleares. Dicho

evento puede ser medido tanto en frecuencia como intensidad, tomando para esta última la escala de Richter. Estos se convierten en desastres cuando dichos movimientos provocan daños a los bienes materiales y a los propios humanos. Los sismos generalmente tienen consecuencias inmediatas como son fisuras o derrumbe en edificaciones, muertes y lesiones por objetos que golpean o aplastan. Se han encontrado daños a la salud posteriores a su ocurrencia cuando la magnitud es de un grado tan alto que dificulta la recuperación del evento. A su vez, este tipo de fenómeno natural provoca los llamados *maremotos o tsunamis*, que surgen de las ondas transmitidas a través del agua, producidas por la liberación de energía del terremoto. Su magnitud puede ser medida por el tamaño de olas y la distancia que llega a cubrir el agua al entrar a tierra firme (Gutiérrez *et al.*, 2014).

Servando de la Cruz (2014) explica que una *erupción volcánica* es cuando sale material magmático a través de una erupción en la corteza terrestre. Existen los volcanes que están en constante actividad o bien los que después de haber expulsado lava quedan inactivos. La erupción volcánica puede ser clasificada de diversas formas, por su forma de explosión o el material que arroja, por ejemplo. La Escala de Tsuya o la Escala de magnitud de energía permiten determinar la magnitud de dichos eventos. Este tipo de sucesos pueden tener consecuencias que van desde afectaciones al sistema de suministros de agua o drenaje, ya que al producir cenizas durante periodos prolongados provocan la contaminación de fuentes de agua potables y la obstrucción de tuberías, hasta problemas de salud en vías respiratorias o gastrointestinales, secundarias a encontrarse cerca o estar inhalando aire con partículas provenientes de este fenómeno.

Las *tormentas* pueden ser generadas por convección, turbulencia por fricción, ascenso orográfico o convergencia. Se originan por un choque de temperaturas dentro de la tropósfera que genera un cúmulo de vapor en forma de nube, la cual almacena grandes cantidades de agua en sus diferentes estados. A esto se deben las diferentes formas de precipitación como son: lluvia, agua nieve, nieve, granos y granizo de hielo. Los daños dependen de las formas de precipitación, y abarcan desde las inundaciones, mismas que se apuntarán con mayor detalle en el siguiente apartado, hasta los bloqueos de caminos por la nieve o granizo. Este tipo de desastres puede agravarse, también, por dos fenómenos que suelen acompañar a este evento: los *tornados* y las *tormentas eléctricas* (Matías y Eslava, 2014).

Una *inundación* se da cuando el agua está presente en lugares donde normalmente no la hay o bien cuando ésta rebasa el nivel del cauce usual. Las inundaciones son el fenómeno hidrológico con mayor presencia dentro de nuestro planeta. Su magnitud, intensidad y frecuencia muestran una tendencia ascendente. Los daños pueden ser de gran magnitud e incluir la afectación física de infraestructura pública o viviendas, negocios o bienes particulares, las muertes secundarias a deslaves, corrientes de agua que arrastran a personas, animales, automóviles, los desplazamientos humanos provocados por su presencia, el deterioro o falta de disponibilidad de agua potable o alimentos, lo que a su vez genera un incremento en las enfermedades transmitidas por vectores y consumo de agua de baja calidad (Salas y Jiménez, 2014).

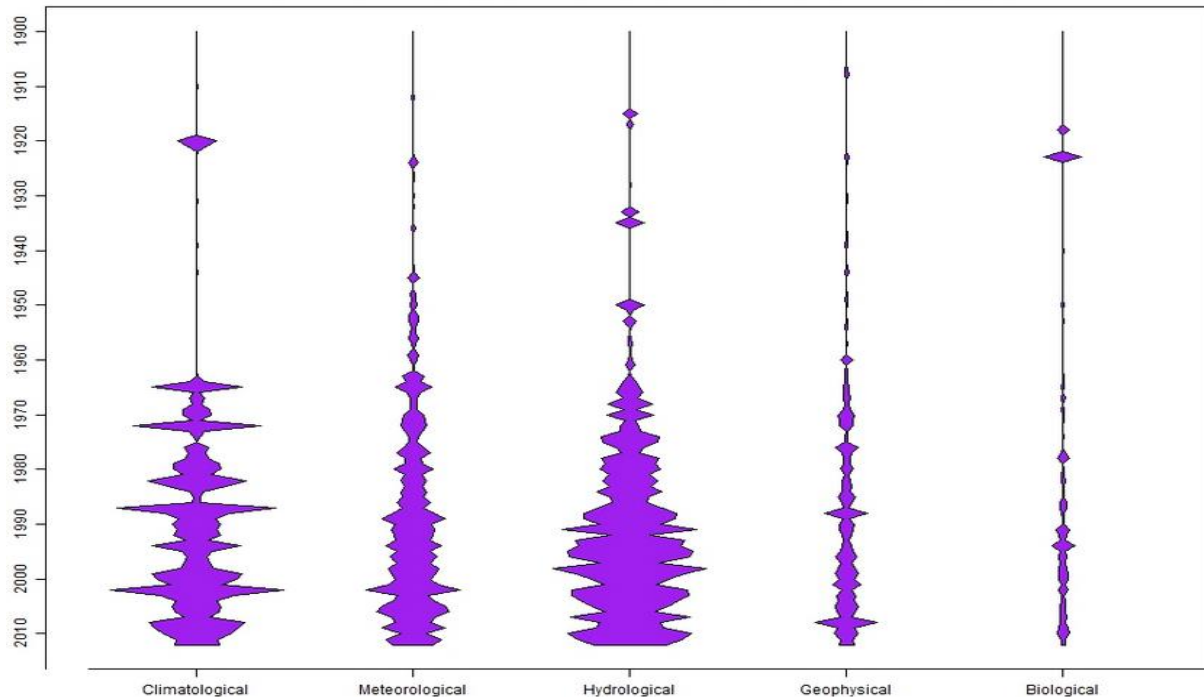
La *sequía* es el caso contrario a la inundación, ya que lo que se presenta es la falta del líquido vital. Este fenómeno puede ser considerado como meteorológico o hidrológico. Su intensidad y magnitud varían en función del momento temporal, duración y lugar. Este fenómeno ha sido poco estudiado debido a que es un evento que deriva de la no ocurrencia de precipitación. Existe un índice de sequía (Índice de sequía de Palmer) que permite categorizar la dimensión de ésta. Los daños pueden ir desde sed y hambre, hasta muerte de plantas, animales y personas (García, Fuentes y Matías, 2014).

Por último, la Comisión Nacional Forestal (2014) nos dice que los *incendios forestales* pueden originarse de manera natural o por actividades de los seres humanos, ya sea de forma premeditada o por descuido. Este último constituye el origen más común. Los incendios son medidos por la extensión de territorio que afectan. Los daños identificados pueden ser la destrucción de la vida natural, la afectación del suelo, el propiciar la ocurrencia de plagas o enfermedades, daños a la infraestructura, intoxicación por inhalación de humo e incluso la muerte de seres humanos. Todos estos eventos producen alteraciones en la vida cotidiana de la población afectada, pudiendo los daños ir desde pérdidas materiales (Rodríguez-Oreggia *et al.*, 2013), como diversos tipos de lesiones, epidemias (Watson, Gayer y Connolly, 2007) o el fallecimiento de personas (Doocy *et al.*, 2013).

A nivel mundial, el *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) señala que existe un grave problema. El cambio climático global tiene cada vez mayor aceptación en los ámbitos político y académico, identificándose éste como la causa del aumento en la frecuencia e

intensidad de los riesgos climáticos en buena parte del mundo y, por ende, de los desastres, principalmente en forma de huracanes e inundaciones (IPCC, 2008:46). Información empírica registrada a nivel mundial por la Universidad Católica de Lovaina (2013) de las tendencias de los diferentes tipos de desastres a nivel mundial respalda esta idea. En la Gráfica 1.1 se puede observar que son los fenómenos hidrometeorológicos los que más han aumentado su frecuencia.

Gráfica 1.1. Número de desastres naturales reportados a nivel mundial, 1900-2012



Fuente: The OFDA/CRED International Disaster Database – www.emdat.be, Universidad católica de Lovaina, Bruselas.

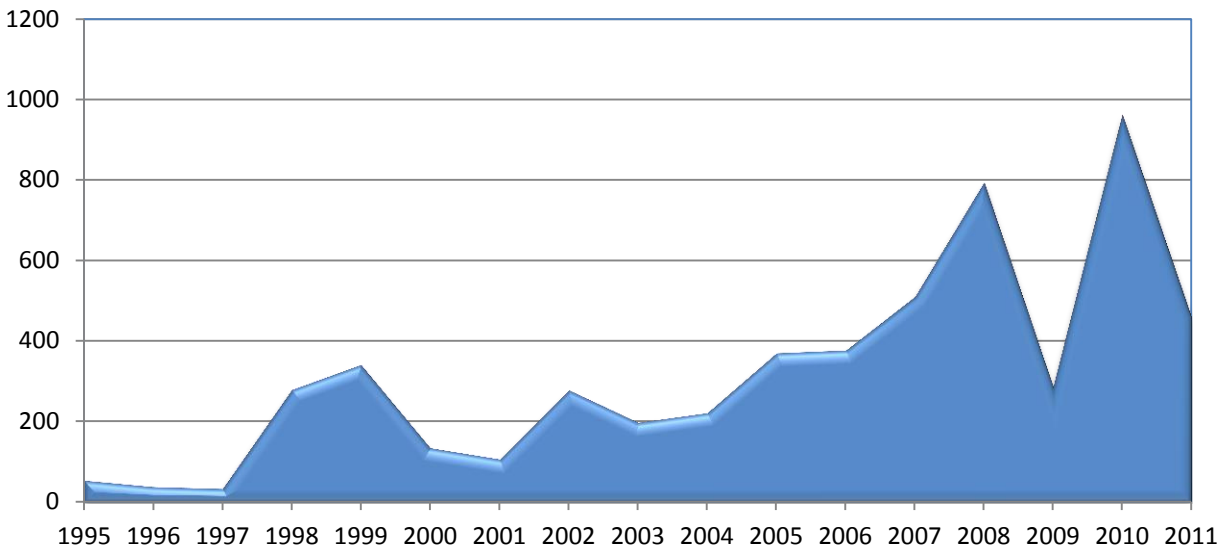
A nivel mundial las inundaciones representan el mayor porcentaje de los desastres, observándose, además, un aumento acelerado en la ocurrencia e intensidad de las mismas (Ahern *et al.*, 2005:36). De aquí que la presente investigación se centre en el análisis de dicho fenómeno.

1.1.1. Inundaciones

Dada su ubicación geográfica, México registra diversos tipos de eventos catastróficos: está situado en una de las regiones sísmicas más activas del mundo, se encuentra propenso a sequías constantes en el cono norte, y en colocado en la ruta de huracanes, tormentas tropicales e inundaciones, siendo éstas últimas los eventos que suceden con mayor frecuencia. La Gráfica 1.2

permite observar que la información mexicana replica lo reportado a nivel mundial, ya que las inundaciones muestran un aumento en su número. No obstante y pese a lo recurrente de su aparición, sabemos poco sobre el impacto de estos desastres en términos de su impacto sobre las condiciones de salud y cómo es que dicho efecto varía en el tiempo y espacio.

Gráfica 1.2 Número de municipios con inundaciones reportadas en México, 2000-2011



***Para dicho cálculo se tomó los eventos clasificados como inundación en la base de datos
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos DESINVENTAR**

LA RED define a la inundaciones como “anegamiento o cubrimiento con agua de un terreno donde se localicen poblaciones, cultivos, bienes o infraestructura” (2009). Este desastre puede deberse tanto a un fenómeno natural como asociarse a actividades antrópicas, de aquí que algunas inundaciones pueden ser prevenibles o controlables si se toman decisiones y acciones tan pronto se visibiliza la vulnerabilidad, ya sea física o social.

La CEPAL (2005) presenta una lista de algunos de los estudios y datos que es necesario recopilar en el país (o región) con el fin de identificar los peligros derivados de desastres. Para el caso de inundaciones por lluvias, se deberá recopilar información sobre:

- a) Información histórica, mapas de inundación de eventos pasados
- b) Análisis probabilistas de la precipitación, registros de estaciones pluviométricas, precipitación máxima anual, precipitación diaria promedio

- c) Hidrogramas de avenidas, con el fin de conocer cómo evoluciona el tránsito del agua a lo largo de un cauce o a través de un depósito
- d) Topografía, curvas de nivel, levantamiento de obras de drenaje
- e) Modelos de escorrentía y filtración propia o adecuada para la zona de análisis, estudios de permeabilidad del suelo
- f) Determinación de zonas propensas a inundarse.

Desafortunadamente en países en desarrollo, como es el caso de México, la información es relativamente escasa, ya que los registros gubernamentales solamente contemplan la inclusión de inundaciones (o cualquier desastre) cuya atención rebase cierto límite de recursos económicos. No obstante, es indispensable contar con datos más detallados en torno a los desastres, y lograr una mayor atención a éstos en la agenda pública. Contar con información sobre estos fenómenos y sus efectos y analizar ésta advierte sobre los posibles riesgos a los que está sometida la población, posibilitando planear al respecto. Por otra parte, la sistematización de datos permite evaluar los daños, en todos los ámbitos, el examen de éstos promueve una toma de decisiones basada en evidencias, mejorando con ello las acciones preventivas y de mitigación del impacto de las inundaciones. Perevochtchikova y Lezama (2010), al analizar el caso particular del estado de Tabasco, proponen algunos puntos que coadyuvarían en este propósito: planeación integral a mediano y largo plazo, gestión integral del agua a nivel de cuencas hidrográficas, monitoreo hidrometeorológico eficiente y continuo, estudios científicos integrales de impacto y análisis histórico de riesgo, sistema de alerta temprana y profesionalización del personal de instituciones responsables.

1.2. Vulnerabilidad

A partir de la perspectiva del cambio climático, el *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007) define a la vulnerabilidad como el grado en el cual un sistema es, simultáneamente, susceptible de sufrir e incapaz de hacer frente a los efectos adversos de los fenómenos naturales, incluyendo entre éstos la variabilidad climática y sus expresiones extremas. El carácter, magnitud, rapidez y variación del cambio climático a los que se expone un sistema, determinan su sensibilidad y su capacidad de adaptación. Debido a esto, es necesario profundizar en los componentes de la vulnerabilidad, analizar su interacción con la dinámica demográfica, recordando que se trata de un problema multifactorial cambiante en el tiempo.

Las proyecciones de población proporcionan escenarios fiables sobre el tamaño y composición futura de la población, con implicaciones importantes dentro de la política pública. Además, tanto los fenómenos demográficos esenciales como la mortalidad, fecundidad y migración, como las características sociodemográficas de la población, tales como su estructura por edad, distribución espacial, composición étnica, relaciones de género composición de la fuerza de trabajo , acceso a servicios básicos, médicos y educativos condicionan el desarrollo social y económico. Los aspectos antes mencionados explican y forman parte de la resiliencia (Schensul y Dodman, 2013:5), entendida ésta como "la capacidad de un sistema social o ecológico de absorber perturbaciones, manteniendo la misma estructura básica y los modos de funcionamiento, la capacidad de auto-organización y la capacidad de adaptarse al estrés y el cambio." (IPCC, 2007:5). Distinguir los mecanismos de vinculación entre subgrupos de la población y reconocer los distintos niveles de vulnerabilidad a partir de sus características demográficas, socioeconómicas y de dinámica, puede ser una herramienta muy útil para la planeación de acciones preventivas, y de adaptación.

Aunado a lo anterior es necesario considerar la respuesta de los sistemas biofísicos y socioeconómicos a los cambios tanto en las condiciones climáticas como en las no climáticas a través del tiempo. Las transformaciones no climáticas como avances tecnológicos o los ciclos económicos afectan tanto la capacidad de adaptación de los grupos sociales, como sus juicios de valor acerca de la aceptabilidad del riesgo potencial, las posibilidades adaptativas y la adopción de medidas de mitigación (Schneider *et al.*, 2007:784).

1.2.1. Vulnerabilidad de las poblaciones ante los desastres

En el contexto de los desastres, la vulnerabilidad se define como “las características de una persona o grupo en términos de su capacidad para anticipar, enfrentar, resistir y recuperarse del impacto de un peligro natural” (Blaikie *et al.*, 2003; Hogan y Marandola, 2005:461). Asimismo, Riojas (2011) señala que las amenazas naturales pueden o no responder a comportamientos cíclicos y que las diferencias en las consecuencias de éstas se deben a diferenciales en la vulnerabilidad de la población. A su vez los riesgos ambientales o los impactos ambientales, promueven o agravan la vulnerabilidad social (Hogan y Marandola, 2005) (Rodríguez *et al.*, 2013).

La naturaleza y la cultura están íntimamente ligadas en el nexo causal de lo que se ha denominado la "sociedad del riesgo" (Hogan y Marandola, 2005). La vulnerabilidad es por tanto una característica social que el ser humano ha creado y, por ende, también puede cambiar. De aquí que pueda considerarse que un desastre se caracteriza por cambios inesperados en las diferentes formas de organización social generando así modificaciones en los comportamientos sociales, por lo que sus principales efectos pueden y deben ser medidos en los grupos humanos afectados reconociendo la multiplicidad de causas que hacen a unos sufrirlos de manera más severa (Nelson, 2011).

Los daños causados por cualquier tipo de desastre natural ocurren de manera diferencial debido a que las poblaciones afectadas tienen distintas condiciones de vulnerabilidad. Roger Few (2007) clasifica a la vulnerabilidad en física y social. Wilches-Chaux (1989; citado por Lavell, 1997) define a la vulnerabilidad física como las condiciones negativas que se dan en zonas de riesgo, las cuales pueden ser, a su vez, producto de la vulnerabilidad social.

La vulnerabilidad social se asocia al grado de organización de una población a través de factores sociales, económicos, psicológicos y culturales, siendo estos aspectos los que determinan el impacto de los peligros (Lavell, 1997:50). Cabe señalar que "la vulnerabilidad social frente a peligros naturales es mayor en los estratos más pobres de los países en desarrollo, a causa de que son los que carecen de información y recursos para tomar medidas que protejan su vida y su salud" (CEPAL, 2005:8).

La CEPAL (2005) menciona la importancia de analizar el impacto de los desastres a escalas nacional y local. El examen de los efectos a escala nacional es particularmente útil para estimaciones de carácter global, como la gestión financiera de los desastres y la transferencia o dispersión de riesgo, mientras la aproximación local sirve para planear la gestión del riesgo y para determinar las medidas para su mitigación. Este último aspecto, torna los análisis de información municipal en un instrumento esencial para las acciones en política pública. Uno de los problemas que enfrenta la investigación a niveles locales es la carencia de información estadística suficiente y de calidad para evaluar adecuadamente los efectos asociados a un desastre (CEPAL, 2005:10).

El tema de la vulnerabilidad es de gran amplitud. Como explican Hogan y Marandola (2005), tanto la naturaleza y la cultura están íntimamente ligados en el nexo causal de lo que se ha denominado la "sociedad del riesgo", como el deterioro ambiental ha generado una

concepción abstracta de vulnerabilidad, es decir, existen tantos niveles de vulnerabilidad de la humanidad como relaciones tiene ésta con el medio ambiente. Se trata de una combinación de factores que determinan el grado en el que la vida y el sustento de una persona se ponen en riesgo por un evento discreto e identificable en la naturaleza o en la sociedad. El enfoque descrito muestra la relevancia de analizar de forma conjunta los factores naturales y sociales a fin de lograr evidencias de mayor alcance sobre los efectos de los fenómenos naturales.

Para el desarrollo de este trabajo, se tomará la definición de vulnerabilidad propuesta por Blaikie y colaboradores (2003), la cual plantea que son las características de una persona o grupo en términos de su capacidad para anticipar, sobrellevar, resistir o recuperarse del impacto de un peligro natural. Es decir, que los grupos vulnerables son también los que también les resulta más difícil reconstruir sus medios de subsistencia después de un desastre, y esto a su vez los hace más vulnerables a los efectos de los fenómenos posteriores.

La identificación integral de un peligro conlleva la medición de su intensidad o tamaño, el reconocimiento de la frecuencia con la cual ocurren los eventos y el área de afectación que provocan. De acuerdo con CEPAL (2005), la intensidad del peligro depende del tamaño o la capacidad para generar daños, así como de la distancia que media entre el sitio afectado y el lugar en el cual se origina el evento (CEPAL, 2005). Mientras el peligro es el grado de amenaza potencial que representa para un lugar o asentamiento humano un fenómeno natural que ocurre en cierto período. Los peligros pueden clasificarse según su origen en: naturales, tecnológicos y sociales. La complejidad de los fenómenos que dan origen a los peligros, así como la interrelación entre éstos, determina su identificación y permite que clasificación tenga sus matices y variaciones. Algunos autores sugieren una subdivisión sobre los tipos de peligro en sociales y naturales, para considerar las acciones del hombre en la alteración de los fenómenos naturales (CEPAL, 2005).

1.2.2. Vulnerabilidad y su interacción con las inundaciones

Los efectos que las inundaciones producen en las condiciones de salud de una población son clasificados en primarios y secundarios. En el primer grupo se encuentran las muertes y heridas físicas durante el evento y en el segundo las epidemias y problemas de salud mental, por ejemplo depresión, neurosis, miedo, insomnio, desarrollados después de la ocurrencia del desastre,

(Seaman *et al.*, 1989), los posibles traumas tanto por la vivencia del propio desastre como asociados a la mayor exposición a un potencial abuso sexual en los albergues o refugios.

Las consecuencias a la salud secundarias a la ocurrencia de inundaciones dependen de las vulnerabilidades ambientales y de las características de la población local. Las mejoras en la gestión de desastres, incluyendo la mitigación y la preparación han contribuido a una reducción de la mortalidad relacionada con las inundaciones. Cada vez menos personas mueren por un ahogamiento sucedido durante una inundación, y las que tienen lugar se deben, en su mayoría, a la utilización inadecuada de vehículos de motor o conductas de riesgo intentar atravesar zonas inundadas sin conocer la profundidad de la acumulación de agua o si existen corrientes fuertes, frecuentemente causadas por la interacción entre la inundación y el cauce de un río o consecuencia de la topografía (Du *et al.*, 2010). En México existen diversas publicaciones por parte del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) donde se indican algunas acciones que disminuyen el riesgo en el caso de las inundaciones y cuya no ejecución, producto en ocasiones de comportamientos asociados a roles de género, por ejemplo (Meumayer y Plümper, 2007:561), derivan en un aumento del riesgo.

El tamaño, densidad de la población y estructura por edad también son características significativas al momento de estimar el impacto potencial de una inundación en las condiciones de salud, toda vez que, la transmisión de algunas patologías se ve favorecida por una alta densidad poblacional, o el comportamiento de ciertas enfermedades sigue patrones diferenciados de acuerdo a edad (Du *et al.*, 2010).

Por otro lado, la infraestructura engloba el nivel de desarrollo de la comunidad, los sistemas de captación de agua, prevención de desastres, sistemas de salud y demás inversiones económicas realizadas dentro del área, lo cual también es susceptible a recibir efectos negativos cuando ocurre una inundación mayor a la esperada (Few, 2007). Aunado a esto, existen condiciones de vulnerabilidad socioeconómica que agravan la exposición al riesgo, sobre todo en países en vías de desarrollo (Haines *et al.*, 2006:589).

Hemos visto que el estado de vulnerabilidad social, entendiéndose como la capacidad de hacerle frente a los impactos en salud de los riesgos climáticos se compone de una mezcla de elementos externos, personales e internos, y sus correspondientes conjuntos de recursos. Tales

elementos se encuentran sujetos a los procesos como son la pobreza, distribución y densidad de la población, nivel de desarrollo económico y las diferentes formas de gobierno (Few, 2007).

Las formas que toman los efectos secundarios a las inundaciones y los niveles de éstos dependen de variables geográficas, demográficas, socioeconómicas, y de salud en la población y de la naturaleza de la inundación. Es necesario mencionar que el origen de la inundación deriva de las características geofísicas del área, las cuales contribuyen a determinar tanto la ocurrencia como el impacto del fenómeno (Du *et al.*, 2010).

1.3. Epidemiología después de los desastres

El carácter de las inundaciones implica que tienen efectos inmediatos sobre la población como son los fallecimientos, lesiones y el deterioro a la infraestructura, pero también algunos posteriores que se dan dentro del periodo de recuperación, como son algunas enfermedades que se desarrollan en las semanas siguientes al evento (Du *et al.*, 2010:268). En México una gran parte de la investigación sobre los impactos de los eventos climáticos se ha concentrado en sus efectos directos, pero poca atención ha recibido las afectaciones subsecuentes pese a que diversos estudios han mostrado que los desastres tienen efectos con temporalidades distintas. Graizbord y Few (2011) señalan la falta de información longitudinal y una mayor complejidad para el análisis como las explicaciones de por qué son los efectos indirectos los menos estudiados en México.

Toole (OPS, 2000) resume la percepción del riesgo teórico de adquirir enfermedades transmisibles² según el tipo de desastre y el medio de transmisión, es decir, pueden ser éste de persona a personas, por medio de agua o alimentos contaminados, así como por medio de vectores.

Las inundaciones, se relacionan con la transmisión de enfermedades por distintos medios, así como con distintos niveles de riesgos. Por un lado, hay un riesgo medio de enfermedades transmitidas de persona a persona y un riesgo alto para aquellas transmitidas por vectores y agua. El presente estudio se aboca a estudiar los padecimientos asociados a agua contaminada o no potable. Cabe mencionar que la escasa literatura existente en el país ha centrado su atención,

² Las enfermedades transmisibles son aquellas causadas por un agente infeccioso, estas pueden transmitirse ya sea persona a persona, de animal a persona, ingesta de agua o alimentos contaminados (OPS, 2002:11).

especialmente, en las enfermedades provocadas por vectores tales como dengue (Ramírez-Zepeda *et al.*, 2009; Jiménez-Sastré *et al.*, 2011). Aunado a la exigua atención que ha tenido la investigación sobre enfermedades transmitidas por agua no potable, una razón adicional que sustenta la elección de este tipo de patologías para este estudio es que éstas condiciones ocurren rápidamente después del fenómeno con lo cual es posible registrar su ocurrencia algunos días posteriores al desastre (OPS, 2002:33).

Tabla 1.2 Riesgo teórico de adquirir enfermedades transmisibles de acuerdo a mecanismo de contagio, según tipo de desastre

Tipo de desastre	Persona a persona*	Agua **	Alimentos ***	Vectores ****
Terremoto	Medio	Medio	Medio	Bajo
Erupción volcánica	Medio	Medio	Medio	Bajo
Huracán	Medio	Alto	Medio	Alto
Tornado	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Oleada de calor	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Oleada de frío	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Inundación	Medio	Alto	Medio	Alto
Hambruna	Alto	Alto	Medio	Medio
Guerra civil/refugiados	Alto	Alto	Alto	Medio
Contaminación del aire	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Accidentes industriales	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Incendio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Radiación	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

* Shigellosis, infecciones estreptocócicas de piel, escabiosis, hepatitis infecciosa, tos ferina, sarampión, difteria, influenza, tuberculosis, otras infecciones respiratorias, giardiasis, VIH/SIDA, otras enfermedades de transmisión sexual, meningitis meningocócica, plaga neumónica.

** Fiebres tifoidea y paratifoidea, cólera, leptospirosis, hepatitis infecciosa, shigellosis, campilobacteriosis, agente Norwalk, almonelosis, E. coli (enterohemorrágica, enterotoxígena, enteroinvasora y enteropatógena), amebiasis, giardiasis, criptosporidiosis.

*** Fiebres tifoidea y paratifoidea, cólera, hepatitis infecciosa, shigellosis, campilobacteriosis, salmonelosis, E. coli (enterohemorrágica, enterotoxígena, enteroinvasora y enteropatógena), amebiasis, giardiasis, criptosporidiosis.

****Tifo transmitido por piojos, plaga, fiebre recurrente, dengue, malaria, encefalitis viral

Fuente: Enfermedades transmisibles y su control por Michael J. Toole en Impacto de los desastres en la salud pública

Este tipo de padecimientos tienen lugar, principalmente, en lugares donde la inundación fue tan severa que afectó el suministro de agua potable para la población, o donde materia fecal o diversas sustancia nocivas para la salud entran en contacto con el agua de consumo humano, de tal forma que los microorganismos encuentran una ruta de acceso al organismo humano,

comenzando a manifestarse clínicamente tras el periodo de incubación. Las personas con diarreas agudas son las primeras en mostrar, tan solo unas horas después de la exposición a las bacterias o parásitos, los síntomas de la enfermedad, mientras que los individuos con leptospirosis pueden sufrírselos hasta catorce días después de haber contraído la bacteria por la ingesta de agua contaminada (OPS, 2001:115).

