



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**ANÁLISIS ESPACIAL DE LA INCIDENCIA DEL  
DENGUE EN EL ESTADO DE YUCATÁN**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN GEOGRAFÍA**

**P R E S E N T A:**

**RODRIGO ABISAÍ NEGRETE GARCÍA**



**DIRECTOR DE TESIS  
DRA. ELDA LUYANDO LÓPEZ**

Ciudad Universitaria, CD. MX., 2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Dedicatorias**

A mi mamá Karina García, por amarme y cuidarme, por apoyarme en mis decisiones, por siempre estar al pendiente de mí, te amo mamá.

A Raúl Rodríguez, por aguantarme, por ayudarme en todo lo que necesité, por preocuparse por mí.

A mis abuelitos Julia Delgadillo y Miguel García, por cuidarme siempre, por nunca dudar de mis decisiones, por brindarme todo lo que necesito para que me vaya bien en la vida. Gracias abuelitos, son todo para mí.

A Alan Dehesa y a Ivan Dehesa por ser mis mejores amigos y mis hermanos. Los amo como no lo imaginan.

## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de estudiar en sus aulas y con sus profesores, por darme una perspectiva más amplia del mundo y de la vida, por darme la plataforma apropiada para comenzar a cumplir mis sueños: La carrera de Geografía.

A la Doctora Elda Luyando, por permitirme desarrollar este trabajo y apoyarme no sólo con todo su conocimiento académico, sino también por todas las pláticas y consejos. Gracias Doctora, me inspira y me da fe en que un mundo mejor es posible.

A los miembros del sínodo, la Doctora Carmen Juárez, el Licenciado Mario Casasola, el Maestro Carlos Ruíz y la Maestra Berenice Álvarez por aconsejarme, corregirme y ayudarme a pulir este trabajo.

Al Instituto de Geología, a la Maestra Ana Lopera, al Maestro Jesús Aceves y a mis amigos del Terramóvil, Monse, Elizabeth, Miguel, Gera, Diego y Daya por permitirme compartir mi conocimiento sobre nuestro mundo al público.

A mi mamá Karina y a Raúl, a mis abuelitos, por toda su ayuda que jamás podré pagarles. Gracias por impulsarme en todas mis decisiones.

A mis hermanos Iván, Benja, Yarita, Omar, Ilse, Liz, Alan, Fati, Aarón y a mi sobrinito Mati, por todas las vivencias compartidas y el apoyo que me han brindado a lo largo de la vida. Gracias por ser una fuente ilimitada de amor y felicidad.

A mis tías Marilyn, Yanet, Selene y a mi tío Jaime por quererme, consentirme y escucharme cuando lo necesito. Gracias, les amo.

A mis compañeros inseparables durante la carrera, Juan Carlos León, Luis Angel Robles, Mario Ortega e Hirám Ramírez, por todas las comidas, las prácticas, los viajes, los trabajos en equipo, las risas, las aventuras y el apoyo mutuo. Gracias por hacer de mi tiempo en la facultad el mejor.

A las personas que me ayudaron a conseguir la información necesaria para completar este trabajo, Gerardo Velasco, Arturo Lanceloth y a la DGE.

A Eduardo Aldana y Erick Galicia, por la compañía, por las risas, por la comida chatarra, por las pláticas tontas y también por las profundas, por las caminatas y por todas las partidas que hemos jugado, aunque sólo puedan ganarme echándome montón.

A Akamaru, Coby, Kiko, Delgado, Chloe, Junior, Sam y Dante, por darme todo ese amor que sólo un perrito sabe dar.

A todos los amigos del CCH y la Facultad de Filosofía y Letras que me han apoyado, escribir todos sus nombres implicarían otras 120 páginas, les quiero.

<b>Índice</b>	
<b>Introducción</b> -----	<b>1</b>
<b>Objetivos</b> -----	<b>2</b>
<b>Metodología</b> -----	<b>3</b>
<b>Capítulo 1.- Aspectos teóricos-metodológicos del estudio del dengue</b> -----	<b>4</b>
1.1.- Consideraciones teórico-metodológicas -----	4
1.2.- Marco epidemiológico -----	15
1.3 .- Antecedentes del dengue en México y Yucatán -----	23
<b>Capítulo 2.- Aspectos geográficos del estado de Yucatán</b> -----	<b>28</b>
2.1 .- Caracterización físico-geográfica del estado de Yucatán -----	28
2.2 .- Condiciones sociodemográficas del estado de Yucatán -----	40
2.3 .- Sector salud -----	49
<b>Capítulo 3.- Análisis espacial de la incidencia del dengue en Yucatán</b> -----	<b>56</b>
3.1 .- Los datos -----	56
3.2 .- Distribución y temporalidad en el estado de Yucatán -----	58
3.3 .- Población afectada por el virus del dengue en el estado de Yucatán ---	66
3.4 .- Relación del dengue en Yucatán con el clima -----	75
3.5 .- Vulnerabilidad por dengue en el estado de Yucatán -----	93
<b>Resumen y conclusiones</b> -----	<b>101</b>
<b>Referencias bibliográficas</b> -----	<b>106</b>
<b>Anexo: Prevalencia del dengue 2009 – 2015</b> -----	<b>114</b>

## Índice de figuras

Figura 1.1: Ejemplo de Zoonosis con el virus del dengue -----	15
Figura 1.2: Estructura del virus del dengue -----	17
Figura 1.3: Potencial para causar Fiebre hemorrágica por dengue de cada serotipo -	18
Figura 1.4: Mapa de países en riesgo por dengue -----	19
Figura 1.5: Desarrollo del Aedes Aegypti -----	20
Figura 1.6: Esquema de contagio del dengue -----	21
Figura 1.7: Reinfestación del mosquito Aedes Aegypti en México -----	25
Figura 1.8: Línea del tiempo del dengue en México -----	27
Figura 2.1: Altimetría del estado de Yucatán -----	29
Figura 2.2: Regímenes pluviométricos de Yucatán -----	32
Figura 2.3: Climas en el estado de Yucatán -----	36
Figura 2.4: Regiones hidrológicas del estado de Yucatán -----	39
Figura 2.5: División político administrativa de Yucatán -----	41
Figura 2.6: Pirámide de población de Yucatán 2000 -----	43
Figura 2.7: Pirámide de población de Yucatán 2010 -----	44
Figura: 2.8: Población en el estado de Yucatán (2010) -----	45
Figura 2.9: Evolución del crecimiento poblacional del estado de Yucatán -----	45
Figura 2.10: Densidad de población en Yucatán, 2010 -----	46
Figura 2.11: Grado de marginalidad municipal en Yucatán -----	49
Figura 2.12: Unidades médicas de Yucatán, 2018 -----	50
Figura 3.1: Distribución estacional de casos de dengue en el estado de Yucatán. Periodo 2009 – 2015 -----	59
Figura 3.2: Prevalencia del dengue durante los años 2009-2015 -----	60
Figura 3.3: Tasa de incidencia del dengue durante los años 2009 – 2015 -----	61
Figura 3.4: Mortalidad por dengue en Yucatán durante los años 2009 – 2015 -----	63
Figura 3.5: Fallecimientos por dengue en Yucatán, periodo 2009 – 2015 -----	64
Figura 3.6: Tasa de fallecimientos por dengue en el estado de Yucatán 2009 – 2015-	65

Figura 3.7. Casos de dengue por género en el periodo 2009-2015 -----	66
Figura 3.8: Casos de dengue por grupo de edad en el estado de Yucatán. Periodo 2009-2015 -----	71
Figura 3.9. Casos de dengue en el estado de Yucatán Yucatán por grupos de edad y sexo en el año 2009 -----	72
Figura 3.10 Casos de dengue en el estado Yucatán por grupos de edad y sexo en el año 2010 -----	72
Figura 3.11. Casos de dengue en el estado de Yucatán por grupos de edad y sexo en el año 2011 -----	73
Figura 3.12 Casos de dengue en el estado Yucatán por grupo de edad y sexo en el año 2012 -----	73
Figura 3.13 Casos de dengue en el estado de Yucatán por grupo de edad y sexo en el año 2013 -----	74
Figura 3.14 Casos de dengue en el estado Yucatán por grupo de edad y sexo en el año 2014 -----	74
Figura 3.15 Casos de dengue en el estado de Yucatán por grupos de edad y sexo en el año 2015 -----	75
Figura 3.16. Estaciones meteorológicas (temperatura y precipitación) utilizadas -----	76
Figura 3.17. Relación entre la prevalencia del dengue y la temperatura mínima promedio mensual, en el estado de Yucatán (2009-2015) -----	78
Figura 3.18: Temperatura mínima promedio del estado de Yucatán durante el mes de enero (1903-2011) -----	79
Figura 3.19: Temperatura mínima promedio del estado de Yucatán durante el mes de julio (1903-2011)-----	80
Figura 3.20. Relación entre la prevalencia del dengue y precipitación mensual, en el estado de Yucatán (2009-2015) -----	83
Figura 3.21.. Relación entre la prevalencia del dengue y precipitación diaria, en el estado de Yucatán (2009-2015) -----	84
Figura 3.22: Relación entre la prevalencia del dengue y precipitación semanal, en el estado de Yucatán (2009-2015) -----	85
Figura 3.23 Vulnerabilidad por dengue en el estado de Yucatán, periodo 2009-2015-	97
Anexo I. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2009 -----	114
Anexo II. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2010 -----	115

Anexo III. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2011 -----	116
Anexo IV. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2012 -----	117
Anexo V. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2013 -----	118
Anexo VI. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2014 -----	119
Anexo VII. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2015 -----	120

## Índice de tablas

Tabla 2.1: Las 10 principales causas de morbilidad en Yucatán en el año 2000 -----	52
Tabla 2.2: Las 10 principales causas de morbilidad en Yucatán en el año 2010 -----	52
Tabla 2.3. Las 10 principales causas de morbilidad en Yucatán en el año 2015 -----	53
Tabla 2.4. Las 10 principales causas de muerte en Yucatán en el año 2000 -----	54
Tabla 2.5: Las 10 principales causas de muerte en Yucatán en el año 2010 -----	54
Tabla 2.6: Las 10 principales causas de muerte en Yucatán en el año 2010 -----	55
Tabla 3.1: Prevalencia por dengue en Yucatán por año, periodo 2009-2015 -----	58
Tabla 3.2: Mortalidad por dengue en Yucatán, periodo (2009-2015) -----	62
Tabla 3.3: Municipios con mayor número de defunciones en el periodo 2009 – 2015-----	64
Tabla 3.4 Casos de dengue por género en el estado de Yucatán, periodo 2009 – 2015-----	67
Tabla 3.5: Interpretación de resultados de coeficiente de correlación de Pearson ---	86
Tabla. 3.6 Resultados de la correlación entre dengue y precipitación en el Observatorio Meteorológico de Mérida -----	87
Tabla. 3.7 Resultados de la correlación entre dengue y precipitación en el Observatorio Meteorológico de Valladolid -----	88
Tabla. 3.8 Resultados de la correlación entre dengue y precipitación en el Observatorio Meteorológico de Progreso -----	88
Tabla 3.9: Semanas del periodo 2009 – 2015 con casos de dengue mayores al promedio más dos desviaciones estándar -----	90
Tabla 3.11: Fases operativas de la elaboración de mapas de riesgo -----	96
Tabla 3.12: Fuentes hemerográficas que mencionan fumigaciones en el estado de Yucatán -----	99



## Introducción

Actualmente la población del estado de Yucatán es vulnerable a contraer el virus del dengue debido a su facilidad de transmisión. Es probable que las condiciones físico geográficas, la distribución de la población, así como las prácticas sociales y culturales, posibiliten la supervivencia y reproducción del mosquito *Aedes Aegypti*, vector de esta enfermedad, y pongan a la población en riesgo de sufrir esta patología.

La presente investigación tiene como objetivo correlacionar las condiciones físico-geográficas y sociales con la incidencia de enfermedad del dengue, adicionalmente se usará información brindada por las instituciones médicas del estado para la generación de cartografía y estadísticas que sustenten este trabajo.

La investigación se basa en los métodos propios de la geografía médica, tales como la recolección de datos en instituciones médicas, el análisis espacial, la correlación de fenómenos y el procesamiento estadístico.

Es importante para la sociedad actual analizar los elementos que propician la prevalencia y reproducción de las enfermedades que ocasionan daño a la población con el objetivo de generar medidas de prevención. La realización de este trabajo es útil por los productos generados tanto académica como socialmente como son la elaboración de una cartografía de la zona de estudio, la recolección de fuentes consultadas referentes a la geografía médica relacionadas con el virus del dengue, la información que brinda acerca de la enfermedad y también como impulso a la Geografía Médica, que es una rama de la Geografía que no ha sido suficientemente estudiada.

Con los resultados de este trabajo se podrán proponer algunas medidas de prevención contra esta enfermedad por parte de instituciones médicas y del gobierno, asimismo, los resultados se podrán utilizar para fines educativos y de consulta.

## **Hipótesis**

Las características físico-geográficas y sociales del estado de Yucatán, pueden agudizar la propagación del virus del dengue, esto debido a la situación de vulnerabilidad de una parte importante de la población

## **Objetivo general**

- Relacionar la incidencia de casos de dengue con las características físico geográficas (especialmente las climáticas) y socioeconómicas del estado de Yucatán.

## **Objetivos particulares**

- 1. Definir conceptos clave relacionados con el dengue.
- 2. Caracterizar los principales rasgos de la enfermedad y elementos climáticos de la zona estudiada.
- 3. Caracterizar la distribución espacial de la enfermedad a partir de su relación con las características físico-geográficas y sociales de Yucatán.
- 4. Generar cartografía y algunas estadísticas para el análisis de la incidencia del dengue en Yucatán.
- 5. Identificar el grado de vulnerabilidad de Yucatán contra el dengue.

## Metodología

Para la realización de esta investigación la metodología usada se basa en la revisión bibliográfica de textos relacionados con el virus del dengue, la Geografía física y humana del estado de Yucatán y sobre Geografía de la salud. La metodología del tercer capítulo se basa en el tratamiento estadístico de datos y la realización de mapas para representar las características del dengue en el estado de Yucatán.

Objetivo	Metodología
1	Para definir los conceptos clave usados en esta investigación se realizó una revisión de la literatura relacionada con la geografía de la salud y ciencias médicas.
2	Para caracterizar los rasgos del dengue se realizó una revisión de la literatura relacionada con las ciencias médicas, la epidemiología, para la caracterización del clima del estado estudiado se acudió a la literatura especializada en el clima del país.
3	Para caracterizar la distribución espacial de la enfermedad se realizó tratamiento estadístico de las bases de datos de casos de dengue en el estado de Yucatán, posteriormente se realizó cartografía.
4	A partir del procesamiento de datos estadísticos de bases de datos y la posterior realización de cartografía se generó información para analizar la incidencia del dengue en Yucatán.

## **Capítulo 1 Aspectos teóricos-metodológicos del estudio del dengue**

El dengue es el virus transmitido por mosquitos con mayor rapidez de infección en la actualidad, la mayor parte de la población del mundo que vive en la región intertropical del mundo es vulnerable a ser infectada. En este capítulo se abordan sus principales características biológicas, de contagio, factores de riesgo e historia, así como las bases de la geografía de la salud.

La prevalencia de las enfermedades infecciosas está basada en condiciones físico-geográficas tales como el clima, la altitud o la presencia de cuerpos de agua, así como de las condiciones socioeconómicas de la población: Es necesario conocer la forma en que la población se abastece de agua, cómo es el acceso a ésta, la densidad de población, la presencia o ausencia de servicios médicos y la educación.

Durante la primera parte de este capítulo se desarrolla la historia de los antecedentes en cuanto al estudio de las enfermedades infecciosas desde un punto de vista social, la transición epidemiológica, su impacto en la sociedad, así como las características sintomatológicas y etiológicas del dengue, conceptos útiles para el desarrollo de esta investigación y metodología usada en el ámbito de la Geografía Médica. Posteriormente se expone la historia del dengue a escala global, nacional y estatal.

### **1.1 Consideraciones teórico metodológicas**

Durante la década de 1960 la comunidad médica divide sus apreciaciones respecto al origen de las enfermedades. La discusión se centra en si las enfermedades son únicamente biológicas o si tienen un componente social y ambiental. Esta discusión surge a partir de la dificultad para explicar las enfermedades desde una visión puramente biologicista.

De acuerdo con Laurell (1981) la comprobación de la relación entre las enfermedades y el ámbito social surge a partir de la observación del proceso de enfermedad y muerte de los grupos y la comparación de éstos. Una enfermedad no se desarrolla, se cura o bien provoca el fallecimiento del individuo de igual manera en cada grupo social, sino que depende de su grado de desarrollo. Los individuos dentro de un grupo social presentan la patología de una manera distinta

dependiendo del estrato social al que pertenezcan o al estilo de vida; la frecuencia, y la distribución de la enfermedad también varían. Para demostrar el carácter social de las enfermedades es importante realizar un análisis riguroso de las variables socioeconómicas que posee, tal como nivel de ingreso, educación y desarrollo histórico.

El tipo de enfermedad también varía entre los estratos socioeconómicos. Según Celis y Nava (1970), el análisis comparativo de los fallecimientos y frecuencia de un grupo de personas de escasos recursos atendidas en el Hospital General de la Ciudad de México y otro de asegurados en hospitales privados con una posición económica más desahogada, arroja que las personas atendidas en el Hospital General usualmente mueren de hepatitis, tuberculosis, cirrosis, enfermedades hepáticas y respiratorias, mientras que las personas aseguradas y tratadas en hospitales privados mueren de enfermedades cardiovasculares y del sistema nervioso central (Laurell,1981).

El proceso histórico al que ha estado sujeta una sociedad es importante para comprender por qué dicha sociedad es más vulnerable a ciertas enfermedades que a otras, la teoría de la transición epidemiológica explica esta transformación. La teoría de la transición epidemiológica de forma sintética se refiere a las transformaciones en los patrones de muerte, enfermedad e invalidez de un grupo que se presentan con el cambio demográfico, social y económico y permite entender las condiciones actuales y futuras en materia de salud a través del análisis de las condiciones previas. Las variables que toma en cuenta son la frecuencia, la magnitud y la distribución de las condiciones de salud. La teoría fue acuñada por Omran en 1971, sin embargo, anteriormente otros autores ya habían hecho análisis similares.

La transición epidemiológica se centra en el estudio del cambio de la incidencia de las enfermedades; las dolencias infecciosas eran los padecimientos predominantes antes de 1950 las cuales surgían a partir de las carencias primarias, tales como la nutrición, el acceso al agua y vivienda, éstas disminuyeron paulatinamente a partir del desarrollo tecnológico y económico y dieron paso a las enfermedades crónico-

degenerativas, enfermedades mentales y lesiones que son más frecuentes a partir de la estabilidad económica y la normalización de la tecnología (Laurel, 1981).

La transición epidemiológica y la transición demográfica tienen una estrecha relación, puesto que, al disminuir el índice de mortalidad por infecciones, los infantes que son sumamente vulnerables a éstas, aumentaron sus probabilidades de sobrevivir, de esta manera la mortalidad se trasladó del grupo de edad infantil a los mayores. El aumento en la esperanza de vida incrementa el riesgo de sufrir enfermedades crónicas degenerativas, lesiones, enfermedades mentales y muertes violentas en los grupos de edad mayores. Adicionalmente el patrón de mortalidad y morbilidad cambia; previamente la gente enfermaba y moría en un corto periodo, no obstante, a partir de los avances científicos de la medicina las personas enferman y prolongan su vida, sufriendo durante largo tiempo y después mueren, de esta manera la morbilidad aumenta drásticamente mientras la mortalidad disminuye. (Laurell, 1981)

Los países en vías de desarrollo tienen una visión positiva de la transición epidemiológica, sin embargo, aunque las enfermedades que surgen a raíz de las carencias básicas se estén reduciendo, las enfermedades crónico degenerativas, las enfermedades mentales, las lesiones y las muertes violentas dejan al descubierto los problemas actuales, tales como la contaminación, la delincuencia, el exceso de trabajo, la alimentación deficiente y la falta de educación. El análisis de la mortalidad y la morbilidad a través de la transición epidemiológica es usado por los gobiernos a manera de confirmar que las transformaciones tales como la construcción de hospitales, clínicas, la aplicación de vacunas y las campañas de salud han funcionado. Sin embargo, no denota un desarrollo en la salud pública, sino una transformación en las patologías de la población (Fenk J. 1991).

La transición epidemiológica ocurre paulatinamente en cada país de manera diferente debido a sus particularidades en cuanto a cultura, organización social, economía y geografía en general. De acuerdo con Omran (1971), la transición epidemiológica en los países en vías de desarrollo se divide en tres grupos: el primer grupo está conformado por los países que se encuentran en el estadio más

desarrollado de la transición epidemiológica y no se diferencian por mucho del estado de transición de los países desarrollados, los países que integran este grupo son Chile, Costa Rica y Cuba. El segundo grupo conformado por Bolivia, Haití y Perú se caracteriza por su temprana transición en la que la mortalidad infantil aún es alta y las estadísticas se empiezan a inclinar a las enfermedades crónico-degenerativas. México se encuentra en un tercer grupo con características diferentes a las del primer y segundo grupo, estas características en conjunto forman un modelo llamado “modelo polarizado prolongado” y sus características son las siguientes:

1. Superposición de etapas: La teoría de la transición epidemiológica implica el cambio de los patrones de morbilidad y mortalidad de una sociedad; De las patologías causadas por la carencia de necesidades básicas a las patologías crónico-degenerativas, sin embargo en México durante la década de 1980, las causas de muerte eran variadas y no era claro el predominio estadístico de las enfermedades crónico degenerativas o de las pretransicionales.
2. Contratransición: La teoría de la transición epidemiológica no contempla la reincidencia de enfermedades infecciosas tales como el dengue o el paludismo. No obstante, en México han resurgido algunas de estas enfermedades, la diferencia radica en que actualmente estos padecimientos no siempre causan la muerte del infectado. Este hecho demuestra que la transición epidemiológica no toma en cuenta que el aumento de la morbilidad no sólo puede ser a causa de las enfermedades crónico degenerativas, sino que también a causa de las enfermedades infecciosas.
3. Transición prolongada: Se refiere al hecho del estancamiento en alguna etapa de transición durante largos periodos de los países en los que no domina la morbilidad y mortalidad de enfermedades infecto-contagiosas o crónico degenerativas, tal como el caso de México.
4. Polarización epidemiológica: Se refiere a la diferencia de causas de morbimortalidad, entre diversos grupos sociales de un país, tales como las personas con menores ingresos económicos y habitantes rurales que siguen enfermando y muriendo a causa de las enfermedades infectocontagiosas y

las personas que tienen ingresos mayores y/o que habitan en ambientes urbanos que tienen una tendencia de morbimortalidad relacionada estrechamente con las enfermedades crónico degenerativas.