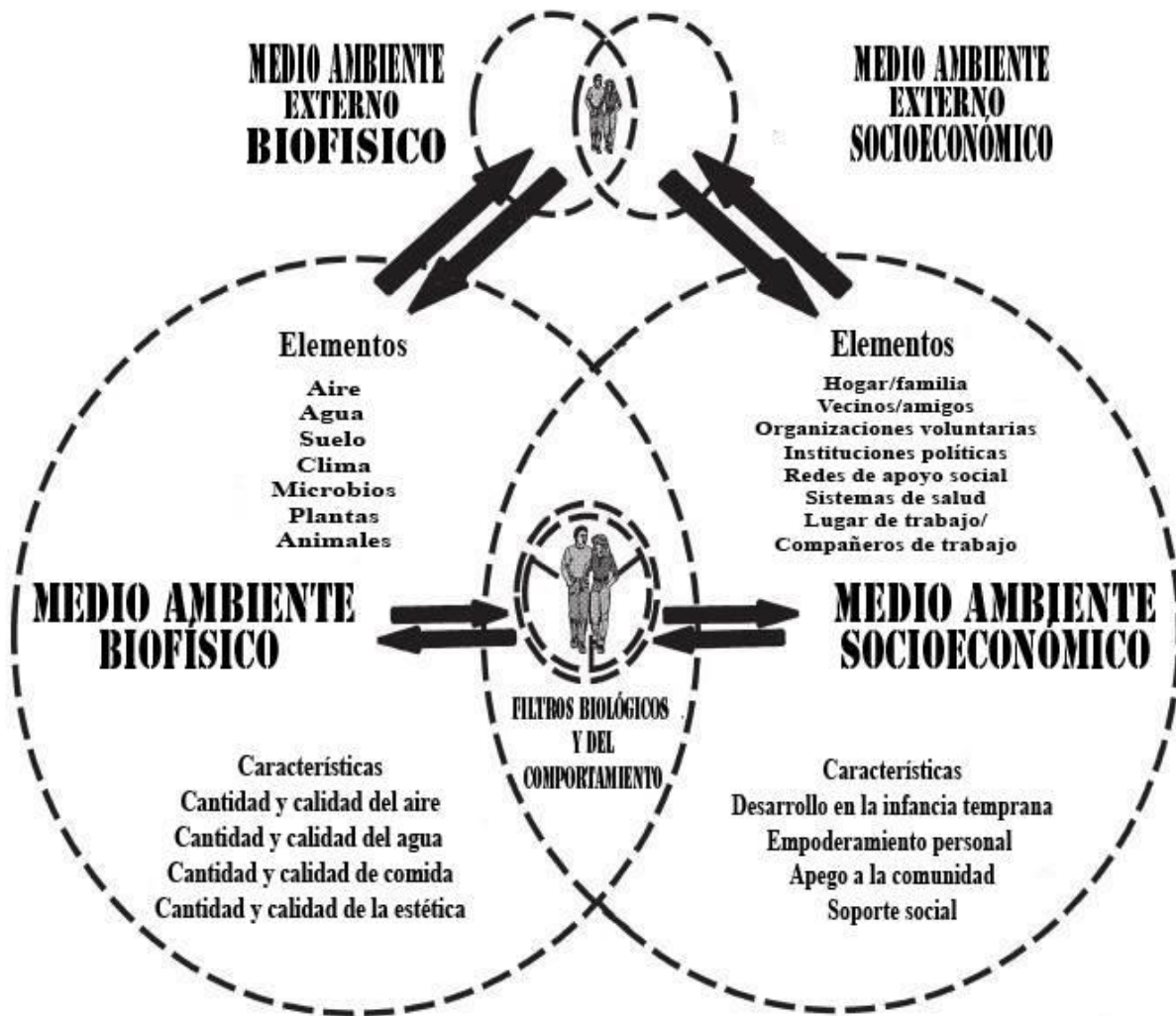
Las enfermedades transmitidas por agua contaminada son resultado de la presencia en ésta de microorganismos patógenos frecuentemente asociados a la irrupción de heces humanas en las fuentes de abastecimiento (Aguiar *et al.*, 1998), con el consecuente aumento en el riesgo de padecer ciertas enfermedades, cuya transmisión, si bien no ocurre exclusivamente por agua contaminada, si se ve potenciada por ésta, derivando en la presentación de un brote epidémico. La salud de la población posterior a la ocurrencia de los desastres dependerá de las condiciones de salud previas a la presentación de éste, su respuesta social y la organización e infraestructura en salud (OPS, 2002:7).

Los países emergentes continúan teniendo problemas con las enfermedades transmisibles, en particular aquellas transmitidas por el agua (Aguiar *et al.*, 1998). En diversos estudios se ha observado una relación entre agua de nula o baja calidad con diferentes tipos de infecciones intestinales severas como amebiasis, giardiasis, cólera, tifoidea, paratifoidea, shigelosis, leptospirosis, entre otros padecimientos (Watson, Gayer y Con, 2007:2). Los países en desarrollo tienen ambos tipos de enfermedad (transmisibles y no transmisibles) en la lista de las principales causas de defunciones, en el caso particular de México las enfermedades transmisibles son responsables más de morbilidad que de mortalidad. El crecimiento positivo de la población, la disponibilidad limitada de recursos y la desigual distribución de la riqueza explica la existencia de distintos grados de exposición al riesgo y el diferencial en la capacidad de respuesta ante un desastre (OPS, 2002:11).

La Organización Panamericana de la Salud (2002:15) señala que los estudios epidemiológicos deben considerar al menos los tres elementos clásicos para el análisis de la distribución de la enfermedad como son tiempo, espacio y población afectada. Las modalidades de respuesta frente a los desastres y el que éstas incorporen en su aproximación la interacción entre los fenómenos naturales y la vulnerabilidad social, permite distinguir en qué medida el efecto en salud puede deberse, además de la explicación biológica o ambiental, a procesos sociales o espaciales (Cantero, 2008:58).

Con el fin de analizar la epidemiología presentada en poblaciones después de los desastres, se propone un modelo robusto, derivado de los estudios denominados *salud humana en los ecosistemas*. La Figura 1 muestra la representación gráfica de un sistema formado por subsistemas que se vinculan e interactúan continuamente a través del tiempo.

Figura 1. Modelo de la mariposa de la salud para un contexto eco sistémico.



* Traducción propia al español
Fuente: (VanLeeuwen *et al.*, 1999:212)

Dicho modelo ubica a los humanos dentro del ecosistema. En éste el ser humano actúa como intermediario de manera individual y colectiva, entre los dos ambientes del ecosistema: biofísico (BF) y socioeconómico (SE). La interacción de ambos medios genera, por un lado, un filtro biológico; el cual representa las capacidades biológicas innatas de una población para

conservar la salud o, en el caso contrario, poseer características que predispongan a la enfermedad. Por otro lado, un filtro de comportamiento, donde se es capaz de controlar los hábitos personales y el estilo de vida.

Sin embargo, los problemas de salud no son únicamente el resultado de las decisiones individuales, ya que el conjunto de opciones percibidas se ven limitadas a un contexto jerárquico. Debido a esto, es imposible caracterizar la salud de manera individual o colectiva, sin hacer referencia a su contexto comunitario más amplio (VanLeeuwen *et al.*, 1999:214).

Según Maslow (1970) el medio ambiente biofísico provee las necesidades básicas de la sobrevivencia humana. Por lo tanto, los elementos estructurales del entorno biofísico incluyen la calidad y cantidad del aire, agua y alimentos.

El segundo medio ambiente (SE), contiene elementos socioeconómicos como son las redes de apoyo sociales e infraestructura. Al introducir las variables socioeconómicas a nuestro análisis esperamos ofrecer un análisis más profundo que permita contemplar los aspectos sociales que marcan una diferencia en la forma de responder ante una inundación y la magnitud del efecto en la incidencia de los padecimientos.

Cabría mencionar que los desastres alteran el entorno biofísico y socioeconómico, por lo que la ocurrencia de desastres en una población determinada incide sobre las condiciones físicas de reproducción de los padecimientos afectando además las posibilidades socioeconómicas de respuesta a los mismos.

Por lo anteriormente expuesto, es dicho modelo el más apto para describir los elementos que intervienen en la salud de la población desde un enfoque de sistemas, el cual reconoce el dinamismo e interacción de todos los elementos.

Conclusiones

Para que ocurra un desastre se necesitan que al menos dos factores interactúen: los fenómenos naturales o actividades antropogénica de riesgo y el ser humano. Por un lado, los fenómenos naturales son eventos intrínsecos de la vida terrestre, por lo cual, no son controlables. Por otro lado las actividades antropogénicas y comportamientos sociales son nuestra responsabilidad.

Es necesario prestar mayor atención a los efectos que causan los desastres y los posibles factores que agravan a los mismos, con el propósito de tener mayor información y tener la posibilidad de toma de decisiones más acertadas con respecto a las prioridades públicas.

Se ha encontrado a nivel mundial que los fenómenos naturales han ido en aumento, tanto en intensidad como en frecuencia, particularmente los fenómenos hidrometeorológicos, siendo las inundaciones las de mayor presencia.

Por otro lado, el crecimiento de la población y la desigualdad continúan en aumento, lo que ha provocado que la distribución territorial de la población ubique a poblaciones que de por si tienen desventajas socioeconómicas en lugares que también los colocan en situaciones de vulnerabilidad física. Generando que los daños y la respuesta de las poblaciones ante los desastres varíe según las diferentes posibilidades de infraestructura y comportamientos de la población.

En países como México las enfermedades transmisibles siguen siendo de preocupación pública en cuanto a morbilidad, éstas podrían ser analizadas con mayor detenimiento desde el punto de vista de la ocurrencia de los desastres.

Capítulo 2. Tendencia de la ocurrencia de padecimientos transmisibles por medio del agua en México

Introducción

En el origen de la demografía pueden distinguirse dos rasgos característicos de la especie. Por una parte, la curiosidad por describir patrones de ocurrencia de los fenómenos y, por otro, la necesidad de contar con elementos que permitan planear acciones. El trabajo desarrollado por John Graunt en el siglo XVII, empleando información sobre mortalidad, responde a este doble propósito y da inicio al trabajo demográfico propiamente.

De entre las variables que conforman la dinámica demográfica, la primera en transformar su comportamiento y con ello dar paso a la denominada transición demográfica fue la mortalidad. A la descripción de la secuencia de modificación de los patrones de la mortalidad y la fecundidad le siguió el interés por señalar cuáles podrían haber sido los cambios en la estructura de causas de muerte. El trabajo de Abdel Omran propone que el avance en la reducción de la mortalidad se ve acompañado de una modificación en la composición de la mortalidad por causas donde la reducción de la participación de la enfermedades infectocontagiosas se ve acompañada de un aumento en la proporción de las patologías que el autor denomina crónicas degenerativas y creadas por el hombre. No obstante, el trabajo de Omran se refiere al curso que sigue la mortalidad y no la morbilidad con lo cual ésta última podría continuar mostrando como causas principales enfermedades de tipo transmisible aun cuando la mortalidad haya seguido el patrón descrito por la transición epidemiológica (Cárdenas, 2014).

Sin embargo, en México existen algunos autores que critican este enfoque, ya que mencionan que la disminución en los niveles de enfermedades infecciosas, ocurre cuando las condiciones y estándares de vida mejoran (Martínez y Leal, 2002:552). Es decir, los países con mayores niveles de desarrollo económico no son los que presentan menor incidencia de enfermedades infecciosas, sino son los países con desarrollo y menores niveles de desigualdad social.

Desafortunadamente nuestro país, con datos del 2010, ocupa el segundo lugar en desigualdad de los 34 países que integran la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE, 2014:11). Por lo que resulta necesario no perder de vista los padecimientos

transmisibles a nivel nacional, estatal, municipal, de localidad e individual; con el propósito de controlar y de ser posible disminuir los niveles de incidencia a través de intervenciones públicas a los sistemas de salud y las condiciones de vida de las comunidades.

La necesidad de realizar análisis desagregados, surge del hecho de que las cifras nacionales esconden en su interior, comportamientos sumamente heterogéneos, debido principalmente al diferencial en las condiciones físicas, características demográficas y socioeconómicas de la población.

En este capítulo se examina la evolución de la fiebre tifoidea y la paratifoidea, dos enfermedades transmisibles por medio del agua, cuya distribución territorial y espacial se examina a la luz de la ocurrencia de inundaciones en México en el periodo 2009-2011. El objetivo fundamental es examinar la heterogeneidad temporal y espacial y explorar en qué medida ésta se relaciona con los momentos y áreas de ocurrencia de las inundaciones. Para ello se busca analizar, primero, las tasas de incidencia de las dos enfermedades a nivel nacional a fin de caracterizar su evolución en el tiempo e identificar patrones de estacionalidad. Segundo, se identifican diferencias entre las entidades federativas del país en cuanto a dicho comportamiento y tercero, se analiza en qué medida la evolución de la incidencia de la fiebre tifoidea y paratifoidea se relaciona geográfica y temporalmente con la ocurrencia de inundaciones en México. Se parte de la noción de que la heterogeneidad en el comportamiento de la fiebre tifoidea y paratifoidea responde, entre otras cosas, a condiciones ambientales cambiantes en el tiempo y en el espacio, incluyendo la ocurrencia de eventos catastróficos. El análisis temporal permite examinar la tendencia de cambio en el tiempo, la presencia de estacionalidad y en qué medida coinciden el periodo de inundaciones con la tendencia observada en la tasa de los padecimientos. Por su parte, el análisis a nivel de los estados permite considerar la diversidad en la exposición a los eventos catastróficos y su asociación con la incidencia de los padecimientos.

En primer lugar se recurre al análisis de la evolución anual de las tasas de incidencia a nivel nacional, identificando así las enfermedades que tenemos disponibles en la fuente de información y que la literatura ha mostrado que se encuentran relacionadas con las inundaciones. Una vez identificados los padecimientos que en la actualidad muestran las mayores tasas de incidencia en el país se opta por llevar a cabo el análisis tomando en consideración estos dos padecimientos: tifoidea y paratifoidea. La segunda etapa del estudio consiste en obtener las tasas

de incidencia semanal, a nivel nacional, de los padecimientos seleccionados. Dicho análisis permite reconocer, tanto la existencia de estacionalidad en el fenómeno estudiado, es decir en la incidencia de tifoidea y paratifoidea en el país, como la asociación de ésta con las temporadas de calor.

En un tercer momento, el estudio aborda el análisis del comportamiento de la tifoidea y paratifoidea a nivel estatal. Con el propósito de facilitar identificar los patrones de comportamiento de estas patologías, los resultados obtenidos para las entidades federativas fueron agrupados en cuatro conjuntos de acuerdo al contraste observado con relación al patrón nacional.

Adicionalmente al análisis de las incidencias estatales se examinan los reportes de inundaciones tanto a nivel nacional como estatal. Esta información permite distinguir que las inundaciones se presentan con mayor frecuencia en ciertas temporadas así como cuáles son las entidades federativas que incluyen la mayor proporción de municipios afectados semanalmente por inundaciones.

2.1. Metodología

La revisión de la evolución nacional de padecimientos transmisibles por medio del agua requirió la estimación de tasas de incidencia. Para ello se empleó la información sobre casos nuevos registrados por año que compila y publica la Dirección General de Epidemiología (DGE) de la Secretaría de Salud (SS) a través del Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica (SUAVE). La población utilizada para la estimación de tasas corresponde a la producida por el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2014).

El SUAVE es un sistema computarizado que permite recopilar, evaluar y analizar información sobre la notificación semanal de casos nuevos de enfermedades catalogadas como de notificación obligatoria según la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-2012, Para la vigilancia epidemiológica, o los criterios aprobados por el Comité Nacional de Vigilancia Epidemiológica (CONAVE). Uno de los elementos empleados para considerar un padecimientos de notificación obligatoria es su potencial epidémico. Desde 1995, el SUAVE se integra con información semanal reportada por cada unidad médica en el país. Los médicos o responsables de la unidad deben llenar diariamente un formato sobre los casos nuevos de notificación

obligatoria registrados y procesar semanalmente dicha información en un sistema computarizado. Una vez que se cuenta con la información ésta debe ser validada por cada unidad (DGE, 2012).

El SUAVE permite contar con información semanal de los padecimientos de notificación obligatoria para varios niveles de desagregación: localidad, jurisdicción sanitaria, municipio, entidad federativa y país. A partir del SUAVE se obtuvo información para ocho padecimientos cuyo comportamiento ha sido señalado por la literatura especializada como afectado por la ocurrencia de inundaciones, y para los cuales el agua constituye uno de sus mecanismos de transmisión. Estas patologías son: cólera, fiebre tifoidea, giardiasis, hepatitis agudas tipo A, hepatitis virales agudas, leptospirosis, paratifoidea (las cual incluye otras salmonelosis) ³ y shigelosis.

Respecto a los datos de población, tal como se mencionó, la fuente empleada son las estimaciones producidas por CONAPO. Las series empleadas son las estimaciones de la población media para el periodo 2000 a 2010 y la proyección de la población a mitad del año para 2011⁴ (CONAPO, 2012:79).

El empleo conjunto de la información proveniente del SUAVE y las estimaciones poblacionales permiten generar las tasas de incidencia anual para el periodo 2000 a 2011 para los ocho padecimientos de interés. La información semanal reportada por el SUAVE fue agrupada para conocer el número de casos anuales de cada una de las patologías estudiadas.

Los resultados obtenidos del análisis de las 8 patologías y el periodo 2000-2011, permitió identificar a la tifoidea y paratifoidea como los dos de mayor relevancia desde el punto de vista de su magnitud. Dado el interés en revisar la asociación entre la ocurrencia de inundaciones y los cambios en la incidencia semanal de las enfermedades seleccionadas el periodo de análisis se redujo a tres años, 2009-2011, lo que implica el estudio de 156 observaciones para cada patología (52 semanas por año por tres años). El análisis del comportamiento semanal durante

³ Paratifoidea y otras salmonelosis se encuentran registrados dentro del SUIVE en un mismo grupo. Este análisis las integra de la misma manera.

⁴ Son proyecciones tomando en cuenta los supuestos de sobrevivencia, natalidad y las estimaciones de migración interna e internacional utilizados en la conciliación demográfica. Con esto se realiza una interpolación lineal para desagregar la información.

este periodo posibilitó identificar un patrón de estacionalidad para cada una de las enfermedades interés (tifoidea y paratifoidea).

Una vez establecido el patrón de estacionalidad de la tifoidea y paratifoidea a nivel nacional, se examina el comportamiento de estas patologías en el tiempo para un estrato de mayor desagregación, entidad federativa, en el propósito de identificar si existe heterogeneidad geográfica en los niveles y patrones de ocurrencia de cada uno de los padecimientos.

La generación de tasas de incidencia semanal conlleva la necesidad de estimar poblaciones para cada una de las 156 semanas que componen el periodo de análisis. Las poblaciones medias anuales estimadas por CONAPO fueron utilizadas para, asumiendo un crecimiento geométrico, calcular la tasa de crecimiento anual entre 2009 y 2011 y con éstas mediante interpolación calcular las poblaciones semanales. El volumen de población semanal fue empleado conjuntamente con los casos registrados de tifoidea y paratifoidea para producir las tasas de incidencia semanal para 2009-2011 para cada uno de estos padecimientos. Las tasas de incidencia fueron estimadas de acuerdo a la expresión.

$$\text{Tasas de incidencia} = \frac{\text{Número de casos durante el periodo}}{\text{Población expuesta al riesgo a mitad del periodo}}$$

Entendiendo que esta medida “expresa la probabilidad y la velocidad con la que los individuos de una población determinada desarrollarán una enfermedad durante cierto periodo” (Moreno *et al.*, 2000:342). De esta forma se obtuvieron los dos conjuntos de 156 tasas de incidencia semanal para tifoidea y paratifoidea.

Dado el interés de este trabajo de identificar la asociación entre ocurrencia de inundaciones y cambios en los patrones de presentación de enfermedades, es necesario revisar el patrón que registran estos fenómenos naturales en el país. Para ello fue necesario emplear una tercera fuente de información que proporciona datos sobre la ocurrencia de desastres. Esta base de datos es compilada por LA RED, organización que se conforma por grupo internacional de investigadores, académicos y agencias institucionales. Dicha organización recupera información relativa a la ocurrencia de desastres, principalmente a través de fuentes hemerográficas. La base de datos producida por LA RED recibe el nombre de Sistema de Inventario de Desastres

(DesInventar). Ésta incluye información acerca de todo tipo de desastre ocurrido sin importar la magnitud de su impacto ni la naturaleza de los mismos (geofísicos, meteorológicos, hidrológicos, climatológicos y biológicos).

Hasta hace relativamente poco tiempo, en países en desarrollo como es el caso de México no había información sobre desastres de pequeño y mediano impacto. A partir de 1995 LA RED inició la recopilación de información sobre los fenómenos que no eran considerados oficialmente como tales debido a su menor impacto (Velásquez y Rosales, 1999). Dicha base de datos permite conocer no sólo información a nivel nacional, estatal y municipal sino también la fecha exacta en la que ocurrió el desastre. Si bien esta base de datos posibilita la clasificación específica de la inundación, no permite conocer la duración del evento ya que en la mayoría de los casos este dato no fue registrado.

El inventario de desastres ha sido utilizado en diversas investigaciones académicas de corte socioeconómico, como es el caso de “*The Impact of Natural Disasters on Human Development and Poverty at the Municipal Level in Mexico*” donde se analiza el efecto de inundaciones, sequías, heladas y lluvias en el Índice de Desarrollo Humano (IDH) a nivel municipal (Rodríguez-Oreggia *et al.*, 2013), además de diversos libros e investigaciones publicadas por los principales autores de LA RED (Lavell, 1997) e informes de situación sobre los desastres en América Latina y el Caribe (UNISDR AM, 2013).

2.2. Análisis descriptivo de las tasas de incidencia de las enfermedades transmitidas por medio del agua en México

2.2.1. Evolución anual de los padecimientos vinculados con las inundaciones

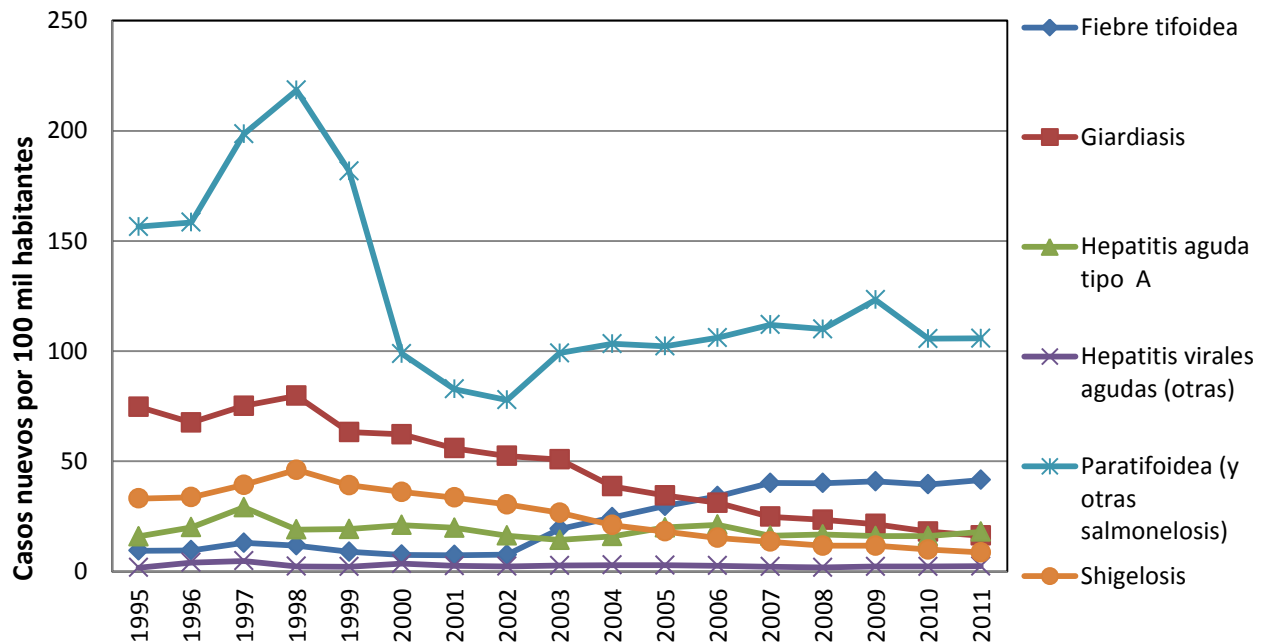
Este apartado examina la evolución en años recientes de aquellos padecimientos transmitidos por agua que son monitoreados a través del SUAVE: cólera, fiebre tifoidea, giardiasis, hepatitis agudas tipo A, hepatitis virales agudas, leptospirosis, paratifoidea (incluidas otras salmonelosis) y shigelosis⁵.

⁵ Padecimientos como el cólera, fiebre tifoidea, paratifoidea y otras salmonelosis y shigelosis provocan en los individuos manifestaciones intestinales, con diarreas aguadas o en algunos casos estreñimiento, además se acompañan de fiebre y dolores de cabeza y abdominal. Los diferentes tipos de hepatitis producen dolor abdominal, fatiga, ictericia entre otros síntomas y signos, mientras que la leptospirosis causa fiebre, dolor de cabeza, escalofríos, vómitos, ictericia, anemia y a veces erupción.

La Gráfica 2.1 muestra las tasas anuales de incidencia estimadas para este trabajo, a nivel nacional, para el periodo 1995 a 2011. En ésta se observa cómo la paratifoidea se caracteriza por ser un padecimiento que pese a una tendencia descendente aún registran altas tasas de incidencia para el periodo analizado. De entre el conjunto de patologías revisadas es con mucho la de mayor incidencia en el país. En 1998 la tasa de incidencia de paratifoidea en México fue de 218 casos por cada cien mil habitantes, y para el año 2011 dicho indicador había descendido a 105.

Giardiasis y shigelosis por su parte comienzan siendo padecimientos con niveles de incidencia considerables (tasas cercanas a 74 y 33 por cada cien mil habitantes respectivamente), sin embargo, con el paso del tiempo ambas patologías muestran una disminución importante llegando a presentar tasas de incidencia para 2011 de 16 y 8 respectivamente. Por otra parte, la brecha entre ambos padecimientos disminuyó siendo la giardiasis la que mostró la reducción de mayor monto. Las hepatitis agudas tipo A y las hepatitis virales agudas muestran un comportamiento constante, contrario a la fiebre tifoidea que comienza en el segundo nivel más bajo con una tasa de incidencia de 9 casos por cada cien mil habitantes y a partir de 2003 muestra una tendencia ascendente para terminar, en el 2011, como la segunda mayor tasa con una incidencia de 41 casos por cada cien mil habitantes.

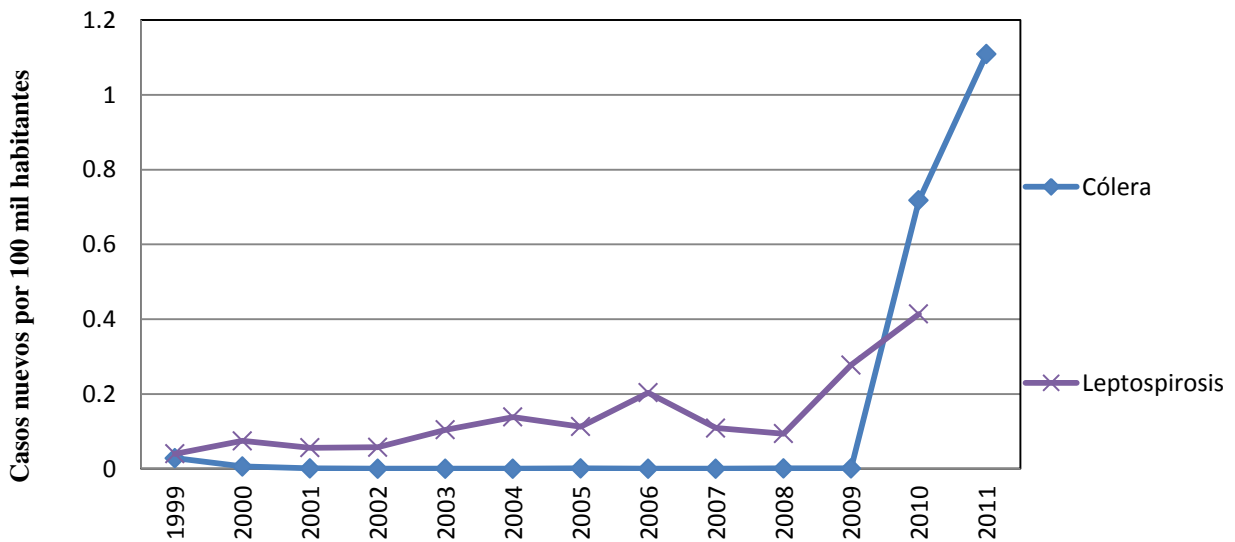
Gráfica 2.1. México, tasa de incidencia anual de ciertas enfermedades transmisibles por agua, 1995-2011



Fuente: Elaboración propia con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO

Dos de los padecimientos originalmente identificados como transmisibles por agua, cólera y leptospirosis, se excluyeron del gráfico anterior ya que tienen una incidencia notablemente menor que los demás padecimientos y su registro en SUAVE comenzó en años posteriores. Para el caso de cólera, además, se observa un comportamiento acorde al hecho de que en nuestro país se trata de una patología no endémica cuyo registro ocurre como consecuencia de brotes epidémicos de origen importado y cuyo impacto es rápidamente controlado (OMS, 2014). La leptospirosis es una enfermedad poco conocida y fácil de confundir con otros padecimientos, debido a síntomas similares con padecimientos como el dengue (Leal-Castellanos *et al.*, 2003). En la Gráfica 2.2 se observa que, tanto la leptospirosis como el cólera, comienzan en un nivel cercano a 30 casos por cada millón de habitantes; mientras que la leptospirosis registra un ascenso constante hasta llegar en 2011 a presentar una incidencia de 410 casos por cada millón de habitantes. En contraste, el cólera parte de una ausencia de contagios para posteriormente aumentar su presencia en 2010 y 2011 hasta llegar a niveles de incidencia de 700 y 1100 casos por cada millón de habitantes, respectivamente.

Gráfica 2.2. México tasa de incidencia por cólera y leptospirosis, 1999-2011



Fuente: Elaboración propia con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO

Con base en los siguientes tres criterios: a) la existencia de estudios en otras regiones que apuntan un vínculo entre desastres naturales y estos padecimientos; b) aquellas enfermedades con altas tasas de incidencia a nivel nacional en el periodo 2009-2011 que, por el número de casos, permitieran desagregar su análisis a escala municipal y c) que hubiesen mostrado trayectorias de cambio diferenciadas y los resultados obtenidos del análisis de las tasas de incidencia anuales para causas específicas se determinó utilizar la tifoidea y la paratifoidea como las enfermedades cuya asociación con las inundaciones será explorada en este estudio.

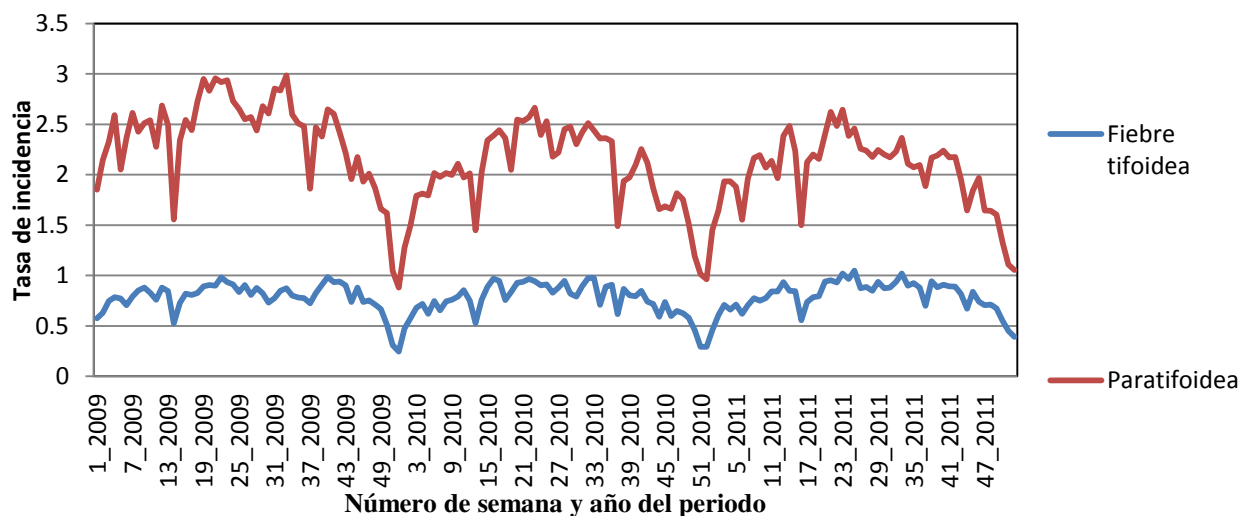
2.2.2. Análisis semanal a nivel nacional para el trienio 2009-2011

La Gráfica 2.3 muestra el patrón de estacionalidad que cabría esperar de enfermedades infecciosas intestinales cuyo contagio aumenta durante temporadas de calor y disminuye durante las temporadas de frío.

Los patrones para cada una de las enfermedades seleccionadas presentan un incremento desde el mes de enero hasta mediados de julio para posteriormente descender hasta llegar a la última semana de diciembre, patrón éste que se repite cada año. Si bien es evidente que el nivel de incidencia de la paratifoidea es mayor que el nivel de incidencia de la fiebre tifoidea, la revisión de los puntos máximos y mínimos de cada año para ambas enfermedades permite reconocer que la tendencia de la paratifoidea va en descenso mientras que la fiebre tifoidea va en aumento.

En el caso de la fiebre tifoidea las tasas de incidencia máxima para los años 2009, 2010 y 2011 fueron de 0.98, 0.97 y 1.04 casos por cada 100,000 habitantes, mientras que la paratifoidea muestra un ligero descenso en los puntos máximos 2.98, 2.66 y 2.64 casos por 100 mil habitantes, respectivamente. Por otro lado, los puntos mínimos de la fiebre tifoidea muestran un ascenso con tasas de incidencia de 0.24, 0.97 y 1.04 por cada 100,000 habitantes. De igual forma, la paratifoidea muestra también que sus puntos mínimos van en ascenso 0.88, 0.96 y 1.05 lo cual indica que la profundidad de la curva, es decir el rango, va reduciéndose año con año.

Gráfica 2. 3. México, tasas de incidencia semanal de la fiebre tifoidea y la paratifoidea, 2009-2011



Fuente: Estimación propia de las tasas de incidencia con base en datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

2.2.3. Comportamiento de las tasas de incidencia semanales de tifoidea y paratifoidea por entidad federativa, 2009-2011.

La información presentada en la Gráfica 2.3 da cuenta de la existencia de un patrón de estacionalidad para la tifoidea y paratifoidea a nivel nacional. Tanto las condiciones geográficas, ambientales como las desigualdades socioeconómicas y demográficas hacen prever que se registre una heterogeneidad en el comportamiento de la incidencia de estas patologías a nivel estatal. Ante la dificultad que representa comparar 32 entidades federativas entre sí, se tomó la decisión de contrastar cada patrón estatal con el comportamiento nacional. Utilizando, entonces, el perfil nacional como referencia, se construyeron cuatro grupos de entidades cuya conformación responde al hecho de compartir ciertos rasgos con relación a lo observado a nivel nacional.

Tifoidea

El Patrón de comportamiento I representado en la Gráfica 2.4.1 muestra los estados que para 2009-2011 presentaron, en general, niveles por debajo del nacional y en los cuales, a partir de 2011, la incidencia alcanza y en diversos puntos rebasa, el nivel nacional.

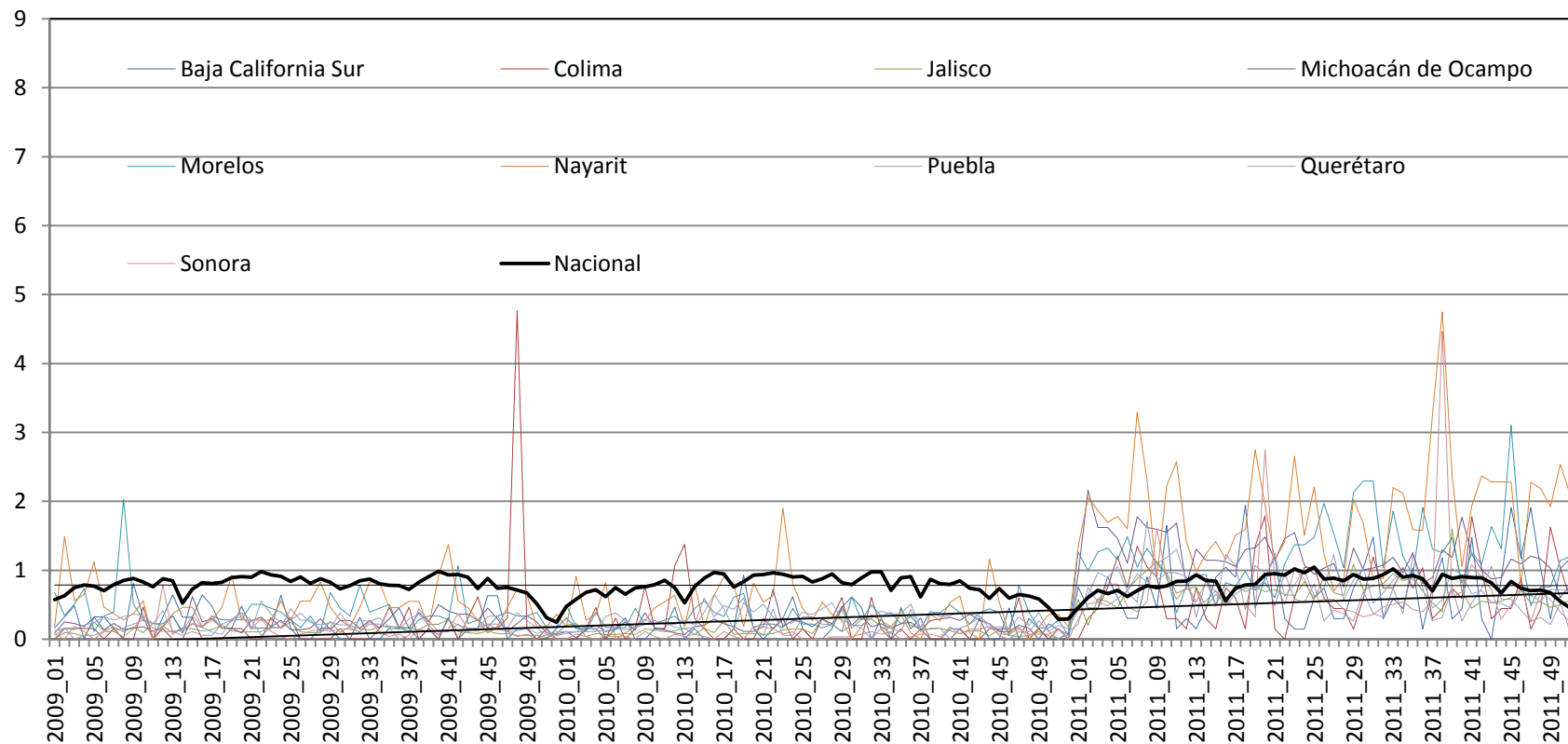
En 2009 la mayor parte del grupo permanece en niveles por debajo del promedio nacional, los puntos atípicos se encuentran en Nayarit que en la segunda semana de enero, en la primer semana de febrero y en la segunda semana de octubre, alcanza tasas de incidencia de 1.4, 1.1 y 1.3 respectivamente. Por otro lado, en la última semana de febrero y tercera semana de octubre Morelos alcanza tasas de 2 y 1; en la primera semana de diciembre, Colima, tienen una tasa de incidencia de 4.8 casos por cada 100 mil habitantes.

Para el siguiente año, 2010, se encuentra que son las mismas tres entidades federativas, las cuales rebasan el promedio nacional. Sin embargo, las tasas de incidencia que se alcanzaron en estos puntos atípicos por arriba del promedio nacional fueron en niveles mucho más bajos que en el 2009, llegando a tasas de incidencia de 1.9 casos nuevos por cada 100 mil habitantes.

En 2011 se observa un incremento sustancial en el nivel de incidencia de todas las entidades federativas, Nayarit, Sonora, Morelos, Colima y Baja California Sur reportaron tasas de incidencia mayores a las nacionales a lo largo del año.

Cabe señalar que el aumento mostrado en el registro de casos de tifoidea durante 2011, puede lo mismo deberse a una mejora en los sistemas de recolección de información o bien a la adopción de mejores técnicas para la detección de los padecimientos o tratarse de un aumento real del mismo.

Gráfica 2.4.1. Patrón de comportamiento I de las tasas de incidencia semanal de tifoidea por 100,000 habitantes en ciertas entidades federativas, 2009 a 2011



Fuente: Estimación propia de las tasas de incidencia con base en datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

El Patrón II para el comportamiento de tifoidea consiste en que durante 2009 mantiene niveles por debajo de la media nacional y a partir de 2010 se observa un aumento hasta llegar en 2011 a un nivel cercano al registrado en el país, tal como se muestra en la Gráfica 2.4.2.

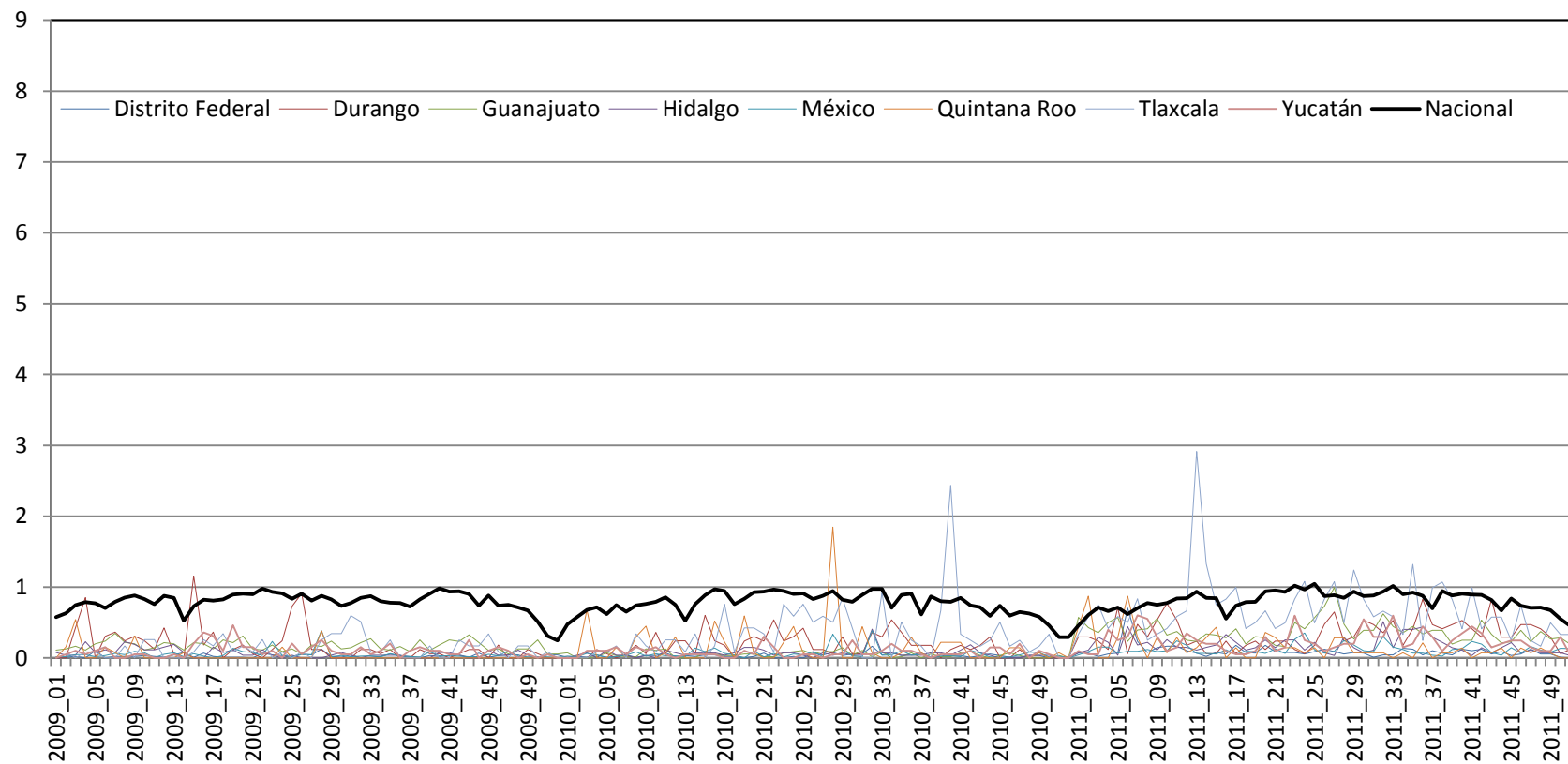
En 2009 el único estado que en dos ocasiones alcanza el nivel nacional y en una ocasión más incluso lo rebasa es Durango, alcanzando una tasa máxima durante el año de 1.2 en la tercer semana de abril.

Para 2010, Tlaxcala, a lo largo del año, mostró un punto atípico el cual rebasa el promedio nacional en la primera semana de octubre, alcanzando una tasa de incidencia de 2.4. Durante la primer semana de julio Quintana Roo registra una tasa de 1.8 lo cual es poco más del doble respecto al nacional.

En el último año, 2011, se nota que más entidades federativas se acercan a los niveles nacionales, por lo que los puntos atípicos durante el año aumentan en especial para el estado de Tlaxcala, el cual tienen una tasa de incidencia máxima durante la primer semana de mayo.

El comportamiento antes descrito llama la atención ya que como ha sido mencionado anteriormente, el patrón de comportamiento de los dos padecimientos de interés responde usualmente a las temporadas de calor, las cuales inician usualmente para todos los estados en marzo y que durante los meses de julio a octubre registran, además, la presencia también de fenómenos hidrometeorológicos.

Gráfica 2.4.2. Patrón de comportamiento II de las tasas de incidencia semanal de tifoidea por 100,000 habitantes en ciertas entidades federativas, 2009 a 2011



Fuente: Estimación propia de las tasas de incidencia con base en datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

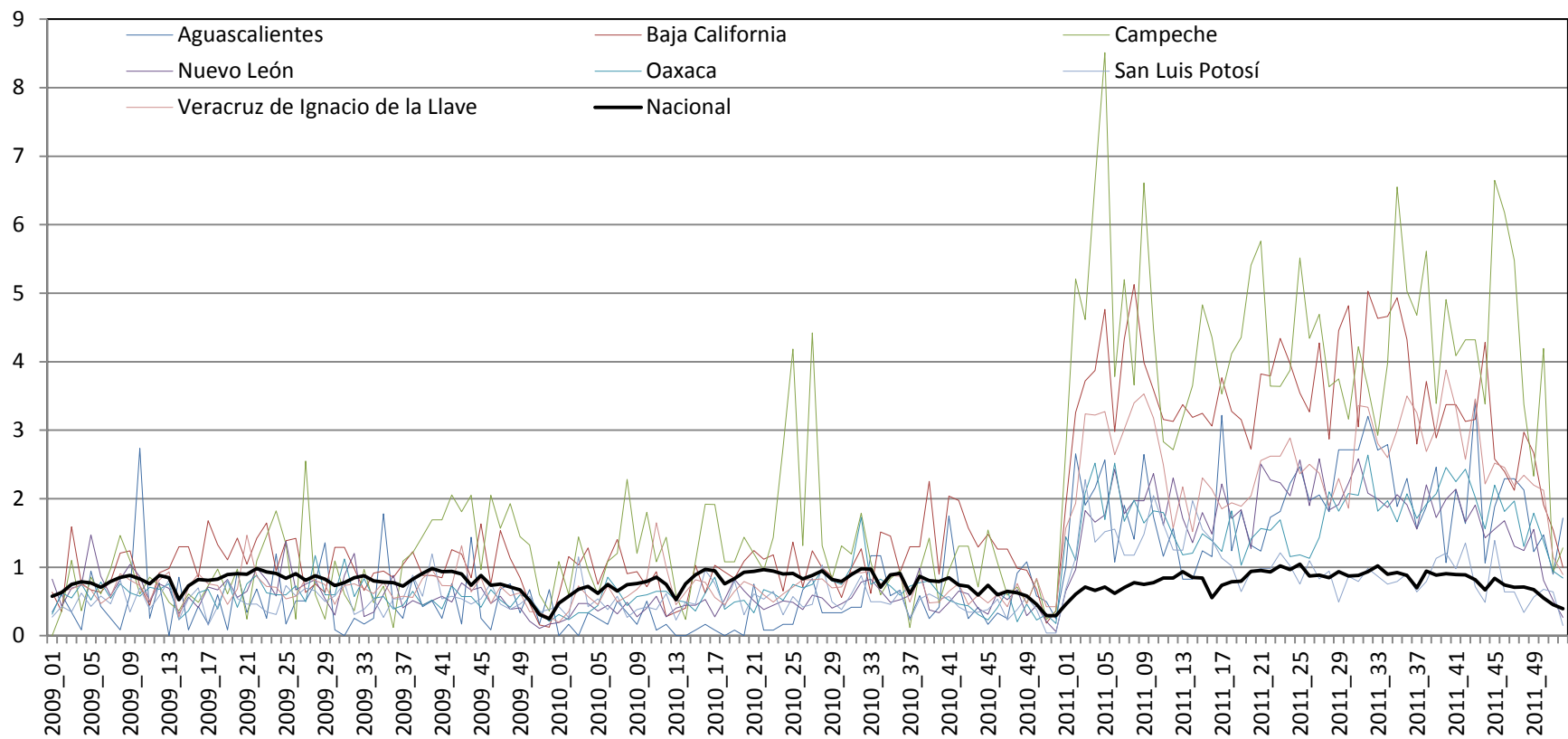
El tercer patrón observado son entidades federativas que durante los primeros dos años de análisis muestran comportamientos similares al nacional o ligeramente por debajo de éste y para 2011 elevan su nivel quedando por arriba del promedio.

Campeche es la entidad que muestra la mayor tasa de incidencia en todo el periodo de observación, alcanzando la máxima tasa de incidencia en febrero del 2011 (8.5 casos por cada 100,000 habitantes). En cuanto a niveles y comportamientos le siguen Baja California con 5 y Veracruz con 3.8 casos por cada 100,000 reportados en la primera semana de febrero 2011.

Por otro lado, Querétaro se encuentra durante 2009 y 2010 como el más bajo nivel de esta agrupación. Además, dicho estado muestra niveles por debajo de la nacional y para 2011 llega a este nivel.

En 2009, los estados que destacan por los altos niveles son Aguascalientes, Campeche, Baja California, Nuevo León y Veracruz. Para 2010 destacan los mismos estados, no obstante son Campeche y Baja California las entidades federativas con los niveles más altos de incidencia respecto a la nacional y al año anterior. El último año muestra a grandes rasgos que los estados en este patrón a pesar de aumentar los niveles en tasa de incidencia no alcanzan aún los niveles reportados a nivel nacional, solo es el estado de Tlaxcala, el cual en la segunda semana de abril registra una tasa de incidencia de 3 casos por cada 100 mil habitantes.

Gráfica 2.4.3. Patrón de comportamiento III de las tasas de incidencia semanal de tifoidea por 100,000 habitantes en ciertas entidades federativas, 2009 a 2011

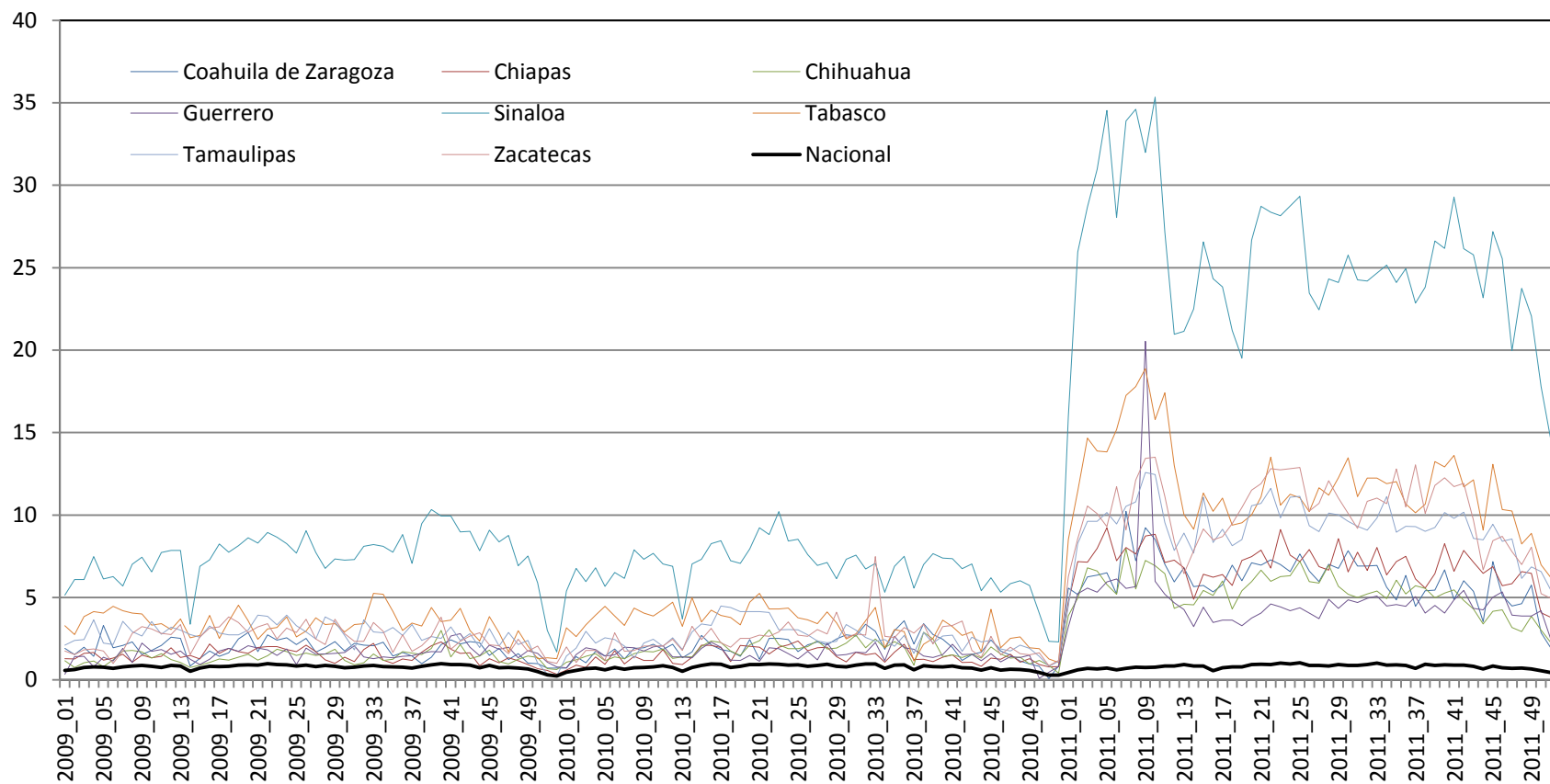


Fuente: Estimación propia de las tasas de incidencia con base en datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

En el cuarto patrón se encuentran los estados con un comportamiento por arriba del nivel nacional en los tres años del análisis, siendo así las entidades con las tasas de incidencia más altas; por lo que fue necesario cambiar la escala de análisis, la siguiente gráfica no es comparable visualmente con las anteriores pero da cuenta del patrón y los niveles. La Gráfica 2.4.4 permite observar cómo la desigualdad entre los niveles de las diferentes entidades y el indicador nacional se acentúa a partir de 2011.

En este grupo, Sinaloa alcanza una incidencia de 35 por cada 100,000 siendo así el estado con mayor tasa de incidencia, seguido de Tabasco con 18, Zacatecas con 13 y Tamaulipas con 11, destacando también un fuerte punto atípico durante la misma semana que los máximos anteriormente mencionados, en la novena semana de 2011 en Guerrero, correspondiente a mediados de marzo.

Gráfica 2.4.4. Patrón de comportamiento IV de las tasas de incidencia semanal de tifoidea por 100,000 habitantes en ciertas entidades federativas, 2009 a 2011



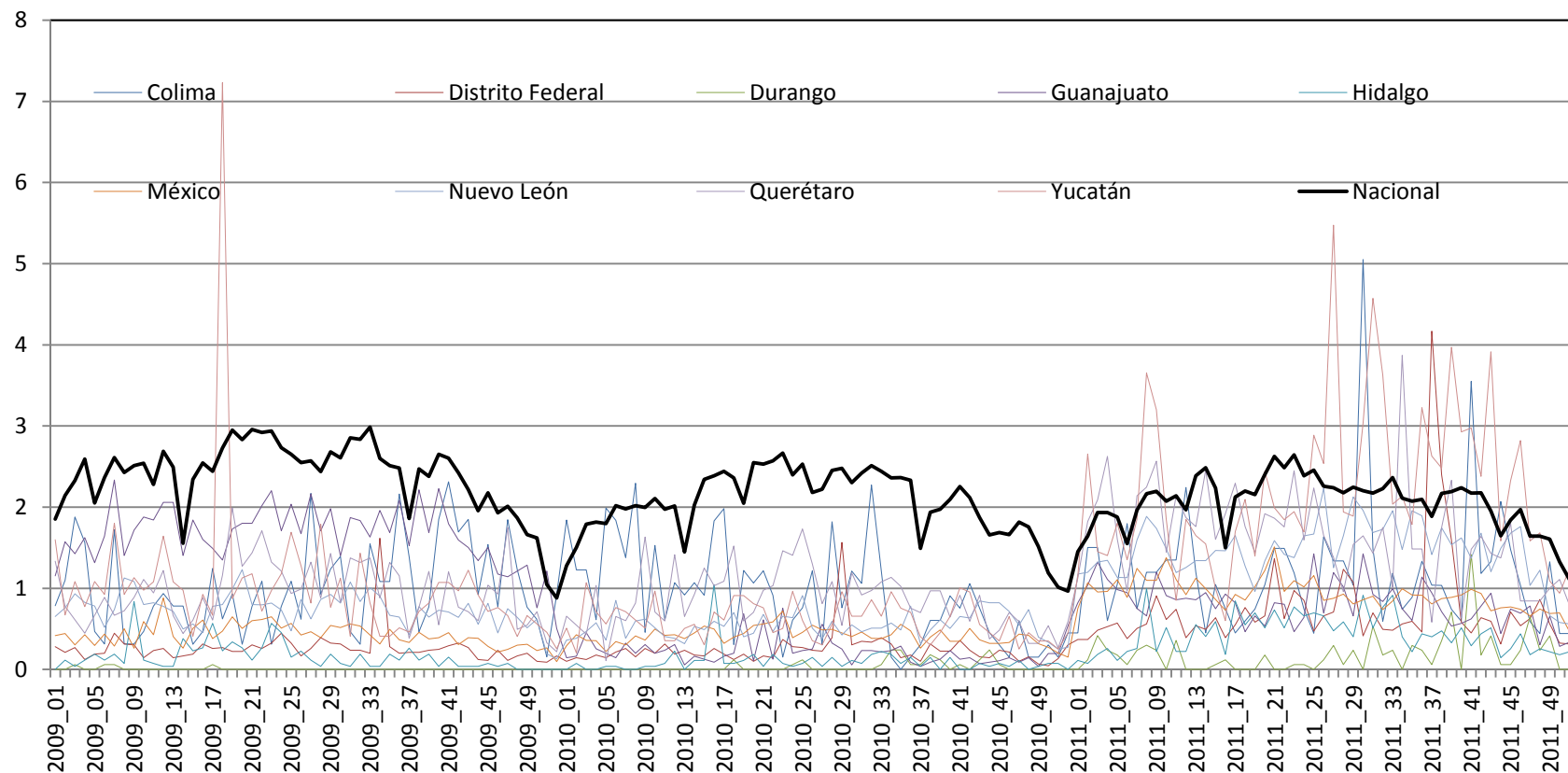
Fuente: Estimación propia de las tasas de incidencia con base en datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

Paratifoidea

De manera análoga se analizan y agrupan los estados para observar el comportamiento de la tasa de incidencia de la paratifoidea. En la Gráfica 2.4.5, el primer patrón observado mostró que durante los dos primeros años se encontraban por debajo de la media nacional y para 2011 las tasas suben hasta, en algunos casos, rebasar la nacional. Como ejemplo tenemos Yucatán, Hidalgo y Distrito Federal. Además se observa un punto atípico en Yucatán durante la semana 17 de 2009 correspondiente a los primeros días de mayo, siendo esta tasa la máxima: 7.2 casos de paratifoidea por cada 100,000 habitantes.

Mientras que los estados de Colima, México, Nuevo León, Guanajuato y Querétaro, muestran el mismo patrón de niveles de incidencia menores que los nacionales durante 2009 y 2010, en 2011 también elevan sus niveles de incidencia, aunque en menor medida que Yucatán, Hidalgo y Distrito Federal. Otro caso es Durango, el cual muestra la tasa de incidencia más baja del grupo y además en 2011 su aumento sigue estando muy por debajo de la nacional.