Para finalizar con la Teoría de la transición epidemiológica es importante mencionar que las enfermedades infectocontagiosas no están necesariamente relacionadas con la pobreza así como las enfermedades crónico degenerativas, las lesiones y las muertes violentas no están ligadas con el progreso de una sociedad, puesto que aunque estas últimas causas de muerte están relacionadas con un proceso post-transicional y aparentemente con el desarrollo, en realidad demuestran una carencia de educación, estabilidad económica, igualdad y alimentación adecuada. (Fenk J. 1991)

A finales del siglo XIX se consideraba que las enfermedades infecciosas eran a causa de un solo elemento patógeno, sin tomar en cuenta el ambiente ni el huésped del patógeno, durante el siglo XX los avances médicos permitieron comprender que los patógenos tienen una estrecha relación con el ambiente y necesitan de éste para replicarse o para ser detenidos (ENEO, 2012)

La Ecología y la Geografía nos permiten entender que la salud y la enfermedad no son opuestos, sino diferentes grados de adaptación de un organismo ante el medio ambiente (Ibídem).

El ser humano está en constante interacción con el ambiente en el que éste se encuentra y con los agentes patológicos, la interrelación de estos tres elementos es conocida como *triada ecológica*, de acuerdo con Llop (2001), cuando existe un equilibrio entre estos tres componentes de la tríada existe la salud en los individuos. En el caso del dengue la ruptura de este equilibrio sucede cuando la población del vector es muy alta.

Un ejemplo de la tríada ecológica es el mismo virus del dengue que existe cuando hay agua expuesta al aire libre, en esta se desarrolla el vector que propaga el agente patógeno (el virus del dengue), posteriormente el ser humano contrae el virus al tener contacto con el mosquito infectado, el equilibrio se rompe durante épocas



lluviosas, en las que el agua expuesta al aire libre es más frecuente al acumularse en charcos y recipientes. Las enfermedades infecciosas más comunes tales como las enfermedades gastrointestinales, las enfermedades respiratorias, las parasitosis están relacionadas directamente con el medio ambiente y situaciones extraordinarias, por ejemplo, cambios de temperatura, lluvia, inundaciones y tormentas. (Ibídem).

### **1.1.1 La geografía y la salud**

A partir del surgimiento de una corriente médico-social, las ciencias sociales buscan dar una explicación social a las enfermedades. En cuanto a la Geografía, todas sus ramas abordan el bienestar humano desde diversos ángulos, sin embargo, ninguna analiza de lleno la relación entre el ser humano, la naturaleza y la salud. Durante la década de 1970 la Geografía del bienestar buscó integrar las ramas de la Geografía con el fin de abordar el tema de la salud y el bienestar humano, no obstante, los términos “Geografía médica” y “Geografía de la salud” fueron reconocidos y aceptados de manera más amplia. Estas nuevas perspectivas se enfocan en usar los conocimientos de la Geografía, así como sus métodos y técnicas para la profilaxis de las enfermedades. (Verhasselt, 1993)

La mayor potencialidad de la Geografía de la salud reside en su capacidad de análisis e interrelación de la salud pública, las acciones gubernamentales, las poblacionales y el tratamiento y prevención de enfermedades con el ambiente físico y social. (Rojas-Ochoa,1993, tomado de Iñiguez L.1998)

La Epidemiología y la Geografía convergen a raíz de que ambas disciplinas consideran al espacio como el escenario en el que se desarrollan y se distribuyen las enfermedades. A partir del estudio de las relaciones entre el espacio y las enfermedades, es factible generar modelos espaciales y matemáticos que faciliten el estudio de la distribución de las enfermedades (Iñiguez, 1998)

Los profesionales de la salud cuestionan la existencia de la Geografía médica por su similitud con la epidemiología, sin embargo, éstas se diferencian por el uso de lenguaje cartográfico, y el uso de términos geográficos por parte de la Geografía

médica. La geografía médica se divide en tres campos, cada uno aborda la salud desde ópticas diferentes e investiga con metodologías distintas. De acuerdo con Iñiguez (1998):

- Nosogeografía o Geografía médica tradicional: Aborda las enfermedades desde un punto de vista meramente espacial, identificando sus patrones y distribución.
- Geografía de la atención médica o Geografía de la salud: Estudia la distribución y planeamiento de la infraestructura del sistema de atención médica.
- Óptica holística: Diferencia el bienestar entre diversos grupos de la población, tales como los grupos rurales y urbanos, se basa en los medidores de morbilidad y mortalidad.

El estudio del medio físico-geográfico es importante para la comprensión de los patrones de morbilidad de una enfermedad, en el caso del dengue, el estudio del clima y sus elementos es indispensable, debido a que el vector que propaga al virus, en este caso el mosquito *Aedes Aegypti* tiene una estrecha relación con el agua, puesto que éste se reproduce en ella, la abundancia o escases de lluvia influye directamente en las estadísticas de morbilidad del dengue (Saez, V. 1994).

Ya desde la época de los antiguos griegos se explicaba la relación entre el ambiente y las enfermedades. Del tratado *Sobre las aguas, los aires y los lugares*, atribuido a Hipócrates, se derivan dos afirmaciones, la primera, que las condiciones orgánicas y psíquicas de un organismo están influidas por el ambiente en el que se desarrolla y segundo que las condiciones climáticas, topográficas y atmosféricas deben ser analizadas y relacionadas con las enfermedades que más dañan a la población para generar métodos de profilaxis.

Durante la segunda mitad del siglo XVIII y a inicios del siglo XIX se publicaron las *topografías médicas*, impulsadas por las sociedades científicas médicas europeas. Las *topografías médicas* son un compendio de artículos y estudios territoriales, enfocados principalmente en los aspectos físico-geográficos de diversas localidades de Europa y su relación con las enfermedades, las peculiaridades

sociales también son tomadas en cuenta en menor medida. Los objetivos de este compendio se centran en documentar las condiciones de salud de los pueblos y ciudades para adoptar medidas de prevención y analizar cómo las diferencias en los aspectos físicos de la región inciden en sus habitantes. (Dictionnaire des sciences médicales. 1812, tomado de Jori, 2013)

Actualmente la Geografía de la salud ha expandido los temas que aborda, tocando temas como la contaminación, el ruido, los accidentes de tránsito, toxicidad (el contacto con sustancias químicas con la capacidad de generar una afectación en la salud de un organismo) y envejecimiento de la población. (Luzanía. 1998)

### **1.1.2 Métodos en Geografía de la salud**

Es importante tener una noción amplia de la metodología usada en esta rama de la Geografía para poder desarrollar una investigación adecuada.

La base de todo estudio médico, son las fuentes de donde se puede obtener información fidedigna para desarrollar la investigación. Las principales fuentes de información en Geografía médica según Olivera (1993) son las siguientes:

- Fuentes internacionales: Aportan información a escala global, de países, continentes, o grandes regiones. Se centran en mortalidad y morbilidad en general, asimismo, proporcionan datos sobre equipamiento y gastos médicos. Los principales organismos que recopilan datos de este tipo son la Organización Mundial de la Salud (OMS), Las Naciones Unidas y la Comunidad Europea.
- Fuentes nacionales: Aportan información a escala nacional, usualmente cada país lleva un registro de morbilidad y mortalidad de sus habitantes. Esta información se puede obtener en los organismos especializados en salud de cada país.

La Geografía Médica cuenta con diversos métodos, como el estudio desde la óptica del comportamiento, que analiza el riesgo a partir de la frecuencia y la intensidad de la enfermedad y compara entre diferentes grupos poblacionales. Adicionalmente observa el comportamiento de la población ante brotes severos. Otra óptica es la

del paradigma humanista, que se centra en la ubicación de los servicios médicos y en cómo las desigualdades sociales influyen en la salud. (Olivera. 1993)

En cuanto al análisis espacial, el modelado es una técnica sumamente útil para este campo de la Geografía, los modelos simples y complejos de localización, difusión y simulación contribuyen a un mejor conocimiento de los procesos y a la planificación de los servicios. (Jones, 1991, tomado de Olivera. 1993)

De acuerdo con Buzai (2009) para lograr un análisis espacial es necesario tomar como centro de la investigación al espacio geográfico. El análisis espacial puede tener una óptica matemática, con la cual el espacio se analiza por medio de modelos matemáticos y de la estadística o una óptica desde el ángulo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la cual el espacio alimenta a las bases de datos del SIG y permite generar relaciones a partir de la información en cada capa. ArcGis define a los SIG como: “Sistemas empleados para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente. Este trabajo se realiza fundamentalmente con los mapas.”

A partir de los conceptos que Emmanuel de Martone llama “principios geográficos” (localización, conexión, extensión, complejidad, dinamismo y globalidad territorial) para intentar delimitar el campo de estudio de la Geografía, se acuñan los cinco conceptos básicos para generar un análisis espacial por medio del SIG (Buzai, 2009). Estos conceptos son:

- Localización: Se refiere a la ubicación geográfica de todas las localidades estudiadas. El auto de la investigación puede referirse al espacio absoluto, que se refiere al lugar sustentado por la topografía o al espacio relativo que se refiere a una posición que cambia y tiene relación con otros sitios que generan vínculos funcionales.
- Distribución espacial: Se refiere a la distribución de las entidades en el espacio, dentro del SIG se pueden representar como puntos, líneas, áreas. En el ámbito de la geografía de la salud, la distribución espacial puede ser

usada para calcular la deficiencia de los servicios, la eficacia de las vías de comunicación o la densidad poblacional.

- Asociación espacial: Considera las semejanzas y relaciones al realizar comparaciones entre entidades espaciales. A través de la superposición de capas es posible generar asociaciones de coincidencia. La superposición de un mayor número de capas de diversas temáticas relacionadas con el objeto de estudio genera información importante para investigación. Este método es conocido como método de superposición.
- Interacción espacial: Este concepto considera a las entidades estudiadas como un sistema en el cual éstas funcionan paralelamente y tienen vínculos y conexiones. En el ámbito de la Geografía de la salud la interacción espacial es usada para encontrar las localizaciones óptimas para los servicios de salud a partir de la localización de las entidades y la eficacia de las vías de comunicación.
- Evolución espacial: El concepto se refiere al estudio de las entidades de interés a través del tiempo. Las investigaciones geográficas analizan las condiciones actuales de las entidades, sin embargo, para comprender cómo es que las entidades llegaron a su estado actual es indispensable conocer su evolución histórica.

La metodología en la Geografía de la salud enfrenta problemas y limitaciones. De acuerdo con Iñiguez (1998), los datos recolectados por los gobiernos pueden ser deficientes, incompletos o no ser registrados de manera continua, asimismo, los datos generados por instituciones médicas privadas suelen mantenerse confidenciales. La eficiencia de la recolección de datos varía de entidad a entidad, por lo que los datos de entidades con una menor eficiencia en la captura de datos pueden perjudicar investigaciones y éstas podrían no retratar la realidad de manera correcta. De igual manera, el contexto territorial no es tomado en cuenta en los registros.

### **1.1.3 Base conceptual de la investigación**

En esta investigación es frecuente el uso de la terminología propia de la Geografía de la salud, así como de conceptos puramente médicos. En este apartado se presentan términos necesarios para la comprensión de la presente investigación.

**Mortalidad:** “Se refiere al estado de ser mortal (destinado a morir). En el campo de la medicina, es un término que también se usa para definir la tasa de mortalidad o el número de defunciones en cierto grupo de personas en determinado período. Se puede notificar la mortalidad de personas con cierta enfermedad, que viven en un área del país o que son de determinado sexo, edad o grupo étnico.” (National Cancer Institute, 2018)

**Morbilidad:** “Se le denomina a cualquier separación, subjetiva u objetiva, del estado de bienestar fisiológico o psicológico. En este contexto, los términos enfermedad, trastorno y estado mórbido se consideran sinónimos.” (DGE, 2017)

**Salud:** “La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades (OMS, 1946)”

**Incidencia:** “ Se le define como el número de casos de enfermedad que comienzan o de personas que se enferman durante un período dado en una población determinada. Número de nuevos casos de una enfermedad.” (DGE, 2017)

**Prevalencia:** “Frecuencia (absoluta o relativa) con la que se presenta un determinado fenómeno en una población” (Tapia, 1995)

**Dengue:** “El virus del dengue es un arbovirus...La familia de los flavivirus agrupa virus ARN de cadena simple en sentido positivo que se multiplican en células de vertebrados y de insectos vectores.” (Hoyos, 2010)

**Geografía de la salud:** “Rama integral de la geografía que estudia la distribución de la mortalidad y la morbilidad de la población, los servicios y el equipamiento en salud. Su interrelación con los factores físicos, geográficos, ambientales, demográficos, socioeconómicos, culturales y políticos, se apoya en modelos predictivos que permiten simular situaciones ambientales para encontrar mejores soluciones.” (Luzanía, 2009)

Vector: “Los vectores son organismos vivos que pueden transmitir enfermedades infecciosas entre personas, o de animales a personas. Muchos de esos vectores son insectos hematófagos que ingieren los microorganismos patógenos junto con la sangre de un portador infectado (persona o animal), y posteriormente los inoculan a un nuevo portador al ingerir su sangre.” (OMS, 2017)

Huésped/Hospedador/Hospedero: “Organismo que provee nutrientes y/o albergue a otro organismo por medio de diversas asociaciones biológicas.” (Cruz, 2001)

Serotipo: “Caracterización de organismos de acuerdo a los tipos y combinaciones que presentan, aun siendo de la misma especie” (Ibídem)

Zoonosis: “Enfermedades que se transmiten, natural o accidentalmente, entre los animales y los humanos y viceversa”. La OMS los define como “aquellas enfermedades e infecciones que se transmiten de manera natural entre animales y seres humanos” “. (Ibídem)

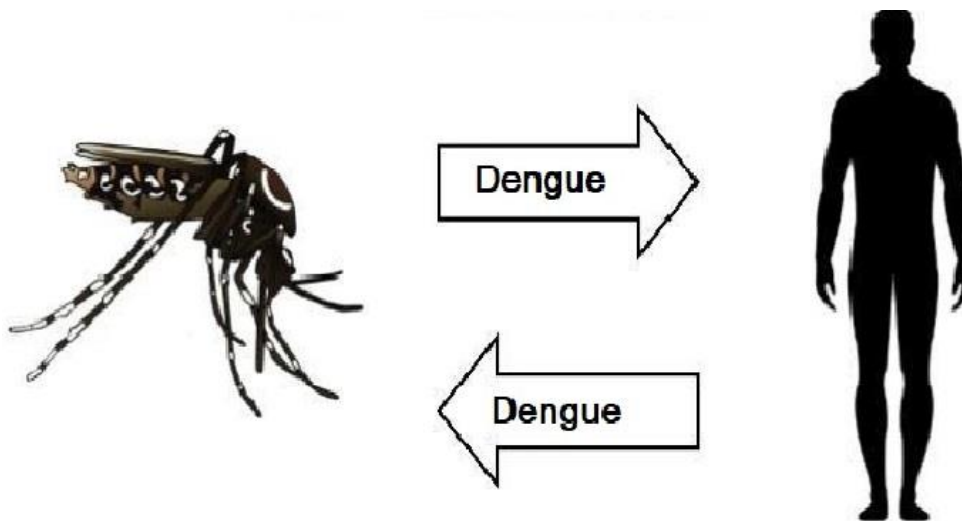


Figura 1.1: Ejemplo de Zoonosis con el virus del dengue  
Elaborado con base en Cruz (2001)

## 1.2 Marco epidemiológico

De acuerdo con la OMS (2009), el dengue es la enfermedad viral transmitida por mosquitos con mayor rapidez de infección, cada año se registran 50 millones de nuevas infecciones por esta enfermedad, se estima que la mitad de la población

tropical está en riesgo de contraer el virus (Torres, 2014). En las últimas 4 décadas el dengue se ha expandido hacia países en los que previamente no se habían registrado casos. El dengue es una enfermedad común en las áreas urbanas, sin embargo, recientemente las localidades rurales empiezan a sufrir esta enfermedad de manera más frecuente (OMS, 2009). El dengue tiene un mayor índice de incidencia y mortalidad en países tropicales asiáticos y latinoamericanos, los fallecimientos ocurren principalmente en niños, no obstante, la detección temprana y el adecuado tratamiento de la enfermedad disminuyen la tasa de mortalidad en 1% (OMS, 2018).

En el caso de México, en la década anterior, se registraron un total de 29 fallecimientos, es decir un 14% del total de los fallecimientos registrados en el continente americano (OMS, 2009). El registro de los datos de la enfermedad en el país no es acertado, debido a que la mayoría de los casos son diagnosticados a partir de un diagnóstico clínico, que no es totalmente confiable, puesto que el médico que realizó el diagnóstico pudo haber confundido los síntomas de otra enfermedad con los del dengue o viceversa. A partir de 1995 la mayoría de los casos se diagnostican a través de pruebas sanguíneas y a partir del 2012 la incidencia incrementa en más del doble debido a la mejora en las técnicas de diagnóstico (Alcaraz, 2013).

Es esencial conocer los procesos de desarrollo de la enfermedad para saber cómo es que esta enfermedad emergente logra índices de incidencia tan altos desde que es contraída por el huésped y transmitida al vector que seguirá propagando la enfermedad, así como los síntomas y características etiológicas.

### **1.2.1 Historia natural de la enfermedad**

El virus del dengue es un arbovirus, es decir, un virus transmitido por artrópodos (Hoyos, 2010), pertenece a la familia de los *flavoviridae*, a la cual también pertenecen la fiebre amarilla, la hepatitis C y la meningitis japonesa (Alcaraz, 2013).



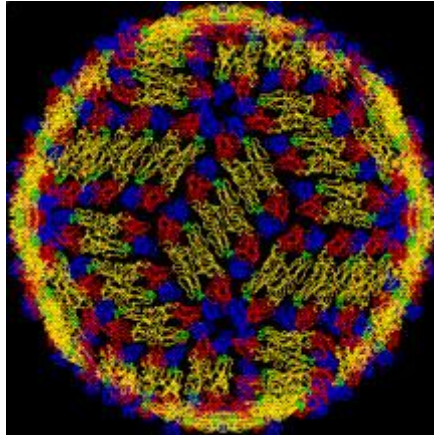


Figura 1.2: Estructura del virus del dengue  
OPS. (2019)

De acuerdo con Gould (2017), las enfermedades causadas por arbovirus están reemergiendo debido al crecimiento de los medios de transporte globales, la adaptación de los artrópodos, tales como el *Aedes Aegypti* a las localidades urbanas y la imposibilidad de los gobiernos por controlar las poblaciones de artrópodos.

El virus del dengue existe en cuatro serotipos (variedades), DENV – 1, DENV – 2, DENV – 3 y DENV – 4, un huésped puede ser portador de más de un serotipo, sin embargo una vez curado de éste, el paciente será invulnerable al serotipo que ya ha adquirido previamente, pero será más vulnerable a otros (OMS, 2009).

Cortés (2006) menciona que los cuatro serotipos de la enfermedad comparten síntomas, su diferencia radica en su potencial para causar Fiebre Hemorrágica por Dengue (FHD). El serotipo con mayor capacidad de causar FHD es el DEN-2, seguido por el DEN-3, el DEN-1 y el DEN-4.

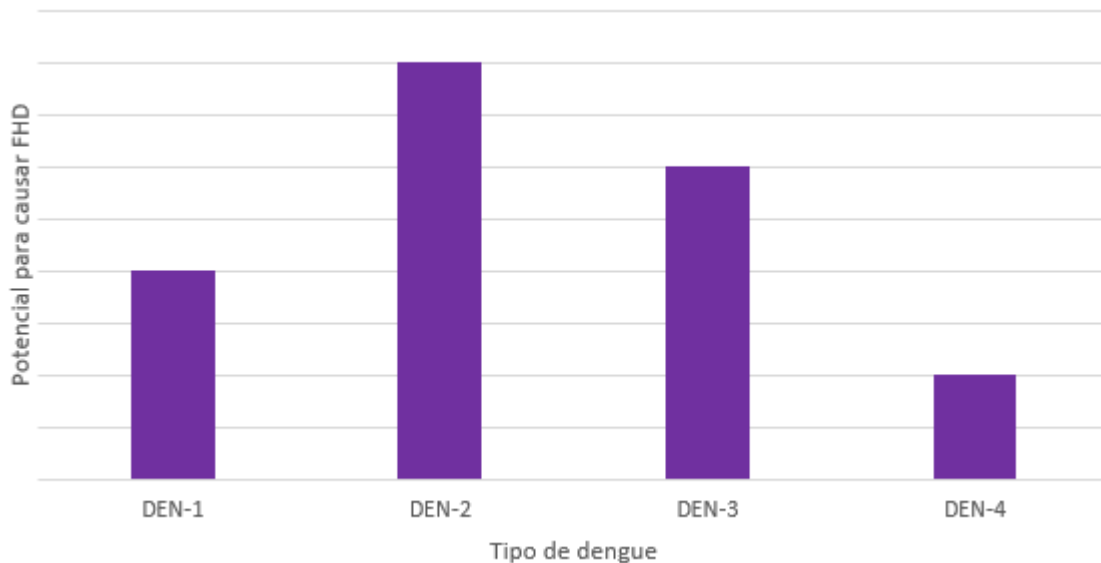


Figura 1.3: Potencial para causar Fiebre hemorrágica por dengue de cada serotipo. Elaborado con base en Cortés (2006)

El vector del dengue, es decir el agente que propaga la enfermedad es el mosquito *Aedes Aegypti*, sin embargo, otras variedades de mosquito *Aedes* también pueden ser vectores, en el caso de la península de Yucatán, únicamente la variedad *Aedes Aegypti* está presente. Las características físico geográficas de un lugar posibilitan la incidencia, reproducción y propagación del vector del dengue (OMS, 2009).

El mosquito *Aedes Aegypti*, es una especie propia de regiones tropicales y subtropicales, habita desde los 35°N hasta los 35°S (Figura 1.4), se ha hallado en regiones fuera de estas latitudes, sin embargo, el mosquito no sobrevive los inviernos fuera de las latitudes previamente mencionadas por ser más fríos de lo que los mosquitos de esta variedad pueden soportar. El vector no puede vivir a temperaturas inferiores a 10°C y no es usual encontrarlo a altitudes mayores 1000 msn debido al gradiente térmico (OMS, 2009), No obstante recientemente se han registrado contagios en localidades que se encuentran sobre los 1000msn, como Puebla (Hernández, 2019). En las fases inmaduras del mosquito, éste habita pequeños contenedores de agua cercanos a asentamientos humanos, tales como basureros, charcos, cubetas o techos de edificios, esto implica que son los seres humanos los que propagan la enfermedad a otros asentamientos ya que éstos están

contagiados y no los mosquitos, puesto que su capacidad para desplazarse largas distancias es nula, con un radio de 200 a 300 metros (Hoyos, 2010).