Gráfica 2.4.5. Patrón de comportamiento I de las tasas de incidencia semanal de paratifoidea por 100,000 habitantes en ciertas entidades federativas, 2009 a 2011

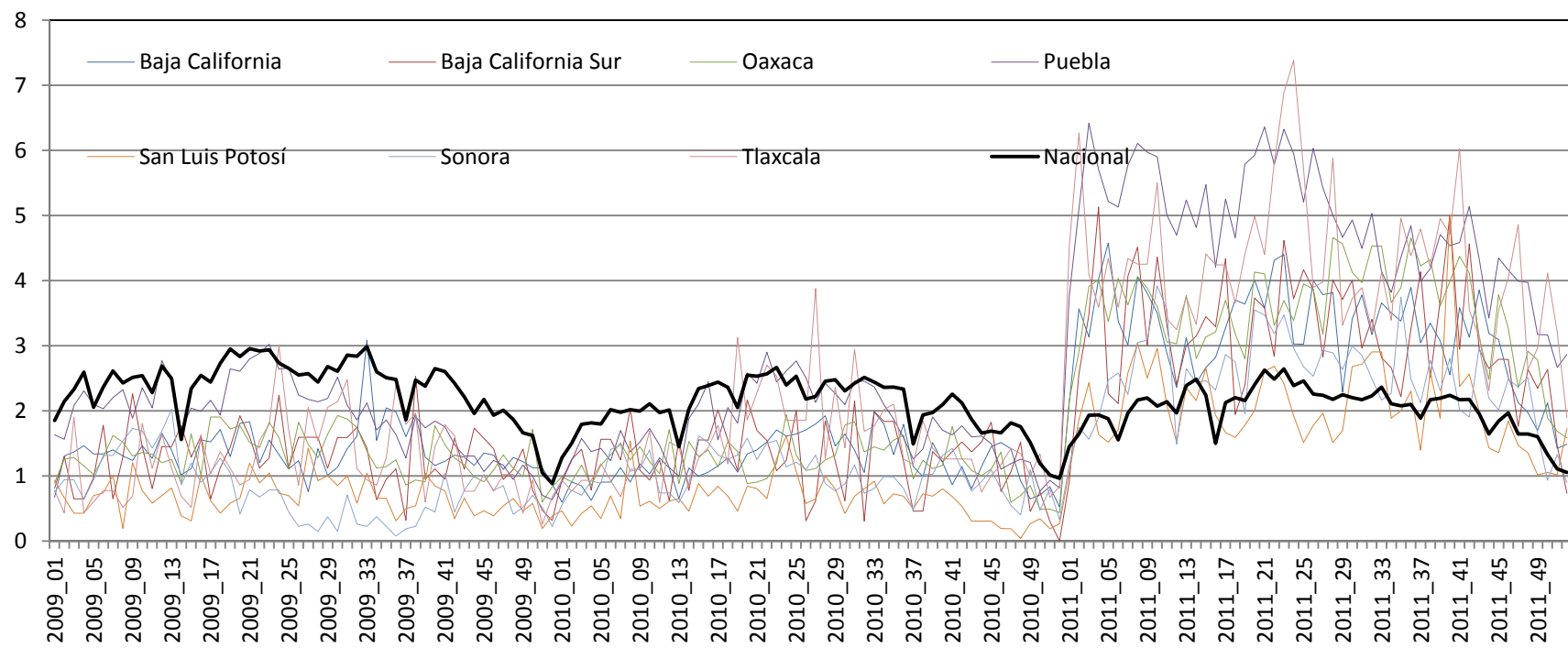


Fuente: Estimación propia de las tasas de incidencia con base en datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

En el segundo patrón, Gráfica 2.4.6, podemos ver que durante 2009 y 2010 las tasas permanecían por debajo pero no muy alejadas de las cifras nacionales. No obstante en 2011 suben considerablemente hasta rebasar, en la mayoría de los casos, la tasa de incidencia nacional.

En el caso de San Luis Potosí se puede observar que el patrón es parecido, pero con niveles de incidencia menores que los demás estados, quedando en 2011 en magnitudes muy parecidas a la nacional. Puebla y Tlaxcala son las entidades que durante 2011 reportaron los mayores niveles de incidencia dentro del grupo. Tlaxcala presenta desde 2010 unos puntos atípicos que logran rebasar el promedio nacional, esto ocurre en las semanas que corresponden a la temporada de calor, finales de abril, junio y julio.

Gráfica 2.4.6. Patrón de comportamiento II de las tasas de incidencia semanal de paratifoidea por 100,000 habitantes en ciertas entidades federativas, 2009 a 2011

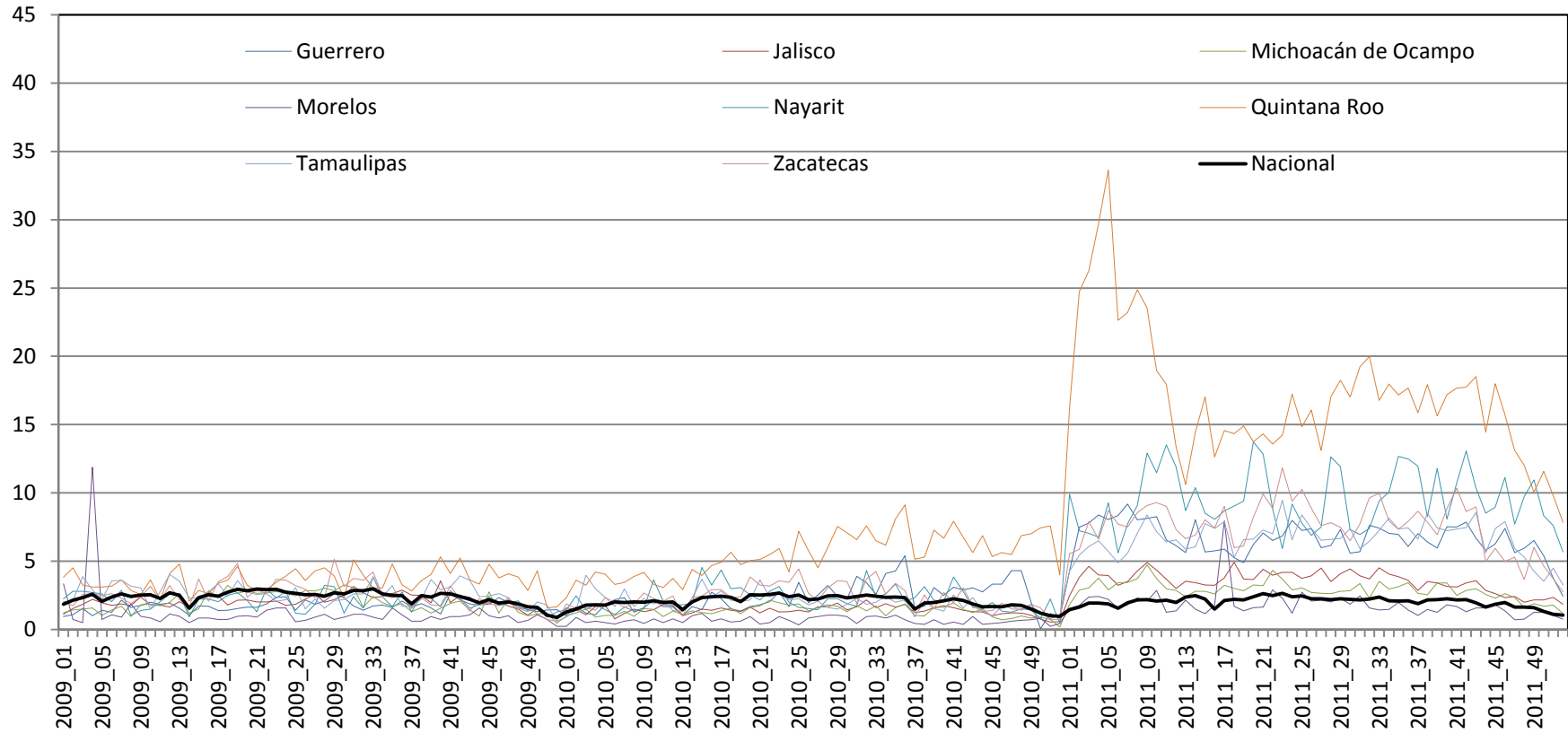


Fuente: Estimación propia de las tasas de incidencia con base en datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

Con relación al patrón III, durante 2009 y 2010 las tasas de incidencia permanecen similares a la nacional, y en 2011 sus niveles de incidencia se elevan considerablemente. Quintana Roo reportó un aumento importante en la incidencia para este último año, alcanzando el punto máximo en las primeras semanas del año 2011, con 34 casos de paratifoidea por cada 100,000 habitantes a principios de febrero. Posteriormente, en la última semana de febrero dicho brote vuelve a repuntar en un nivel cercano a 40 casos por cada 100,000 habitantes.

Morelos, Michoacán y Jalisco a pesar de aumentar su incidencia en 2011, conservan aún un nivel similar al nacional. Sin embargo, Morelos presenta un punto atípico cerca de la segunda semana de abril, registrando 7 casos por cada 100,000 habitantes, regresando a los niveles promedio mostrados la siguiente semana.

Gráfica 2.4.7. Patrón de comportamiento III de las tasas de incidencia semanal de paratifoidea por 100,000 habitantes en ciertas entidades federativas, 2009 a 2011

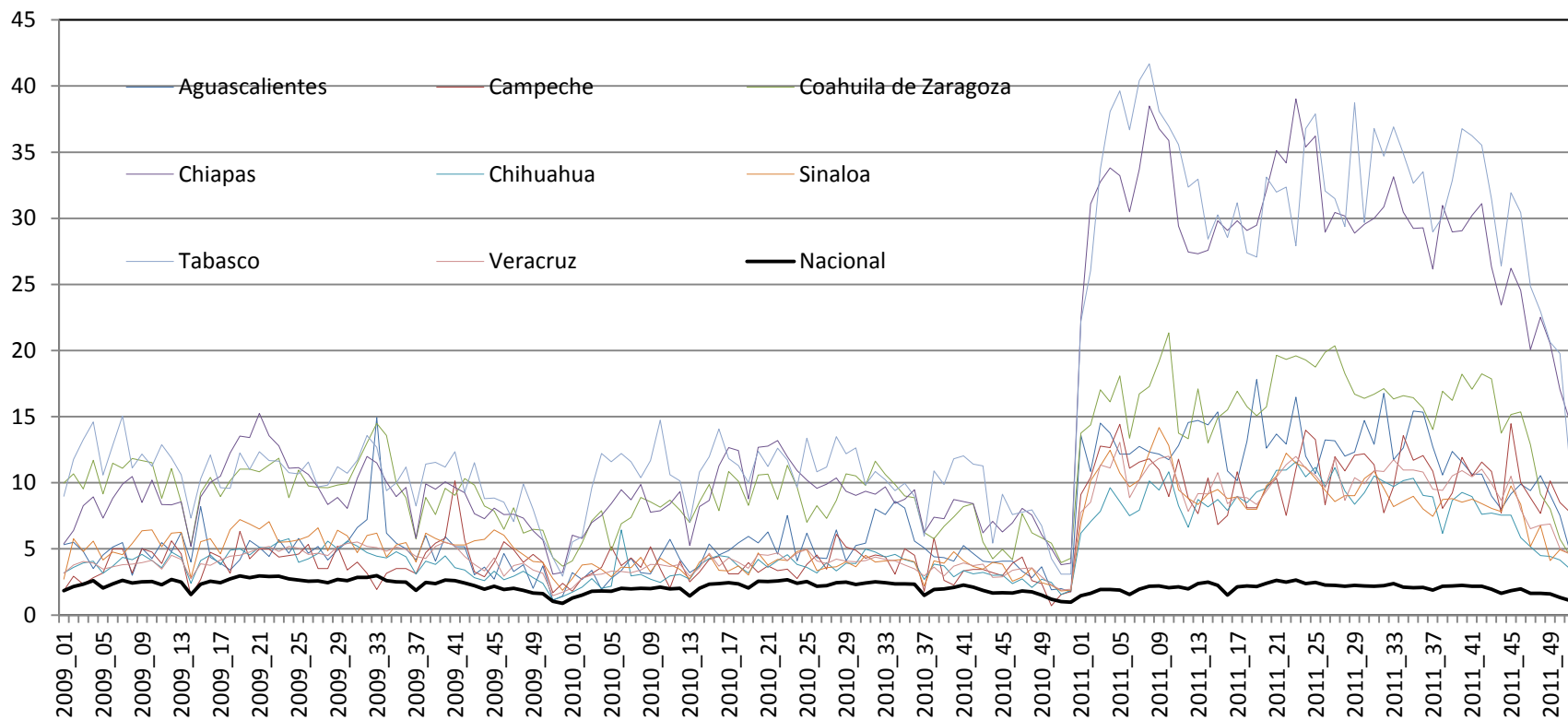


Fuente: Estimación propia de las tasas de incidencia con base en datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

La Gráfica 2.4.8, muestra el último patrón de la paratifoidea, el cual permite observar que las tasas de incidencia están durante los tres años y en cada una de las semanas analizadas por arriba del promedio nacional; sin embargo, en el 2011 la brecha entre los niveles estatales y el nacional aumenta.

Los estados con mayores niveles de incidencia en paratifoidea durante los tres años son Tabasco, Chiapas y Coahuila. No obstante, en 2011 Tabasco y Chiapas mostraron las mayores brechas tanto con relación al nacional como a las demás entidades que conforman este grupo. Esta distancia alcanzó su punto máximo en la segunda semana de marzo (novena semana) del 2011: 41 y 38 casos por cada 100,000 habitantes, respectivamente.

Gráfica 2.4.8. Patrón de comportamiento IV de las tasas de incidencia semanal de paratifoidea por 100,000 habitantes en ciertas entidades federativas, 2009 a 2011



Fuente: Estimación propia de las tasas de incidencia con base en datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

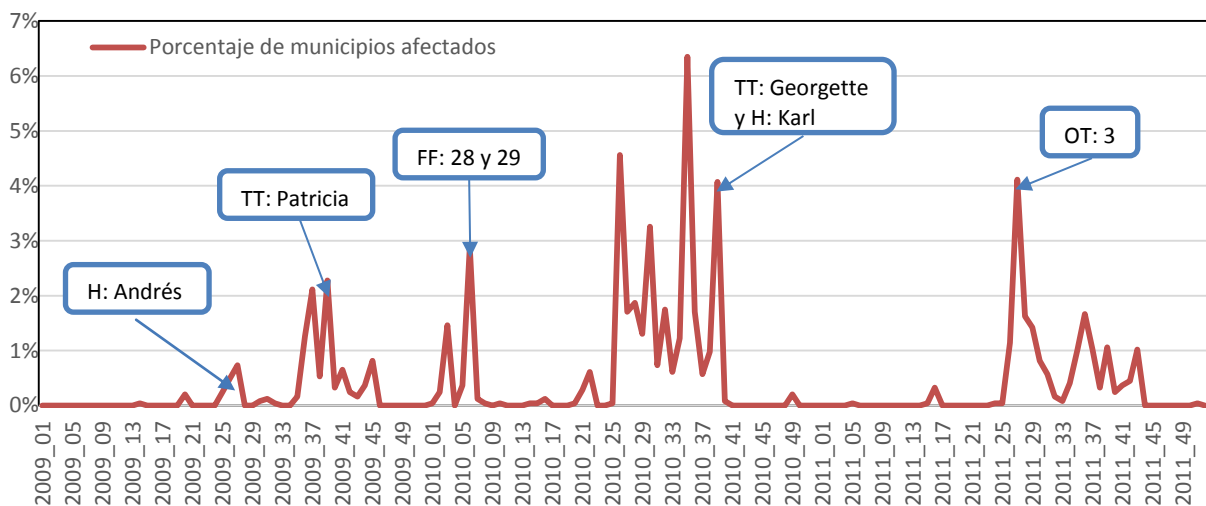
El análisis estatal de los padecimientos resulta de importancia si queremos conocer la heterogeneidad en su incidencia a lo largo del territorio nacional. A la par que la evolución en el tiempo evidencia la necesidad de examinar las diferencias en la trayectoria de cambio. Sin embargo, el análisis sugiere la necesidad de reducir la escala de análisis a nivel municipal para dar mejor cuenta de la heterogeneidad existente y buscar explicar el impacto de las inundaciones.

2.3. Inundaciones en México

2.3.1. Inundaciones semanales durante 2009, 2010 y 2011

La Gráfica 2.5 permite analizar la ocurrencia de las inundaciones en el territorio nacional. La información presentada muestra el porcentaje de municipios afectados semanalmente, a nivel nacional, durante 2009, 2010 y 2011. El Cuadro 2.1 lista los fenómenos hidrometeorológicos más importantes ocurridos en el territorio nacional, incluyendo el lugar y duración de los efectos directos e indirectos de cada uno.

Gráfica 2.5. Porcentaje de municipios afectado por inundaciones de acuerdo a información semanal, 2009-2011



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres

Los datos mostrados en la gráfica anterior permiten reconocer, a partir de información municipal, un patrón temporal de ocurrencia de las inundaciones en el país, mismo que inicia en la semana 25 (penúltima semana de junio) y concluye en la semana 45 (segunda semana de noviembre). Sin embargo, se observan dos puntos atípicos significativos: la primera semana de enero y la quinta semana correspondiente a los últimos días de enero y primeros de febrero del

2010. Para un análisis ilustrativo de eventos climáticos la Tabla 2.1 la cual permite conocer más a fondo los principales sistemas o ciclones tropicales que afectaron a nuestro país durante el periodo de análisis. El cuadro permite observar que este tipo de eventos ocurren frecuentemente, en áreas localizadas del territorio y en una temporalidad específica.

Cabe señalar que las inundaciones pueden tener un origen diferente a los fenómenos hidrometeorológicos; no obstante, son los más frecuentes debido a nuestra ubicación geográfica. En la fuente de información que se utiliza en el estudio se recolecta información sin distinción del origen pero se presenta el cuadro siguiente con la intención de dar a conocer la temporalidad y espacio en que suelen ocurrir dichos fenómenos.

Tabla 2.1. Ciclones Tropicales que impactaron a México de 2009 al 2011.

Año	Oceano	Nombre	Categoría* en impacto	Lugar de entrada a tierra o costa mas cercana	Estados afectados directamente	Periodo (inicio-fin)	Día de impacto	Vientos max* (en impacto)
2011	Atlántico	Rina	TT	30 Km Oeste de Cozumel, QR	QR.	23-28 Oct	27-Oct	95
	Pacífico	DT 12E	DT	10 Km Oeste de Chahuities, Oax.	Oax., Chis.	12-Oct	12-Oct	55
	Pacífico	Jova	H2	8 Km Sur De La Fortuna, Jal.	Jal, Col, Mich, Nay.	6-12 Oct	12-Oct	160
	Atlántico	Nate	TT	25 Km Nnw de Pto. de Veracruz, Ver.	Tab., Ver.	7-11 Sept	11-Sept	95
	Pacífico	DT 8E	DT	25 Km Norte de Calla de Campos, Mich.	Mich., Col, Jal.	31-Ago	31-Ago	50
	Atlántico	Harvey	DT (DT)	42 Km E-Se de Villahermosa, Tab. (15 Km Al Wsw Alvarado, Ver.)	Chis., Tab., Ver., Oax.	18-22 Ago	21 Ago (22 Ago)	55 [55]
	Atlántico	Arlene	TT	Cabo Rojo, Ver.	Ver., SLP, Tamps., Hgo.	28-30 Jun	30-Jun	100
Pacífico	Beatriz	H1	20 Km S-Se de la Fortuna, Jal.	Gro., Col., Mich., Jal.	1-21 Jun	21-Jun	150	
2010	Atlántico	Richard	DT	155 Km Al E-Se de Cd Del Carmen, Camp.	Chis., Camp., QR, Tab.	20-26 Oct	25-Oct	55
	Atlántico	Matthew	DT	20 Km Ssw Altamira Camp.	Camp., Ver.	23-26 Sept	25-Sept	55
	Pacífico	Georgette	TT (TT)	15Km Sur de Cabo-Sn-Lucas, BCS (15Km Nw de Guaymas, Son.)	BCS, Son.	21-23 Sept	21 Sept (22 Sept)	65
	Atlántico	Karl	TT (H3)	15Km Ne de Chetumal, QR Y (15 Km Norte de Pto. Ver.)	QR, Camp., Ver., Pue.	14-18 Sept	15 Sept (17 Sept)	100 (185)
	Atlántico	Hermine	TT	40 Km Sur de Matamoros, Tamps.	Tamps.	5-7 Sept	06-Sept	95
	Pacífico	DT 11E	DT	35Km Nw de Salina Cruz, Oax.	Oax., Ver.	3-4 Sept	04-Sept	55
	Atlántico	DT 2	DT	22 Km Wnw Matamoros, Tamps.	Tamps.	7-8 Jul	08-Jul	55
	Atlántico	Alex	TT (H2)	90 Km Sw Chetumal, QR. (Laguna Madre, Tamps.)	QR, Camp., Tamps., NL.	25 Jun - 01 Jul	27 Jun (30 Jun)	65 [165]
Pacífico	Agatha	TT	30 Km Este de Tapachula, Chis.	Chiapas	29-30 May	29-May	75	
2009	Atlántico	Ida	H1	80 Km Este de Cancún, QR.	QR.	4-10 Nov	08-Nov	150
	Pacífico	Rick	TT	Mazatlán, Sin.	Sin.	15-21 Oct	21-Oct	90
	Pacífico	Patricia	DT	25 Km Sur de San José Del Cabo, BCS	BCS, Sin.	11-14 Oct	14-Oct	45
	Pacífico	Olaf	DT	55 Km Sw de Puerto Cortés, BCS	BCS, Sin.	1-3 Oct	03-Oct	45
	Pacífico	Jimena	H2 (TT)	Pto. Cortes, BCS (90 Km Wsw Guaymas, Son.)	BCS, Son.	28 Ago-4 Sept	2-Sept (3 Sept)	165 [65]
	Pacífico	Andres	TT	90 Km Sw de Manzanillo, Col	Gro., Mich., Col., Jal.	21-24 Jun	23-Jun	110
Pacífico	DT1e	DT	75 Km Sw de Mazatlán, Sin.	Sin.	18-19 Jun	19-Jun	55	

* La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) clasifica a los ciclones tropicales según su nivel de intensidad, en orden de intensidad se mencionan de la siguiente manera: onda tropical (OT), perturbación tropical (PT), Depresión Tropical (DT), Tormenta Tropical (TT), Huracán Moderado (HM) y Huracán Intenso (HI) (CONAGUA, 2012:7).

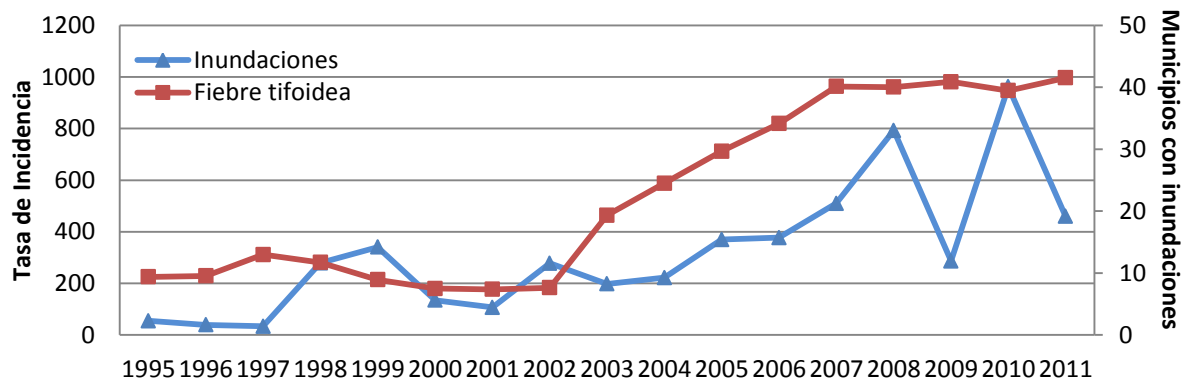
Fuente: (CONAGUA, 2012: 176)

2.4. Asociación entre las tendencias

2.4.1. Correlación con la ocurrencia de inundaciones por año (número de eventos)

En la Gráfica 2.6 puede observarse cómo la fiebre tifoidea muestra una evolución semejante a la ocurrencia de inundaciones. No obstante, llama la atención cómo en 2009, a pesar del bajo número de inundaciones, el nivel de incidencia de la fiebre tifoidea manifestó un ligero aumento.

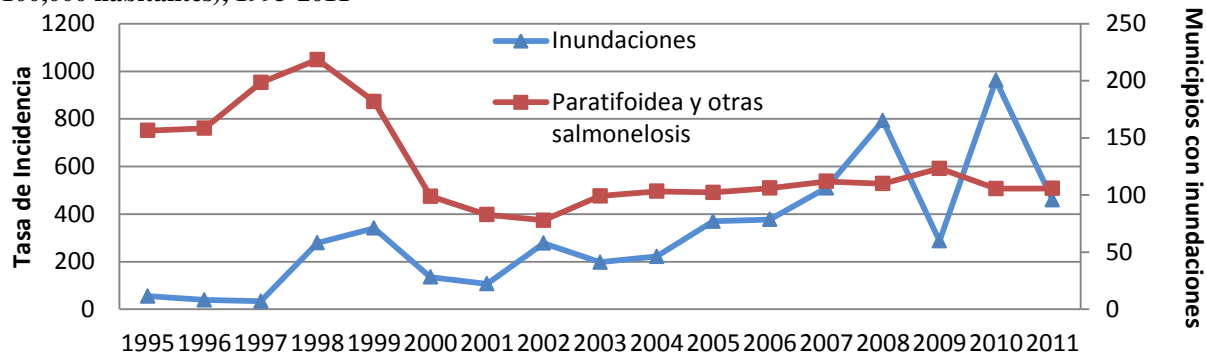
Gráfica 2.6. México, número de inundaciones y las tasas de incidencia anual por fiebre tifoidea (por cada 100,000 habitantes), 1995-2011



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres y con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

En la Gráfica 2.7 la paratifoidea muestra una asociación negativa con las inundaciones, ya que mientras la tendencia de inundaciones es ascendente los niveles de incidencia por este padecimiento van disminuyendo. Esta información apunta la importancia de desagregar el análisis a las menores unidades posibles, ya que el efecto puede estar matizado por diversos factores como son la distribución de los casos nuevos y las inundaciones en el tiempo y espacio.

Gráfica 2.7. México, número de inundaciones y las tasas de incidencia anual por paratifoidea (por cada 100,000 habitantes), 1995-2011



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres y con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

2.4.2. Relación entre los padecimientos y las inundaciones tanto a nivel estatal como anual

Con el propósito de identificar la distribución geográfica de las inundaciones y de las tasas de incidencia de manera conjunta, a continuación se muestran seis mapas, uno por cada año analizado (2009, 2010 y 2011) y para cada una de las patologías estudiadas.

El primero de ellos da cuenta de la distribución geográfica de la tifoidea a nivel estatal en 2009, utilizando para ello las tasas de incidencia estatales estimadas para dicho año

El mismo ejercicio de ilustración de la distribución geográfica de la incidencia de tifoidea a nivel estatal se lleva a cabo para 2010 y 2011, fijando la escala de representación de la intensidad del padecimiento, definiendo tres categorías. Lo anterior permite que los mapas sean comparables entre sí en el tiempo desde el punto de vista de la representación de la enfermedad. Los estados con las mayores tasas de incidencia están caracterizados por un color amarillo, los de tasas de incidencia cercanos al promedio se destacan con un color verde claro y los que registraron las menores tasas de incidencia se encuentran marcados con verde oscuro. Las inundaciones se toman en cuenta como proporciones del total de inundaciones-municipio reportadas en el inventario de desastres, es decir, se calculó el porcentaje de municipios que del total de la entidad registraron una inundación durante el año. Las inundaciones están representadas gráficamente por un círculo de color azul, el cual según el tamaño muestra el porcentaje de municipios afectados por una inundación durante el año que se muestra. La información sobre paratifoidea se muestra siguiendo el mismo esquema descrito para la tifoidea.

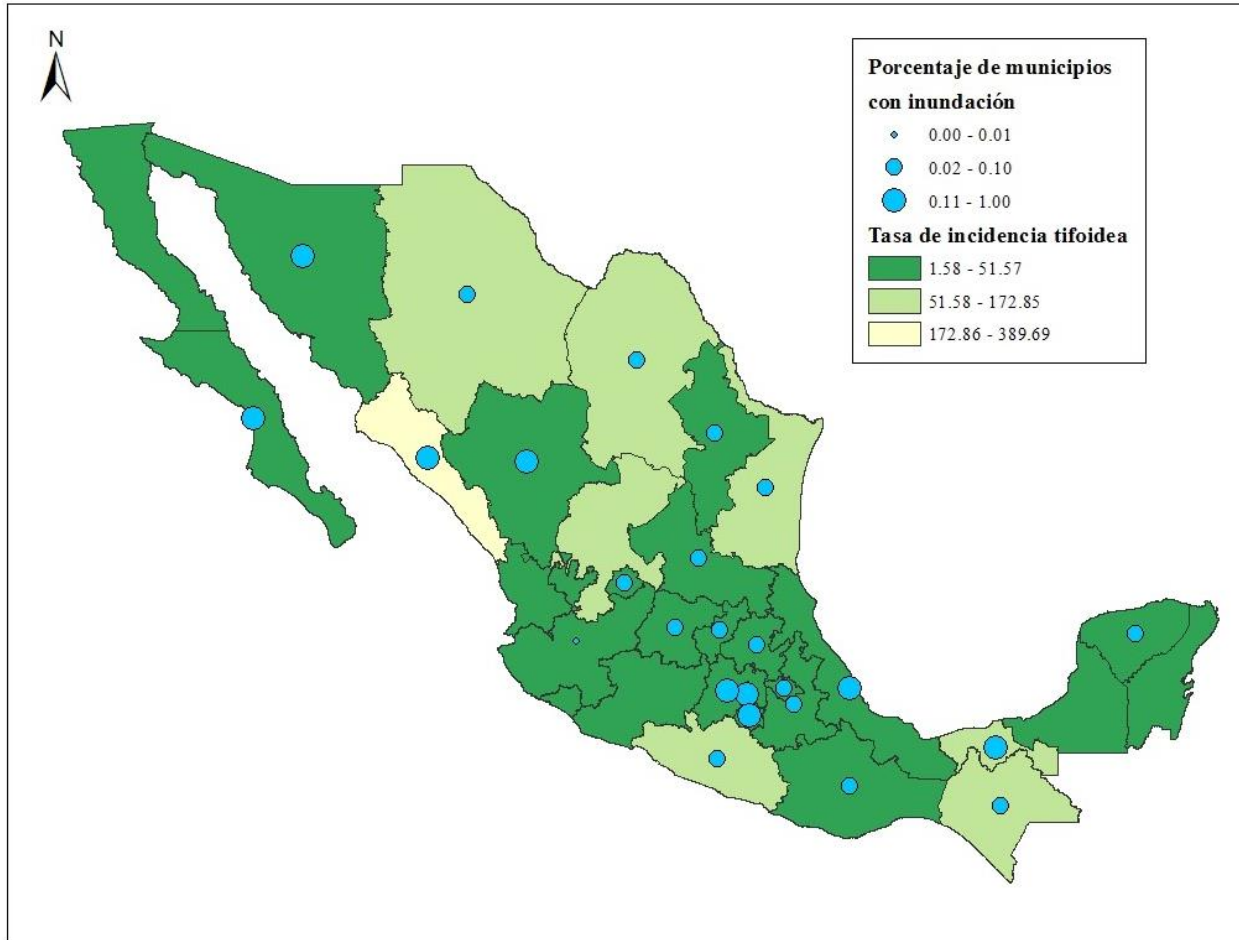
Los mapas fueron realizados utilizando el software ARCGIS, empleando como insumo para ello los indicadores generados por la autora a partir de las fuentes de información descritas con anterioridad.

Los padecimientos e inundaciones fueron analizados geográficamente con el objetivo de identificar si existe un patrón geográfico en cuanto a las entidades federativas con mayores niveles de tasas de incidencia, y si ello muestra alguna relación con la ocurrencia de inundaciones, así como su posible variación en el tiempo.

La Ilustración 2.1 indica que Sinaloa es el estado que en 2009 registró la mayor tasa de incidencia anual de tifoidea con 389 casos por cada 100 mil habitantes y que la proporción de municipios con inundación de esta entidad corresponde a la tercera categoría, es decir, la de mayor frecuencia. Los estados de Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Zacatecas, Chiapas, Tabasco y Guerrero mostraron una tasa de incidencia por tifoidea de entre 51.6 y 172.9 casos por 100 mil habitantes. De entre este conjunto de entidades federativas, Tabasco es la que presenta la mayor afectación por tifoidea e inundaciones.

El resumen de información que presenta el mapa permite señalar que la tasa de incidencia suele ser mayor en estados, excepto Zacatecas, caracterizados por ser de clima cálido con presencia de inundaciones.

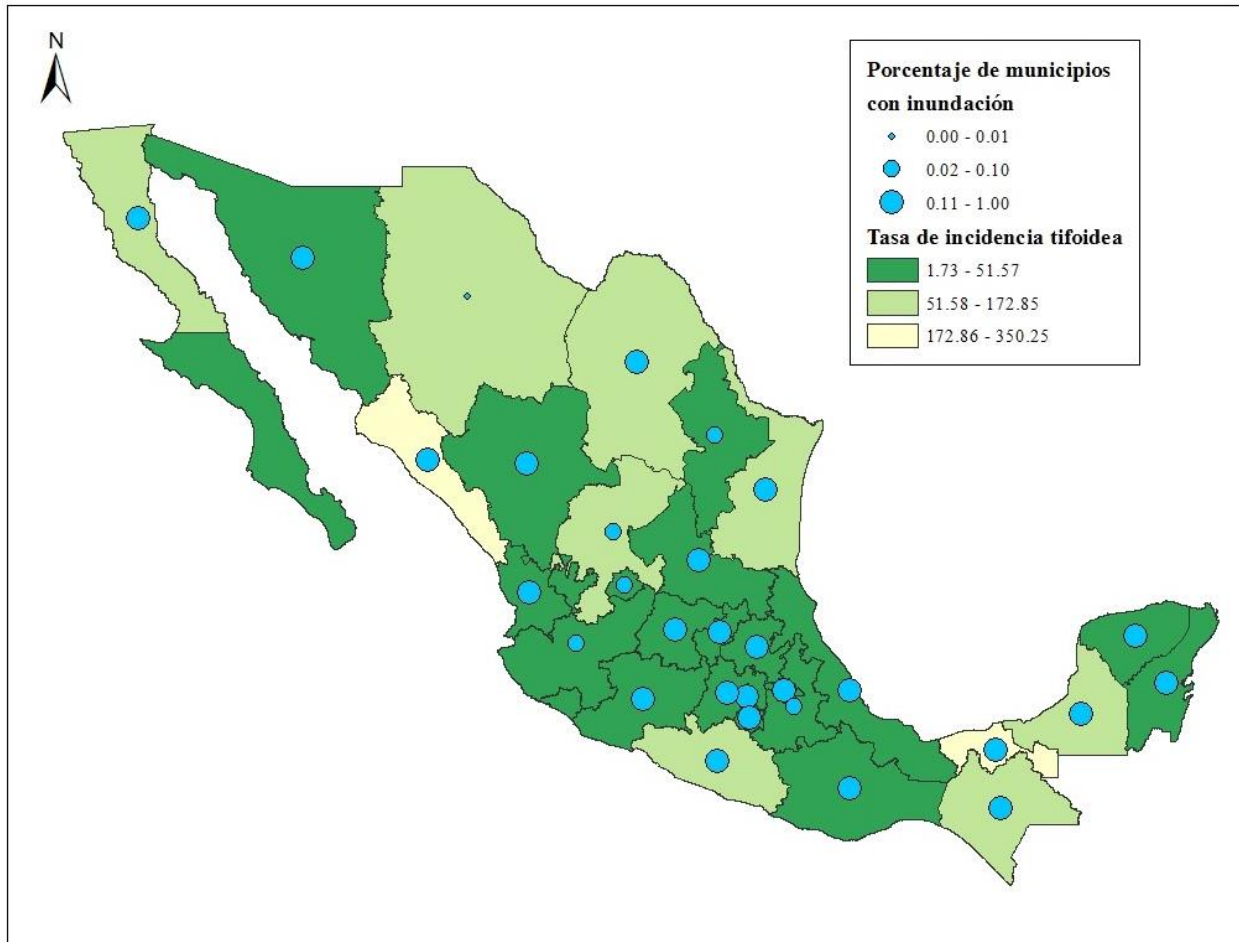
Ilustración 1.1. Tasas estatales de incidencia anual de fiebre tifoidea y porcentaje de municipios que en la entidad federativa reportaron inundaciones, 2009



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres y con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

La Ilustración 2.2 presenta la información correspondiente al año 2010. En ésta son dos los estados que muestran las mayores tasas de incidencia: Sinaloa y Tabasco. En la segunda categoría de tasas de incidencia, de acuerdo a la magnitud de éstas, se ubican Baja California, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Campeche, Chiapas y Guerrero. Lo anterior significa que entre 2009 y 2010 los niveles de incidencia de tifoidea aumentaron en estas entidades. Además, el mapa permite apreciar el aumento en la ocurrencia de inundaciones, hecho éste que coincide con lo apuntado por la literatura reseñada anteriormente la cual daba cuenta del incremento en la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos durante dicho año. Cabe apuntar, que los estados cuya incidencia los hizo cambiar de categoría en la clasificación mostrada en el mapa (aumento la densidad de número de casos) tienen también un aumento en la proporción de municipios afectados por inundaciones.

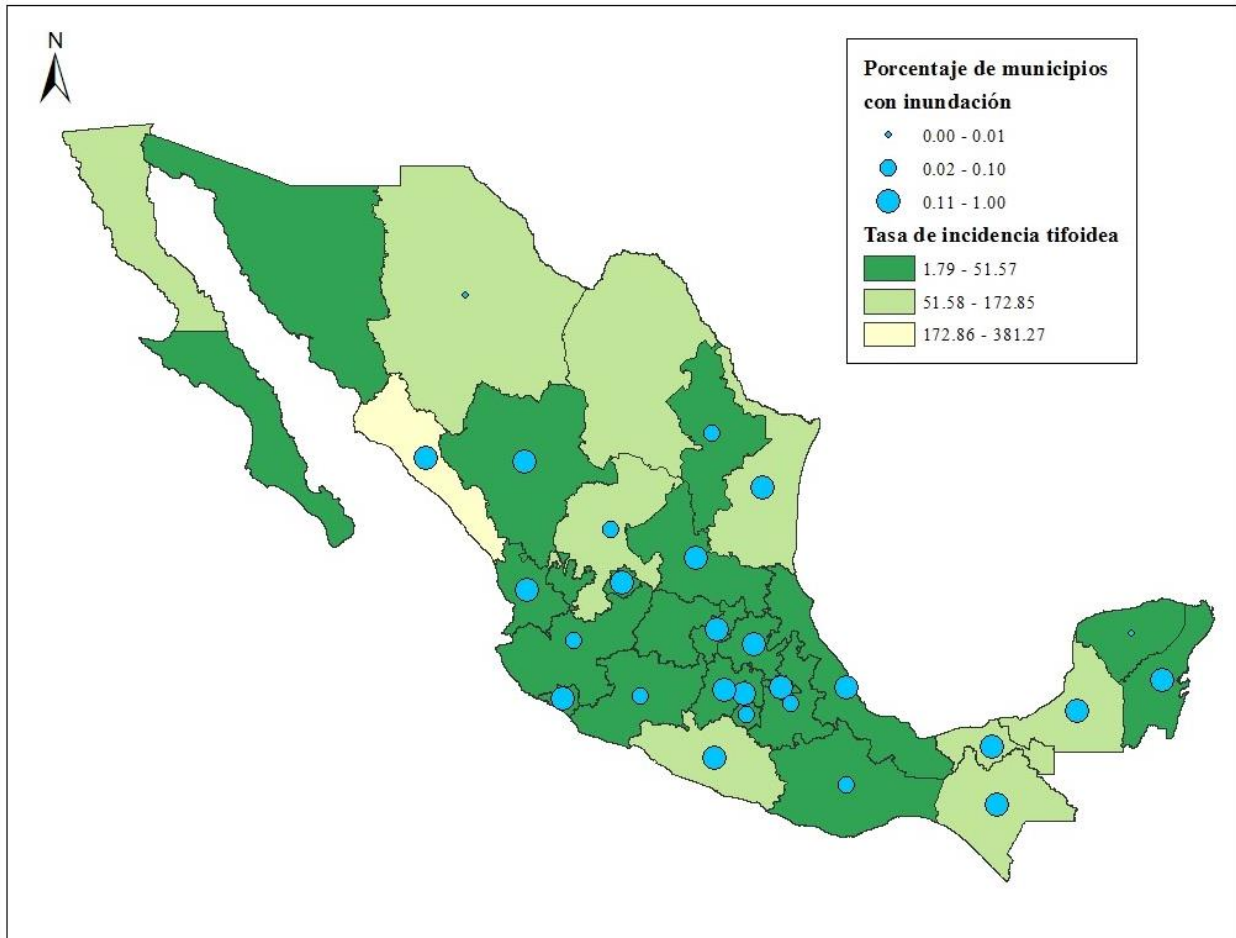
Ilustración 2.2. Tasas estatales de incidencia anual de fiebre tifoidea y porcentaje de municipios que en la entidad federativa reportaron inundaciones, 2010



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres y con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

Para el año 2011 la ilustración 2.3 permite ver que la ocurrencia de inundaciones disminuyó en comparación con 2010, sin llegar a ser menor que el 2009. Una relación parecida podemos encontrar respecto a las tasas de tifoidea ya que Sinaloa vuelve a ser la única entidad dentro de la primer categoría, es decir, con los menores niveles, Tabasco regresa a la segunda categoría y los estados de Baja California y Campeche se mantienen en esta misma categoría, lo cual significa que no regresan al nivel inicial detectado en 2009. Por otro lado Campeche y Tabasco son los estados que tienen tanto tasas de incidencia considerables como que reportaron, para 2011, inundaciones en la totalidad de los municipios que los conforman.

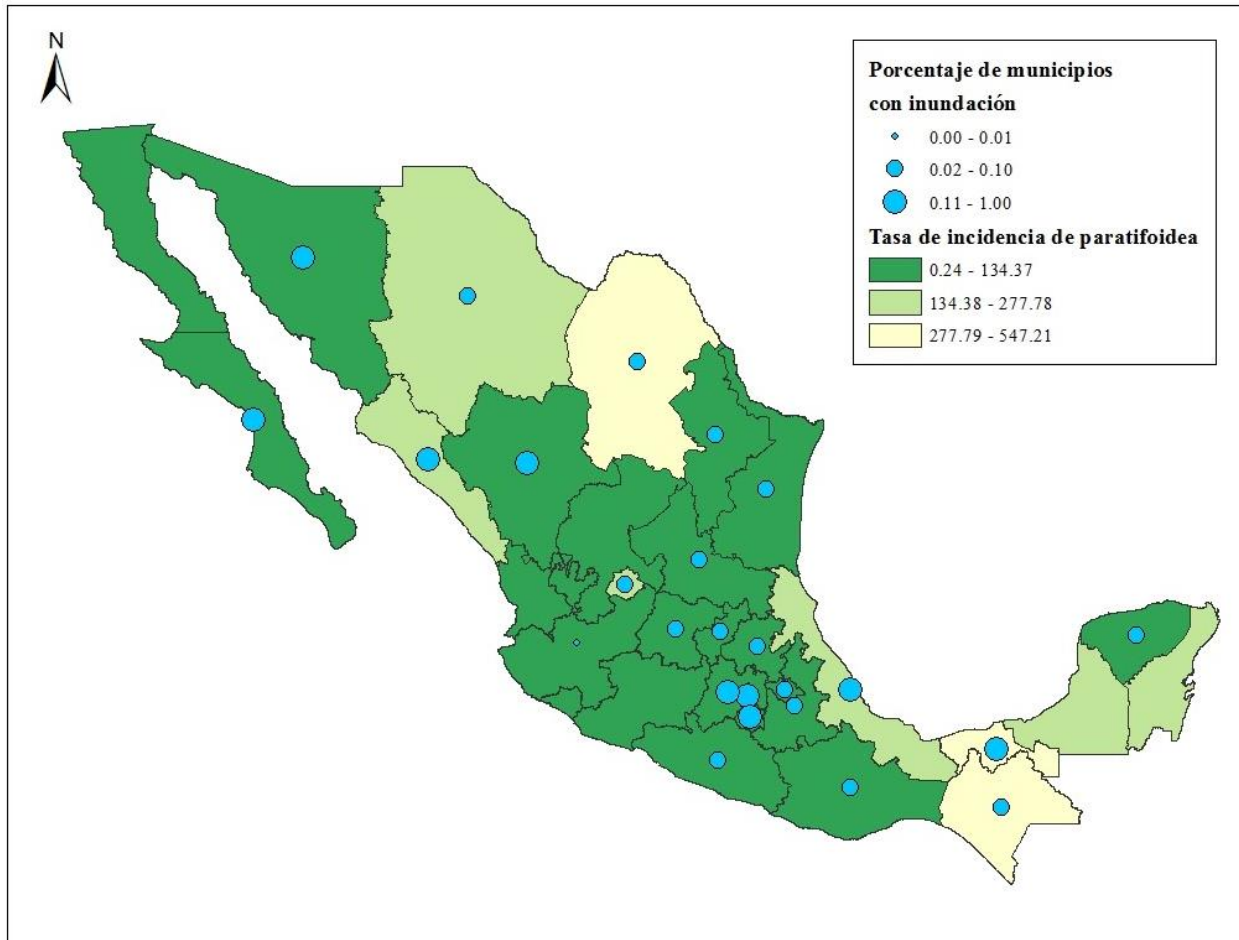
Ilustración 2.3. Tasas estatales de incidencia anual de fiebre tifoidea y porcentaje de municipios que en la entidad federativa reportaron inundaciones, 2011



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres y con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

La Ilustración 2.4 muestra, para 2009, la información respecto a paratifoidea e inundaciones. Para dicho año, Chiapas, Tabasco y Coahuila son estados que registraron tanto los mayores niveles de incidencia como de ocurrencia de inundaciones. Quintana Roo, Campeche, Veracruz, Chihuahua y Sinaloa tuvieron niveles intermedios de paratifoidea y tanto Quintana Roo como Campeche no reportaron que hubieran sucedido inundaciones ese año.

Ilustración 2.4. Tasas estatales de incidencia anual de fiebre paratifoidea y porcentaje de municipios que en la entidad federativa reportaron inundaciones, 2009

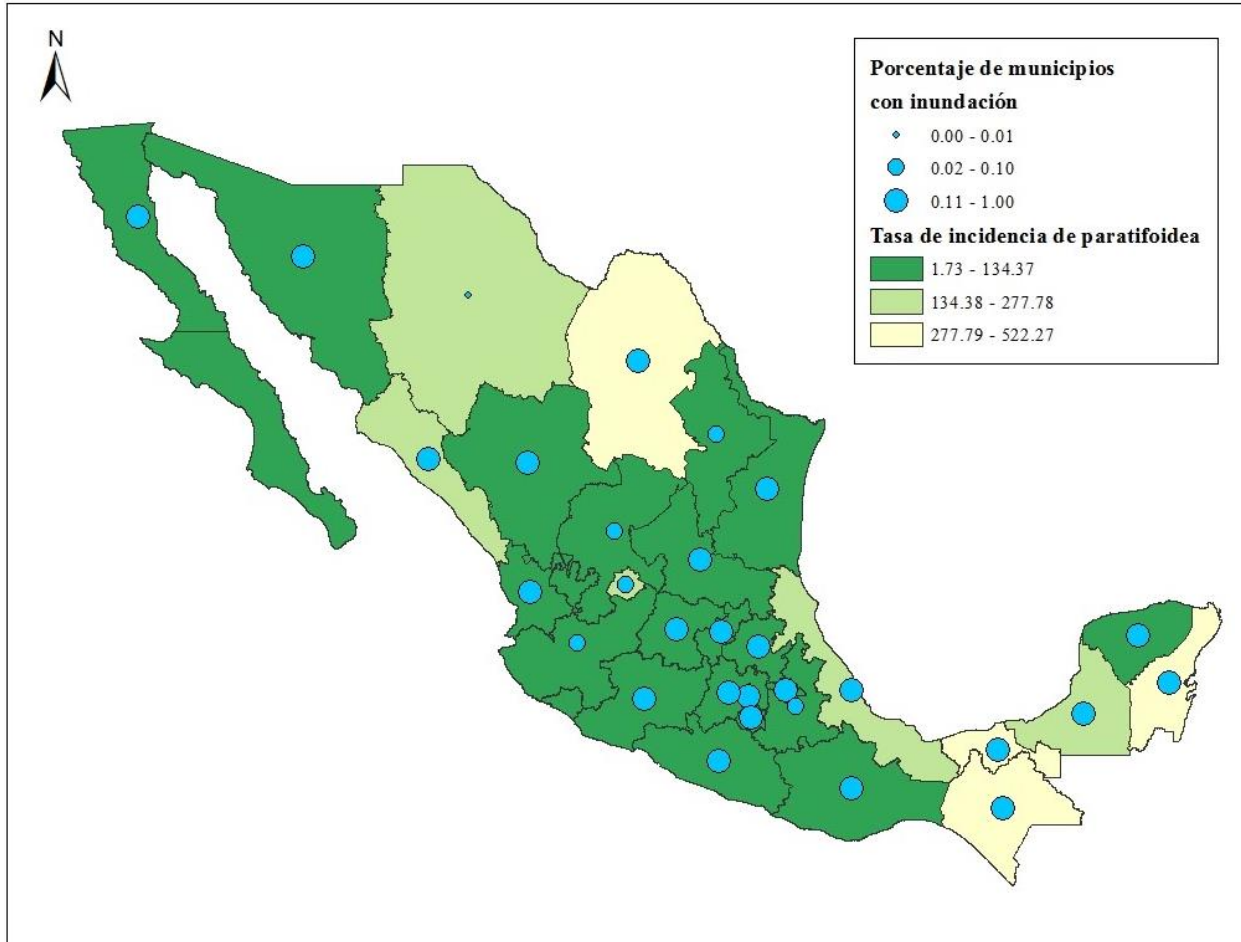


Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres y con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

La información presentada en la Ilustración 2.5 indica, para 2010, un aumento significativo de las inundaciones, no así con relación a la incidencia de paratifoidea. El único estado de la república que parece guardar, para este año, una relación positiva es Quintana Roo ya que su nivel de incidencia lo ubica en el mismo grupo que Sinaloa y presenta, además, un número importante de municipios con inundación.

Estos resultados parecieran sugerir que la relación entre paratifoidea e inundaciones no es tan fuerte en comparación con la observada para la tifoidea.

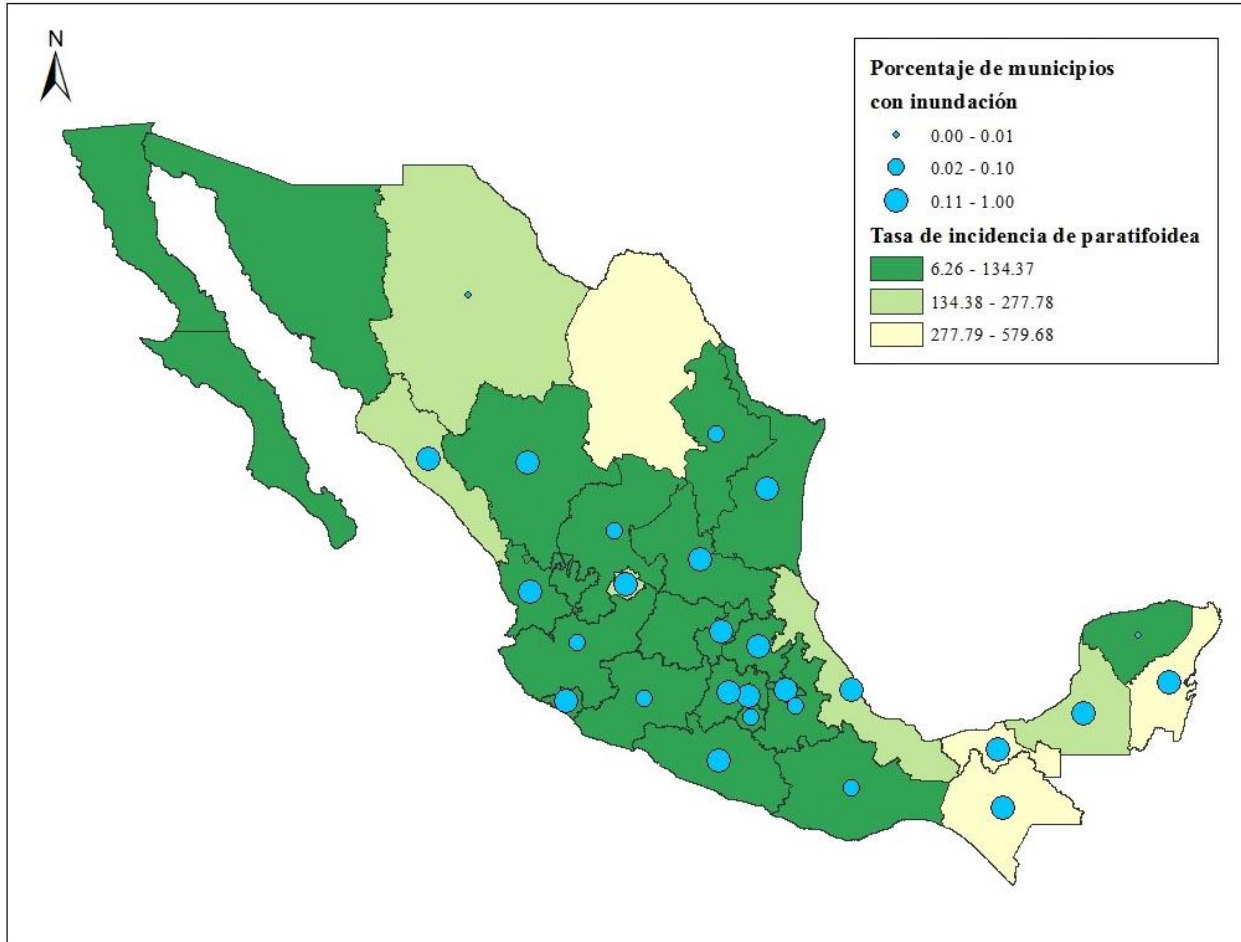
Ilustración 2.5. Tasas estatales de incidencia anual de fiebre paratifoidea y porcentaje de municipios que en la entidad federativa reportaron inundaciones, 2010



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres y con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

La ilustración 2.6 no se muestra ningún cambio de clasificación entre 2011 y 2010 en cuanto a las tasas de incidencia. Sin embargo, el reporte de inundaciones disminuye respecto con relación al reportado en 2010. Veracruz, Tabasco, Estado de México y Distrito Federal son los estados más afectados por número de inundaciones, sin embargo sólo los dos primeros parecen tener una relación positiva entre ambos indicadores, mientras que para el resto, sobre todo el Estado de México, pese a tener una cantidad significativa de inundaciones no se caracteriza por tasas de incidencia de paratifoidea altas.

Ilustración 2.6. Tasas estatales de incidencia anual de fiebre paratifoidea y porcentaje de municipios que en la entidad federativa reportaron inundaciones, 2011



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres y con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

2.4.3. Correlaciones a nivel estatal y semanal en México

Las siguientes gráficas muestran, para cada uno de los padecimientos de manera semanal, el coeficiente de correlación entre el número de inundaciones que ocurrieron en cada entidad federativa y la tasa de incidencia de tifoidea reportadas en la misma semana. Por lo que al tomar a las 32 entidades federativas como observaciones, se obtuvo un coeficiente de correlación para cada una de las 156 semanas que integran el periodo 2009, 2010 y 2011.

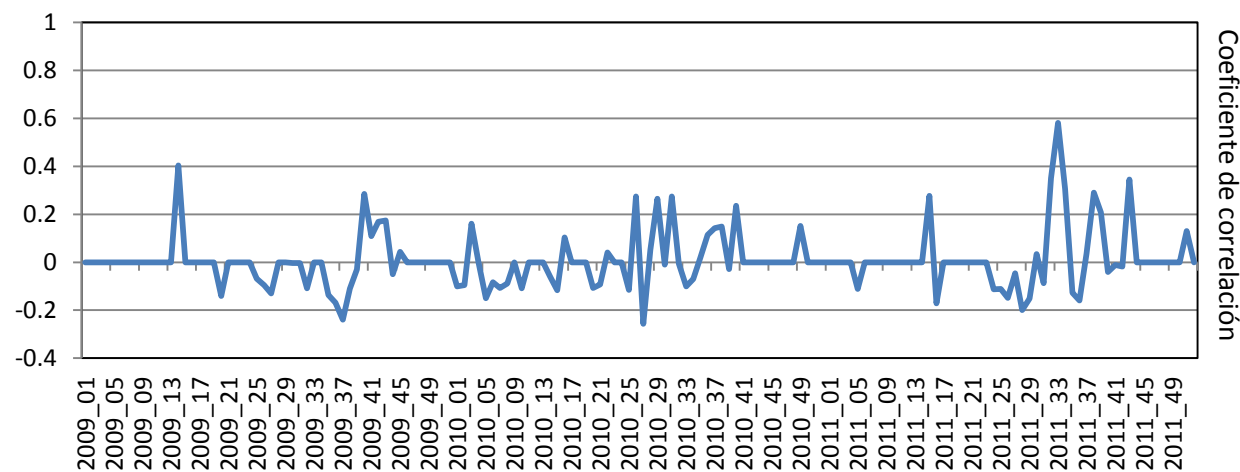
La Gráfica 2.7 muestra que existen variaciones respecto al signo y magnitud de correlación a lo largo del tiempo. La correlación de mayor magnitud observada fue en la segunda semana de agosto de 2011, mientras que la de mayor magnitud pero en un sentido negativo se

dio en la cuarta semana de junio de 2010. En promedio durante las 152 semanas se tiene una relación cuasi neutral de 0.008.

En la Gráfica 2.8 también se observan variaciones respecto al signo y magnitud de la relación en los tres años. La correlación de mayor magnitud observada fue en la última semana de octubre 2011, mientras que la de mayor magnitud en sentido negativo se dio en la última semana de junio de 2010. La asociación en promedio muestra una relación cuasi neutral de signo positivo de 0.034.

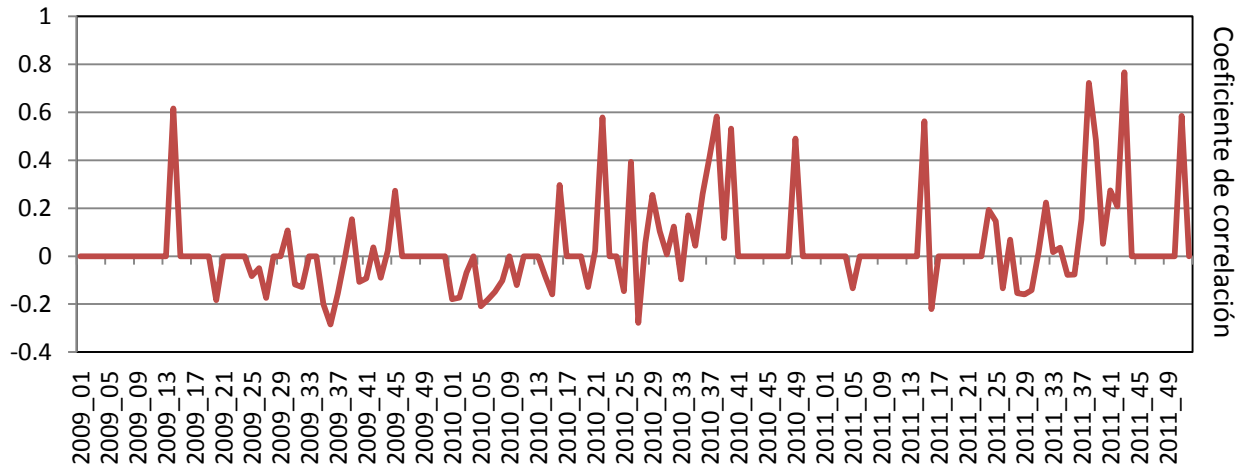
Sin embargo ambas relaciones a lo largo de las semanas analizadas muestran asociaciones tanto positivas como negativas, siendo la mayor parte positivas y además con los mayores coeficientes. La comparación entre la Gráfica 2.7 y la Gráfica 2.8, apunta a que es la paratifoidea el padecimiento que a nivel estatal, muestra una mayor correlación positiva con la ocurrencia de inundaciones. Dicho resultado puede deberse a que en esta ocasión la unidad de análisis temporal es semanalmente, y que aquí se toma en cuenta el *número de municipios* afectados por al menos una inundación durante cada una de las semanas.

Gráfica 2.7. Coeficientes de correlación entre las tasas estatales de incidencia de fiebre tifoidea y las 156 semanas que conforman el periodo de estudio (2009-2011)



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres y con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

Gráfica 2.8. Coeficientes de correlación observados entre las tasas estatales de incidencia de paratifoidea durante las 156 semanas



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Inventario de Desastres y con datos del SUAVE, estimaciones y proyecciones de CONAPO.

Conclusiones

En primer lugar podemos decir que las enfermedades transmisibles por medio de agua que se escogió estudiar en esta tesis, son las que registran las mayores tasas de incidencia a nivel nacional. En el análisis a nivel nacional, la tasa de incidencia anual de la tifoidea y el número de inundaciones en el mismo periodo parecen mostrar una asociación positiva; esta misma relación no es evidente para la paratifoidea. Sin embargo cuando se examinan estas relaciones más detalladamente, temporal y espacialmente, se pueden observar variaciones importantes. Los resultados muestran que los dos padecimientos registran un comportamiento con estacionalidad, siguiendo la temporada de calor, y que su incidencia varía notoriamente a lo largo del territorio.

El análisis estatal sigue escondiendo diversidad de comportamientos tanto de la incidencia de enfermedades como de la ocurrencia de inundaciones, además de no considerar factores socioeconómicos que también influyen en el nivel de incidencia. Por esto se propone en el siguiente análisis desagregar a nivel municipal, que es la última unidad de análisis disponible, y tomar en cuenta las características del municipio.

Capítulo 3. Trayectorias de la tifoidea y paratifoidea a nivel municipal

Introducción

Todo ser humano desarrolla su vida dentro de un medio ambiente, el cual está determinado por la ubicación geográfica y el sistema de vida terrestre, mismo que incluye la organización social e infraestructuras disponibles. La población mundial ha pasado por procesos biológicos y sociales; algunos de los cuales han sido resultado de eventos que forman parte de transformaciones intrínsecas de la tierra como son los fenómenos naturales. Lo anterior es más fácil de reconocer si rescatamos la idea de que la población mundial es un subsistema anidado en otro llamado vida terrestre, redundando, entonces, en un conjunto de subsistemas interrelacionados entre sí (Maskrey, 1993:14).