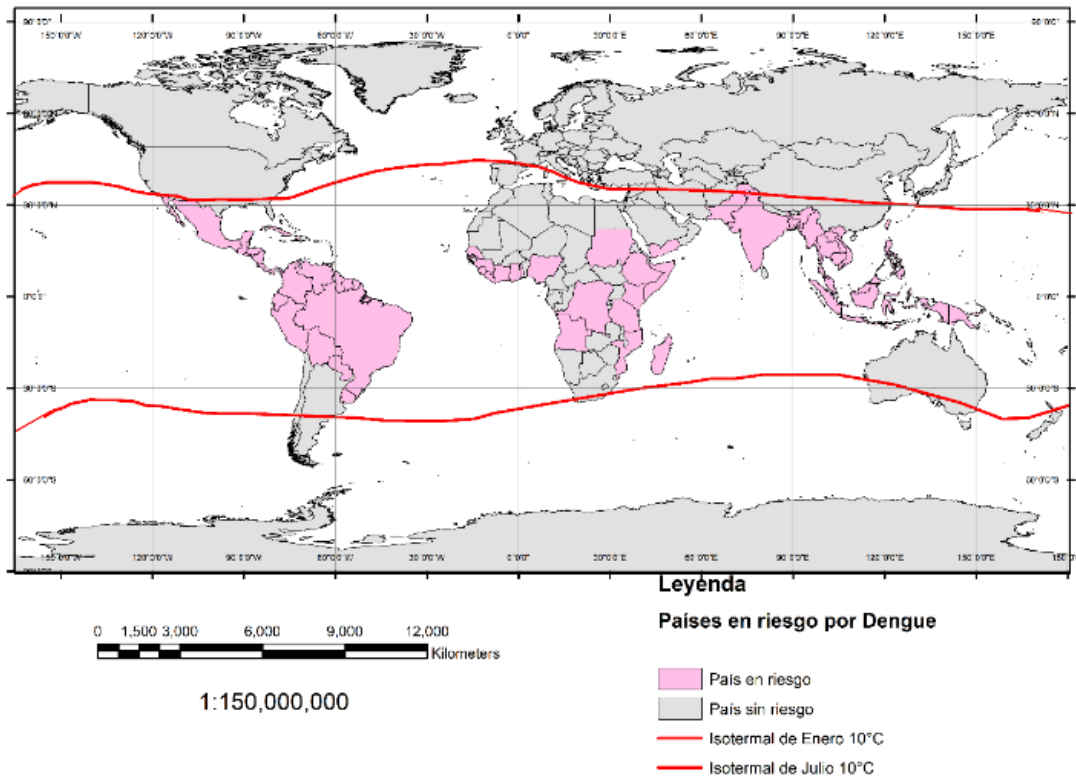


Figura 1.4: Mapa de países en riesgo por dengue  
Elaborado con base en OMS (2009)

El ciclo de vida del vector de acuerdo con el CDC (2017) comienza cuando los mosquitos hembra adultos depositan sus huevecillos en las paredes de cualquier contenedor con agua, el proceso de incubación puede durar días o meses, dependiendo de la temperatura ambiental, al finalizar la incubación nacen las larvas, que al cabo de cinco días se convierten en crisálidas, de dos a tres días después el mosquito sale de la crisálida completamente desarrollado y con la capacidad de volar y alimentarse sangre humana y animal.

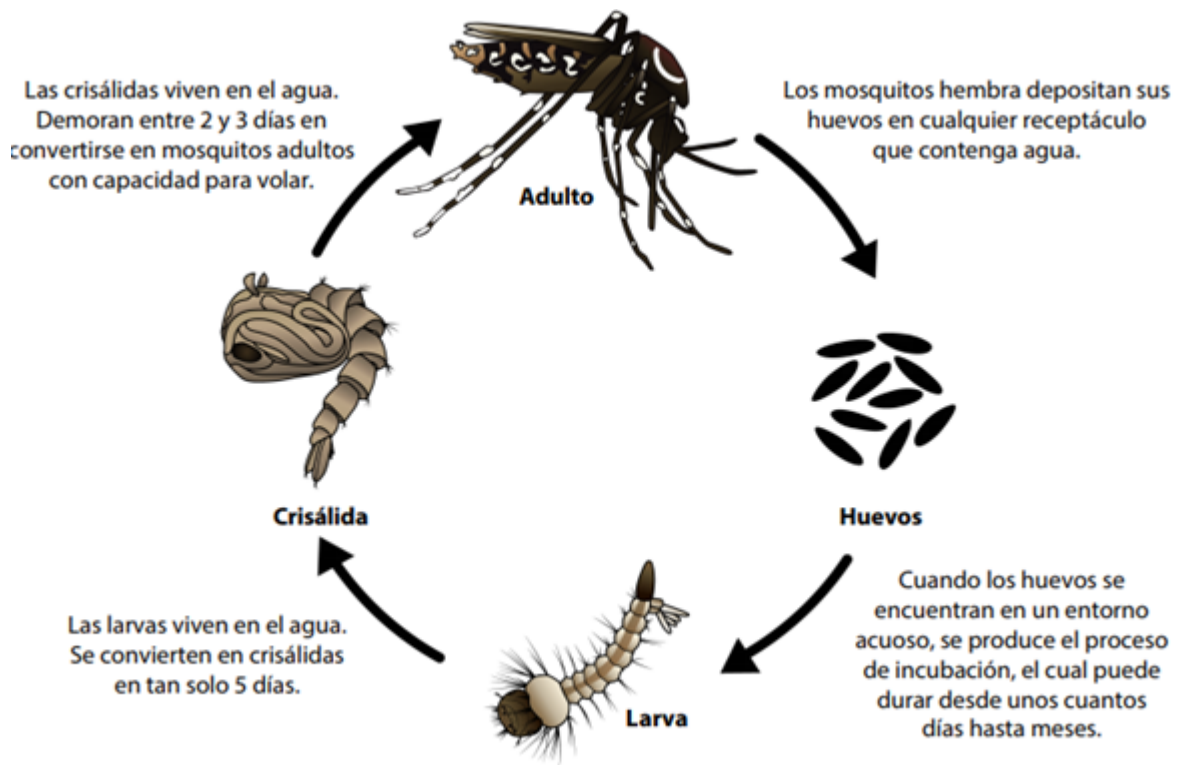


Figura 1.5: Desarrollo del *Aedes Aegypti*.

Fuente: CDC (2017)

El mecanismo de transmisión de la enfermedad es el siguiente (Figura 1.6): El ser humano es el huésped principal del virus y el que propaga la enfermedad, el virus circula en la sangre del infectado, el mosquito hembra extrae la sangre de la persona infectada y éste contrae la enfermedad, posteriormente el mosquito al extraer la sangre de una persona no infectada ésta contrae el virus, en caso de que esta persona contagie a uno o más mosquitos, éstos podrían infectar a una o más personas y estas personas a más mosquitos en un ciclo ad infinitum, el mosquito infectado continúa siendo infeccioso por el resto de su vida, una sola persona puede transmitir el virus a todos aquellos mosquitos que extraigan sangre de ésta mientras tenga el virus activo en su organismo (OMS, 2009).

Gould (2017), menciona que para arbovirus tales como el dengue, el chikungunya y el zika, el contagio a los seres humanos es esencial para seguir reproduciéndose, mientras que para otros arbovirus como el virus de la meningitis japonesa, la

meningitis de San Luis o la meningitis del Valle de Murray, el virus depende del contagio entre el artrópodo y otra especie, como pueden ser las aves y mamíferos.

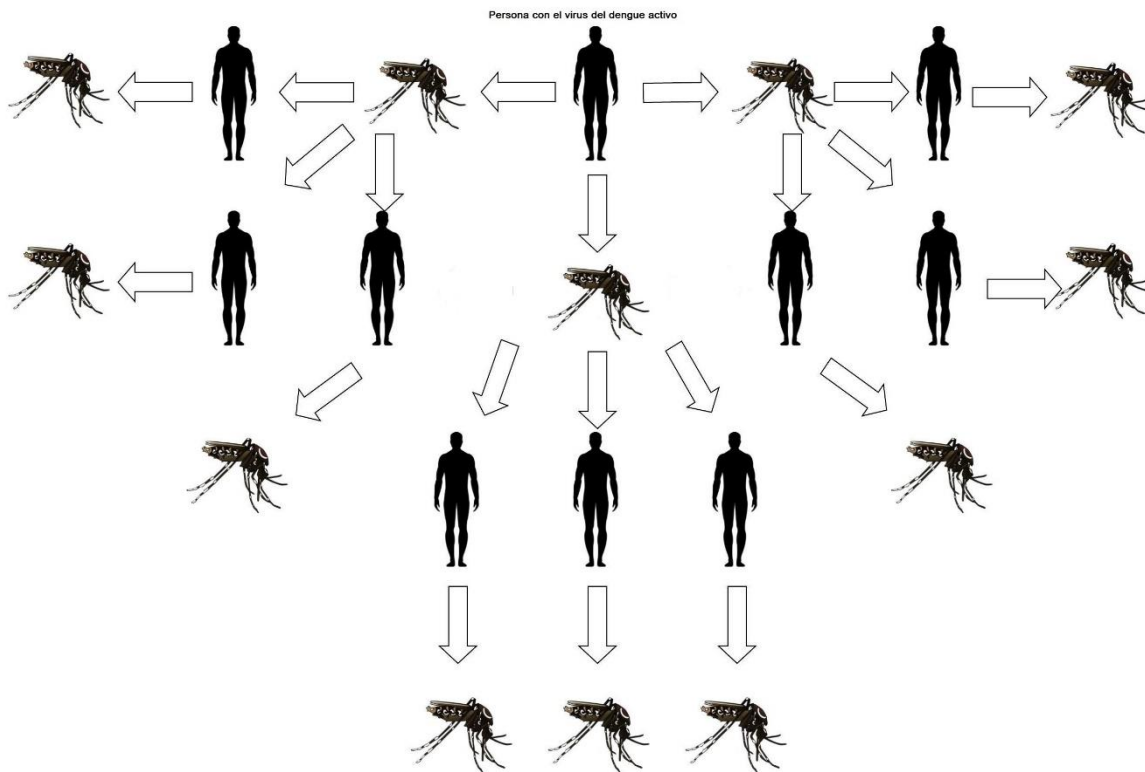


Figura 1.6. Esquema de contagio del dengue

Fuente: Elaboración propia con base en OMS (2009)

Todas las enfermedades pasan por diferentes fases, desde que el huésped es infectado hasta que su organismo se recupera o fallece, estas fases son:

1.- Periodo prepatogénico o de susceptibilidad: En este periodo el organismo está expuesto a los agentes que causan la enfermedad, tales como factores ambientales (contacto con el vector), conductuales (consumo de grasas o azúcares en exceso, así como drogas) o endógenos (predisposición genética).

2.- Periodo presintomático: En este periodo el organismo afectado no muestra síntomas, no obstante, éste ya ha contraído la enfermedad y empieza a tener cambios anatómicos.

3.- Periodo clínico: Los cambios en el organismo del afectado se muestran a través de los síntomas propios de la enfermedad.

4.- Periodo final: Resulta en la muerte, estado crónico, incapacidad o recuperación de la salud. En el caso de recuperación de la salud, los síntomas de la enfermedad menguarán hasta desaparecer (Sallera,1994).

En el caso específico del dengue, contraer el virus en cualquiera de sus cuatro serotipos puede generar manifestaciones de fiebre, malestar general o fiebre intensa conocida como *Dengue clásico* que puede presentar hemorragias menores, sin embargo, el organismo también puede presentar *Dengue hemorrágico*, variedad en la que se presentan hemorragias severas y síndrome de choque por dengue el cual es letal. El organismo también puede presentar ausencia de síntomas (Hoyos, 2010).

### **1.2.3 Factores de riesgo**

De acuerdo con Hoyos (2011), los factores para contraer el dengue, se dividen en cuatro: ambientales, sociales, población susceptible y vector.

**Ambientales:** Se refiere a las condiciones físico-geográficas propicias para que el vector sobreviva y se reproduzca, tales como una latitud de entre 35°N a 35°S, altitud de 800 msnm, temperaturas de entre 15 y 40°C y humedad relativa de moderada a alta.

**Sociales:** Referente a la cultura, organización social de la población y distribución espacial de la población, tales como entidades con una alta densidad poblacional, viviendas sin desagües o desagües obstruidos, agua almacenada por largos periodos, deficiencia en la recolección de desechos, ausencia de suministro de agua y desconocimiento acerca de la enfermedad.

**Población susceptible:** Se refiere a la resistencia del organismo ante el virus, ésta puede variar dependiendo del sexo, edad y ocupación del posible huésped.

Vector: Se refiere a las características poblacionales del vector, tales como la cantidad de mosquitos, la abundancia de mosquito, focos de proliferación, frecuencia de alimentación y susceptibilidad innata a la infección.

### **1.3 Antecedentes del Dengue en México y Yucatán**

#### **1.3.1 Antecedentes históricos del dengue**

De acuerdo con Holmes (2003) es desconocido el momento histórico en el que el dengue surge entre las poblaciones humanas, no obstante, una enciclopedia médica china del año 992 menciona una enfermedad con síntomas que coinciden con el dengue. Durante el siglo XVIII, se registraron epidemias intermitentes de una enfermedad con síntomas idénticos al dengue en Asia y América. Al finalizar la segunda guerra mundial, una enfermedad similar a la fiebre del dengue surgió en la Península de Indochina, generando un mayor impacto en la población, ya que esta enfermedad se concentraba en los niños, esta dolencia fue reconocida como la fiebre del dengue hemorrágico. El dengue actualmente es un problema de salud pública en Asia y América. En África la enfermedad es aparentemente menos común, sin embargo, podría deberse a la deficiencia en los registros de morbilidad y en la infraestructura médica. A finales del siglo XIX e inicios del XX se estima que el dengue ya se había expandido por la franja tropical y subtropical del mundo.

Estudios genéticos realizados a restos de primates y mosquitos prehistóricos revelan que la enfermedad surgió en África, debido a que la mayoría de las especies de mosquitos que funcionan como vectores surgieron en este continente, a partir de un ancestro común, no obstante, los cuatro serotipos de la enfermedad también han sido descubiertos en restos de primates asiáticos y su filogenia se relaciona con las enfermedades zoonóticas asiáticas, la prevalencia de la enfermedad en Asia hasta la actualidad respalda esta hipótesis, sin embargo, a razón de que las muestras de primates africanos son escasas es complicado saber con certeza el lugar de surgimiento de la enfermedad. (Holmes, 2003).

La llegada del vector *Aedes Aegypti* y por lo tanto del dengue al continente americano ocurrió durante el siglo XVI introducida por los colonizadores europeos

durante los viajes de conquista (Ibañez-Bernal, 1995). En México la enfermedad ha sido reconocida clínicamente desde 1978 y desde 1981 se han identificado los cuatro serotipos de la enfermedad (Hurtado, 2007).

### **1.3.2. Antecedentes del dengue en México**

Las medidas para controlar al mosquito *Aedes Aegypti* en México comenzaron a inicios del siglo XX, con el propósito de combatir a la fiebre amarilla, una enfermedad estrechamente relacionada con el dengue. Las medidas para combatir la enfermedad consistían en agregar petróleo a los cuerpos de agua que funcionaban como criaderos larvarios. Con esta medida la enfermedad redujo su incidencia en aquella época, no obstante, el movimiento armado de la Revolución Mexicana interrumpió estas acciones y la enfermedad volvió a presentarse. En 1945 comienza el uso de diclorodifeniltricloroetano (DDT) como agente insecticida, sin embargo, en 1960 se detectan poblaciones resistentes a este compuesto en Centroamérica. En 1956 se crea el Servicio Nacional Antimosquito (SNA) con el objetivo de erradicar al *Aedes Aegypti*, objetivo que es logrado en el año de 1960 (Ibañez-Bernal, 1995).

De acuerdo con Ibañez-Bernal (1995) el país se reinfestó del vector en 1965 (Figura 1.7) por la frontera norte del país y en 1975 por la frontera sur. Como se había comentado previamente el dengue es una enfermedad zoonótica, es decir que puede ser contagiada y hospedada entre el ser humano y otra especie, esto implica que el dengue puede estar presente en cualquier lugar en el que tanto el vector como el ser humano estén presentes, en el caso de México la población que vive bajo 1000 msn está en riesgo pues es este el principal factor limitante del vector, sin embargo, en la actualidad se han registrado casos en localidad por encima de los 1000 msnm (Hernández, 2019).



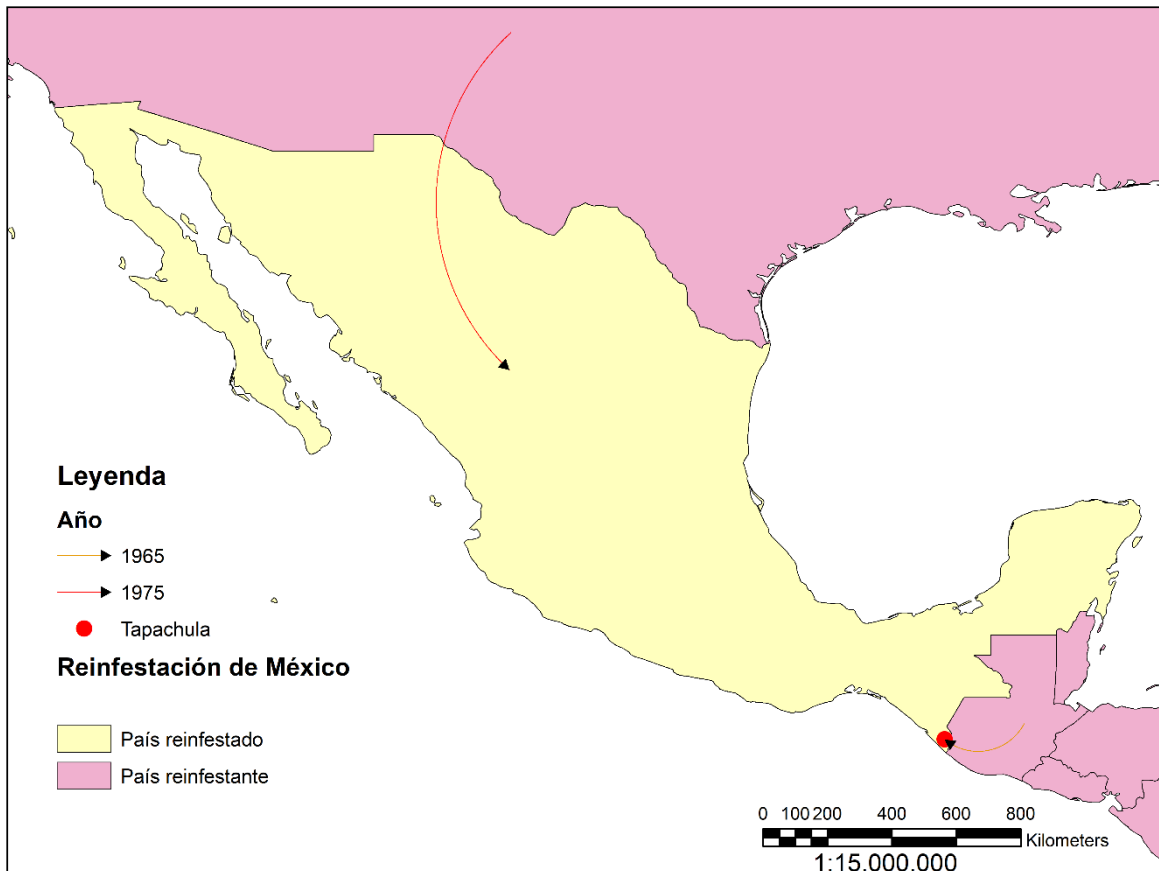


Figura 1.7: Reinfestación del mosquito *Aedes Aegypti* en México.

Fuente: Elaboración propia con base en Narro (1995)

Torres (2014) menciona que los primeros casos de dengue en el país datan de 1941 cuando se registraron 6,955 casos en toda la república, en 1963, se declaró erradicado el vector en la República Mexicana. De acuerdo con Loroño (1993) posterior a la erradicación del vector y reinfestación de éste, el primer caso registrado ocurre en 1978, en Chiapas durante el año siguiente la enfermedad fue detectada en ocho estados. Cinco años después del primer registro se detectan casos en todo el país.

A partir de la reinfestación del vector, se han registrado cuatro brotes particularmente graves en el país, el primero ocurrió en 1980, con un registro de 51,000 casos, el segundo en 1997 con 53,500 de los cuales 980 corresponden a Fiebre Hemorrágica por Dengue. El tercer brote surgió en 2007 con 52,000 casos de los cuales 9,433 corresponden a FHD el último brote grave ocurre en 2009 con

55,000 casos de los cuales 11,396 corresponden a FHD. En los brotes de 1980, 2007 y 2009 el serotipo predominante fue el DENV-1 mientras que en 1997 fue el DENV-3 (Torres, 2014).

### **1.3.3. Antecedentes del dengue en Yucatán**

En Yucatán, como en el resto del país la enfermedad reingresó debido a la reinfestación del *Aedes Aegypti* durante 1975 vía la ciudad de Tapachula (Narro, 1995). El primer registro de una persona con una enfermedad similar al dengue en Yucatán se registró en 1979.

En este estado se registró una epidemia de la enfermedad durante la primera mitad de la década de 1980 la cual fue disminuyendo con los años, sin embargo, repuntó en el año de 1994 (Narro, 1995).

La epidemia de dengue en Yucatán comenzó con un brote de 5,486 casos, 538 fueron estudiados como dengue clínico y 200 fueron confirmados por estudios virológicos, esta fue la segunda epidemia de dengue detectada en el continente americano después de la epidemia de Cuba en 1981. Se estima que la epidemia comenzó a gestarse en julio, dos meses después del fin de la época lluviosa. El 46% de los enfermos eran de sexo femenino y el 54% de sexo masculino. La mayoría de los pacientes se recuperaron y mostraron síntomas no hemorrágicos, mientras que nueve de los pacientes mostraron síntomas hemorrágicos, cuatro de estos pacientes fallecieron, todas mujeres de diversas edades. Los sobrevivientes corresponden a tres hombres y una mujer (Loroño, 1993).

El crecimiento de los desarrollos turísticos en Yucatán y por lo tanto de las áreas urbanas, han propiciado la aglomeración de población en zonas propicias para el desarrollo del vector, usualmente estos desarrollos turísticos no cuentan con infraestructura de drenaje, recolección de basura y servicios de salud suficientes, problemas que aumentan el riesgo de infección por dengue. Se estima que los casos de dengue clásico son mucho mayores a los registrados, sin embargo la población ha normalizado la enfermedad y suele combatirla en casa con automedicación (Narro, 1995).