Uno de los objetivos de este capítulo es mostrar cómo el medio ambiente influye en los procesos biológicos de la población humana. En primer lugar, se encuentran los recursos naturales que son utilizados en la vida cotidiana, algunos de manera vital y otros con un fin económico. La cantidad-calidad del aire, agua y tierra tienen efectos directos en la salud de la población. En cuanto a la cantidad, estos elementos son indispensables para la vida humana dadas funciones biológicas del individuo como son respirar, beber y comer; en cuanto a calidad, si dichos recursos están disponibles con una baja calidad para consumo humano o carente de inocuidad, estos afectan negativamente el estado físico de los individuos. Un ejemplo puede ser la relación encontrada entre condiciones insalubres del agua y enfermedades diarreicas (Mukherjee *et al.*, 2011).

En segundo lugar, al ser la tierra un ser vivo con procesos propios que no siempre influyen de manera positiva en la humanidad. El clima y los fenómenos naturales son eventos incontrolables que al interactuar con actividades humanas, específicamente con la producción de alimentos y el suministro de agua potable pueden alterar tanto su cantidad como su calidad, trayendo consigo también deterioros en la salud de la población, e inclusive, en algunos casos, la muerte.

Cabe señalar que a pesar de que el ser humano no tiene la posibilidad de evitar los fenómenos naturales, si es uno de los elementos responsables del cambio climático. El cambio climático puede tener influencia en la salud desde el momento en que altera la temperatura

regular, causando de manera lenta un desequilibrio que permite, bajo ciertas circunstancias, un ambiente propicio para una mayor propagación de enfermedades transmisibles (Huarcaya, Rossi y Llanos-Cuentas, 2004:219). El aumento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos naturales se asocia también con el cambio climático; sin embargo, sus efectos son inmediatos y probablemente de mayor magnitud. Roger Few en el seminario “Cambio climático, amenazas naturales y salud” comenta que “el cambio climático ha provocado transformaciones negativas en el medio ambiente ocasionando que las amenazas aumenten y el comportamiento de las enfermedades sea menos predecible” (2008:180).

El capítulo retoma con mayor profundidad las consecuencias que los desastres pueden tener sobre la salud de la población. En particular, se concentra en examinar el impacto de las inundaciones sobre la incidencia de dos padecimientos trasmisibles por agua: tifoidea y paratifoidea. Ello debido a que las inundaciones son fenómenos cuyos efectos se hacen sentir de inmediato y porque en la literatura especializada existente muestra que son las enfermedades transmisibles por medio del agua y de vectores las de más alto riesgo en países en desarrollo, cómo es el caso de México. Pese a la existencia de esta relación y la frecuencia con la cual se observan fenómenos de esta naturaleza en el país, existen pocos estudios en México sobre el impacto de los desastres naturales en la salud. Los trabajos que abordan este tema tienden a concentrarse en eventos climáticos específicos para una población particular (Zúñiga *et al.*, 2010) (Leal-Castellanos *et al.*,2003); mientras que otros estudios se concentran en la epidemiología de patologías de padecimientos transmisibles por medio de vectores, como es el caso, por ejemplo, del dengue (Jiménez-Sastré *et al.*, 2011).

En contraste, este trabajo investiga en qué medida las tasas de incidencia de la tifoidea y paratifoidea a nivel municipal cambian ante la ocurrencia de un desastre. Para ello se emplea un modelo de curvas de crecimiento que permite evidenciar la evolución de la trayectoria de la incidencia semanalmente y examinar si dicha trayectoria se ve alterada tras la ocurrencia de una inundación.

El capítulo está organizado de la siguiente manera. Primero se exponen las posibles consecuencias en la salud debido a la ocurrencia de desastres. En este marco teórico se narra el origen, justificación y utilidad del estudio sobre los brotes epidémicos después de un desastre. Posteriormente se describe la relación entre las inundaciones y los padecimientos transmisibles.

Segundo, en la sección de metodología se retomaron las preguntas de investigación que dieron origen a esta investigación, con el propósito de explicar las razones por las cuales se utilizaron herramientas estadísticas seleccionadas. Se detallaron las fuentes de información usadas, los procedimientos y los criterios que permitieron crear una base de datos a nivel municipal, que incluyera la descripción de las variables del fenómeno a estudiar.

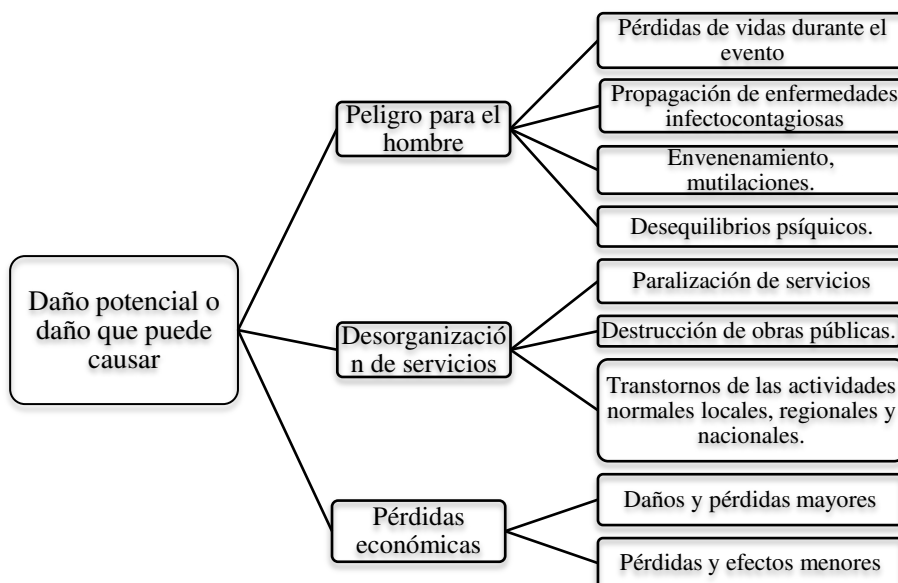
En tercer lugar, se presentan los resultados obtenidos, por medio del método de curvas de crecimiento, para ambos padecimientos. Se analizan los resultados en comparación con el marco teórico y se muestran gráficamente los efectos encontrados. Para finalizar se presentan las conclusiones, acompañadas de una discusión de las limitaciones propias del trabajo y algunas recomendaciones para trabajos posteriores sobre esta línea de investigación.

3.1. Consecuencias en la salud derivadas de la ocurrencia de desastres

La preocupación de diversos investigadores por las secuelas asociadas a los desastres provocó un auge en estudios que buscaban explicar cómo los fenómenos naturales y actividades antropogénicas requieren de la existencia de la vulnerabilidad, física o social, para convertirse en desastre. Basado en el texto de Badilla (1990), el Cuadro 3.2 clasifica el daño potencial que puede causar un desastre natural. El autor señala en primer lugar, los peligros que afectan directamente al hombre durante o después de un evento. Los daños durante el evento son la muertes y lesiones, mientras que los daños posteriores al evento, ya sea por alteraciones al medio ambiente o la carencia de suministros de recursos vitales, pueden ocasionar una mayor presencia de casos de enfermedades infectocontagiosas; además, de que sus efectos puedan también manifestarse en la forma de trastornos mentales como la ansiedad, crisis nerviosas, depresión, entre otras, derivados de emociones negativas surgidas de las pérdidas, materiales y de vidas, sufridas.

En segundo lugar, se encuentran los daños causados a la infraestructura de interés público, los cuales se encargan de proveer regularmente servicios necesarios para la población. Al ocurrir un desastre de manera fortuita éste genera una pérdida de estabilidad por los trastornos de actividades sociales y económicas. En tercer lugar, se encuentran los daños puramente materiales, mayores y menores, que son cuantificados con base en el costo económico.

Cuadro 3.2. Clasificación de los desastres por daños potenciales



Fuente: (Badilla, 1990:12)

El efecto de los desastres en la población en cuanto a muertes, desorganización de servicios y pérdidas económicas, son los tópicos más estudiados por el ámbito gubernamental. No obstante, la academia, en conjunto con los esfuerzos de organismos internacionales, impulsa el estudio de los efectos en la salud de la población; de aquí surge el enfoque ahora conocido como “Epidemiología del desastre”. Ésta permite analizar la relación entre la sociedad y la naturaleza, analiza cómo es que el medio ambiente en un espacio particular, puede coadyuvar o frenar una epidemia (Cantero, 2008:58). La recopilación de diversas investigaciones y su análisis permite deducir que los daños de los brotes epidémicos comúnmente no suelen ser severos; además de que la importancia de estas investigaciones radica en que resultan útiles para controlar y vigilar los brotes epidémicos (Seaman *et al.*, 1989:39), además de servir para la definición de acciones preventivas.

Los daños que sufre la salud de la población son resultado del hecho de que se trata de enfermedades transmisibles por medio del agua, asociadas al hacinamiento, en las cuales puede también intervenir un vector y cuya ocurrencia se ve impulsada con la interrupción de servicios públicos (Watson, Gayer y Con, 2007). Si bien estos efectos forman parte de la ocurrencia de los desastres, en general, cabe señalar que los de origen hidrometeorológico son los que suceden con mayor frecuencia, y de entre éstos, las inundaciones son especialmente relevantes.

3.1.1. Inundaciones y enfermedades transmisibles

Los desastres de origen hidrometeorológico se deben al desequilibrio en la presencia del agua y pueden ser de dos tipos: inundaciones y sequías. La diferencia entre estos dos fenómenos radica en la presencia en exceso o escasez del líquido vital. Las sequías son un fenómeno sumamente complejo de estudiar, ya que su presencia no es obvia desde el inicio, con lo cual sus efectos tienen un periodo de manifestación más lento. Por el contrario las inundaciones, las cuales devienen en desastres evidentes, ya que ocurren físicamente y con efectos inmediatos.

En México, el estudio de la influencia de las inundaciones en la salud se ha concentrado en enfermedades transmisibles por medio del agua cómo es leptospirosis (Leal-Castellanos *et al.*, 2003) y enfermedades transmisibles por medio de un vector, dengue (Jiménez *et al.*, 2011). Además, dichas investigaciones se han realizado ante la ocurrencia de inundaciones graves en áreas específicas, como por ejemplo zonas de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Tabasco (Riojas *et al.*, 2000). Debido a que son estos estados se ven severamente afectados ante la ocurrencia de desastres naturales, y además se caracterizan por ser considerados de los estados más pobres de México. Por lo que los esfuerzos por vigilar y controlar los posibles brotes epidémicos continúan.

Con esto se refuerza la idea que hemos venido planteando desde el primer capítulo, la cual indica que las condiciones socioeconómicas son determinantes en la manera que las poblaciones son capaces de responder ante la ocurrencia de los desastres, como señala en la literatura consultada previamente. González (2001) señala que los brotes epidémicos posteriores a las inundaciones se dan con mayor frecuencia en países en desarrollo y para enfermedades transmisibles que son asociadas comúnmente a la marginación y pobreza.

Para el propósito de este trabajo se decidió investigar dos padecimientos que la literatura internacional ha mostrado tienen vínculos con la ocurrencia de inundaciones, mediante su transmisión a través del contacto o ingesta de agua contaminada y son padecimientos endémicos de México (Doocy *et al.*, 2013) (Watson, Gayer y Connolly, 2007).

Documentos que han recolectado información sobre las consecuencias en salud debidas a la ocurrencia de los desastres, encuentran que las enfermedades infectocontagiosas por medio del agua son las de mayor incidencia después de dichos eventos (Watson, Gayer y Connolly, 2007). Por lo que estudiar los factores de riesgo que contribuyen a que las tasas de incidencia de una

población aumenten debido a la ocurrencia de inundaciones resulta necesario para una mejor toma de decisiones en política de prevención y mitigación de los desastres, en nuestro caso particular de las inundaciones.

El establecimiento, aplicación y seguimiento continuo de los estándares mínimos de calidad en el agua, saneamiento, vivienda e higiene personal es fundamental para mantener o mejorar las condiciones de salud en un desastre (Jafari *et al.*, 2011:260). En presencia de una inundación, es decir, frente a volúmenes de agua en cantidades y lugares fuera de lo común, la existencia de infraestructura y acceso a servicios de salud son factores que permiten abatir o eliminar la ocurrencia de brotes epidémicos después de este tipo de fenómenos. El reconocimiento de lo anterior favorece la implementación de medidas de adaptación y resistencia ante una emergencia de esta naturaleza (Du *et al.*, 2010:269).

En un estudio de caso realizado en Brasil, donde la unidad de análisis eran los individuos, se encontró que el efecto de las inundaciones sobre la salud de la población se ve agravado por el abastecimiento de agua, saneamiento y drenaje (Heller, Colosimo y de Figueiredo, 2003). Otros factores que se han vinculado también al efecto de este fenómeno son el nivel de desnutrición, falta de acceso a servicios de salud (Furtado *et al.* 1998), temporada de lluvias (Katsumataa *et al.*, 1998) y alto grado de hacinamiento derivado principalmente de la necesidad de desplazarse de su lugar de origen, lo que provoca un deterioro tanto en la calidad de los servicios recibidos como en sus condiciones de vida, en general (Wilder-Smith, 2005).

Vollaard *et al.* (2007) al realizar un estudio clínico en Yakarta, Indonesia sobre la tifoidea y la paratifoidea hallaron que los factores de riesgo varían según el padecimiento. En el caso de la tifoidea, se observó que el sexo femenino, grado de hacinamiento, ingresos más bajos, reporte de familiares infectados e ingesta de alimentos contaminados son los factores de riesgo; mientras que para la paratifoidea fueron comer alimentos comprados con vendedores ambulantes, ser del sexo masculino, ingresos bajos, poca higiene, falta de drenaje y agua entubada en los hogares y la presencia de inundaciones en el lugar. En dicho estudio se señala que Yakarta cuenta con dos temporadas climáticas bien definidas, una que se distingue por abundantes lluvias y de seca. En ambos padecimientos el número de casos fue mayor en temporadas donde se carecía de lluvias en comparación con la temporada de lluvias.

3.2. Metodología

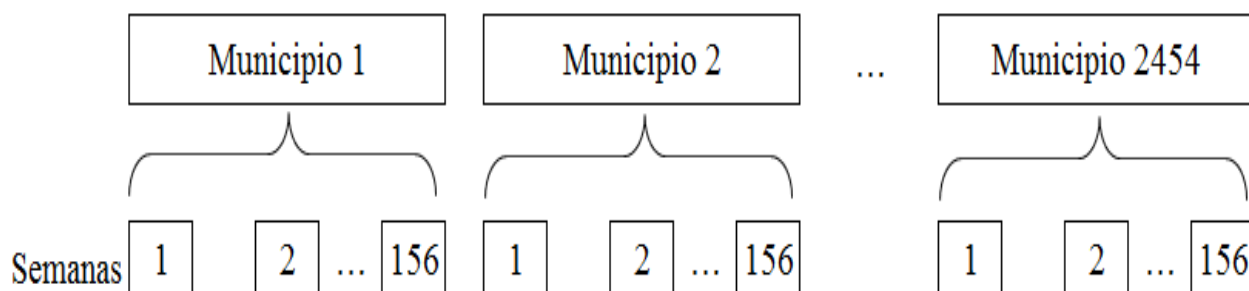
Con la intención de responder a las preguntas de sí ¿la incidencia de tifoidea y paratifoidea se ve afectada por la ocurrencia de inundaciones? y ¿en qué medida las características socioeconómicas inciden sobre dichas trayectorias? se emplea un modelo multinivel de curvas de crecimiento. Este método permite modelar la trayectoria en el tiempo de la incidencia de las enfermedades seleccionadas y examinar en qué medida ésta responde a la ocurrencia de inundaciones y características socioeconómicas de los municipios (Singer y Willet, 2010). Las herramientas longitudinales son útiles para analizar temas de salud, ya que ayudan a describir de manera sintética la trayectoria que sigue la unidad de análisis, permite identificar factores de riesgo, de protección y su relación con el fenómeno de interés.

Un modelo de curvas de crecimiento requiere información repetida sobre cada unidad de análisis a lo largo del tiempo. En este caso, información longitudinal de la variable dependiente, tasas de tifoidea y paratifoidea para el modelo se requiere una medida de tiempo uniforme y consistente (Singer y Willet, 2003:10), por lo que se estableció el análisis temporal de manera semanal ya que es la periodicidad con la que se dispone la información respecto a los padecimientos.

El Cuadro 3.1 muestra la naturaleza jerárquica del modelo, donde las mediciones semanales de la incidencia de las enfermedades están anidadas dentro de los municipios. Se trata de 156 semanas (unidad de tiempo), que corresponden a los años 2009, 2010 y 2011 anidadas en 2,454 municipios –los que existían en el año 2005. Asimismo, el primer nivel contiene la información cambiante en el tiempo, como son las variables explicativas que nos ayuda a modelar estacionalidad, ocurrencia de inundaciones y la propia variable de tiempo, dada por las semanas transcurridas. En el segundo nivel se encuentran las variables fijas en el tiempo, las cuales utilizamos para controlar por las condiciones socioeconómicas del municipio. Más adelante se detalla la definición de estas variables explicativas.

Cuadro 3.1. Curvas de crecimiento.

Método de curvas de crecimiento



Fuente: Elaboración propia.

Nota: se toman en cuenta 2,454 municipios que son los que se consideraban en 2005

Para estimar las tasas de incidencia semanales se requieren dos fuentes de información distintas, por un lado el número de casos que se reportan de manera semanal en cada municipio y por otro la estimación de la población expuesta al riesgo en cada una de estas semanas.

La información referente a los casos registrados de manera semanal se toma de los cubos del SUAVE. Dado que estos datos se proporcionan a nivel municipal sin claves homologadas acorde al INEGI, el trabajo de homologación se realizó de manera manual debido a la falta de un identificador único a nivel municipal en ambas fuentes de información.

Con el fin de estimar la población municipal de 2009, se utilizaron los datos de las proyecciones de población a nivel municipal de 2009, realizada por Consejo Nacional de Población (CONAPO) a partir de los datos del conteo 2005. Luego, para la población municipal de 2010 se recurrió a la conciliación presentada dentro de las proyecciones y para 2011 se utilizó la proyección de 2011, realizadas por la misma institución con base en el censo de población 2010. Sin embargo, dado que la unidad temporal del análisis es semanal, era necesario estimar la población expuesta al riesgo semana a semana por municipio. Para ello se recurrió a un método de interpolación, con el propósito de calcular la tasa de crecimiento interanual durante 2009, 2010 y 2011. Por lo que se pudo calcular la población expuesta al riesgo de contraer el padecimiento, en cada una de las 156 semanas.

En segundo lugar necesitamos datos sobre las variables independientes, las cuales son la ocurrencia de inundaciones y las características socioeconómicas municipales. Por el lado de las inundaciones se cuenta con la información del Inventario de Desastres proporcionado por LA RED⁶, el cual cuenta con registros con fecha exacta de ocurrencia. Para su operacionalización las inundaciones fueron agrupadas de manera semanal, con el fin de hacerlas coincidir con la temporalidad de los padecimientos. Esta variable se tomó como dicotómica y cambiante en el tiempo, es decir, que sólo se diferencia si se reportó o no inundación en el municipio durante la semana. Cabe señalar que para esta especificación no es de relevancia ni la magnitud del fenómeno ni si durante semana se presentó más de uno evento.

La variable que da cuenta del tiempo contabiliza las semanas y fue recentrada a la semana inicial, por lo cual la semana 1 de 2009 es la semana cero de observación. Esto se realiza con el objetivo de obtener la incidencia promedio durante la primera semana de observación para cada enfermedad, dando cuenta de sus diferentes niveles de incidencia entre los municipios.

Además de la variable de la métrica del tiempo, los modelos incluyen otra variable cambiante en el tiempo que busca dar cuenta de la estacionalidad la cual marca si, en la semana de referencia, la temperatura estuvo por arriba del valor medio observado a lo largo del año. Esta variable es de suma importancia, ya que nuestras variables dependientes en análisis anteriores habían mostrado patrones de estacionalidad, los cuales podemos explicar si consideramos que ambos padecimientos responden a cambios derivados de altas temperaturas. Esta variable se generó de manera dicotómica y cambiante en el tiempo como lo sugieren McCoach y Kaniskan (2010). Para designar a las semanas de calor se utilizó la temperatura media a nivel nacional de 2009, 2010 y 2011 proporcionada por la CONAGUA en su portal del internet.

Por otro lado la información sobre las características socioeconómica de los municipios se tomó de diversas fuentes de información. La literatura consultada indica que la escolaridad es una variable que influye en los niveles de salud de una población, además de que permite responder de una mejor manera a la ocurrencia de desastres naturales, de ahí el interés de incluirla en el modelo. Grado de escolaridad promedio por municipio se obtuvo del Sistema Municipal de Bases de Datos (SIMBAD) del INEGI. Se operacionaliza de manera continua ya

⁶ La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED)

esta variable indica el nivel medio escolar alcanzado a la fecha del censo en la población. Para fines de aplicación en la metodología seleccionada fue necesario recentrar la variable respecto a la gran media (la media de su valor en los municipios); procedimiento que consiste en restarle al valor asignado de cada municipio dicho valor. Además, dentro del modelo, esta variable se trata como fija en el tiempo, es decir que se tomó un único valor durante las 156 semanas de estudio para cada uno de los municipios registrados en el año 2005.

De la misma fuente de información y con la misma lógica de operacionalización, se tomó el porcentaje de población con seguridad social dentro de cada municipio. La variable contempla a la población que cuenta con acceso a un servicio médico, ya sea por parte de su relación laboral o a través del seguro popular. Lo cual puede tomarse como un indicador socioeconómico del municipio o bien, retomando el modelo de salud humana en los ecosistemas, como un filtro del comportamiento a nivel municipal, es decir que los efectos del medio ambiente biofísico y socioeconómico son mediados por las características poblacionales del municipio.

Se decide incluir el porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario, el porcentaje de ocupantes en viviendas sin agua entubada y el porcentaje de viviendas con algún grado de hacinamiento a nivel municipal, ya que la literatura existe ha encontrado que estas tres variables tienen una relación positiva con las tasas de incidencia de ambos padecimientos. La información se obtuvo de lo que CONAPO presenta en el portal de internet para la construcción del índice de marginación a nivel municipal 2005 (CONAPO, 2012). Además dichas variables permiten controlar por el medio ambiente socioeconómico propuesto, ya que estas variables nos hablan de condiciones de infraestructura y servicios disponibles para la población.

También se toma en cuenta si el municipio forma parte o no de una zona metropolitana, con base en la delimitación realizada por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) quienes definen como zona metropolitana

al conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que

mantiene un alto grado de integración socioeconómica; en esta definición se incluye además a aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbanas (SEDESOL, 2007:21).

Esta variable es tomada como categórica y fija en el tiempo, donde el cero se refiere a que el municipio es considerado no metropolitano y el valor de uno en el caso en que el municipio es considerado como zona metropolitana. Incluimos la variable ya que se espera que al ser un municipio de tipo metropolitano tendrá acceso a servicios de mayor calidad, disminuyendo así el riesgo en la incidencia.

Lo anteriormente descrito se sintetiza a continuación en la Cuadro 3.1 que contiene un descriptivo breve sobre las variables explicativas consideradas.

Cuadro 3.1. Descriptivo de variables independientes fijas en el tiempo

Nombre de la variable	Fuentes de datos	Variable	Tipo	Media	Desviación estandar	Mínimos	Máximos
Grado de escolaridad promedio	SIMBAD 2005	GRADO05	Continua	6.1	1.6	1.4	12.9
Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje ni servicio sanitario	Desgloce del Índice de Marginación 2005 (CONAPO)	OVSDS05	Continua	10.3	12.6	0.0	93.7
Porcentaje de vivienda sin agua entubada	Desgloce del Índice de Marginación 2005 (CONAPO)	OVSAE05	Continua	17.6	20.0	0.0	99.4
Población con seguridad social	SIMBAD 2005	CSS20050	Continua	29.9	22.1	0.0	96.1
Zona metropolitana	Zonas metropolitanas 2005 (SEDESOL)	ZMETRO	Dicotomica	0.1	0.3	0.0	1.0
Viviendas con algún grado de hacinamiento	Desgloce del Índice de Marginación 2005 (CONAPO)	VHAC05	Continua	50.8	13.8	10.7	90.7

Fuente: Elaboración propia.

La base de datos empleada en el análisis se construyó con información de diversas fuentes de información, las cuales han sido señaladas a lo largo de esta sección; por lo que desde los casos de padecimientos reportados, población expuesta al riesgo, ocurrencia de inundaciones como variables cambiantes en el tiempo, durante 156 semanas y características a nivel municipal

correspondientes a datos del 2005 como variables fijas en el tiempo; para los 2,454 municipios registrados en 2005.

Se procedió a convertir dicha información a un formato municipio-periodo, generando así una base de datos de 382,824 registros, ya que es como se requiere para el análisis longitudinal (Singer y Willet, 2003). La serie está completa para todos los municipios, por lo que tenemos una base estructurada y balanceada longitudinalmente (García y Sánchez, 2012).

Los modelos multinivel fueron creados originalmente para el estudio de eventos que ocurrieran con una forma de distribución normal, afortunadamente han sido mejorados con el fin de analizar “procesos donde la probabilidad del evento es pequeña y se puede modelar con una distribución Poisson” (Zunzunegui *et al.*, 2004:187). En nuestro análisis aplicamos una transformación de Poisson, ya que la incidencia de los padecimientos estudiados es un evento de ocurrencia infrecuente y, por lo tanto, registra un bajo número de casos.

El modelo empleado en este estudio queda representado en un sistema de ecuaciones de dos niveles, de la siguiente forma:

Nivel 1

$$E(TIFOIDEA_{ti}|\pi_i) = \lambda_{ti} * POBLACIÓN$$

$$\log[\lambda_{ti}] = \eta_{ti}$$

$$\eta_{ti} = \pi_{0i} + \pi_{1i}TIEMPO + \pi_{2i}TEMPORADA DE CALOR + \pi_{3i}INUNDACIÓN$$

Nivel 2

$$\pi_{0i} = \beta_{00} + \beta_{01} * (GRADO_i) + \beta_{02} * (OVSDS_i) + \beta_{03} * (OVSAE_i) + \beta_{04} * (ZN) + \beta_{05} * (CSS_i) + \beta_{06} * (VCH_i)$$

3.3. Discusión de resultados

Para examinar el comportamiento dentro de cada municipio y para cada padecimiento se presentan a continuación cuatro modelos. En la Tabla 3.1, se observan los resultados de los modelos correspondientes a tifoidea, cada uno con un mayor grado de complejidad debido a la inclusión de variables explicativas adicionales. Cabe recordar que los modelos aquí presentados consideran una distribución Poisson logarítmica, por lo que la interpretación de los coeficientes será el exponencial de cada uno de los coeficientes resultantes de correr los modelos, *Fiebre Tifoidea*

El modelo 0, mejor conocido como modelo vacío, permite mostrar que la incidencia de tifoidea varía estadística y significativamente en la incidencia de tifoidea entre municipios, tal como permite apreciar la estimación del efecto aleatorio U_0 . Además podemos decir que, en promedio, la tasa de incidencia en los municipios fue de poco más de 1% en la semana inicial.

Tabla 3.1. Modelos multinivel de curvas de crecimiento sobre la trayectoria de las tasas de incidencia de la tifoidea en los municipios de México y factores asociados, años 2009-2011

		Modelo 0		Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
		Logaritmico	Exponencial	Logaritmico	Exponencial	Logaritmico	Exponencial	Logaritmico	Exponencial
Efectos fijos	Intercepción (B0)	0.000000795	1.0000 ***	0.000000723	1.0000 ***	0.000000724	1.0000 ***	0.000000862	1.0000 ***
	Tiempo			1.000137	2.7000 **	1.000131	2.7000 **	1.000132	2.7000 **
	Estacionalidad			1.207951	3.3000 ***	1.207461	3.3000 ***	1.207464	3.3000 ***
	Inundaciones					1.056176	2.9000 **	1.056004	2.9000 **
	Grado de escolaridad promedio							1.303657	3.7000 ***
	Sin drenaje ni servicio sanitario							1.006839	2.7000 **
	Sin agua entubada							1.014593	2.8000 ***
	Zona metropolitana							0.216854	1.2000 ***
	Con seguridad social							1.020642	2.8000 ***
	Viviendas con hacinamiento							0.981572	2.7000 ***
Efectos aleatorios	U_0	5.162486	***	5.162578	***	5.162076	***	4.702227	***
AIC		277,723		276,496		276,492		276,276	
BIC		277,745		276,540		276,546		276,396	
LL		- 138,859		- 138,244		- 138,241		- 138,127	
Devianza		277,719		276,488		276,482		276,254	

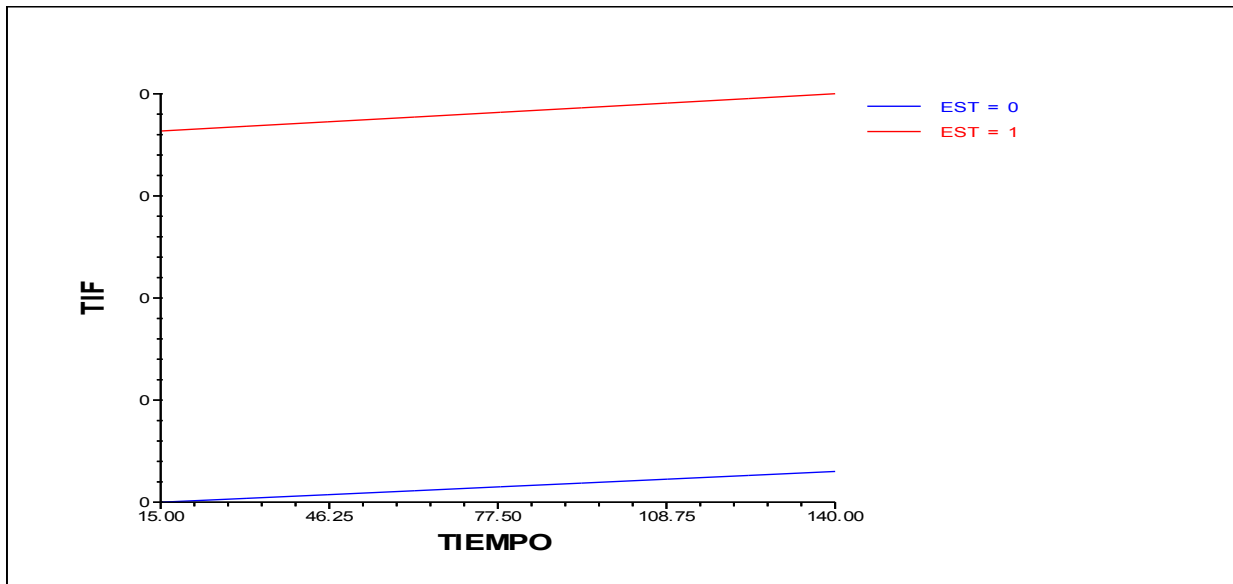
Significancia *** valor $p < 0.001$, ** valor $p < 0.05$, * valor $p < 0.1$

Fuente: Elaboración propia

En el modelo 1 se han incluido dos variables explicativas cambiantes en el tiempo. La primera representa el tiempo que son las 156 semanas y la segunda es la variable dicotómica que representa las semanas de calor (estacionalidad). La variable tiempo indica que por cada semana más que transcurre, la tasa de incidencia en tifoidea aumenta en 2.7 puntos. Por otro lado, la variable estacionalidad da cuenta de que en la temporada de calor la tasa de incidencia se ve incrementada en 3.3 puntos.

Lo anterior, se puede observar con mayor claridad en la Gráfica 3.1, en la cual se dibuja una línea que si observamos a grosso modo, es notable un cambio en el nivel de incidencia entre el inicio y fin del periodo de observación; además se observa que al controlar por las semanas de calor, la incidencia cambia a un nivel mayor en comparación a las temporadas no calurosas. Es decir, que la estacionalidad marca un drástico cambio en los niveles y que a lo largo del tiempo el padecimiento ha tenido un aumento.

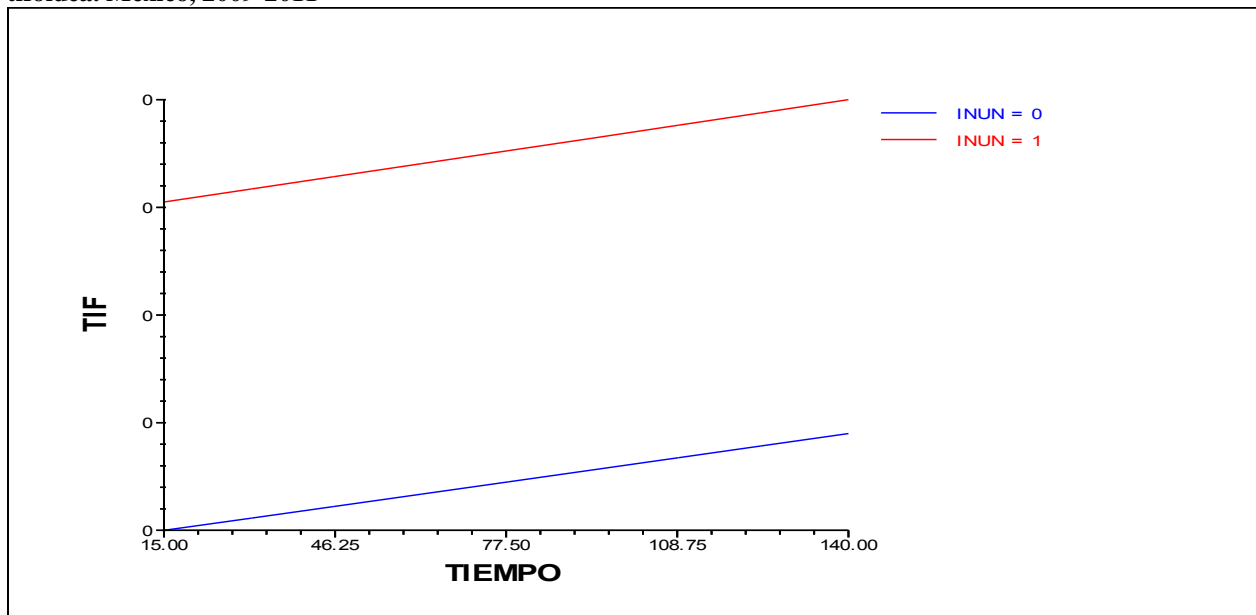
Gráfica 3.1. Efecto del tiempo y las semanas de calor en la incidencia de tifoidea. México, 2009-2011.



Fuente: Elaboración propia empleando el software HLM 7.01.

Para el modelo 2 se agregó a la ecuación la variable de inundación, la cual busca responder la hipótesis central. La variable inundación nos muestra que existe un efecto positivo en la tasa de incidencia derivado a la ocurrencia de inundaciones: al suceder una inundación en un municipio ello eleva la tasa de tifoidea en 2.9 puntos, controlando por el cambio en el tiempo y la estacionalidad. En la Gráfica 3.2 se puede observar el efecto del tiempo, semanas de calor y ocurrencia de inundación. La línea que se encuentra en la parte superior de la gráfica representa la trayectoria promedio de los municipios que sufrieron una inundación. Ello explica que se encuentre por arriba de la trayectoria de los municipios que no tuvieron inundación, además se observa cómo es que la fiebre tifoidea presenta una tendencia al aumento a lo largo del tiempo.

Gráfica 3.2. Efecto de las inundaciones considerando el tiempo y semanas de calor en la incidencia de tifoidea. México, 2009-2011



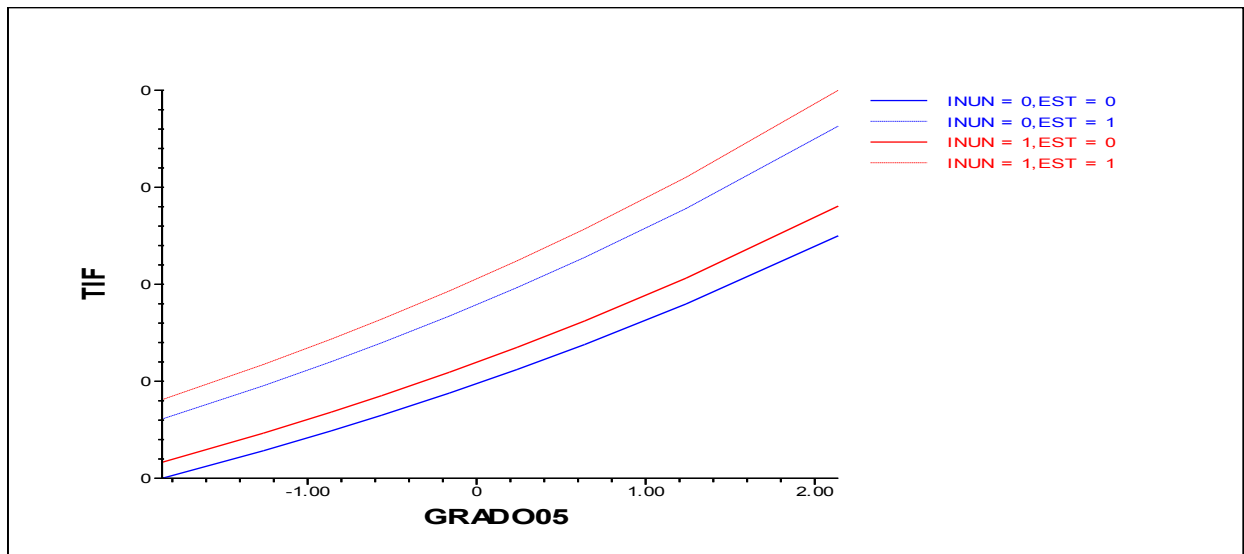
Fuente: Elaboración propia empleando el software HLM 7.01.

Ahora que hemos comprobado la hipótesis de la relación positiva entre la ocurrencia de inundaciones y la tasa de tifoidea podemos incluir al análisis las variables fijas en el tiempo que la literatura previa señala que éstas guardan relación con los niveles de enfermedades infectocontagiosas.

En el modelo 3 se observa que las variables fijas aparecen prediciendo la intercepción. Es decir, que las características económicas inciden sobre la prevalencia inicial de la enfermedad. Por cada punto más en el grado de escolaridad promedio la tasa tifoidea aumenta 3.7 puntos. Resultado que va en contra de lo esperado, ya que se tomó la variable grado de escolaridad promedio pensando en primer lugar como indicador socioeconómico que marcaría una diferencia en la calidad de servicios y recursos del municipio. No obstante, es posible hipotetizar que ello se deba a la fuente de información con la que contamos, pues ésta se nutre con base en reportes obligatorios generados cuando los pacientes van a consultas, y el mayor grado de escolaridad puede estar propiciando que la gente acuda más a los servicios de salud y se reporte su condición.

La Gráfica 3.3 en el eje horizontal representa el grado de escolaridad promedio de los municipios y en el eje vertical se representa las tasas de tifoidea. La pendiente de las cuatro líneas representadas es positiva, por lo que entre mayor grado de escolaridad mayor incidencia en la población. Al controlar por el efecto de las semanas de calor y la presencia de inundación, su efecto marca un diferencial en los niveles; de tal suerte que aquellos municipios con inundación y en la temporada de calor (la línea roja punteada) presentan las trayectorias con los niveles más altos y donde las diferencias de los niveles de educación se expresan en mayor magnitud..

Gráfica 3.3. Efecto de semanas de calor, inundaciones y grado de escolaridad promedio en la incidencia de tifoidea. México, 2009-2011



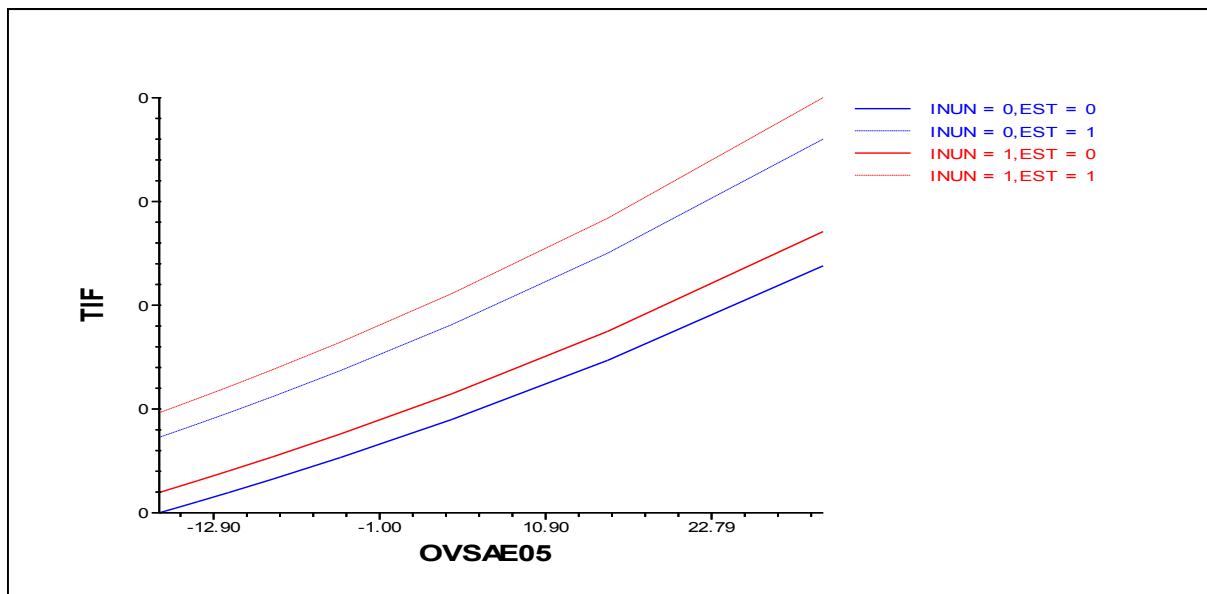
Fuente: Elaboración propia empleando el software HLM 7.01.

La variable de porcentaje de población con seguridad social da un resultado parecido al grado de escolaridad, adverso a lo esperado, pero se comprende que al ser estas dos variables indicadores del nivel socioeconómico es posible pensar que estas características favorecen a un mayor reporte, no precisamente a una mayor incidencia real de la enfermedad.

En el mismo modelo se encontró que el porcentaje de viviendas sin drenaje ni servicio sanitario tenía una relación positiva: por cada punto que aumente dicho indicador aumenta

también la incidencia inicial de la enfermedad en 2.7, pero dicho efecto no es estadísticamente significativo. El porcentaje de viviendas sin agua entubada muestra una situación similar a la anterior. Sin embargo, en esta ocasión resulta significativa. Por cada punto que aumente el porcentaje de viviendas sin dicho servicio aumentará 2.8 puntos, en promedio, la tasa de incidencia de la tifoidea. Esto se puede observar con mayor detalle en la Gráfica 3.4, donde la pendiente positiva de las tendencias quiere decir que a mayor porcentaje de viviendas sin agua entubada el riesgo al incremento del número de casos de tifoidea es mayor, aun considerando las otras variables productoras consideradas en el análisis como son las inundaciones y la estacionalidad. Con esto podemos afirmar que es la infraestructura con la que cuenta el municipio la que influye de manera preponderante en la forma en la cual se responde frente a un desastre.

Gráfica 3.4. Efecto de semanas de calor, inundaciones y porcentaje de viviendas con agua entubada en la incidencia de tifoidea. México, 2009-2011



Fuente: Elaboración propia empleando el software HLM 7.01.

Otra variable que ayuda a describir las condiciones de higiene de una población es el porcentaje de viviendas con algún grado de hacinamiento. Resultó que por cada punto de aumento en el porcentaje de viviendas con hacinamiento la tasa de tifoidea aumentará 2.66 puntos. Es decir, que el grado de hacinamiento tiene un efecto positivo en el aumento de la tasa

de incidencia, lo cual confirma la teoría consultada en la literatura en cuanto a los efectos de las condiciones de salubridad deficientes sobre la propagación de estos padecimientos.

La variable dicotómica zona metropolitana indica que al pertenecer un municipio a una zona considerada como metropolitana reduce la tasa de incidencia, por lo que si el municipio pertenece a una zona considerada no metropolitana aumenta 1.24 veces más que los municipios considerados como metropolitanos.

Paratifoidea y otras salmonelosis

El modelo 1, mejor conocido como modelo vacío, permite mostrar que la incidencia de paratifoidea varía estadística y significativamente en la incidencia de tifoidea entre municipios, tal como permite apreciar la estimación del efecto aleatorio U_0 con un valor de 4.54. Además podemos decir que, en promedio, la tasa de incidencia en los municipios fue de poco más de 1% en la semana inicial.

Tabla 3.2. Modelos multinivel de curvas de crecimiento sobre la trayectoria de las tasas de incidencia de la paratifoidea en los municipios de México y factores asociados, años 2009-2011

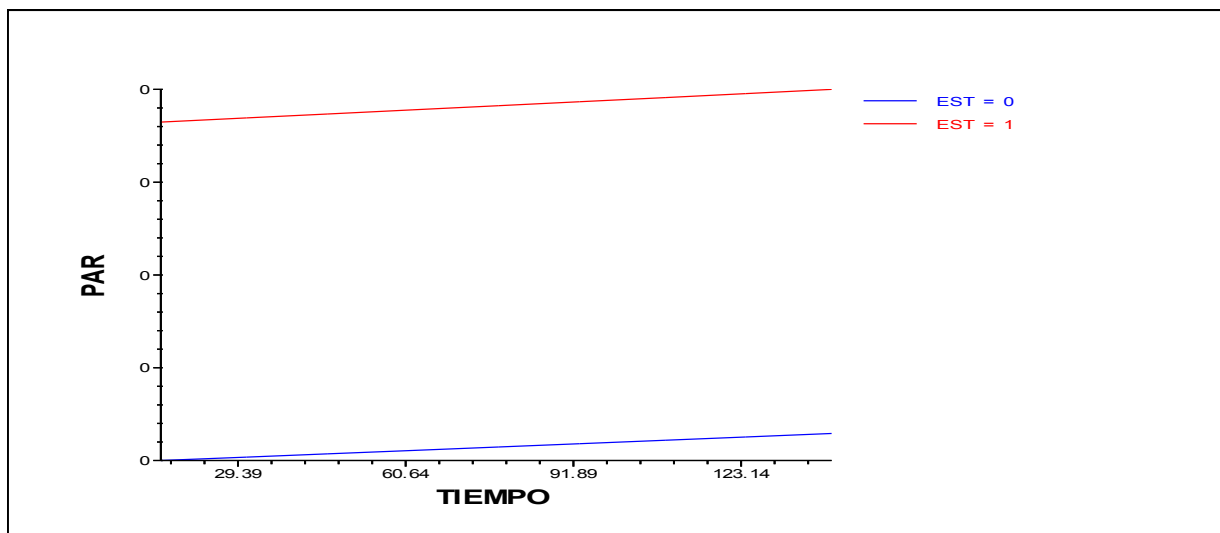
		Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
		Logaritmico onencial	Logaritmico onencial	Logaritmico onencial	Logaritmico onencial
Efectos fijos	Intercepción (B_0)	0.000003770 1.0000 ***	0.000001670 1.0000 ***	0.000001670 1.0000 ***	0.000001840 1.0000 ***
	Tiempo		1.008491 2.7000 ***	1.008501 2.7000 ***	1.008501 2.7000 ***
	Estacionalidad		1.221066 3.4000 ***	1.222765 3.4000 ***	1.222766 3.4000 ***
	Inundaciones			0.857175 2.4000 ***	0.857123 2.4000 ***
	Grado de escolaridad promedio				1.498068 4.5000 ***
	Sin drenaje ni servicio sanitario				0.997220 2.7000
	Sin agua entubada				1.010443 2.7000 ***
	Zona metropolitana				0.382830 1.5000 ***
	Con seguridad social				1.021845 2.8000 ***
	Viviendas con hacinamiento				1.010054 2.7000 **
Efectos aleatorios U_0		4.546106 ***	4.545191 ***	4.547569 ***	4.083170 ***
AIC		745,581.90	658,081.70	657,809.40	657,543.30
BIC		745,603.60	658,125.10	657,863.60	657,662.70
LL		-372,788.95	-329,036.83	-328,899.68	-328,760.66
Devianza		745,577.90	658,073.66	657,799.36	657,521.32

Significancia *** valor $p < 0.001$, ** valor $p < 0.05$, * valor $p < 0.1$

Fuente: Elaboración propia

El modelo 2 muestra que por cada semana más que transcurre, la tasa de incidencia en tifoidea aumenta en 2.7 puntos. Mientras que la variable estacionalidad deja ver que en temporada de calor la tasa de incidencia se incrementa en 3.4 puntos. Es decir, el efecto del tiempo y estacionalidad es positivo. Esto se puede observar en la Gráfica 3.5, la estacionalidad provoca un diferencial en los niveles de incidencia que se reportan en cada municipio.

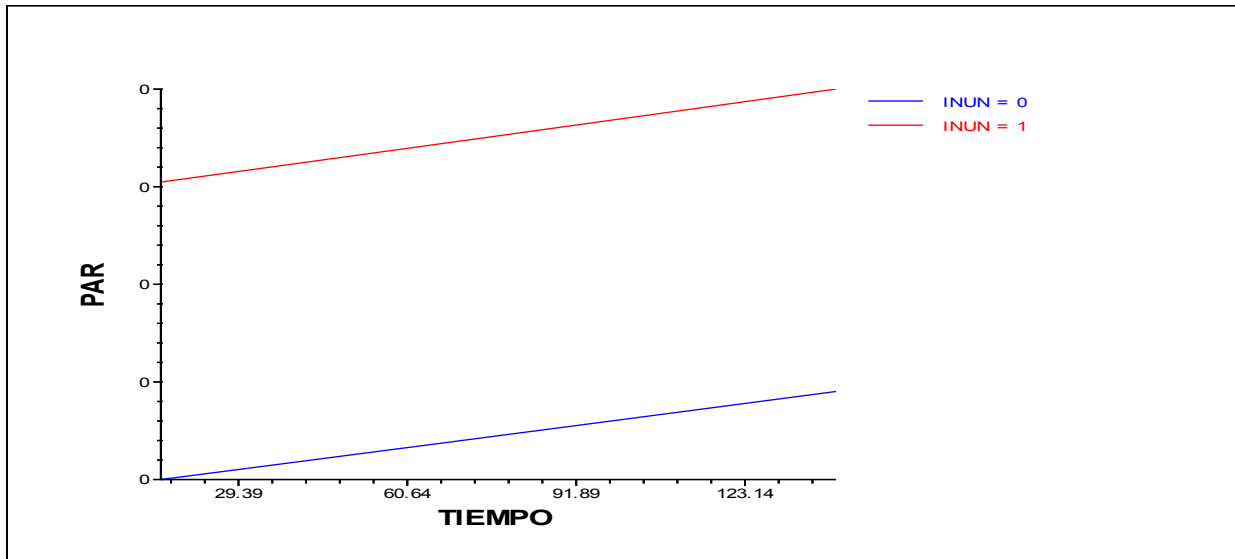
Gráfica 3.5 Efecto del tiempo y las semanas de calor en la incidencia de paratifoidea. México, 2009-2011



Fuente: Elaboración propia empleando el software HLM 7.01.

Para el modelo 2 la variable inundación señala que tiene un efecto positivo en la tasa de incidencia en la paratifoidea, al ocurrir una inundación en un municipio eleva la tasa en 2.4 puntos, considerando el tiempo y la estacionalidad. En la Gráfica 3.6 se puede observar el efecto del tiempo y la ocurrencia de inundación, la trayectoria promedio de los municipios que sufrieron de una inundación se encuentra por arriba de la trayectoria de los municipios que no tuvieron inundación.

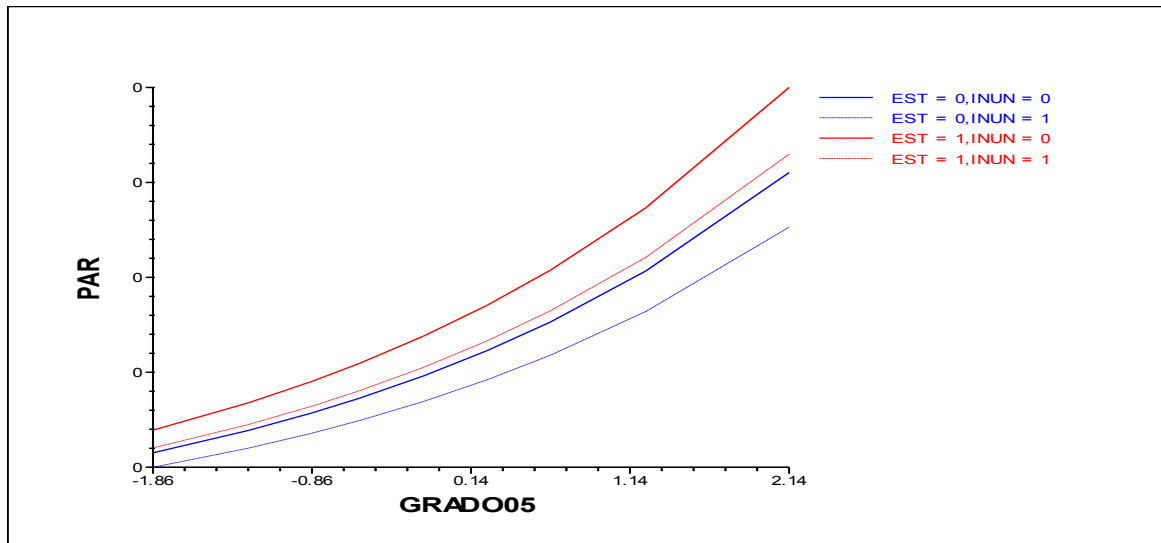
Gráfica 3.6. Efecto de semanas de calor e inundaciones en la incidencia de paratifoidea. México, 2009-2011



Fuente: Elaboración propia empleando el software HLM 7.01.

Es posible observar tanto en el modelo como en la gráfica anterior que la hipótesis inicial se comprueba también en paratifoidea, la cual menciona que las inundaciones tienen un efecto positivo sobre el aumento en la incidencia del padecimiento, es decir que al ocurrir una inundación en determinada población está tiene un mayor riesgo de padecer un aumento en los casos de paratifoidea. Si incluimos las variables fijas en el tiempo obtenemos que en el modelo 4 se observa cómo por cada punto más en el grado de escolaridad promedio la tasa de tifoidea aumenta 4.5 puntos, resultado semejante al obtenido para tifoidea. La Gráfica 3.7 en el eje de la abscisa se representa el grado de escolaridad promedio de los municipios y en el eje vertical se representa las tasas de paratifoidea. La pendiente de las cuatro líneas representadas es positiva, por lo que entre mayor grado de escolaridad mayor incidencia en la población. No obstante, al controlar por el efecto de las semanas de calor y la inundación, se muestra un comportamiento diferencial en los niveles.

Gráfica 3.7. Efecto de semanas de calor, inundaciones y grado de escolaridad promedio en la incidencia de paratifoidea. México, 2009-2011



Fuente: Elaboración propia empleando el software HLM 7.01.

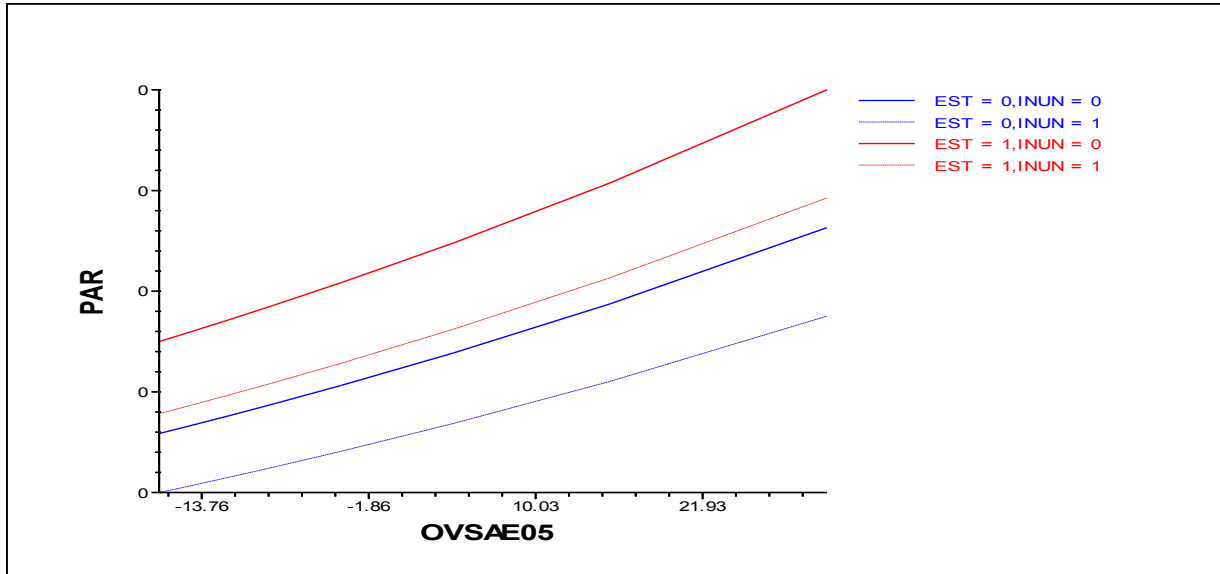
El porcentaje de población con seguridad social dentro de cada municipio refleja que mientras más alta la afiliación es mayor el número de casos reportados, esto puede deberse a que nuestro análisis fue realizado con base en fuentes de datos que se nutren de reportes médicos, así que los casos de individuos en situación de desventaja social podrían no tener acceso o los medios necesarios para acudir a la clínica.

En el mismo modelo se encontró que la variable porcentaje de viviendas sin drenaje ni servicio sanitario tenía una relación positiva, por cada punto que aumente dicho indicador aumenta también la incidencia de la enfermedad en 2.7 pero resultado no significativa. Cuestión que llama la atención ya que en la literatura consultada se encontraba que esta característica influenciaba en buena medida el aumento en casos de paratifoidea.

La variable porcentaje de viviendas sin agua entubada se comporta en la misma dirección pero en esta ocasión resulta significativa: por cada punto que aumente el porcentaje de viviendas sin dicho servicio aumentara 2.7 puntos en promedio la tasa de incidencia de la paratifoidea. Esto se puede observar con mayor detalle en la Gráfica 3.8, donde la pendiente positiva de las tendencias quiere decir que a mayor porcentaje de viviendas sin agua entubada el

riesgo a aumentar el número de casos de tifoidea es mayor, aun considerando nuestras otras variables predictoras en el modelo..

Gráfica 3.8. Efecto de semanas de calor, inundaciones y porcentaje de viviendas con agua entubada en la incidencia de paratifoidea. México, 2009-2011



Fuente: Elaboración propia empleando el software HLM 7.01.

Si el municipio pertenece a una zona metropolitana esto reduce su riesgo en 1.5 veces en comparación con los municipios que no pertenecen a zonas metropolitanas. Por su parte, entre mayor es el porcentaje de viviendas con algún grado de hacinamiento, es mayor el número de casos en el municipio; es decir, que por cada punto que aumente el porcentaje de hacinamiento la tasa de paratifoidea aumentará en 2.7 puntos.

Conclusiones

En México, la forma de analizar los brotes epidémicos después de los desastres ha sido a través de estudios clínicos en zonas conocidas por inundaciones recurrentes, no obstante han centrado su atención en enfermedades de transmisión por medio de vectores como es el dengue y han dejado de lado muchos otros padecimientos que son de igual importancia ya que al ser endémicos del país pueden dar lugar a un posible brote epidémico severo.

Se comprobó una relación positiva entre tasas de incidencia de los padecimientos, tifoidea y paratifoidea, y la ocurrencia de inundaciones, aún después de controlar por las características socioeconómicas. El caso particular de las características que sugieren el nivel de infraestructura ayuda a reducir la tasa de incidencia, por lo que las políticas públicas futuras podrían ir encaminadas a disminuir las desigualdades.

Las características socioeconómicas precarias de los municipios aumentan el riesgo de un brote epidémico. Sin embargo, no debemos perder de vista, que este estudio se realizó con base en información obtenida a través de reportes de los sistemas de salud nacionales, lo cual podría significar que las personas con mejor condición socioeconómica acuden más a los servicios médicos y esto ayuda a su mayor detección. Lo que estaría indicando la necesidad de poner énfasis en las políticas públicas de acceder con mayor fuerza dentro de los municipios con menos recursos y hacer saber a la población general que también son ciudadanos que pueden en estos casos acudir a los servicios médicos.

Las características socioeconómicas que consideramos para proponer esta idea fueron una escolaridad mayor y afiliación a la seguridad social. Lo cual indica que los planes de emergencia deberían enfocarse a cubrir de una manera más equitativa a la población, ya que al parecer el nivel de instrucción de los individuos y afiliación a servicios de salud les permite un mayor acceso a la atención médica, profundizando así la desigualdad frente a un desastre.