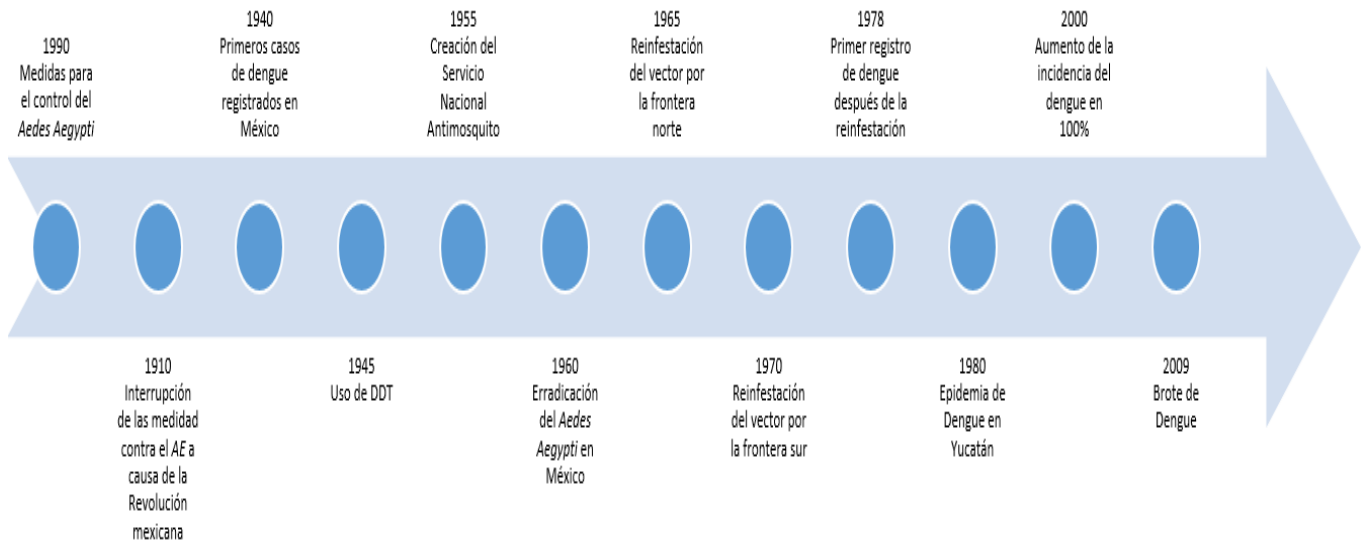


Figura 1.8: Línea del tiempo del dengue en México

Fuente: Elaboración propia con base en Ibañez-Bernal(1995), Loroño(1993), Narro(1995), Torres (2014)

Como se ha expuesto a lo largo de este capítulo, el virus del dengue depende ampliamente de las condiciones socioeconómicas, físico-geográficas y del contexto histórico (Figura 1.8) para su reproducción y propagación en el territorio. En el siguiente capítulo se caracterizan las condiciones físicas y sociales del estado de Yucatán, con el objetivo de conocer si éstas son favorables para la existencia, reproducción y propagación de la enfermedad.

## Capítulo 2 Aspectos geográficos del estado de Yucatán

Las características físico-geográficas de una región influyen directamente en la vulnerabilidad de la población a las enfermedades. Características como la altitud, el clima, la precipitación, la temperatura, la densidad de población y la presencia de infraestructura destinada a la salud pueden potenciar o limitar la capacidad de una enfermedad para propagarse en la población. En el presente capítulo se caracterizan las condiciones sociales y físico-geográficas del estado de Yucatán para comprender la situación del dengue en este estado.

### 2.1 Caracterización físico-geográfica del estado de Yucatán

El estado de Yucatán se encuentra en el sureste de la República de México, al norte de la península de Yucatán, comprendido entre los 19° 15' y 21° 37' de latitud norte y de 87° 30' y 90° 26' de longitud oeste.

Su extensión es de 39,340 km<sup>2</sup> (Duch, 1988), equivalente al 2.02% de la superficie total del país. Posee 340 km de litorales, un 3.1% del total de litorales del país.

Al norte colinda con el Golfo de México, al este con el estado de Quintana Roo y al oeste con el estado de Campeche.

Caracterizar física y geográficamente al estado es importante pues determina las condiciones que permiten la incidencia del virus del dengue.

#### 2.1.1 Relieve

El relieve, es un factor físico geográfico sumamente importante para la explicación de la incidencia del dengue en el estado de Yucatán, debido a que el mosquito *Aedes Aegypti* puede sobrevivir solo a determinadas altitudes.

La península de Yucatán, y en específico el estado de Yucatán, se caracterizan por la uniformidad de la altitud de su territorio, que en ningún punto supera los 200 metros sobre el nivel del mar. Según el mapa geomorfológico de Hubp (1992) en el norte del estado, sobre la línea costera, se encuentra la planicie de acumulación marina. Al margen de la costa la altitud es menor a 10 metros; hacia el centro del estado la configuración asciende y se encuentran lomeríos con una altura de entre 10 y 50 m; al este de la demarcación y extendiéndose hasta el estado de Quintana Roo el terreno es horizontal con una variación de entre 10 y 30 m de altitud

prolongándose hacia el sur del estado las superficies más elevadas; Al suroeste se encuentran planicies y lomeríos de entre 100 y 200 m y al sureste lomeríos de entre 20 y 50 m de altitud (Figura 2.1).

A pesar de la escasa variación en el relieve del estado, sus características paisajísticas son diversas y abundantes. Producto de la configuración calcárea, la precipitación abundante y la constante erosión subterránea, el estado de Yucatán presenta formaciones tales como colinas dómicas y montículos producidos por curvamientos de las rocas, así como oquedades relativas a la erosión hídrica como cenotes, hondonadas, bajos inundables y aguadas (Duch, 1991).

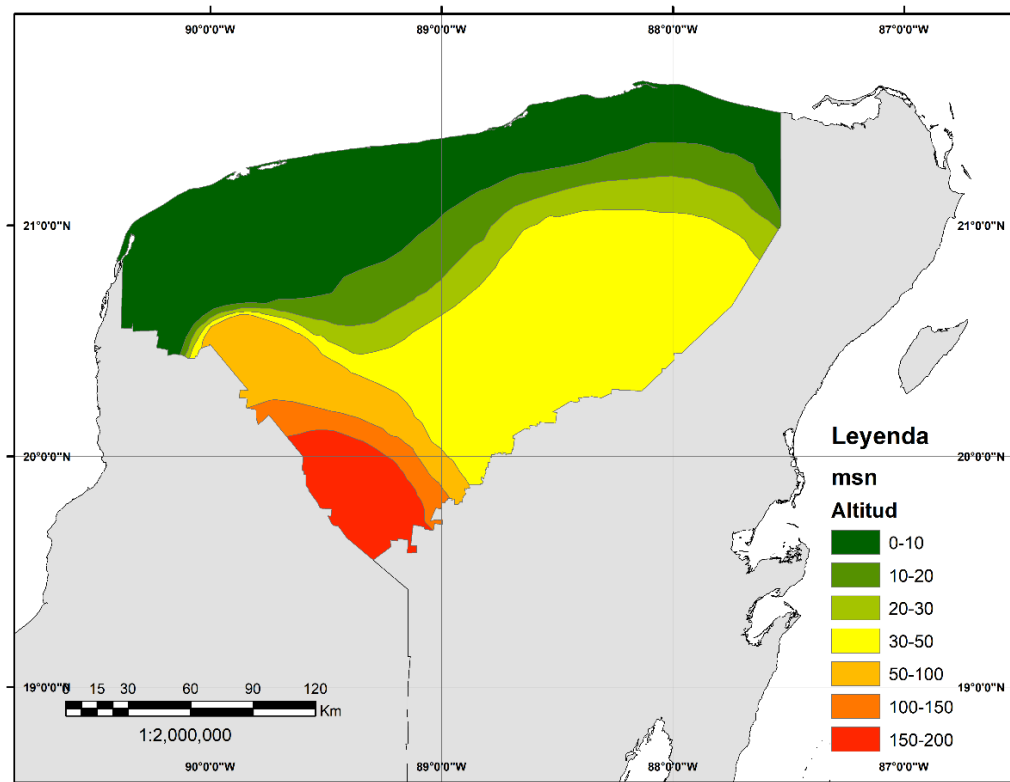


Figura 2.1. Altimetría del estado de Yucatán

Fuente: Duch (1991)

### **2.1.2 Descripción de los elementos climáticos del estado de Yucatán**

El clima es un factor primordial para la incidencia del dengue debido a que el mosquito *Aedes Aegypti* requiere ciertas condiciones de temperatura, precipitación y humedad para su reproducción y supervivencia. El concepto de clima se refiere a las condiciones medias de la atmósfera en un mínimo de 30 años y es resultado de la combinación de las propiedades físicas denominadas elementos climáticos y de las propiedades geográficas conocidas como factores climáticos. Los elementos del clima comprenden la temperatura, precipitación, humedad, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica y radiación solar. Los factores climáticos incluyen la latitud, altitud, relieve, distribución de tierras emergidas, cuerpos de agua y corrientes marinas. (IPCC, 2013)

#### **Temperatura**

Gracias a su ubicación intertropical el estado de Yucatán recibe una alta radiación solar, generando altas temperaturas durante todo el año con un promedio de 26°C. Como consecuencia de la horizontalidad orográfica del estado las temperaturas medias no varían más de 1°C entre un punto y otro.

El estado de Yucatán presenta una oscilación térmica homogénea de entre 5 y 6°C, no obstante, el litoral norte es isotermal, con una variación menor a los 5°C en el transcurso del año (Vidal, 2005)

#### **Precipitación**

A pesar de que el estado de Yucatán se encuentra bajo la influencia de los vientos alisios, que durante primavera y verano se intensifican debido al desplazamiento hacia el norte de la celda Bermuda-Azores, la precipitación no es abundante a causa de las características orográficas de baja altura, las cuales impiden la acumulación de la humedad (Vidal, 2005). Si bien el régimen térmico no varía considerablemente de un punto a otro dentro del estado Yucatán, no sucede lo mismo con el régimen pluviométrico, que es variado pero con características dominantes (Duch, 1988).

La mayor parte de las lluvias en el estado son de origen convectivo, los vientos que vienen desde el Golfo de México al entrar al continente son calentados por la temperatura del suelo, que provoca una ascensión cíclica del viento.

Al sur y centro del estado la precipitación media anual varía entre los 1100 y 1200 mm, sin embargo el litoral presenta una gran diferencia de precipitación con un promedio de entre 8 y 9 mm mensuales en consecuencia de la dirección del viento durante el verano, que sopla de manera paralela a la costa, es decir del continente hacía el mar, expulsando la humedad y en consecuencia disminuyendo las precipitaciones (Duch 1988).

En el estado predominan dos regímenes de lluvia (Figura 2.2), según la clasificación climática de Köppen modificado por Enriqueta García, al oeste el tipo w, es decir, alto porcentaje de lluvias en verano con un bajo porcentaje de lluvias en invierno, mientras que el este presenta el régimen x'(w) debido a la constante influencia de los vientos alisios se tiene lluvia constante durante todo el año, sin embargo, las precipitaciones del mes más lluvioso no llegan a ser diez veces las del mes más seco. Confinado en una pequeña porción al noroeste del estado existe el régimen w(x'), caracterizado por un alto porcentaje de lluvias invernales. (Vidal, 2005)

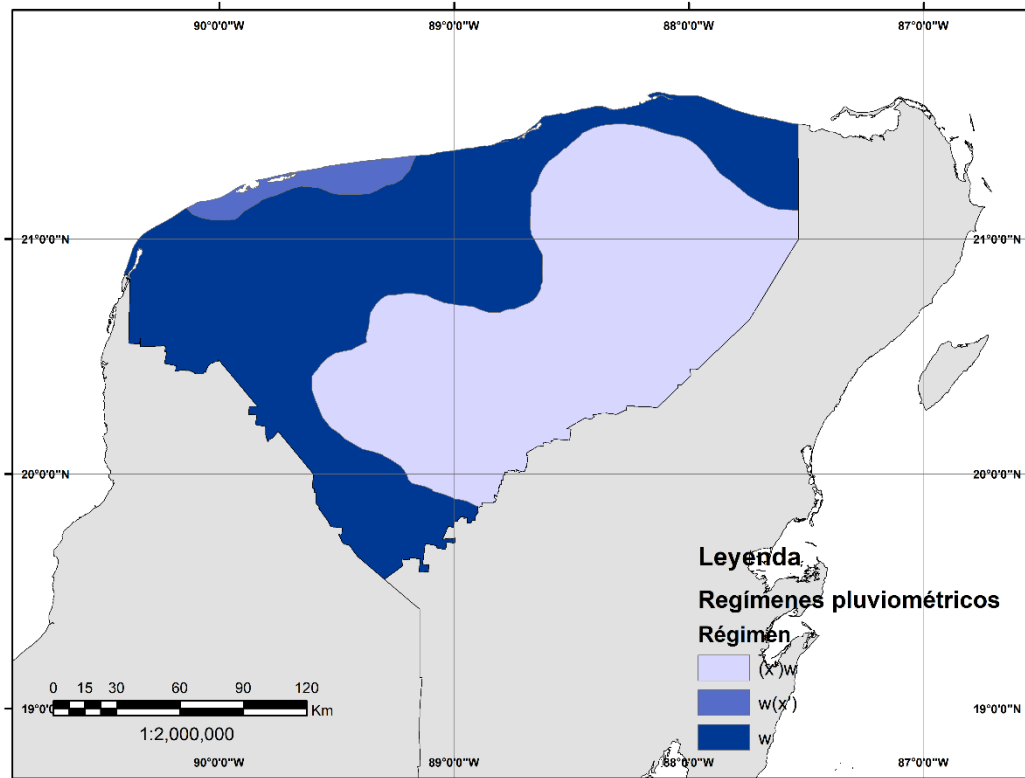


Figura 2.2: Regímenes pluviométricos de Yucatán

Fuente: Vidal (2005)

### Climas

En el estado de Yucatán únicamente es posible encontrar climas de los grupos A (cálidos y semicálidos) y B (secos) según la clasificación de Köppen de los cuales domina ampliamente el primero, mientras el segundo está confinado al litoral del estado con una acentuación al noroeste. Dentro de los climas A existentes en Yucatán hay una amplia variabilidad de regímenes pluviométricos y grados de humedad, en cuanto a los climas B, la variación pluviométrica y de humedad no es tan amplia, pero aun así es evidente (Figura 2.3).

Los climas están caracterizados de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García (1986) y están descritos de acuerdo a su grupo climático, régimen de lluvias y humedad.



## Climas cálido-subhúmedos del tipo Aw

El tipo de clima Aw, es decir, el caliente subhúmedo con lluvias en verano, tiene una temperatura media superior a los 18°C en el mes más frío y las precipitaciones del mes más cálido de la mitad caliente del año son diez veces mayores a las del mes menos lluvioso.

El clima Aw en dos de sus variantes ( $Aw_0$  y  $Aw_1$ ), la diferencia reside en el grado de humedad. Es el predominante en el oeste del Estado de Yucatán, salvo por el litoral en el que los climas de tipo BS son los dominantes Vidal (2005).

### Subtipo $Aw_0$

Caracterizado por ser el más seco de los climas Aw, con una temperatura media anual de entre 24.5 y 27°C, el mes más frío tiene una temperatura media mayor a 20°C y la precipitación va de los 838 a los 1128 mm anuales, de los cuales el 10.2% corresponde a lluvias de invierno.

Este subtipo climático se extiende paralelo al litoral, disminuyendo a medida que se adentra al este del estado, también abarca el suroeste, con excepción de la Sierrita de Ticul, en el que las características de humedad cambian debido a sus diferencias altitudinales.

Las características climáticas de esta porción del estado son atribuidas a influencias marítimas y al aporte de lluvias invernales producto de los vientos del norte.

### Subtipo $Aw_1$

Limitado al oeste del estado, se encuentra únicamente en los municipios de Oxkutzcab y Xonacech. Este subtipo conserva las características del  $Aw_0$ , siendo que se encuentra ligeramente encima del límite de cociente p/t con 45.4 siendo que el linde para ser considerado  $Aw_1$  es 43.2, la diferencia radica en que éste es ligeramente más húmedo.

### Climas cálido-subúmedos del tipo Aw(x')

Este clima por definición implica que la precipitación en el mes más húmedo de la mitad caliente del año, debe ser por lo menos 10 veces mayor que la precipitación del mes más seco. La característica principal de este clima y la que la diferencia del Aw, es que el porcentaje de lluvia invernal debe ser mayor a 10.2.

No obstante aunque en el estado de Yucatán hay localidades consideradas Aw(x'), estas no cumplen las características de dicha tipificación climática, ya que las precipitaciones del mes más húmedo son apenas ocho veces mayores que las del mes más seco y el porcentaje de lluvias invernales es menor a 10.2. La razón de que el clima esté tipificado como Aw(x') es que el régimen pluviométrico de las comunidades tampoco coincide con otras tipificaciones, aunque el mes más húmedo de la mitad caliente del año no cumpla con el requisito de precipitación necesaria para ser considerado un régimen de verano, se considera como tal, debido a que las precipitaciones siguen siendo predominantes en el verano, por esta misma razón tampoco se les tipifica con un régimen pluviométrico Ax'.

### Subtipo Awo(x')

El subtipo Awo(x') es el más seco de los climas tipo Aw(x'). Su característica representativa es la temperatura media anual, que varía entre 25.4°C en el sur y 27.2°C en el norte, con una precipitación media anual de entre 1000 y 1200 mm. El mes más lluvioso es septiembre, sin embargo en el norte se presenta una alta humedad en enero debido a la influencia marítima de las poblaciones costeras. La canícula se presenta de manera irregular. Este subtipo climático atraviesa el estado de Yucatán desde el sur hasta el noreste trazando un arco.

### Subtipo Aw1(x')

Las características principales de este subtipo son una alta cantidad de precipitación media anual del estado con 1200 mm y su baja temperatura con 26°C. Es el subtipo climático con más meses húmedos que secos. Su extensión geográfica también se extiende desde el sur al noreste en un arco.

### Subtipo Aw2(x')

Este subtipo climático está confinado geográficamente al este del estado, rebasando los límites de Yucatán y Quintana Roo. Se caracteriza por la mayor cantidad de lluvia anual, con un promedio de 1300 mm y por la temperatura más baja de 26°C, adicionalmente la canícula se presenta de manera constante, a diferencia de los otros subtipos, en los que se presenta de manera irregular.

### Climas cálido-secos del tipo B(h')w

El tipo B(h')w recopila los climas secos con temperaturas medias mensuales de 18°C y régimen de lluvias en verano en las que el mes más húmedo sea 10 veces mayor que el mes más seco. En Yucatán se encuentra únicamente un subtipo: El BS1(h')w.

### Subtipo BS1(h')w

Este subtipo climático se ubica en la costa occidental del estado, extendiéndose tierra adentro hacia el este sin tocar la costa norte. Se caracteriza principalmente por su coeficiente p/t menor a 30, pero suficiente para ser considerado como tal. Su precipitación es baja; entre 700 y 800 mm medios anuales, concentrándose en la época de lluvias, que en este caso se extiende de junio a septiembre. Su oscilación térmica entre el mes más caluroso y el más frío es de menos de 5°C.

### Climas cálido secos del tipo B(h')w(x')

Este tipo climático, es muy similar al B(h')w, en las características de temperatura y el régimen de lluvias predominante en verano, la diferencia radica en que en este clima las lluvias se extienden fuera de la época del temporal, con un porcentaje de lluvia invernal de entre 10 y 16. Su distribución geográfica está limitada por una breve franja al extremo noroccidental del estado paralela a la costa y extendiéndose al mar.

### Subtipo BS0(h')w(x')

Las condiciones representativas de este subtipo, es que es el más seco de los climas BS del estado con una precipitación promedio de 22.9 y altas temperaturas con un promedio anual de 25°C, la canícula suele ser regular y acentuada. La variación anual de la temperatura oscila entre 4 y 5°C.

### Subtipo BS1(h')w(x')

Este subtipo climático es el clima seco más extendido en el estado de Yucatán, se extiende por todo el norte del estado, sus características distintivas son el mayor grado de humedad y una temperatura media anual que varía entre 23 y 27°C. Su porcentaje invernal de lluvias va de 11 a 17. El fenómeno canicular puede ocurrir entre julio y agosto con una intensidad menor y las lluvias se concentran en el mes de julio.

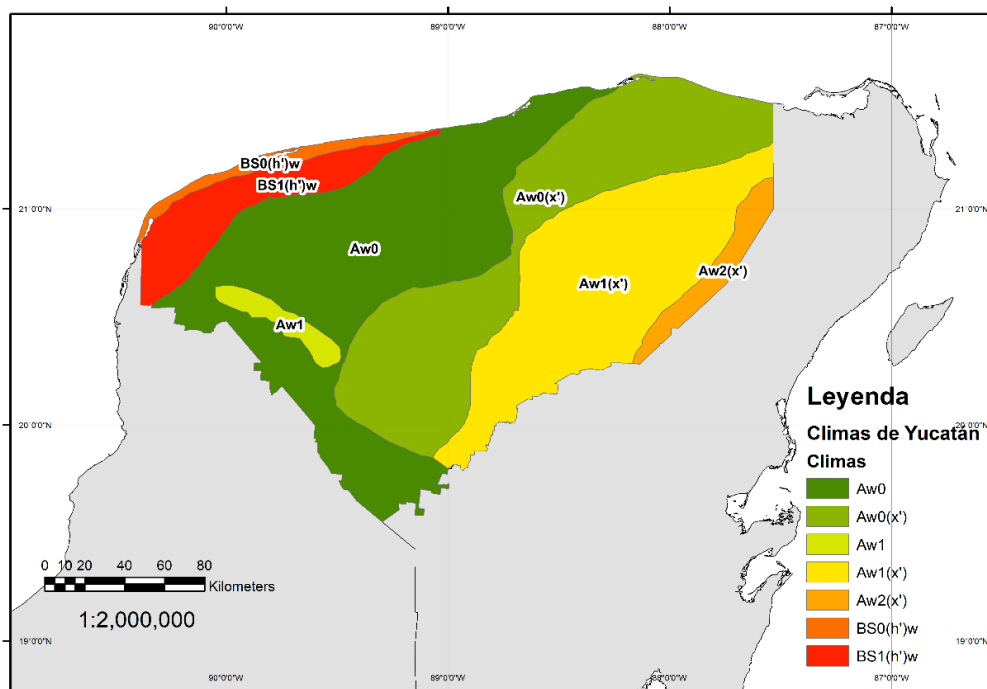


Figura 2.3. Climas en el estado de Yucatán

Fuente: Vidal (2005)

### **2.1.3 Hidrografía**

El conocimiento de la distribución de las fuentes de agua en el estado de Yucatán, es fundamental para comprender el comportamiento y extensión del dengue. De acuerdo con la OMS (2017) el agua potable es el medio en el que los vectores cumplen parte de su ciclo vital de reproducción, adicionalmente la mala gestión y falta disponibilidad del agua, incrementan la vulnerabilidad de la población ante las enfermedades; la ausencia de drenajes y tuberías para distribuir el agua ocasiona que la población almacene agua en recipientes que podrían funcionar como criaderos de mosquito.

La característica principal de la hidrología del Estado de Yucatán es la ausencia de corrientes superficiales. Esto se debe a la ocurrencia de las altas temperaturas o bien es absorbida por la vegetación, el agua restante se infiltra a través del suelo kárstico y forma las características cavernas subterráneas del estado. No obstante, INEGI (2002) cuenta con una regionalización hidrológica de las cuencas presentes en la entidad que se diferencian principalmente por su cantidad de precipitación, temperatura e infiltración. Estas son: Región hidrológica 32, Yucatán Norte (Yucatán), Región hidrológica 33, Yucatán este (Quintana Roo).

#### **Regiones hidrológicas**

Región hidrológica 32, Yucatán Norte (Yucatán)

Esta región hidrológica es la más grande del estado, abarca un 94% de éste, abarca parte de Quintana Roo, Campeche y Yucatán, su extensión es de 56,443 km<sup>2</sup>, está limitada al norte por el Golfo de México, al este por Quintana Roo, al sur por la RH33 y al oeste por Campeche y el Golfo de México. Así mismo esta cuenca está dividida en la Cuenca A Quintana Roo y la Cuenca B Yucatán (INEGI, 2002):

- Cuenca A Quintana Roo: Ubicada al sureste del estado, su extensión abarca aproximadamente el 5% de la superficie del estado, colinda al norte y al oeste con la cuenca B de la Región Hidrológica 32, al este con el estado de Quintana Roo y al sur con la Región Hidrológica 33. La cuenca A tiene una temperatura media anual de 26°C, una precipitación de entre 11000 y 1500

mm anuales de los cuales únicamente un 5% escurre en la superficie, el resto se infiltra o evapora. Como consecuencia del relieve plano del estado no hay cuerpos de agua importantes.

- Cuenca B Yucatán: Abarca el 87% de la superficie total del estado de Yucatán, se ubica en todo el norte y centro del estado, limita al norte con el Golfo de México al sur con la Región Hidrológica 32 y con el estado de Quintana Roo, al sur con la Región Hidrológica 33 y al oeste con el estado de Campeche y el Golfo de México. Comparte características de precipitación y escurrimiento superficial con la Cuenca A Quintana Roo, sin embargo, a diferencia de ésta, la cuenca B de Yucatán tiene cuerpos de agua como salares a través del litoral, esteros de Celestún, Yucalpetén y Río Lagartos y aguadas en toda la cuenca (INEGI, 2002).

#### Región Hidrológica 33, Yucatán Este, (Quintana Roo)

Tiene presencia en todos los estados de la península de Yucatán, en Yucatán abarca el sur y representa un 5% de la superficie total del estado (INEGI, 2002).

- Cuenca B, Cuencas Cerradas: La temperatura media anual es de aproximadamente 26°C, la precipitación va de 1000 a 1200mm, debido a las rocas altamente permeables, la inexistente pendiente y la alta temperatura, no hay cuerpos de agua importantes presentes en la superficie.

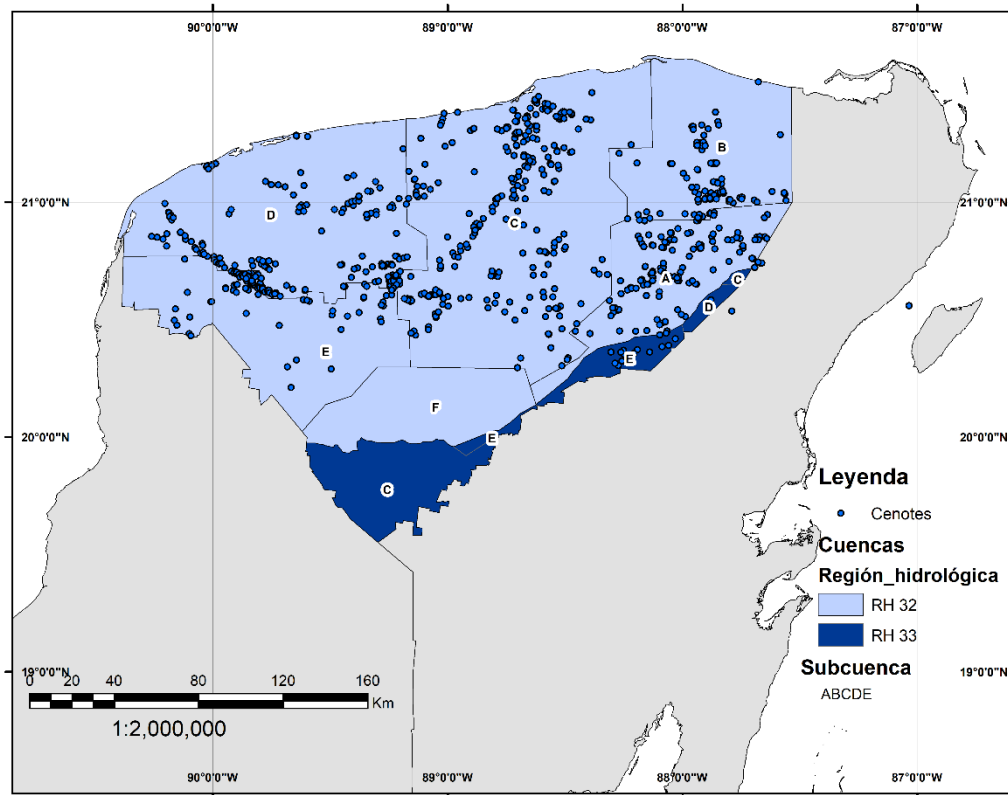


Figura 2.4. Regiones hidrológicas del estado de Yucatán  
Elaborado con base en INEGI (2002)

### Hidrología subterránea

Debido a la carencia del agua superficial en el estado es importante conocer la hidrología subterránea del mismo, la cual complementa al agua proveniente de los fenómenos meteorológicos para las actividades económicas y procesos biológicos, como es el desarrollo del mosquito *Aedes Aegypti*.

El acuífero se encuentra en rocas calizas, con una alta permeabilidad en la mayor parte del estado y una permeabilidad media al norte de éste. El estado de Yucatán tiene únicamente un manto freático, sin embargo, éste es heterogéneo, el agua se presenta de forma estratificada y cada estrato tiene características diferentes de pureza. La capa de agua más superficial, con un grosor de 20 metros, está constantemente expuesta a contaminantes antrópicos, tales como pozos someros

o descargas clandestinas de desechos. El agua para uso humano es extraída entre los 20 y 50 metros de profundidad, este estrato contiene agua de buena calidad. Entre los 50 y 55 metros de profundidad se encuentra un estrato de agua salobre, después de los 60 metros se encuentra la cuña de agua salada marina. Esta caracterización es propia de la ciudad de Mérida y es aplicable para todo el estado, sin embargo, los espesores son mayores hacia el sur del estado y menores al acercarse a la costa (INEGI, 2002)

Una de las cualidades hidrológicas característica del estado de Yucatán son los *cenotes* (Figura 2.4). Los cenotes son grutas cuyas bóvedas se han debilitado y posteriormente derrumbado gracias a la disolución en agua de la roca caliza, con ayuda del ácido sulfhídrico y actividad microbiológica (De la Lanza, 2002). En el estado de Yucatán existe una alineación semicircular conformada por cenotes, cuya existencia está asociada con el cráter de Chicxulub. Esta alineación tiene una longitud de 170km de diámetro, el agua subterránea fluye a través de las fracturas que hay a lo largo de ésta. La formación abarca un 18% de la superficie del estado (INEGI, 2002).

## **2.2 Condiciones sociodemográficas del estado de Yucatán**

Para lograr una mejor comprensión acerca del virus del dengue y su comportamiento es importante conocer cómo está distribuida y organizada la población. En conjunto con el medio físico-geográfico, la organización social juega un papel importante en la incidencia de las enfermedades, en su propagación y prevención. El estado de Yucatán está conformado por 106 municipios. (Figura 2.5)

### **Distribución de la población**

En los censos de población realizados en 2010 por INEGI, el estado de Yucatán registró una población total de 1,955,570 habitantes de los cuales el 25% son menores de edad. El estado de Yucatán contiene 106 municipios, de los cuáles el más poblado es Mérida, con un total de 830,732 habitantes (el 42% de la población del estado), seguido por Kanasín, Valladolid, Tizimín y Progreso, los municipios que concentran menor cantidad de población son Xocchel, Yaxcabá, Yaxkukul y Yobaín.





Continuación de mapa 2.5: Municipios de Yucatán			
001.- Abalá	028.- Dzilam de Bravo	055.- Opichén	082.- Telchac Pueblo
002.- Acanceh	029.- Dzilam de Gonzalez	056.- Oxkutzcab	083.- Telchac Puerto
003.- Akil	030.- Dzitás	057.- Panabá	084.- Temax
004.- Baca	031.- Dzoncahuich	058.- Peto	085.- Temozón
005.- Bokobá	032.- Espita	059.- Progreso	086.- Tepakán
006.- Buctzotz	033.- Halachó	060. Quintana Roo	087.- Tetiz
007.- Cacalchén	034.- Hocabá	061.- Río Lagartos	088.- Teya
008.- Calotmul	035.- Hochtún	062.- Sacalum	089.- Tecul
009.- Cansahcab	036.- Homún	063.- Samahil	090.- Timucuy
010.- Cantamayec	037.- Houí	064.- Sanhacat	091.- Timun
011.- Celestún	038.- Hunucmá	065.- San Felipe	092.- Tixcacalcupul
012.- Cenotillo	039.- Ixíl	066.- Santa Elena	093.- Tixkokob
013.- Conkal	040.- Izamal	067.- Seyé	094.- Tixmehuac
014.- Cuncunul	041.- Kanasín	068.- Sinanché	095.- Tixpéhual
015.- Cuzamá	042.- Kantunil	069.- Sotuta	096.- Tizimín
016.- Chaksinkín	043.- Kaua	070.- Sucilá	097.- Tunkás
017.- Chankom	044.- Kinchil	071.- Sudzal	098.- Tzucacab
018.- Chapab	045.- Kopomá	072.- Suma	099.- Uayma
019.- Chemax	046.- Mamá	073.- Tahdziú	100.- Ucú
020.- Chicxulub	047.- Maní	074.- Tahmek	101.- Umán
021.- Chicimilá	048.- Maxcanú	075.- Teabo	102.- Valladolid
022.- Chikindzonot	049.- Mayapán	076.- Tekó	103.- Xocchel
023.- Chocholá	050.- Mérida	077.- Tekal	104.- Yaxcabá
024.- Chumayel	051.- Mocochoá	078.- Tekantó	105.- Yaxkukul
025.- Dzán	052.- Motul	079.- Tekax	106.- Yobaín
026.- Dzemul	053.- Muna	080.- Tekit	
027.- Dzinchantún	054.- Muxupip	081.- Tekom	

## Composición de la población

La población en el estado es mayoritariamente femenina, con un total de 992,244 mujeres, la población masculina es de 963,333, sólo un 0.73% de diferencia (INEGI, 2015).

La comparación de las gráficas piramidales de los censos 2000-2010 (figura 2.6) muestran una base regresiva mientras que las edades de 18 a 40 años se muestran progresivas, la cúspide de la pirámide muestra crecimiento. El sector de edad con mayor población comprende entre los 18 y los 40 años.

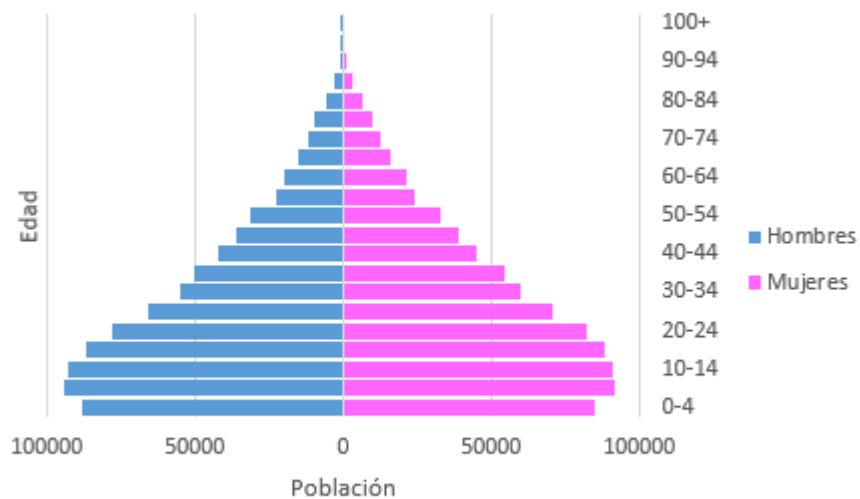


Figura 2.6. Pirámide de población de Yucatán 2000

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010)

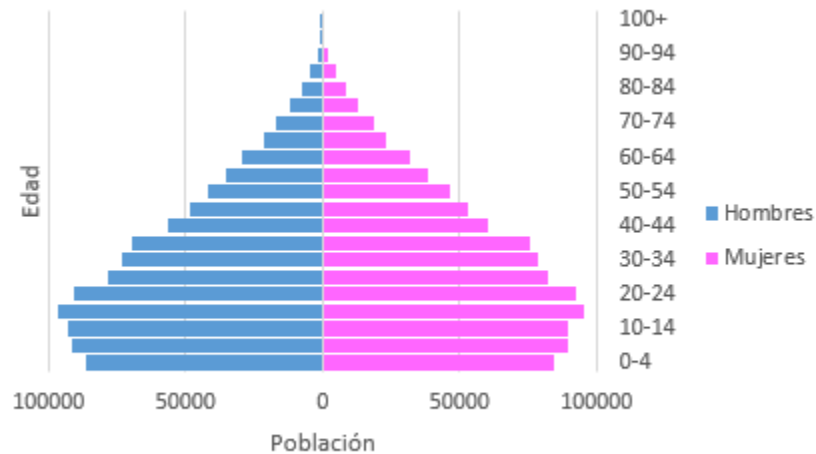


Figura 2.7. Pirámide de población de Yucatán 2010

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2015)

Los censos poblacionales realizados por INEGI en 1990, muestran un total de 1,362,940 habitantes; en el año 2000 de 1,658,210; en 2010 de 1,955,577. A partir de la década de 1940 la población del estado creció en 10% por década hasta que en la década de 1970 la población del estado creció 28%. Durante las tres décadas posteriores la tasa de crecimiento poblacional ha disminuido. La población se asienta de forma heterogénea en el estado, donde la mayor concentración se ubica en la ciudad de Mérida y su zona metropolitana, y hacia el noreste en Tizimín, el tercer municipio más poblado (Figura 2.7).

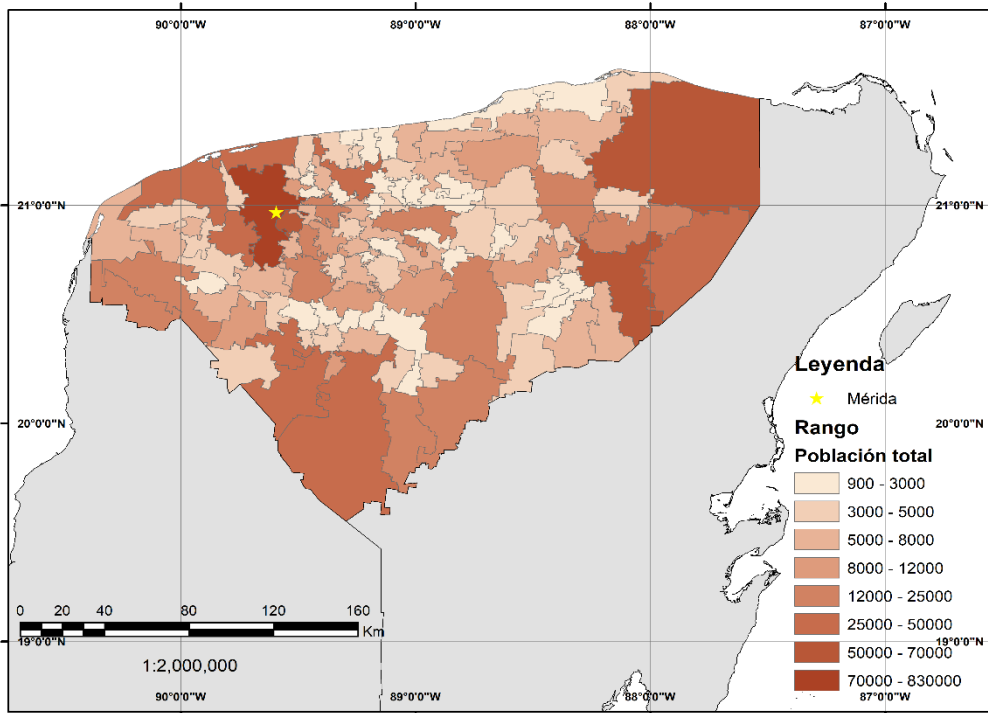


Figura: 2.8. Población en el estado de Yucatán (2010)

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010)



Figura 2.9. Evolución del crecimiento poblacional del estado de Yucatán

Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI (2015)

La densidad de población es de 53 habitantes por kilómetro cuadrado, menor a la media del país (61 habitantes por kilómetro cuadrado). Los municipios con mayor densidad de la entidad coinciden con los más poblados: Mérida, Valladolid, Tizimín y Progreso (Figura 2.10). Los municipios con mayor densidad de población se ubican alrededor de Mérida, éstos generan un continuum suburbano, que ocupa la antigua región henequenera (Córdoba, 2010).

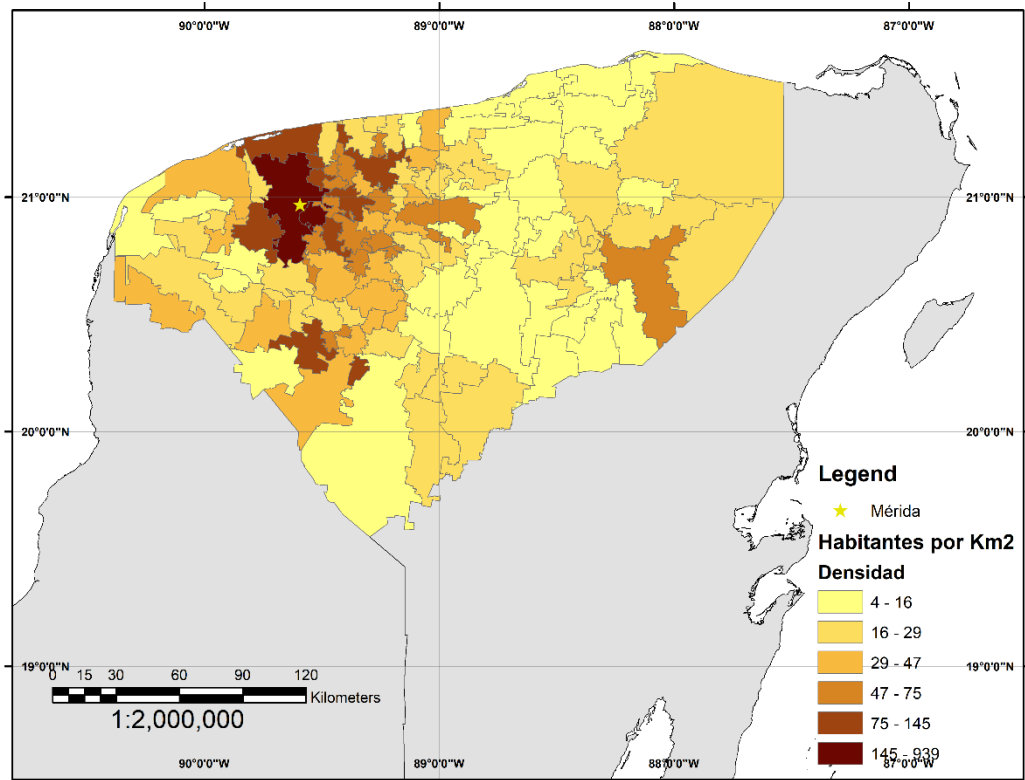


Figura 2.10. Densidad de población en Yucatán, 2010

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010)

### Dinámica de la población

El fenómeno de la migración en Yucatán es reciente en relación con el resto de los estados de la República Mexicana. Comienza en la década de 1980, con la desocupación de los espacios rurales, en especial de la antigua zona henequenera

ya que esta mano de obra no fue absorbida por otros espacios rurales, por desarrollos turísticos o no encontró empleo en maquiladoras, razón que forzó a este sector de la población, de mayoría masculina a emigrar (Iglesias, 2011).

De acuerdo con INEGI (2010), se registraron 37,932 emigrantes internos, los destinos más comunes son los estados vecinos y la capital mexicana. De cada 100 migrantes, 62 se dirigieron a Quintana Roo, 8 a Campeche, 4 a la Ciudad de México, 4 a Veracruz y 3 al Estado de México.

Con respecto a la migración internacional el estimado de personas que han dejado Yucatán para radicar en otro país es de 37,601, el 87% se dirigió a Estados Unidos.

En 2010 se registraron un total de 49,814 inmigrantes internos, éstos provienen de entidades cercanas al estado de Yucatán y de la capital del país, se estima que de cada 100 inmigrantes 34 provienen de Quintana Roo, 13 de la Ciudad de México, 13 de Campeche, 9 de Tabasco y 6 de Veracruz.

### **Características socioeconómicas de la población**

Se estima que 537,516 personas hablan alguna lengua indígena en el Estado de Yucatán, que representa un total de 30.3% de la población del estado. Yucatán es el segundo estado con mayor población indígena del país, superado únicamente por Oaxaca.

El 84% de los habitantes se concentran en localidades urbanas. La población económicamente activa es de 926,718 personas, que representan el 46% del total de los habitantes del estado. De las personas económicamente activas el 60% son hombres. La mayor parte de la población económicamente activa (PEA) se dedica al sector terciario (63%), por otra parte el 12.20% de la población se dedica al sector primario y el 24.96% al secundario.

En el año 2010, Yucatán aportó el 1.47% del PIB nacional. Del 100% de PIB de Yucatán, el 72% es generado por el sector de los servicios, el 24% por la industria y el 4% por el sector agrícola.

A lo largo del siglo XX la industria henequenera jugó un papel muy importante en la configuración urbana en el estado. El cultivo de henequén para uso agroindustrial es endémico de Yucatán, razón por la que este estado monopolizaba los productos derivados de esta materia prima sumamente importante durante este siglo. El monopolio del henequén dotaba al estado de estabilidad económica, la cual dió lugar a la conformación de un centro urbano, Mérida, que en la época del porfiriato llegó a ser la quinta ciudad más importante del país. No obstante a partir de la década de 1980 la producción y peso económico del henequén empezó a disminuir paulatinamente, recayendo el peso de la economía del estado en el sector terciario y generando migraciones, las actividades primarias se volcaron a la producción de cítricos, pesca, avicultura y apicultura (García, 1999).

A partir de 1990, CONAPO, comenzó a recopilar a través de censos las estadísticas acerca de las carencias y desventajas de la población identificando las entidades municipales y estatales con mayores desventajas. Los indicadores usados para realizar estas estadísticas son: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos.