Es necesario hacer mayor número de análisis a nivel municipal, ya que como se mencionó los análisis en México son relativamente pocos, y para zonas o eventos específicos. Es necesario estudiar a profundidad los efectos negativos de los desastres, con el fin de evaluar los distintos determinantes y proponer líneas de acción concretas para políticas públicas que busquen

la reducción del riesgo y de ser posible emitir recomendaciones para una mejor adaptación a los cambios climáticos que presenta nuestro país.

Cabe señalar que actualmente resulta una gran labor armar una base de datos que ayude a dichos análisis, siendo que a nivel internacional estos temas cada vez cobran mayor fuerza derivado de la aceptación del cambio climático y que este a su vez trae consecuencias a la salud de la población mundial.

Por lo que para un análisis de estos padecimientos y su relación con la ocurrencia de inundaciones convendría tener información más desagregada, como podría ser a nivel localidad o AGEB, datos no solo de condiciones socioeconómicas de los hogares, si no características de hábitos de la población, condiciones climáticas y tipo de suelo, las cuales son determinantes de los diferentes tipos de medio ambiente que rodean a una población. Y que además dichos factores podrían servir para una mejor planeación en la distribución espacial de la población y servicios que ayuden a responder de mejor forma frente a un desastre.

Conclusiones y recomendaciones

Para concluir la presente investigación, este capítulo está dedicado a realizar un resumen de las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo del trabajo, con el propósito de señalar la necesidad y la posibilidad de su continuidad.

La población se vincula de manera bidireccional con el ecosistema. Por un lado, el ser humano influye en éste, alterando su medio ambiente y transformándolo. Por otro lado, las transformaciones que ocurren en el ecosistema afectan a la población humana. En este contexto, el trabajo analizó la relación entre las inundaciones y los nuevos casos de tifoidea y paratifoidea. A lo largo del capítulo 1 se describió la compleja y laboriosa tarea que implica estudiar la relación existente entre los desastres y la salud humana, debido a la diversidad de factores que inciden sobre el sentido y la magnitud de esta asociación. Si bien la investigación se centró en inundaciones, queda una larga lista de desastres, tanto de origen natural como antropogénico, por estudiar. En México son pocas las investigaciones que se han ocupado en describir y cuantificar la relación anteriormente señalada.

Además, los estudios existentes se han realizado a diferentes escalas, con distintos indicadores y metodologías, lo cual dificulta su uso en planes de prevención o en su caso mitigación; sobre todo si lo que nos interesa es retomar tópicos de estos para un análisis más general, que ayude a plantear opciones para políticas públicas para las unidades de estudios que más lo requieran, con el fin de acortar la brecha de desigualdad.

Los resultados de las investigaciones deben ser tomados en cuenta por parte de los hacedores de políticas públicas interesados en el desarrollo social y bienestar de salud de la población, puesto que la literatura y los hallazgos en el presente trabajo señalan que son las características socioeconómicas del lugar las que determinan en buena medida el impacto de los desastres en la salud de la población. Para que esto ocurra, se debe continuar llevando a cabo investigaciones a distintos niveles y examinando un espectro mayor de factores que pueden incidir sobre los padecimientos. Lo anterior con el propósito de contribuir a reducir el riesgo de exposición de la población y diseñar políticas para grupos específicos, que por sus atributos o área de residencia sean particularmente vulnerables. Ello también contribuiría a una mejor respuesta ante la ocurrencia de los desastres. Asimismo, se pueden generar propuestas de intervenciones que ayudaran a reducir la brecha de desigualdad asociada a las condiciones

socioeconómicas y de acceso a los servicios de salud, ofreciendo una mayor atención a los grupos más vulnerables.

En el capítulo 2 se analizó la tendencia de ocho padecimientos vinculados con las inundaciones: cólera, fiebre tifoidea, giardiasis, hepatitis agudas tipo A, hepatitis virales agudas, leptospirosis, paratifoidea (incluidas otras salmonelosis) y shigelosis. Con base en sus niveles y evolución se eligieron dos padecimientos. El primero de ellos es la fiebre tifoidea, el cual muestra una tendencia ascendente en morbilidad, llegando a ser en 2011 la segunda patología infectocontagiosa por medio del agua. El segundo padecimiento es paratifoidea (incluyendo otras salmonelosis) la cual, en todo el periodo de análisis, exhibe de tasas de incidencia más altas y a pesar de comportamiento descendente a través de los años, sigue ocupando para 2011 el primero lugar en enfermedades infectocontagiosas por medio del agua.

Investigaciones posteriores pueden avanzar sobre este trabajo o examinar otros padecimientos. Por ejemplo, la literatura señala que la leptospira debe recibir mayor atención, pues es probable que haya un subregistro importante derivado de la falta de conocimiento general sobre dicho padecimiento. Las dos patologías que se eligieron para el presente estudio, tifoidea y paratifoidea, se encontraron vinculadas a la ocurrencia de inundaciones en la literatura y al analizar el comportamiento nacional de ambas patologías de manera semanal, se encontró un patrón de estacionalidad, aunque los niveles en las tasas de incidencia fueran distintos. Este patrón refleja la periodicidad de un padecimiento susceptible a las temporadas de calor. Es decir, que tanto la tifoidea como la paratifoidea incrementan su incidencia durante las semanas en que la temperatura aumenta.

Al analizar ambos padecimientos a nivel estatal, con la comparación del comportamiento en la incidencia a nivel estatal y tomando como referencia el nacional, se identificaron cuatro patrones. El primer patrón lo conforman las entidades federativas que durante 2009 y 2010, a excepción de algunos puntos atípicos, mantienen niveles por debajo del promedio y para 2011 aumentan hasta llegar a los niveles nacionales e incluso algunos casos a rebasarlo. El segundo patrón muestra a las entidades federativas que durante el 2009 mantienen niveles por debajo de la media nacional, en 2010 tienen un ligero aumento y en 2011 llega a un nivel cercano al nacional.

El tercer patrón corresponde a las entidades que durante 2009 y 2010 presentaron niveles de incidencia similares al nivel nacional y que para el 2011 lo superan por mucho. El último patrón describe a las entidades que desde la primer semana del 2009 hasta la última del 2011 tienen niveles de incidencia por arriba del promedio nacional, siendo el 2011 el año donde la distancia entre el nivel nacional y los estados aumenta.

Los cuatro patrones encontrados comparten un rasgo en común: el considerable aumento de la incidencia durante 2011. Fenómeno que podría deberse a un mejor registro de información o bien a un efecto derivado del aumento en la temperatura. Cuestiones que pueden ser analizadas en estudios ulteriores a éste. Las distribuciones espaciales de la tifoidea y paratifoidea indican que las entidades federativas con los mayores niveles de incidencia son estados que se caracterizan por ser de climas cálidos, hecho acorde a lo esperado debido a la relación entre la dinámica de contagio de estos padecimientos y las altas temperaturas.

México es un país con una gran vulnerabilidad física ante los fenómenos hidrometeorológicos y se prevén cambios en la frecuencia e intensidad de estos debido al cambio climático. Por ello, una mejor planeación de los asentamientos residenciales y centros de trabajo resultan de suma importancia para reducir la vulnerabilidad a eventos climáticos, además de ofrecer pruebas empíricas sobre los factores socioeconómicos que ayudarían a amortiguar o detener los efectos negativos de los desastres en la salud de la población.

Los datos sobre inundaciones registrados en la base de datos de DesInvetar sugiere que las regiones geográficas más afectadas por inundaciones durante 2009 fueron oriente, centro sur; posteriormente en 2010 se suman sureste, suroeste, noroeste y noreste, mientras que en 2011 se exhibe un comportamiento espacial similar al observado durante 2009.

Si examinamos las tasas estatales de incidencia de tifoidea y paratifoidea con la proporción de municipios que se vieron afectados por una inundación, no se aprecia una asociación positiva. Sin embargo, la unidad de análisis espacial continua teniendo una importante heterogeneidad. Ello sugiere la necesidad de dar cuenta de la diversidad de condiciones socioeconómicas y físicas al interior de las entidades federativas y que pueden incidir sobre las tasas de incidencia de las enfermedades. Por esto, en el último capítulo se realizó el análisis a nivel municipal, puesto que es la última unidad de análisis para la que se dispone de información.

En esta tesis se emplea la información de la Dirección General de Epidemiología como información primaria, con ella se examina la evolución de las enfermedades transmisibles por medio del agua, particularmente tifoidea y paratifoidea. La DGE realiza esfuerzos importantes para recopilar la información sobre casos nuevos de padecimientos cuya dinámica de ocurrencia puede convertirlos en epidemias. No obstante, existen problemas con la calidad de la información sobre morbilidad, así como la necesidad de vincular datos sobre salud e indicadores sociodemográficos a fin de ampliar y profundizar el alcance de los estudios de población (Cárdenas, 2008).

La base de datos utilizada es proporcionada por el SUAVE la cual se obtiene de reportes semanales en cada unidad médica del país, quienes tienen la obligación de reportar el número de casos nuevos de ciertos padecimientos marcados como notificación obligatoria. Dicha información, podría tener en primer lugar, un subregistro de casos. Por un lado debido a que los pacientes no acuden a los servicios de salud, por no considerarlo necesario o por no contar con el servicio; así mismo cabe la posibilidad de que se diagnostique incorrectamente al paciente, debido a que ambos padecimientos son fáciles de confundir pues los síntomas comunes son diarrea, dolor abdominal fiebre, entre otros y solo son determinados análisis clínicos los que aseguran una detección certera. Así mismo, el sobregistro es posible dado que se genera por unidad médica, no por paciente: es posible que un mismo individuo se registre más de una vez en una misma semana en diferente unidad médica, ya que no se tiene un registro individual único de los pacientes.

Por otro lado, la información sobre desastres en México es limitada. Se requiere captar información sobre el tamaño de la inundación, duración y origen. Es responsabilidad del Estado la recopilación de información sobre los desastres, aún en los casos donde no haya pérdidas económicas catastróficas. Ello por las implicaciones sociales de los desastres, entre ellas las de salud. Para el trabajo se tomó en cuenta un registro de desastres que realiza un organismo internacional, LA RED, la cual recolecta los reportes de inundaciones a partir principalmente de publicaciones en medios de comunicación escritos, lo cual permite contabilizar el número de eventos (frecuencia) y a su vez la fecha de ocurrencia, ayudando a ver si existe un aumento en la frecuencia. No obstante, se desconoce en la mayoría de los casos la intensidad de cada evento. Se debe tener en cuenta que la información puede estar sesgada en cuanto a la selectividad que

existe en el reporte en medios y no con base en un registro continuo de desastre de pequeño, mediano y gran alcance con las características pertinentes. A pesar de dicha limitación se decidió tomar dicha fuente de información ya que en nuestro país no existe un registro que dé cuenta de las inundaciones y mucho menos sus efectos.

Además, el análisis a nivel estatal da cuenta que es necesario desagregar lo más posible, y que posiblemente existen más factores que deben ser estudiados como determinantes de los cambios en la incidencia de los padecimientos a lo largo del tiempo, en espacios específicos y sus características particulares.

En el capítulo 3 se profundiza sobre la relación entre la ocurrencia y el efecto en las mayores tasas de incidencia de la tifoidea y paratifoidea a nivel municipal. Por ello, se construyó una base de datos a nivel municipal que reuniera las características demográficas, socioeconómicas y epidemiológicas de cada uno de los municipios registrados al 2005 en México. Esta base de datos se recopiló de diferentes fuentes de información, con el cuidado de homologar correctamente dichas fuentes y que cada unidad de observación detallara a lo largo de las 156 semanas de análisis el comportamiento epidemiológico tomando en cuenta la población expuesta, la presencia o no de inundaciones en cada semana y las condiciones socioeconómicas del municipio.

Dicha base se utiliza con el fin de analizar la tendencia de los padecimientos a lo largo de 3 años, tomando en cuenta que contamos con registros semanales, tanto de los padecimientos como las inundaciones se utiliza como unidad temporal de análisis las semanas, además dicha temporalidad permite visualizar de una mejor manera el tiempo de los brotes de casos nuevos en ambos padecimientos y su relación con la presencia de inundaciones. Para el procesamiento de la información se utilizó la herramienta estadística conocida como curvas de crecimiento, dicho método permite conocer el comportamiento promedio de los municipios y evaluar distintos factores tanto fijos como variables en el tiempo que determinan los cambios en los niveles de incidencia. Otra ventaja de este método es que permite dar cuenta de las diferencias del cambio en la tasa de incidencia entre los municipios, a la par de dar cuenta de que el punto de arranque de la trayectoria puede ser distinto (García y Sánchez 2012).

El resultado obtenido por el modelo de curvas de crecimiento nos deja ver que la relación es significativa y positiva. Es decir, que el número de casos de ambos padecimientos aumenta cuando ocurre una inundación, aun controlando por las otras variables explicativas.

Por otro lado, se encontró que las carencias o limitaciones en la infraestructura de un municipio también tienen un efecto negativo sobre los niveles: a mayor infraestructura disminuye el riesgo de tener nuevos casos, las variables consideradas fueron infraestructura son el porcentaje de viviendas con agua entubada, el porcentaje de viviendas con drenaje y servicio sanitario y si el municipio pertenecía o no a una zona metropolitana. Lo cual apoya la idea planteada por Cárdenas (2013: 94) sobre que “el aumento en los niveles de urbanización han sido elementos fundamentales para la reducción de la mortalidad en general y particularmente la debida a enfermedades transmisibles”.

Otras características socioeconómicas de la población residente en el municipio parecieran mostrar una relación distinta respecto a las inundaciones y su efecto en la dinámica de las enfermedades estudiadas, como es el caso de la variable grado de escolaridad, la cual muestra que a mayor grado el riesgo de la incidencia aumenta. Sin embargo, no debemos perder de vista que este estudio se realizó con información obtenida a través de reportes de los sistemas de salud nacionales, lo cual podría significar que los lugares con una población que registra proporciones más altas de personas educadas son aquellos donde más se demandan servicios y, por ende, mayor número de casos son atendidos, redundando en un mejor reporte del volumen de las enfermedades. Lo que estaría indicando la necesidad de poner énfasis en las políticas públicas de acceder con mayor fuerza dentro de los municipios con menos recursos y hacer saber a la población general que también son ciudadanos que pueden acudir a los servicios médicos, ello con el objetivo de eliminar los obstáculos al acceso y uso de servicios de salud, Cárdenas (2013:96) comenta que la estratificación en el servicio médico, el diferencial acceso a instituciones de seguridad social y de la Secretaría de Salud, son temas que deben considerarse para la mejora o conservación de la salud pública. Por lo cual, la diferenciación entre los servicios médicos mostraría las características de los individuos que hacen uso de los servicios médicos y quizás permita distinguir que servicio médico resulta de mayor efectividad en cuanto al acceso que ofrece a sus afiliados.

Para la realización del presente trabajo se encontraron diversas dificultades como son: falta de información a niveles desagregados y homogéneos, por lo cual se eligió hacer el análisis a nivel municipal. No obstante, considero que en un futuro sería posible realizar un análisis a nivel localidad o AGEB, con el propósito de que las poblaciones al interior de la unidad sean en mayor medida homogéneas, ya que podemos pensar que dentro de un municipio existe todavía una gran heterogeneidad que podría estar afectando el análisis.

Con el conocimiento confirmado sobre el impacto negativo que la ocurrencia de inundaciones tienen sobre la salud, podemos pensar que los estudios en este sentido son tan amplios como el abanico de las combinaciones posibles entre los tipos de desastres y los padecimientos relacionados con cada uno. Dichos efectos negativos pueden verse magnificados por las consecuencias acumulativas que las inundaciones pueden tener al combinarse con las condiciones de salud preexistentes, la ocurrencia de otros desastres y las condiciones socioeconómicas.

Referencias bibliográficas

- Aguiar, Pablo, de Sola, Fé y Cepero, José (1998), “Reporte Técnico de Vigilancia Agua y Salud Cuba. La Habana : Unidad de Análisis y Tendencias en Salud”, Ministerio de Salud Pública, La Habana.
- Ahern, Mike, Kovats, Sari, Wilkinson, Paul, Few, Roger y Matthies, Franziska (2005), “Global Health Impacts of Floods: Epidemiologic Evidence”, *Epidemiologic Reviews*, vol. 27, núm. 1, pp. 36-46.
- Badilla, Sinaí (1990), “Desastres por inundaciones y sus daños potenciales en Guanacaste, Costa Rica”, *Revista Geográfica*, núm. 112, pp. 5-39.
- Blaikie, Piers, Cannon, Terry, Davis, Ian y Wisner, Ben (2003), *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*, Routledge: Londres, 1-124.
- Cantero, María (2008), “Lineamientos teórico-metodológicos para la investigación de la epidemiología de los desastres naturales desde la geografía médica”, *Terra Nueva Etapa*, vol. 24, núm. 36, pp. 55-88.
- Cárdenas, Rosario (2014), "Desigualdad en la salud, escenarios y acciones, en: Los mexicanos", Un balance del cambio demográfico, Cecilia Rabell Romero (coordinadora), Fondo de Cultura Económica, pp. 134-183.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (2014), SEGOB-CENAPRED, obtenido de <<http://www.cenapred.unam.mx/es/>>
- Comisión Económica Para América Latina (2005), “El impacto de los desastres naturales en el desarrollo: documento metodológico básico para estudios nacionales de caso”, México, CEPAL < <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/6/23266/L694.pdf> >.
- Comisión Nacional Forestal (2014) “Fascículo Incendios Forestales”, México, CENAPRED < <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones.html> >
- Comisión Nacional del Agua (2012), Análisis de las temporadas de huracanes de los años 2009, 2010 y 2011 en México, Distrito Federal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Comisión Nacional de Población (2011), Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010, México, CONAPO.
- Comisión Nacional de Población (2012), Documento Metodológico: Proyecciones de la población de México 2010-2050, México, CONAPO <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Documento_Metodologico_Proyecciones_2010_2050>
- Consejo Nacional de Población, (2014), Página oficial de CONAPO, México <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos > (03 de febrero de 2014).
- Corporación OSSO (1999), Escudriñando en los desastres a todas las escalas, Cali, LA RED. Recuperado el 04 de 04 de 2014, de <<http://www.desinventar.org/es/metodologia>>
- De la Cruz, Servando (2014), “Fascículo Volcanes”, México, CENAPRED < <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones.html> >

- Doocy, Shannon, Daniels, Amy, Murray, Sarah y Kirsch, Thomas (2013), "The Human Impact of Floods: a Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review". PLOS Currents disasters, pp. 1-22.
- Du, Weiwei, FitzGerald, Gerard, Clark, Michele y Hou, Xiang-Yu (2010), "Health impacts of floods", Prehospital and Disaster Medicine, vol. 25, núm. 3, pp. 265-272.
- Dynes, Russell y Quarantelli, Enrico (1977), "Helping behavior in large scale disasters: a social organizational approach", Center for Studies of Mental Health and Social problems, Applied Research Branch, National Institute of Mental Health
< <http://udspace.udel.edu/bitstream/handle/19716/424/PP48.pdf?sequence=3> >(18 de Junio de 2014).
- Eslava, Carlos, Solís, Alejandro, Hernández, Ulises y Navarro, Armando (s.f.), Cólera enfermedad persistente, grave pero prevenible, Departamento de Salud Pública.
- Few, Roger (2007), "Health and climatic hazards: Framing social research on vulnerability, response and adaptation", Global Environmental Change, vol. 17, núm. 2, pp. 281-295.
- Furtado, C., Adak, G., Stuart, J., Wall, P. y Evans, H. (1998), "Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992-5", Epidemiol. Infect, vol. 121, pp. 109-119.
- García, Brígida y Sánchez, Landy (2012), "Trayectorías del desempleo urbano en México", Urban Unemployment Paths in Mexico, año 6, núm. 10, pp. 5-30.
- González, Aurora (2001), "Epidemiología de los desastres naturales", Acta Pediátrica México, vol. 22, núm. 3, pp. 220-226.
- Granados, Abraham, Graizbord, Boris y Mercado, Alfonso (2008), "Cambio climático desastres y sustentabilidad", Relatoría del seminario: Cambio climático, amenazas naturales y salud, México, Colegio de México, pp 179-188.
- Gutiérrez, Carlos, Quaas, Roberto, Ordaz, Mario, Guevara, Enrique, Muriá, David y Krishna, Shri (2014), "Fascículo Sismos", México, CENAPRED < <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones.html> >
- Haines, Andy, Kovats, Sari, Campbell-Lendrum, Diarmid y Corvalan, Camila (2006), "Climate change and human health: Impacts, vulnerability and public health", Public Health, vol. 120, núm.7, pp.585-596.
- Heller, Léo, Colosimo, Enrico y de Figueiredo, Carlos (2003), "Condições de saneamento ambiental e impacto na saúde: um estudo caso-controle", Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, vol. 23, núm. 1, pp. 41-50.
- Hogan, Daniel y Marandola, Eduardo (2005), "Towards an interdisciplinary conceptualisation of vulnerability", Population space and place, vol. 11, núm. 6, pp. 455-471.
- Huarcaya, Erick, Rossi, Fiorella y Llanos-Cuentas, Alejandro (2004), "Influencia de factores climáticos sobre las enfermedades infecciosas", Revista Médica Herediana, vol. 15, núm. 4, pp. 218-224.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2004), La población Indígena en México, México, INEGI.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Synthesis Report: Summary for Policymakers, Cambridge, Cambridge University Press.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (2008), “Cambio climático 2007 Informe de síntesis”, informe, Ginebra, IPCC.
- Jafari, Najmeh, Shahsanai, Armindokht, Memarzadeh, Mehrdad y Loghmani, Amir (2011), “Prevention of communicable diseases after disaster: A review”, *J Res Med Sci*, vol. 16, núm.7, pp. 956-962.
- Jiménez-Sastré, Alejandro, Boldo-León, Xavier, Priego-Alvarez, Heberto, Quevedo-Tejero, Elsy y Zavala-González, Marco (2011), “Dengue en zonas inundables de Villahermosa, México”, *Salud en Tabasco*, vol. 17, núm. 3, pp. 55-62.
- Katsumataa, T., Hosea, D., Bagus, E., Kohno, S., Hara, K., Soeparto, P. y Gde, I. (1998), “Cryptosporidiosis in Indonesia: A hospital-based , study and community- based survey”, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 628-632.
- La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (2009), “Guía metodologica”, *Inventario de desastres*, Colombia, LA RED.
- Lavell, Allan (1997), *Viviendo en riesgo. Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*, Colombia, LA RED.
- Leal-Castellanos, C., García-Suárez, R., González-Figueroa, E., Fuentes-Allen, J., & Escobedo-de la Peña, J. (2003), “Risk factor and the prevalence of leptospirosis in a rural community of Chiapas, Mexico” *Epidemiology Infect*, vol. 131, núm. 3, pp. 1149-1156.
- Márquez, Rodrigo (2008), “Desastres naturales en Osorno: inundaciones y anegamientos en el sector urbano de Francke”, *Espacio Regional*, ol.5, núm. 2, pp. 27-53.
- Martínez, Carolina y Leal, Gustavo (2002), "La transición epidemiológica en México: un caso de políticas de salud mal diseñadas y desprovistas de evidencia", *Estudios Demográficos y Urbanos*, núm. 51, septiembre-diciembre, Colegio de México, pp. 547-569.
- Maskrey, Andrew (1993), *Los desastres no son naturales*, Colombia, LA RED.
- Maslow, Abraham (1970) *Motivation and Personality*. Nueva York, Harper & Row.
- Matías, Lucía y Eslava, Hector (2014) “Fascículo Tormentas Severas”, México, CENAPRED < <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones.html>>
- McCoach, Betsy y Kaniskan, Burcu (2010), “Using time-varying covariates in multilevel growth models”, *Methods article*, vol. 1, art. 17, 1-12.
- Mercado, Afonso, Graizbord, Boris y Few, Roger (2011), “Cambio climático amenazas naturales y salud en México” en Boris Graizbord y Roger Few, *Cambio climático amenazas naturales y salud en México*, México, El Colegio de México, pp. 179-188.
- Moreno-Altamirano, Alejanda, López-Moreno, Sergio y Corcho-Berdugo, Alexánder (2000), “Principales medidas en epidemiología”, *Salud Pública de México*, vol.42, núm. 4, pp. 337-348.
- Mukherjee, Rita, Halder, Debasish, Saha, Subhasish, Shyamali, Rudra, Subhranshu, Chakrabarti, Ramakrishnan, R., Murhekar, Manoj y Hutin, Yvan (2011), “Five Pond-centred Outbreaks of Cholera in Villages of West Bengal, India: Evidence for Focused Interventions”, *Journal of Health, Population and Nutrition*, vol. 29, núm. 5, pp. 421-428.

- Nelson, Luis (2011), “Desastre natural: un concepto cambiante”, *Revista Geográfica de América Central*, vol. 2, núm. 28, pp. 11-14.
- Neumayer, Eric y Plümpner, Thomas (2007), “The Gendered Nature of Natural Disasters: The Impact of Catastrophic Events on the Gender Gap in Life Expectancy, 1981–2002”, *Annals of the Association of American Geographers*, vol.97, núm.3, pp. 551-566.
- Organización Mundial de la Salud (2014). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de http://www.who.int/csr/don/2013_11_13/es/
- Organización Panamericana de la Salud (2000), *Impacto de los desastres en la salud pública*, Bogotá, Oxford University Press.
- Organización Panamericana de la Salud (2001), *El control de las enfermedades transmisibles*, Washington DC, Organización Panamericana de la Salud.
- Organización Panamericana de la Salud (2002), *Modulo de Principios de Epidemiología para el control de Enfermedades (MOPECE)*, Washington DC, Organización Panamericana de la Salud.
- Perevochtchikova, María & Lezama, José (2010), “Causas de un desastre: Inundaciones del 2007 en Tabasco, México”, *Journal of Latin American Geography*, vol.9, núm. 2, pp. 73-98.
- Prince, Samuel (1920), *Catastrophe and social change*, Nueva York, Columbia University.
- Ramírez-Zepeda, María, Velasco-Mondragón, Héctor, Ramos, Celso, Peñuelas, Javier, Maradiaga-Ceceña, Marco, Murillo-Llanes, Joel, Rivas-Llamas, Ramón, Chaín-castro, Ricardo (2009), “Caracterización clínica y epidemiológica de los casos de dengue: experiencia del Hospital General de Culiacán, Sinaloa, México”, *Revista Panamericana de Salud Pública*, vol. 25, núm. 1, pp. 16-23.
- Riojas, (2011), “Distribución regional de los riesgos”, en Boris Graizbord y Roger Few, *Cambio climático amenazas naturales y salud en México*, México, El Colegio de México, pp.
- Riojas, Horacio, Hurtado, Magali, Castañeda, Aldo, Santos, René y Hernández, Juan (2000), *Mortalidad por enfermedades diarreicas en cuencas hidrográficas*, México, INEEC.
- Rodríguez-Oreggia, Eduardo, De la Fuente, Alejandro, De la Torre, Rodolfo y Moreno, Hector (2013), “The Impact of Natural Disasters on Human Development and Poverty at the Municipal Level in Mexico”, *Journal of development of studies*, vol. 49, núm. 3, pp. 442-455.
- Romero, Gilberto y Andrew, Maskrey (1993) “Como entender los desastres naturales”, en Maskrey Andrew (coord), *Los desastres no son naturales*, Bogotá, LA RED Tercer Mundo, pp. 1-134.
- Salas, Marco y Jiménez, Martín (2014), “Fascículo Inundaciones”, México, CENAPRED < <http://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones.html> >
- Schensul, Daniel y Dodman, David (2013), "Populating Adaptation: Incorporating Population Dynamics in Climate Change Adaptation Policy and Practice", *The Demography of Adaptation to Climate Change*, New York, London and Mexico City, UNFPA, IIED y El Colegio de México, pp. 1-23.
- Schneider, Stephen, Semenov, Serguei, Patwardhan, Anand (2007), “Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change”, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Coord. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge, Cambridge University Press, pp. 779-810.

- Seaman, John, Leivesley, Sally y Christine, Hogg (1989), *Epidemiología de desastres naturales*, México, Harla.
- Secretaría de Desarrollo Social (2007), *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005*, México, Secretaría de Desarrollo Social .
- Singer, Judith y Willet, John (2003), *Applied longitudinal data analysis modeling change and event occurrence*, Nueva York, Oxford University Press.
- Dirección General de Epidemiología (2012), *Manual de procedimientos estandarizados para la notificación semanal de nuevos casos (SUIVE)*, México, Secretaría de Salud.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2013), “Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe 1990-2011”. Panamá, UNISDR AM.
- Universidad católica de Lovaina (2013), Página de EMDAT, Bruselas < <http://imgur.com/a/KdyTV#6> >
- VanLeeuwen, J., Waltner-Toews, D., Abernathy, T., Smit, B. (1999), “Evolving Models of Human Health Toward an Ecosystem Context”, *Ecosystem Health*, Vol. 5. Núm.3, pp. 204-219
- Velásquez, Andrés y Rosales, Cristina (1999), *Escudriñando en los desastres a todas la escalas*, Cali, LA RED.
- Vollaard, Albert, Ali, Soegianto, Asten, Henri, Widjaja, Suwandhi, Visser, Leo, Surjadi, Charles y Dissel, Jaap (2004), *Risk Factors for Typhoid and Paratyphoid Fever in Jakarta, Indonesia*. *JAMA*, pp. 2607-2015.
- Watson, John, Gayer, Michelle y Connolly, Maire (2007), “Epidemics after Natural Disasters”, *Emerging Infectious Diseases*, vol. 13, núm. 1, pp. 1-5.
- Wilches-Chaux, Gustavo (1989), *Desastres, Ecologismo y Formación Profesional: Herramientas para la Crisis*, Popayán, Servicio Nacional de Aprendizaje.
- Wilches-Chaux, Gustavo (1993), “La vulnerabilidad global”, en Andrew Maskey (coord), *Los desastres no son naturales*, Bogotá, LA RED Tercer Mundo, pp. 11-41.
- Wilder-Smith, A. (2005), “Tsunami in South Asia: What is the Risk of Post-disaster Infectious Diseases Outbreaks?”, *Ann Acad Med Singapore*, vol. 34, núm. 10, pp. 625-631.
- Zunzunegui, María Victoria, García de Yébenes, María Jesús, Forster, Mathieu, Aguilar, María Dolores, Rodríguez, Angel y Otero, Ángel (2004), “Aplicaciones de los modelos multinivel al análisis de medidas repetidas en estudios longitudinales”, *Revista España Salud Pública*, vol. 78, núm. 2, pp. 177-188.
- Zúñiga, Iván, Baeza, Beatriz, Bernal, Ángel, Muñoz, Williams, y Domínguez, Miguel (2011), “Casos de leptospirosis posterior a la gran inundación en el Municipio de Centro, Estado de Tabasco, 2007”, *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, pp. 33-37.