CONAPO (2010) describe el concepto de marginación como: *“Un fenómeno multidimensional y estructural originado, en última instancia, por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo”*

En el estado de Yucatán las localidades que rodean a la capital, gozan de un grado de marginación más bajo (figura 2.11), ya que durante el siglo XX, como se mencionó previamente esta zona gozó de estabilidad económica gracias a la industria henequenera. La capital cuenta con mayores fuentes de trabajo, servicios médicos y acceso a la educación de todos los niveles. Los municipios colindantes a Mérida se benefician del desarrollo de este municipio. La mayoría del estado cuenta con un grado de marginalidad medio. Los municipios más marginados se ubican al noroeste del estado.



Conocer el grado de marginalidad municipal es importante para comprender desde una perspectiva social cómo es que factores sociales como la educación, el ingreso, la vivienda o el acceso a los servicios de salud influyen en la incidencia de enfermedades infecciosas tales como el dengue.

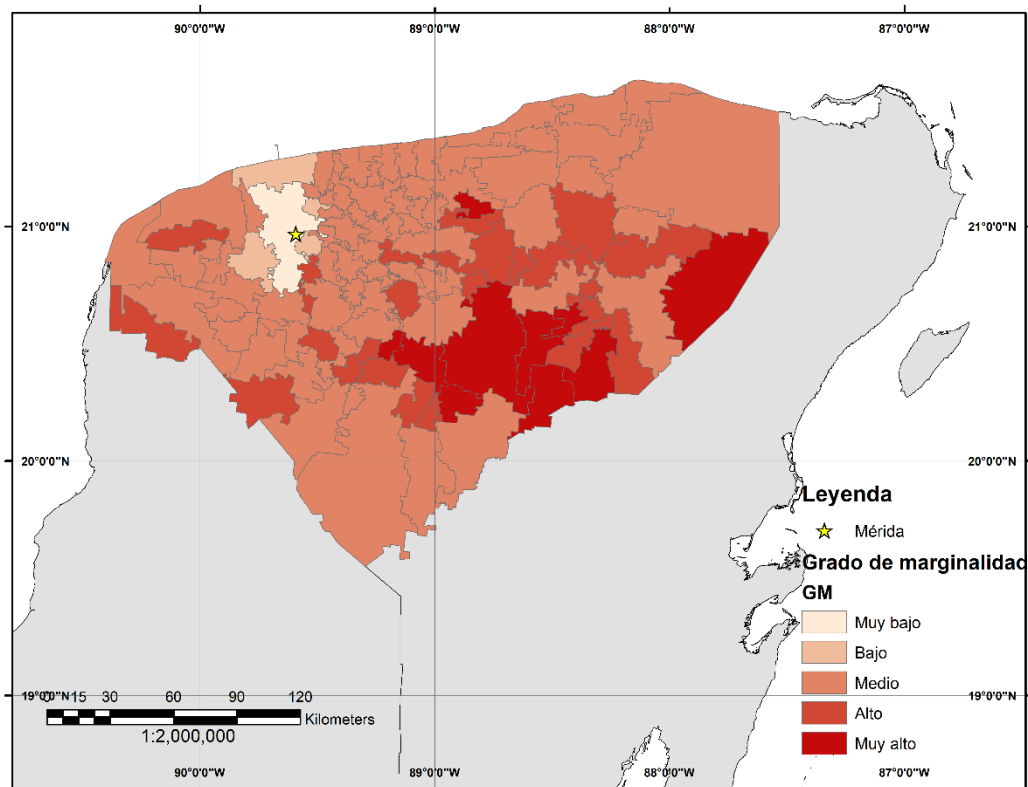


Figura 2.11. Grado de marginalidad municipal en Yucatán

Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO (2015)

### 2.3 Sector salud

Para tratar temas relacionados con la salud es indispensable conocer la situación de los servicios médicos del estado, adicionalmente es necesario comprender las características de morbilidad y mortalidad de la población yucateca con respecto a las enfermedades relacionadas a los arbovirus como el dengue.

En el estado de Yucatán existen 232 unidades médicas, de las cuales 40 se encuentran en la capital del estado, Mérida, Valladolid es la segunda entidad del estado con mayor número de unidades médicas con 29, Tizimín le sigue con 14, Ticul con 11 y Texak y Progreso con 9. De los 106 municipios del estado, 40 no cuentan con ninguna unidad médica. Valladolid tiene centros de salud dispersos en sus poblados más importantes, por el contrario, Mérida concentra sus unidades médicas en su zona metropolitana. De las 40 unidades médicas que Mérida concentra, 29 son públicas y 11 privadas (DGE, 2018).

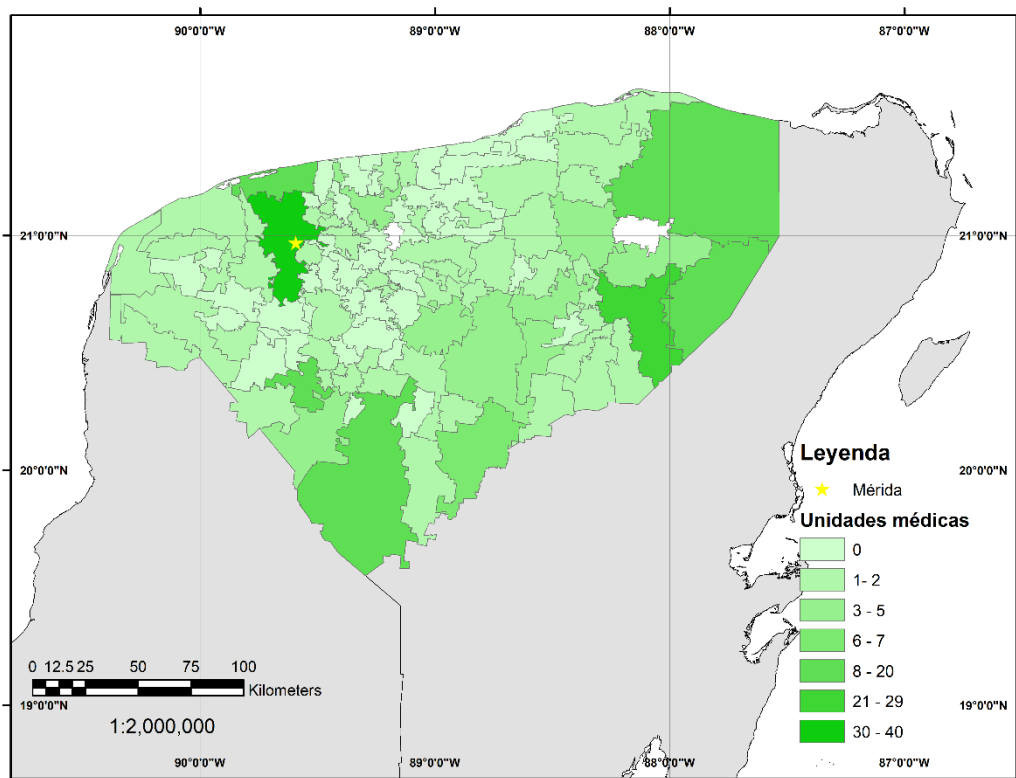


Figura 2.12: Unidades médicas de Yucatán, 2018

Fuente: Secretaría de salud de Yucatán (2018)

De acuerdo con el anuario de morbilidad de la DGE (2018) durante el periodo de 1994 a 2000, las principales causas de morbilidad en el estado de Yucatán son las enfermedades respiratorias agudas, sumando un total de 5,943,745 casos, seguida

de las enfermedades intestinales causadas por microorganismos, con 982,584 casos y la amibiasis intestinal con 460,655 casos. Cabe destacar que durante esta década la fiebre del dengue figuró en las principales causas de morbilidad únicamente en el año 1997 con un total de 3,925 casos.

Durante el periodo de 2001 a 2010 las enfermedades más frecuentes en la población yucateca fueron las infecciones respiratorias agudas, con un total de 7,075,175 casos, las infecciones intestinales por microorganismos y las no diagnosticadas con 1,453,476 casos, en este periodo las infecciones en vías urinarias superaron a la amibiasis con un total de 1,121,733 casos. El único año de este periodo en el que la fiebre de dengue se registró como una de las principales causas de morbilidad más comunes fue en el año 2010, con un total de 4357 casos confirmados.

Durante el periodo de 2011 a 2016, las principales causas de morbilidad del periodo anterior se mantuvieron. Se registraron un total de 3,227,911 casos de enfermedades respiratorias agudas, las infecciones intestinales sumaron un total de 679,002 casos y las infecciones en vías urinarias 481,124 casos. Respecto a la fiebre por dengue se aprecia un claro aumento en la incidencia de esta enfermedad, de 2011, 2012, 2013 y 2015 presentan la enfermedad en diferentes puestos dentro de las listas de las 20 enfermedades más comunes de cada año mencionado (Tablas de la 2.1 a la 2.6), en contraste con las décadas anteriores, que únicamente colocan al dengue como una de las enfermedades más comunes en un año de cada década (DGE, 2018).

Tabla 2.1: Las 10 principales causas de morbilidad en Yucatán en el año 2000

<b>Enfermedad</b>	<b>Número de casos</b>
Infecciones intestinales	876,592
Infecciones en vías respiratorias	148481
Infección en vías urinarias	76698
Amibiasis	61100
Úlceras	40590
Otras helmintiasis	34134
Ascariasis	25030
Asma	16519
Otitis	13495
Varicela	12289

Fuente: DGE (2018)

Tabla 2.2: Las 10 principales causas de morbilidad en Yucatán en el año 2010

<b>Enfermedad</b>	<b>Número de casos</b>
Infecciones respiratorias	685 503
Infecciones intestinales	103 386
Infección en vías urinarias	66 411
Úlceras	24 287
Asma	17 004
Amibiasis	14 859
Hipertensión arterial	11 747
Otitis media aguda	10 832
Intoxicación alcohólica	10 056
Gingivitis	9 901

Fuente: DGE (2018)

Tabla 2.3. Las 10 principales causas de morbilidad en Yucatán en el año 2015

<b>Enfermedad</b>	<b>Número de casos</b>
Infecciones respiratorias	490 543
Infecciones intestinales	121 052
Infecciones de vías urinarias	82 459
Gingivitis	23 632
Úlceras	20 756
Conjuntivitis	20 543
Síndrome febril	19 525
Vulvovaginitis aguda	12 005
Intoxicación alcohólica	11 619
Amebiasis	10 936

Fuente: DGE (2018)

Con respecto a la mortalidad en el estado de Yucatán, durante la década de 1990, únicamente están disponibles los datos de los años 1998 y 1999, en el año de 1998 se registraron 8322 decesos en el estado, mientras que en 1999 un total de 8618 defunciones, en la década del 2000, las defunciones suman un total de 204,263, mientras que en el periodo de 2011 a 2016 se registraron un total de 73,946 fallecimientos. Las principales causas de muerte durante estas tres décadas son las enfermedades isquémicas del corazón (infartos), diabetes mellitus y tumores malignos. (Secretaría de Salud, 2018). Los datos de morbilidad y mortalidad previamente mencionados confirman el proceso de transición epidemiológica en el estado de Yucatán.

Tabla 2.4. Las 10 principales causas de muerte en Yucatán en el año 2000

<b>Causa de muerte</b>	<b>Número de casos</b>
Enfermedades isquémicas del corazón	997
Diabetes Mellitus	675
Enfermedad cerebrovascular	658
Cirrosis y otras enfermedades del hígado	649
EPOC	232
Infecciones respiratorias agudas bajas	206
Desnutrición calórico-protéica	183
Asfixia y trauma al nacimiento	179
Nefritis y nefrosis	176
Tumor en el hígado	130

Fuente: DGIS (2017)

Tabla 2.5: Las 10 principales causas de muerte en Yucatán en el año 2010

<b>Cusa de muerte</b>	<b>Número de casos</b>
Enfermedades isquémicas del corazón	1690
Diabetes mellitus	1240
Cirrosis y otras enfermedades del hígado	792
Enfermedad cerebrovascular	744

Infecciones respiratorias agudas bajas	443
EPOC	365
Nefritis y nefrosis	247
Accidentes en vehículo de motor	222
Suicidio	208
Enfermedades hipertensivas	192

Fuente: DGIS (2017)

Tabla 2.6: Las 10 principales causas de muerte en Yucatán en el año 2010

<b>Cusa de muerte</b>	<b>Número de casos</b>
Enfermedades isquémicas del corazón	3018
Diabetes mellitus	1526
Tumores malignos	1362
Cirrosis y otras enfermedades del hígado	1065
Enfermedades cerebrovasculares	745
Influenza y neumonía	609
Accidentes de tránsito	542
EPOC	309
Insuficiencia renal	288
Afecciones en el periodo perinatal	2013

Fuente: DGIS (2017)

Con el conocimiento de las características físico-geográficas y socioeconómicas del estado, es posible generar una correlación de éstas y los casos de fiebre por dengue.

### **Capítulo 3. Análisis espacial de la incidencia del dengue en Yucatán**

Debido a las características sociales y físico-geográficas del estado de Yucatán, la población es vulnerable a contraer el virus del dengue. El objetivo de este capítulo es caracterizar la distribución espacial de los casos de dengue en el estado de Yucatán, así como correlacionar la precipitación y los eventos meteorológicos con el aumento de casos de dengue. Para finalizar se analiza la vulnerabilidad de la población a esta enfermedad.

En el presente capítulo se presenta el resultado del procesamiento cartográfico y estadístico de las bases de datos del dengue en Yucatán, del periodo de 2009 a 2015. Los resultados de este procesamiento permiten conocer los patrones temporales y de distribución de la morbilidad y mortalidad por dengue en el estado, adicionalmente, muestran la interrelación de la enfermedad con los elementos climáticos y la variación de estos a lo largo del periodo previamente mencionado.

#### **3.1 Los datos**

Para la generación de estadísticas, cartografía y gráficas relativas a la distribución e incidencia del virus del dengue se usaron tres bases de datos: La base de datos de dengue proporcionada por la Dirección General de Epidemiología para la realización de este proyecto, la base de datos abarca el periodo de 1995 a 2016 (con la excepción de los años 1998, 1999 y 2000). Las bases de datos de defunciones obtenidas de la Dirección General de Información en Salud (DGIS), del periodo de 2009 a 2015 y las bases de datos de clima obtenidos del Sistema CLICOM.

La base de datos de dengue está conformada por las siguientes variables:

- Diagnóstico final: Presenta la conclusión final del médico encargado del caso con respecto al estado del paciente.
- Estado: Menciona la entidad federativa de la República Mexicana en la que se presentó el caso. En el caso de esta investigación únicamente se usaron los datos del estado de Yucatán.
- Municipio: Presenta el municipio del estado de Yucatán en la que se registró cada caso.
- Edad: Presenta la edad de la persona enferma.
- Sexo: Presenta el sexo biológico del afectado.



- Fecha de inicio de síntomas: Se refiere al día en el que el enfermo comenzó a presentar la sintomatología del dengue.

La base de datos de dengue presenta inconsistencias en los registros. En los años que abarcan de 1995 a 2008 y en el 2016 los registros son inconsistentes, contando entre 20 y 390 registros por año por lo tanto tuvieron que ser descartados en el presente trabajo. En este periodo únicamente están registrados los casos de fiebre hemorrágica mientras que en el año 2016 el diagnóstico final se presenta como “Dengue con signos de alerta” y “Dengue no grave”, siendo que en los años previos se menciona si el enfermo presentó fiebre por dengue o fiebre hemorrágica por dengue. El cambio en la denominación de la enfermedad limita el tratamiento de la información.

Los datos que se usan en esta investigación son los pertenecientes al periodo de 2009 a 2015, debido a la consistencia en el registro. El año que más registros de enfermos presenta es 2011 con 6221 datos y el que menos presenta es 2014 con 1069.

Con respecto a las bases de datos de defunciones, éstas están públicamente disponibles a través del sitio web de la DGIS. Las que se usaron en esta investigación son las del periodo de 2009 a 2015. Estas bases de datos muestran las variables, tales como el estado, municipio, fecha y hora de deceso, así como la causa de muerte representada por un código descriptor por cada enfermedad, los códigos descriptores que indican muerte causada por el virus del dengue son A90, A99 y A9X.

Las bases de datos usadas para conocer las características climatológicas del estado fueron extraídas del CLICOM (CLimate COMputing Project), administrado por el CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada). Las variables utilizadas son la temperatura mínima, máxima y promedio y la precipitación debido a que éstos elementos climáticos limitan y potencian al vector del dengue (Hoyos, 2011).

### 3.2 Distribución y temporalidad del dengue en el estado de Yucatán

Se procesaron los datos proporcionados por la Dirección General de Epidemiología, con el objetivo de generar una cartografía que muestre la distribución de prevalencia de dengue a nivel municipal durante el periodo 2009 a 2015. Se generaron gráficas que muestran la cantidad de casos por mes en cada año de manera que se puedan identificar con facilidad los periodos en los que la enfermedad incrementa.

La base de datos proporcionada por la DGE cuenta con un total de 23,083 datos, en el periodo de 2009 a 2015. La mayoría de los registros se concentran en los años 2011 y 2012, con 6221 y 5704 casos respectivamente, sumando entre estos dos un total de 11925 registros y conformando el 51.64% del total de los datos de los años estudiados (Tabla 3.1). La interpretación de esta distribución se discutirá más adelante.

**Tabla 3.1: Prevalencia por dengue en Yucatán por año, periodo 2009-2015**

<b>Año</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Porcentaje</b>
2009	3218	13.93%
2010	2518	10.90%
2011	6221	26.94%
2012	5704	24.70%
2013	2854	12.36%
2014	1069	4.63%
2015	1502	6.50%
Total	23086	100%

Elaboración propia con base en DGE (2019)

#### **Temporalidad del dengue**

La enfermedad del dengue se presenta de manera estacional, concentrándose en la temporada de lluvias, la cual ocurre durante el verano y parte del otoño, alcanzando el punto de mayor prevalencia durante los meses de septiembre u octubre. La prevalencia de la enfermedad comienza a disminuir a partir noviembre o diciembre y este decremento continúa hasta marzo. Durante el segundo trimestre

del año la enfermedad entra en un periodo de latencia con una notable disminución de casos, para reactivarse durante junio o julio (Figura 3.1).

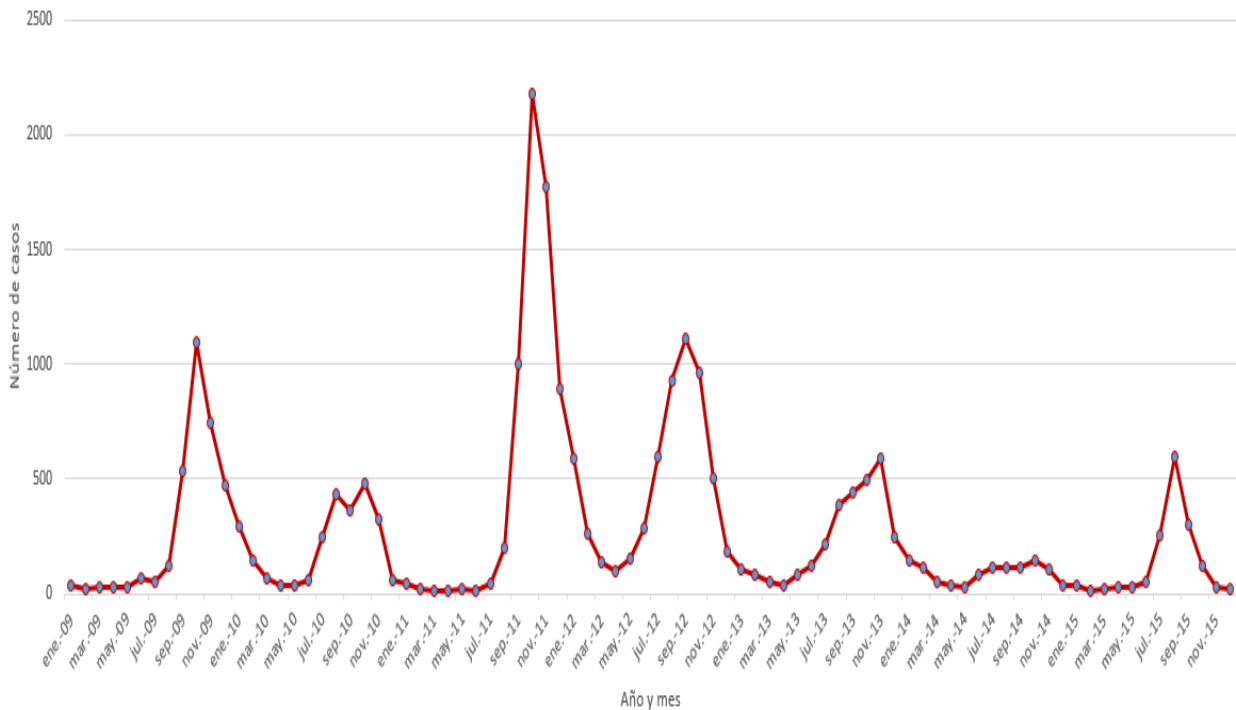


Figura 3.1: Distribución estacional de casos de dengue en el estado de Yucatán. Periodo 2009 - 2015

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2019)

## Espacialidad del dengue

Espacialmente la enfermedad se concentra en los municipios más poblados, aquellos que cuentan con entidades urbanas importantes, tales como Mérida, Tizimín, Valladolid, Izamal y Progreso. En menor medida la enfermedad se encuentra en los municipios colindantes a éstos y la prevalencia es escasa en los municipios menos poblados (Figura 3.2). De acuerdo con OMS (2009), el dengue es una enfermedad que afecta principalmente a las áreas urbanas a causa de la estrecha relación entre el vector de la enfermedad, el mosquito *Aedes Aegypti*, los seres humanos y la alta densidad de población, mientras que las comunidades rurales se ven afectadas por los flujos humanos que hay entre las localidades urbanas y rurales lo que explica este patrón espacial.

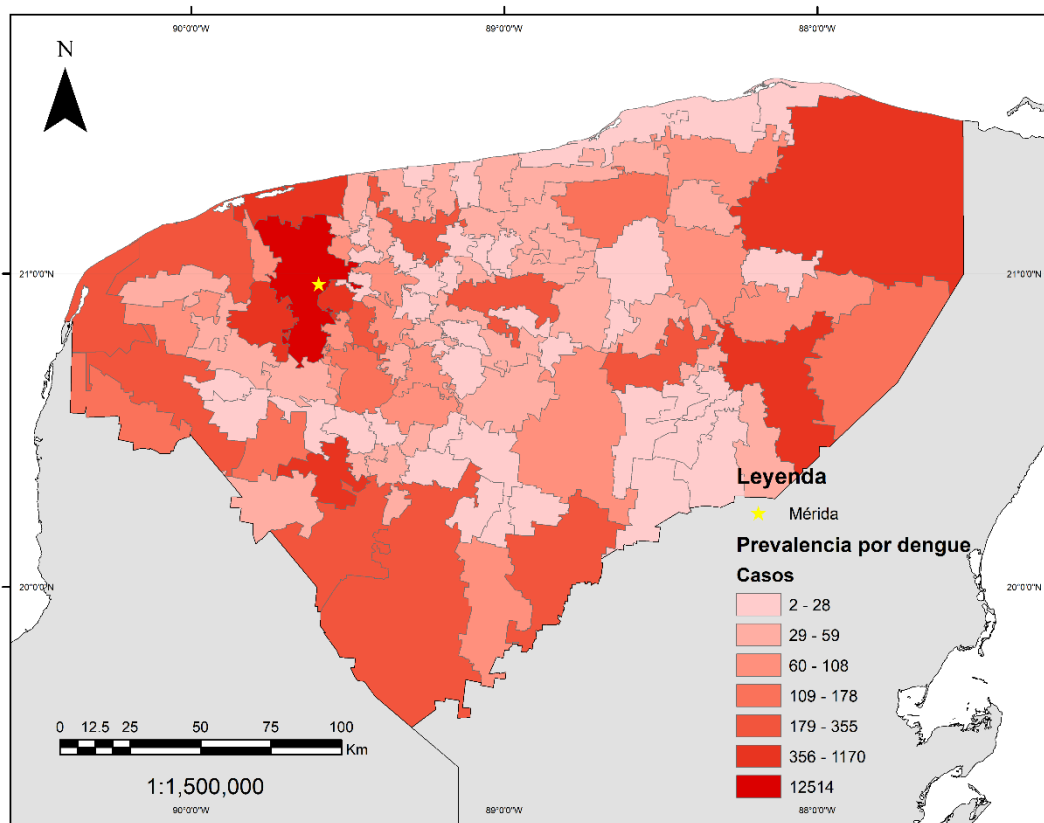


Figura 3.2: Prevalencia del dengue durante los años 2009-2015

Elaboración propia con base en DGE (2019)

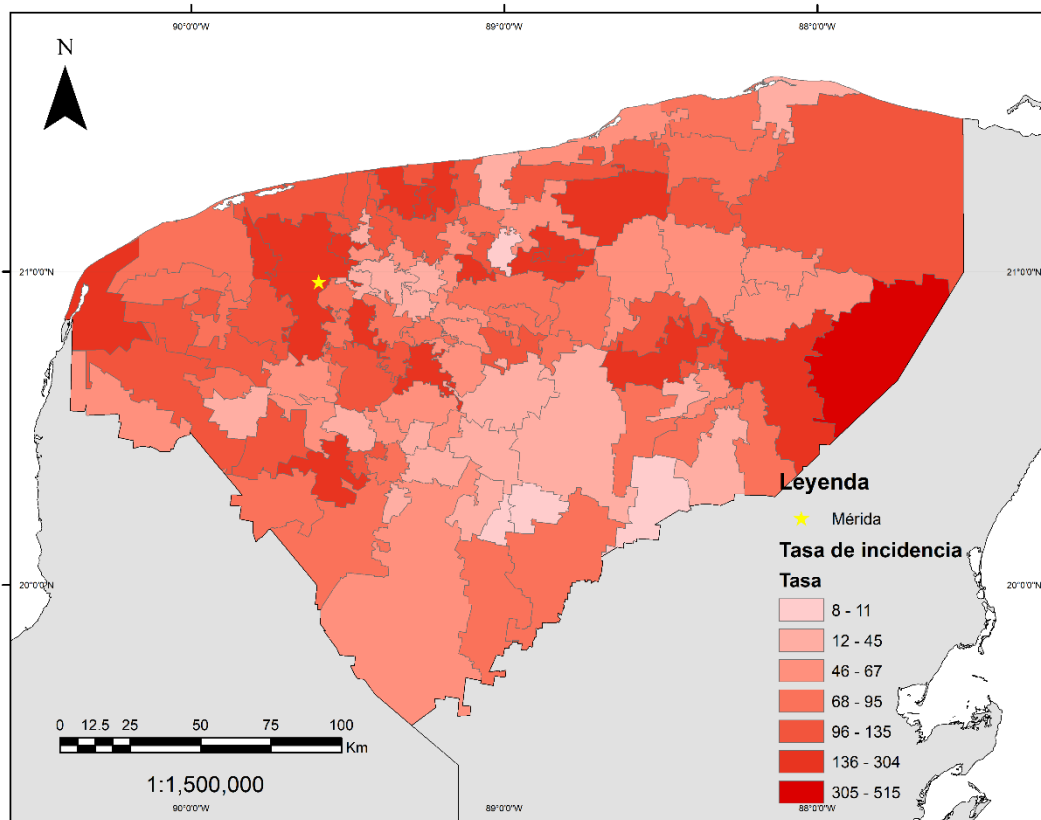


Figura 3.3: Tasa de incidencia del dengue durante los años 2009 – 2015

Elaboración propia con base en DGE (2019)

Como es de esperarse los municipios con mayor tasa de infecciones por dengue son la capital y sus municipios circundantes, sin embargo, el municipio con una mayor tasa de infectados es Chemax, que se encuentra al este del estado con una tasa de 51 casos por cada 1000 habitantes, seguido de Celestún que se encuentra al oeste del estado, estos municipios cuentan con mayor densidad de población y más unidades médicas, lo que facilita el registro de la enfermedad y el tratamiento de sus habitantes (Figura 3.3)

Los municipios con menor tasa de casos de dengue se encuentran al sur del estado donde la población está concentrada en menor medida, además de ser las localidades en las que existen menor número de unidades médicas, lo que explica que se registren menor número de casos.

## Distribución espacial y temporal de la mortalidad por dengue en Yucatán

**Tabla 3.2: Mortalidad por dengue en Yucatán, periodo (2009-2015)**

<b>Año</b>	<b>Número de fallecimientos</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>2009</b>	90	14.01%
<b>2010</b>	89	13.86%
<b>2011</b>	100	15.57%
<b>2012</b>	85	13.23%
<b>2013</b>	93	14.48%
<b>2014</b>	78	12.14%
<b>2015</b>	107	16.66%
<b>Total</b>	642	100%

Elaboración propia con base en Secretaría de salud (2018)

Se utilizaron las bases de datos de defunciones en el periodo 2009-2015, proporcionadas por la Secretaría de Salud para generar gráficas destinadas a analizar los periodos con mayor mortalidad de la enfermedad y generar cartografía de los municipios de Yucatán.

Durante el periodo 2009 – 2015 se registraron un total de 642 muertes causadas por el virus del dengue, las cuales se distribuyen de la siguiente manera.

De los años estudiados en el presente trabajo el 2015 tuvo la menor cantidad de registros de dengue, no obstante, es el año con la mayor cantidad de muertes ocasionadas por el virus, con un total de 107 fallecimientos que representan el 16.66% del total de fallecimientos del periodo 2009-2015 seguido por el año 2011 con 100 fallecimientos (Tabla 3.2). Es importante mencionar que el año 2011 fue el año con la mayor prevalencia por dengue.

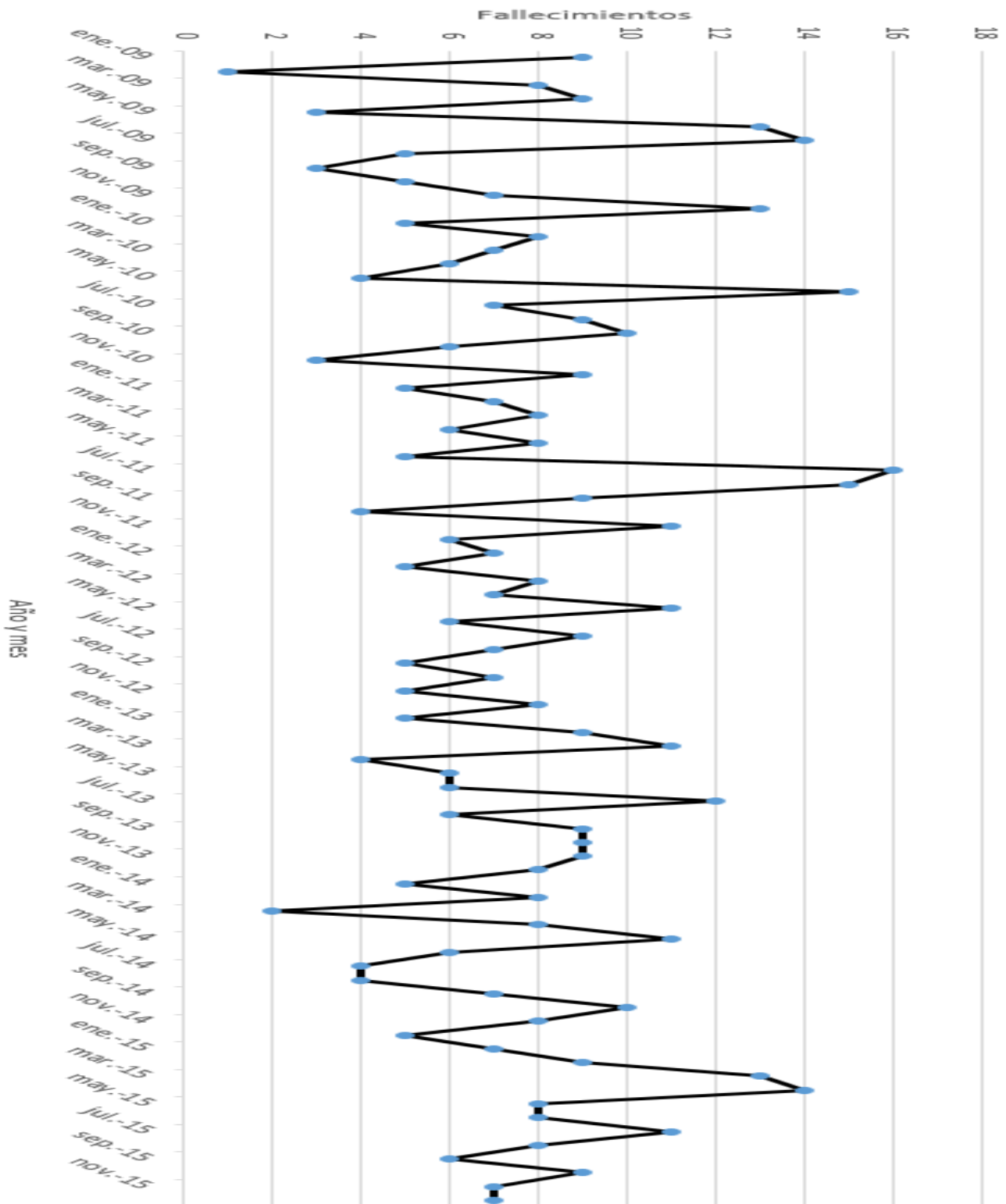


Figura 3.4: Mortalidad por dengue en Yucatán durante los años 2009 - 2015

Fuente: Elaboración propia con base en Secretaría de Salud (2018)

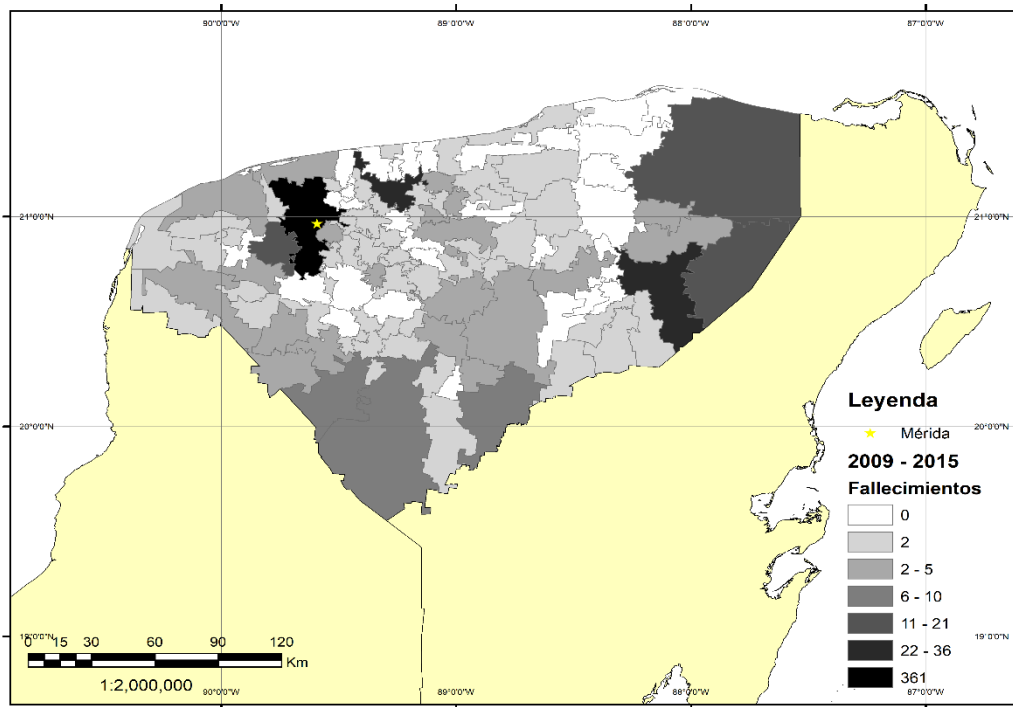


Figura 3.5: Fallecimientos por dengue en Yucatán, periodo 2009 – 2015.  
Fuente: Elaboración propia con base en Secretaria de Salud (2018).

**Tabla 3.3: Municipios con mayor número de defunciones en el periodo 2009 - 2015**

Mérida	361
Valladolid	36
Motul	33
Chemax	21
Tizimín	14
Umán	14
Oxcutzcab	10
Peto	9
Tecax	7
Cantamayec	5

Fuente: Elaboración propia con base en Secretaría de salud (2018)



La distribución espacial de los fallecimientos causados por el virus del dengue en el periodo de 2009 a 2015 es muy similar a la de la prevalencia de la enfermedad, la cual se encuentra dispersa de manera heterogénea y se presenta en los municipios urbanos, como Mérida, Tizimin, Valladolid y Motul y a los municipios adyacentes a éstos, tales como Umán y Progreso, que son municipios vecinos de Mérida y Chemax, vecino de Valladolid y Tizimín (Tabla 3.3).

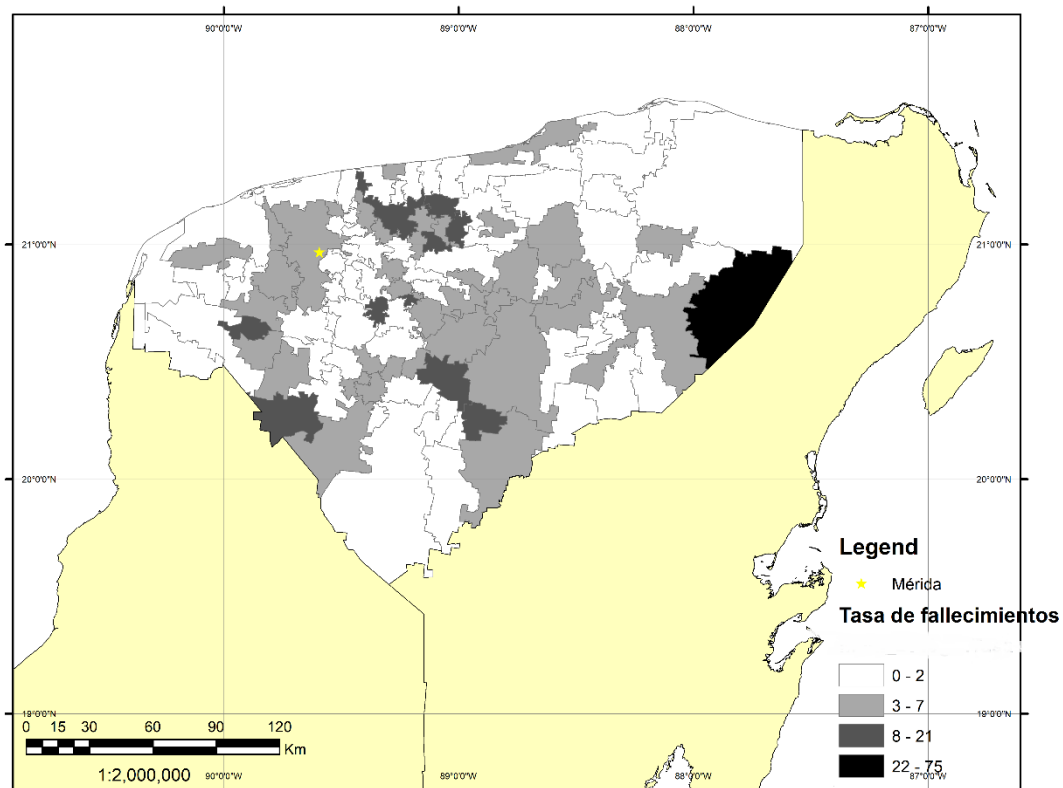


Figura 3.6: Tasa de fallecimientos por dengue en el estado de Yucatán 2009 - 2015  
Fuente: Elaboración propia con base en Secretaria de Salud (2018).

De manera muy similar a los observado en la Figura 3.3 en la Figura 3.6 el municipio con mayor tasa de mortalidad es Chemax. En Mérida y los municipios que rodean a esta entidad la tasa de mortalidad es muy baja debido a la alta cantidad de unidades médicas que se encuentra en la capital, los habitantes infectados pueden

ser tratados en esta entidad, mientras en municipios de escasos recursos la tasa de mortalidad es más alta.

### 3.3 Población afectada por el virus del dengue en Yucatán

#### Grupos por edad y sexo

Las condiciones socioculturales posibilitan la incidencia del virus del dengue entre la población. De acuerdo con Álvarez (2018) las mujeres son especialmente propensas a contraer el virus del dengue debido a que permanecen más tiempo en el hogar.

En el caso de Yucatán esta situación se cumple aunque no significativamente, de los 23,086 casos registrados en el periodo 2009-2016, 11,767 (50.97%) casos corresponden a mujeres y 11,319 (49.03%) casos corresponden a hombres.

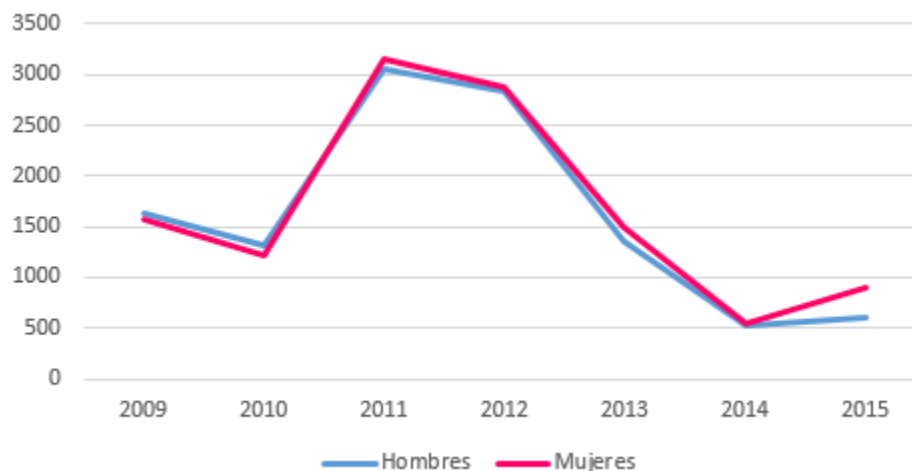


Figura 3.7. Casos de dengue por género en el periodo 2009-2015

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)

No obstante durante los años 2009 y 2010 los casos fueron ligeramente más frecuentes en hombres; durante los siguientes cuatro años fueron más frecuentes las infecciones en mujeres. De acuerdo con INEGI (2010) el 60% de la población económicamente activa es masculina, este hecho podría explicar la mayor proporción de infecciones en mujeres al permanecer en casa.

**Tabla 3.4 Casos de dengue por género en el estado de Yucatán, periodo 2009 - 2015**

<b>Nombre del municipio</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>
Abalá	19	19	38
Acanceh	165	162	327
Akil	15	17	32
Baca	27	29	56
Bokobá	4	9	13
Buctzotz	69	70	139
Cacalchén	15	10	25
Calotmul	11	13	24
Cansahcab	26	16	42
Cantamayec	3	6	9
Celestún	89	119	208
Cenotillo	9	9	18
Chacsinkín	3	7	10
Chankom	6	8	14
Chapab	9	9	18
Chemax	70	75	145
Chichimilá	22	19	41
Chicxulub Pueblo	13	22	35
Chikindzonot	12	15	27
Chocholá	21	24	45
Chumayel	17	15	32
Conkal	29	33	62
Cuncunul	11	13	24
Cuzamá	21	19	40
Dzán	21	28	49
Dzemul	28	25	53
Dzidzantún	15	18	33

Dzilam de Bravo	7	5	12
Dzilam González	30	29	59
Dzítás	20	27	47
Dzoncauich	20	25	45
Espita	34	44	78
Halachó	56	65	121
Hocabá	18	27	45
Hoctún	13	17	30
Homún	52	56	108
Huhí	17	7	24
Hunucmá	123	132	255
Ixil	28	14	42
Izamal	111	108	219
Kanasín	278	307	585
Kantunil	23	32	55
Kaua	3	5	8
Kinchil	40	45	85
Kopomá	10	10	20
Mama	9	6	15
Maní	18	28	46
Maxcanú	109	137	246
Mayapán	12	10	22
Mérida	6094	6420	12514
Mocochá	6	3	9
Motul	186	169	355
Muna	82	85	167
Muxupip	10	6	16
Opichén	10	14	24
Oxkutzcab	138	139	277
Panabá	29	32	61

Peto	113	92	205
Progreso	240	300	540
Quintana Roo	1	4	5
Río Lagartos	9	4	13
Sacalum	14	14	28
Samahil	22	19	41
San Felipe	6	7	13
Sanahcat	6	3	9
Santa Elena	15	15	30
Seyé	38	38	76
Sinanché	25	22	47
Sotuta	17	16	33
Sucilá	25	19	44
Sudzal	8	6	14
Suma	3	6	9
Tahdziú	2	2	4
Tahmek	4	10	14
Teabo	18	10	28
Tecoh	104	74	178
Tekal de Venegas	23	18	41
Tekantó	31	23	54
Tekax	92	116	208
Tekit	30	36	66
Tekom	15	11	26
Telchac Pueblo	23	29	52
Telchac Puerto	7	10	17
Temax	18	22	40
Temozón	50	42	92
Tepakán	1	1	2
Tetiz	26	10	36

Teya	13	8	21
Ticul	335	345	680
Timucuy	28	34	62
Tinum	123	96	219
Tixcacalcupul	9	11	20
Tixkokob	33	42	75
Tixmehuac	9	11	20
Tixpéhual	7	14	21
Tizimín	387	342	729
Tunkás	15	18	33
Tzucacab	50	54	104
Uayma	19	21	40
Ucú	33	41	74
Umán	285	292	577
Valladolid	593	577	1170
Xocchel	10	8	18
Yaxcabá	25	40	65
Yaxkukul	11	7	18
Yobaín	12	14	26

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)

La distribución geográfica de la prevalencia por dengue tanto en hombres como en mujeres continúa con los patrones mostrados en la Figura 3.2. La proporción de género de la prevalencia por dengue es muy similar en todos los municipios, no obstante, tal como se observa en la Tabla 3.4, la prevalencia es mayor en el género femenino en los municipios más afectados por la enfermedad, tales como Mérida, Tizimín y Valladolid, pero no de manera significativa.

La estructura sociocultural que aún existe en el país, propicia que las mujeres se queden en casa a realizar labores domésticas, mientras que los hombres laboran fuera de casa (Álvarez, 2018). Es conveniente recordar que de acuerdo con la OMS (2009): *“Las etapas inmaduras (del Aedes Aegypti) se encuentran en hábitats*

*cubiertos de agua, principalmente en recipientes artificiales estrechamente asociados con viviendas humanas y, a menudo, bajo techo. Los estudios sugieren que la mayoría de las hembras de Ae. aegypti pasan su período de vida en las casas o alrededor de ellas donde emergen como adultos.”*

Los principales grupos de edad afectados por el dengue, son aquellos que van desde los 10 a los 24 años, con énfasis en la población de entre 15 y 19, este grupo es el más afectado en todos los años, debido a que es el grupo de edad más numeroso (INEGI, 2015).

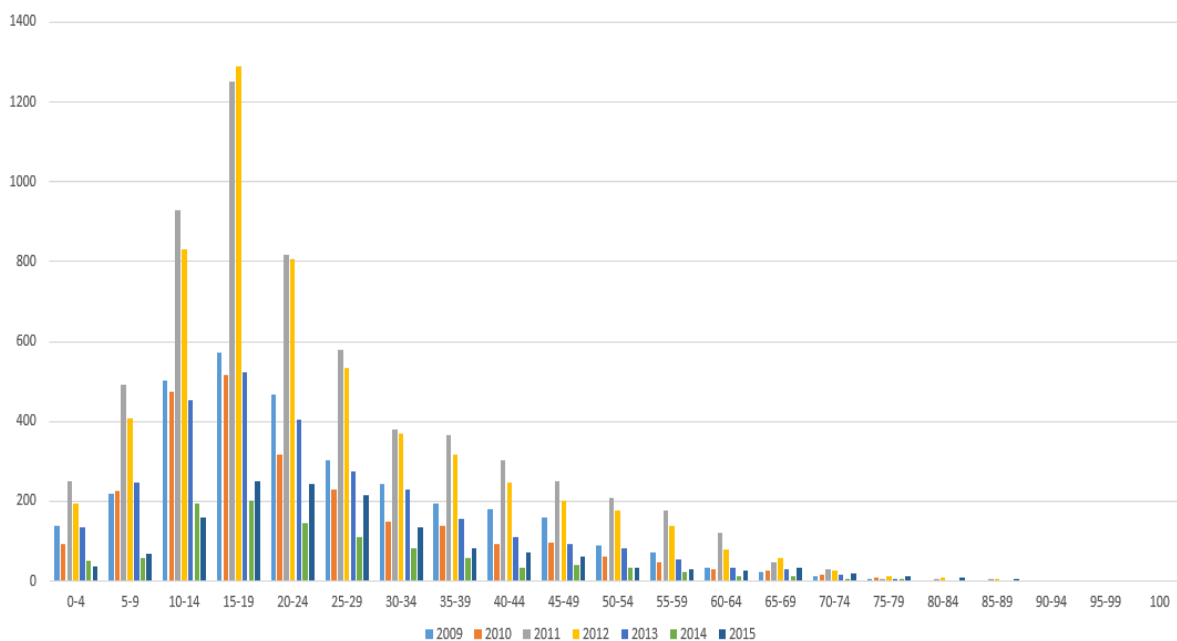


Figura 3.8: Casos de dengue por grupo de edad en el estado de Yucatán. Periodo 2009-2015

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)

En todos los años se observa un patrón similar en el número de enfermos de cada grupo de edad, siendo siempre el grupo de edad más afectado el de 15 a 19 años.

La prevalencia del dengue en el estado de Yucatán durante el periodo de 2009 a 2015 es mayor en el sexo femenino, con una diferencia de 1.97% con respecto al sexo masculino, este patrón general se repite en cada año del periodo estudiado en el presente trabajo.

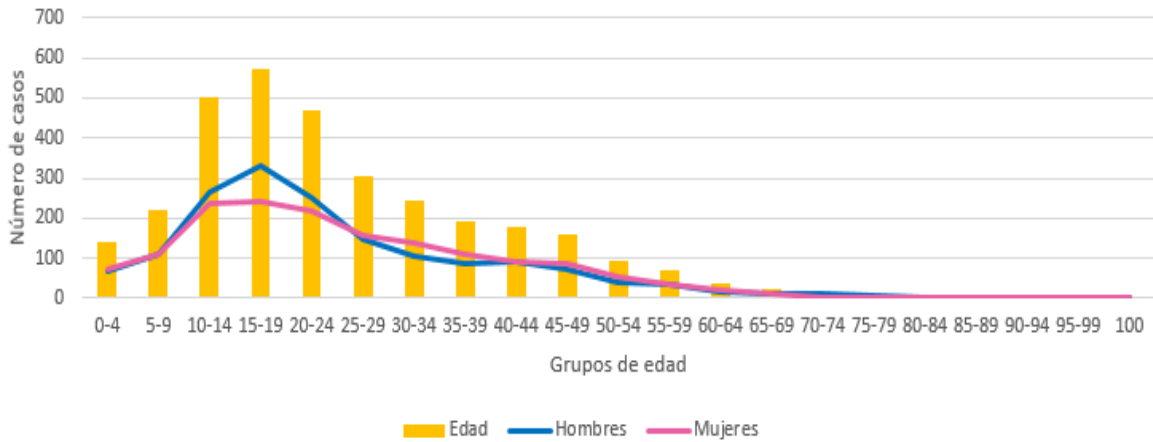


Figura 3.9. Casos de dengue en el estado de Yucatán Yucatán por grupos de edad y sexo en el año 2009

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)

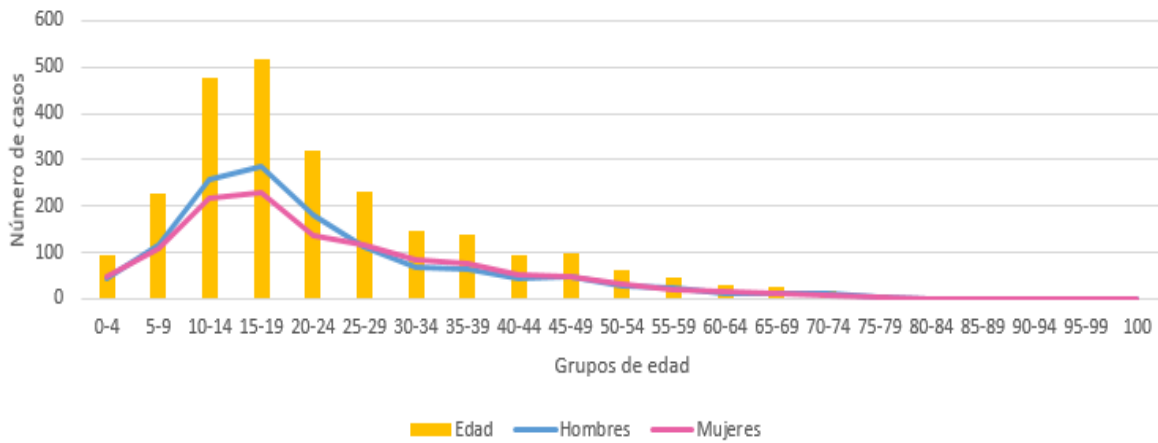


Figura 3.10 Casos de dengue en el estado Yucatán por grupos de edad y sexo en el año 2010

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)



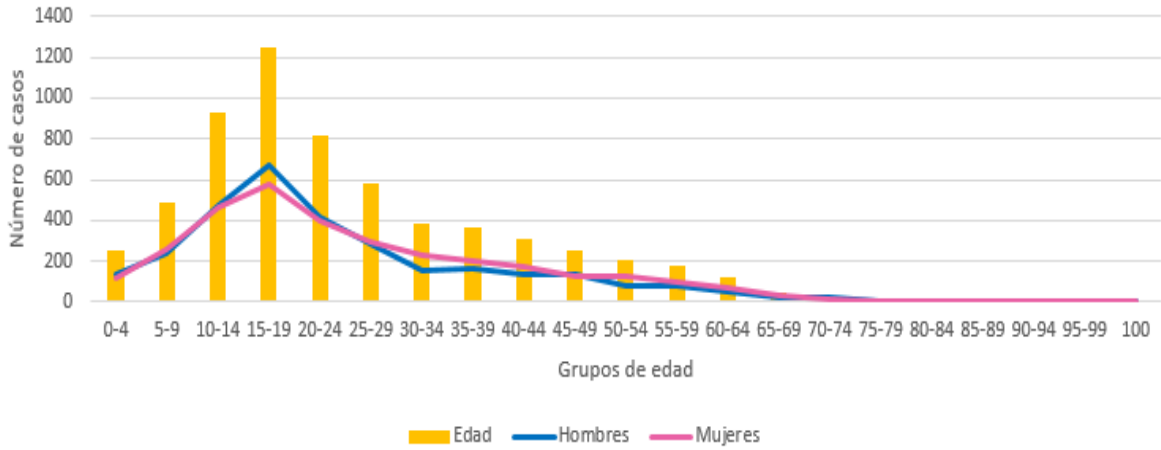


Figura 3.11. Casos de dengue en el estado de Yucatán por grupos de edad y sexo en el año 2011

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)

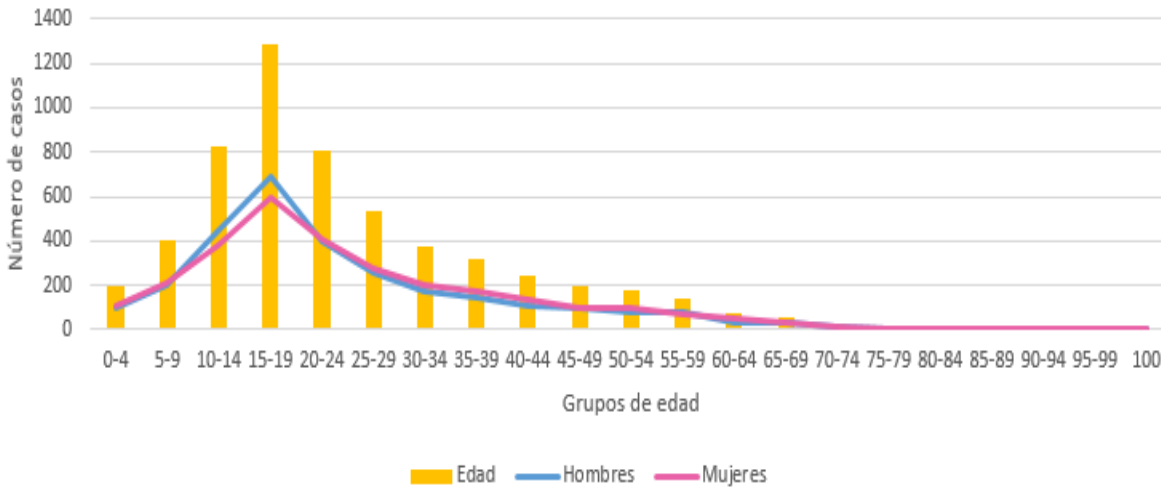


Figura 3.12 Casos de dengue en el estado Yucatán por grupo de edad y sexo en el año 2012

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)

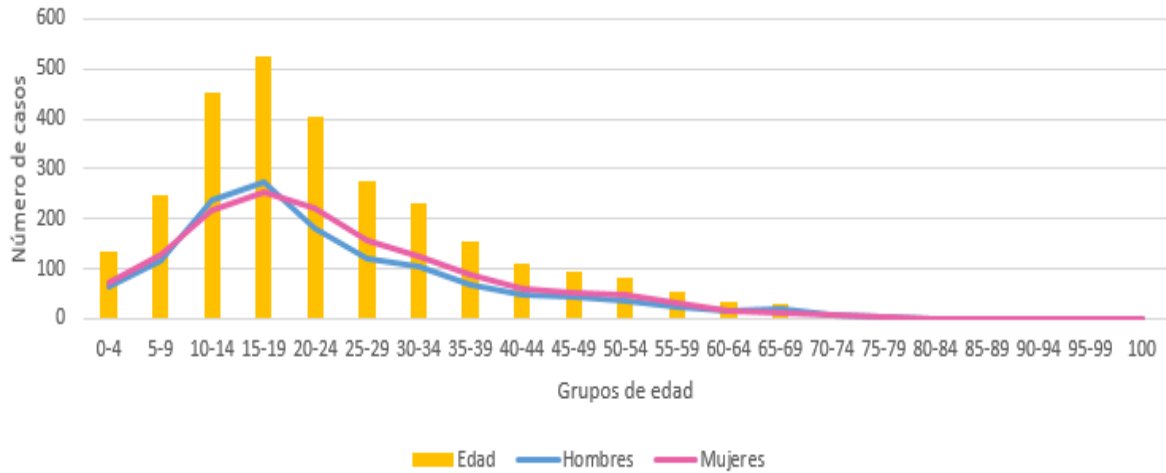


Figura 3.13 Casos de dengue en el estado de Yucatán por grupo de edad y sexo en el año 2013

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)

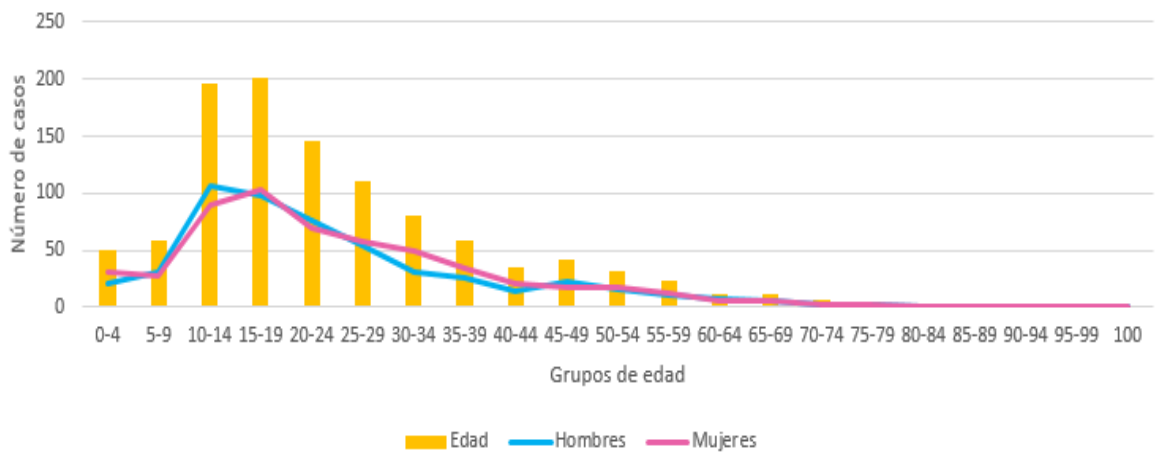


Figura 3.14 Casos de dengue en el estado Yucatán por grupo de edad y sexo en el año 2014

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)

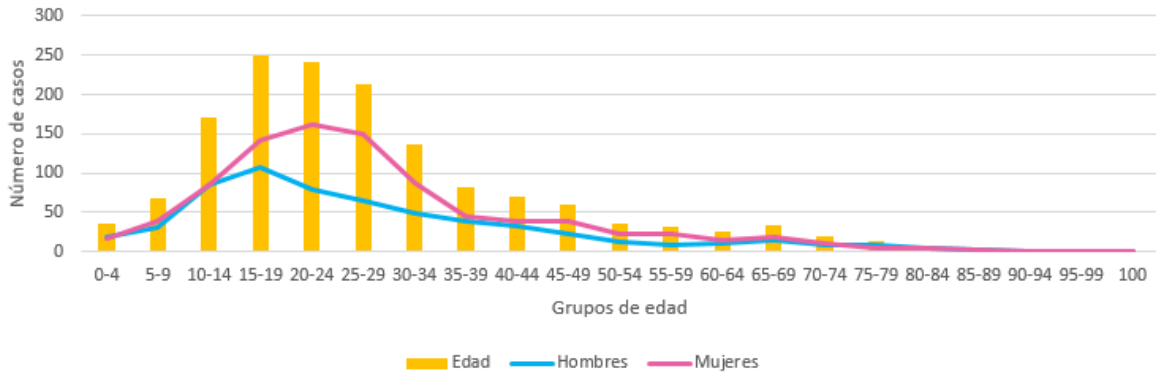


Figura 3.15 Casos de dengue en el estado de Yucatán por grupos de edad y sexo en el año 2015

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)

### 3.4 Relación del dengue en Yucatán con el clima

A lo largo del presente trabajo se ha mencionado la relación de las infecciones por dengue con múltiples factores sociales. No obstante, dicha enfermedad tiene una relación estrecha con los elementos físico-geográficos, en especial con los climáticos.

De acuerdo con la OMS (2009) los principales elementos climáticos que limitan o propician la reproducción y supervivencia del vector del dengue, el mosquito *Aedes Aegypti*, son la precipitación y la temperatura.

Las estaciones meteorológicas seleccionadas para la realización del presente trabajo son aquellas que han registrado los datos del periodo 2009-2015 de manera ininterrumpida, como se había explicado anteriormente. Como es posible apreciar en la figura 3.16, las estaciones meteorológicas seleccionadas no están distribuidas de manera proporcional en el estado, esto se debe a que la mayoría de las estaciones meteorológicas no cuentan con datos consistentes. Hay estaciones que tienen que carecen de información durante largos periodos y por lo tanto no es posible usarlas en el presente trabajo.

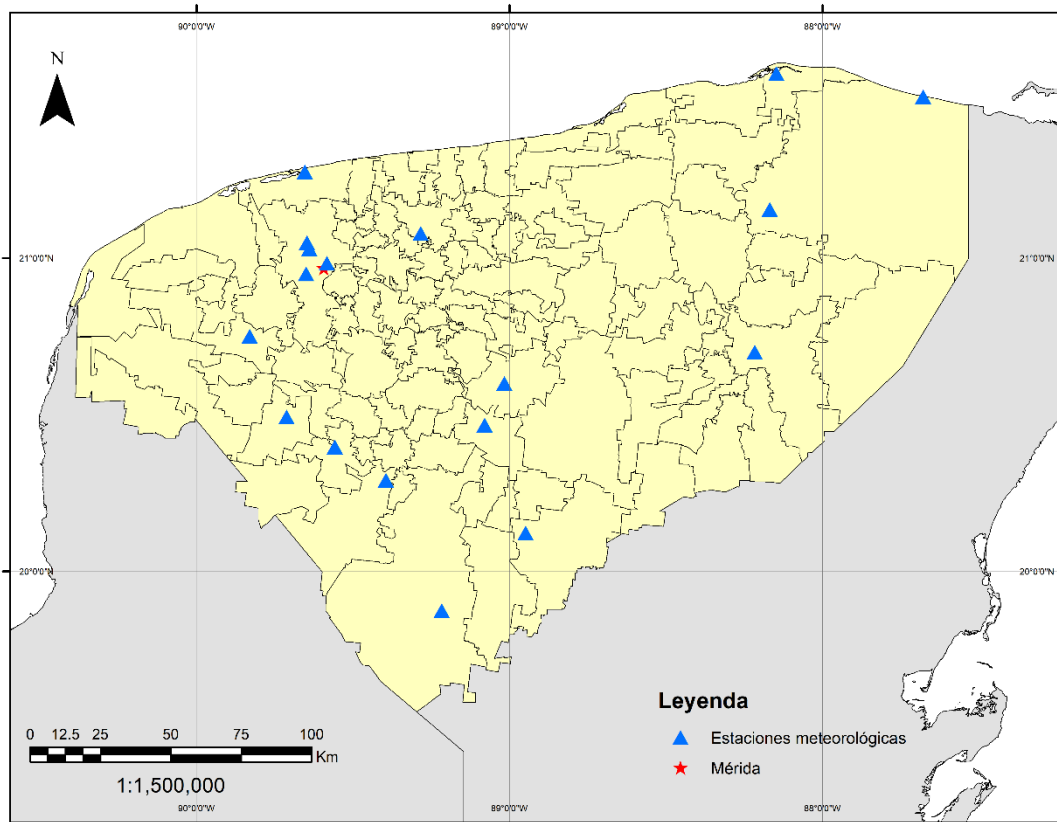


Figura 3.16. Estaciones meteorológicas (temperatura y precipitación) utilizadas. Fuente: Elaboración propia con base en SMN (2019)

### 3.4.1. Relación entre temperatura y morbilidad por dengue

El estado de Yucatán se caracteriza por la homogeneidad de su altitud, que en ningún punto sobrepasa los 400msnm. Aun contando con este relieve uniforme, el estado de Yucatán posee diversos climas, que en su mayoría pertenecen a la categoría de climas húmedos de la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García (2005), a excepción del noroeste del estado en donde existen climas secos.

De acuerdo con Vidal (2005) la insolación que recibe el estado es muy alta y no se llegan a notar diferencias sustanciales de temperatura entre cada estación del año, incluso en la parte más continental. La temperatura promedio del estado es de 26°C, los meses de abril a septiembre son muy cálidos con temperaturas promedio de

entre 22 y 26°C, mientras los meses más fríos son enero y febrero con temperaturas medias al rededor de los 22°C (Figuras 3.18 y 3.19). La oscilación de la temperatura anual es poca, ya que el promedio del mes más cálido y el más frío tienen una diferencia aproximada de 5°C. Como se ha mencionado a lo largo del presente trabajo, las temperaturas características del estado son adecuadas para el vector del dengue debido ya que sobrevive entre los 15 a 40°C tanto máximas como mínimas se mantienen dentro de este rango (Hoyos, 2011).

Debido a que una de las limitantes climatológicas del dengue es la temperatura se generaron gráficas en las que se correlacionan la prevalencia de los casos con la temperatura mensual mínima promedio (Figura 3.17), durante ningún mes del periodo estudiado, la temperatura promedio mínimo fue menor a 14°C (la temperatura mínima ideal del vector), está implícito que la temperatura de Yucatán es ideal para la reproducción y supervivencia del vector.

Del periodo estudiado, el año más frío fue el año 2010, con una temperatura mínima promedio de 19.2°C, mientras el más cálido fue el 2015, con una temperatura mínima promedio de 21.3°C. En ningún mes del periodo estudiado en el presente trabajo la temperatura mínima promedio fue menor a los 14°C (Fig. 3.17 y mapas 3.18 y 3.19). La temperatura del estado de Yucatán es ideal para la reproducción y supervivencia del mosquito *Aedes Aegypti*. En la figura 3.17 se observa que la línea que representa las temperaturas se mantiene en valores similares a lo largo de los meses con un ligero descenso a inicios y a finales de año, no obstante, las líneas que representan la prevalencia del dengue varían estacionalmente. Es posible concluir que la temperatura constante del estado, que en ningún mes está por debajo de los 15°C permite la reproducción y supervivencia de vector, sin embargo, el carácter estacional de la enfermedad sugiere que el elemento limitante o desencadenante de la enfermedad es otro.

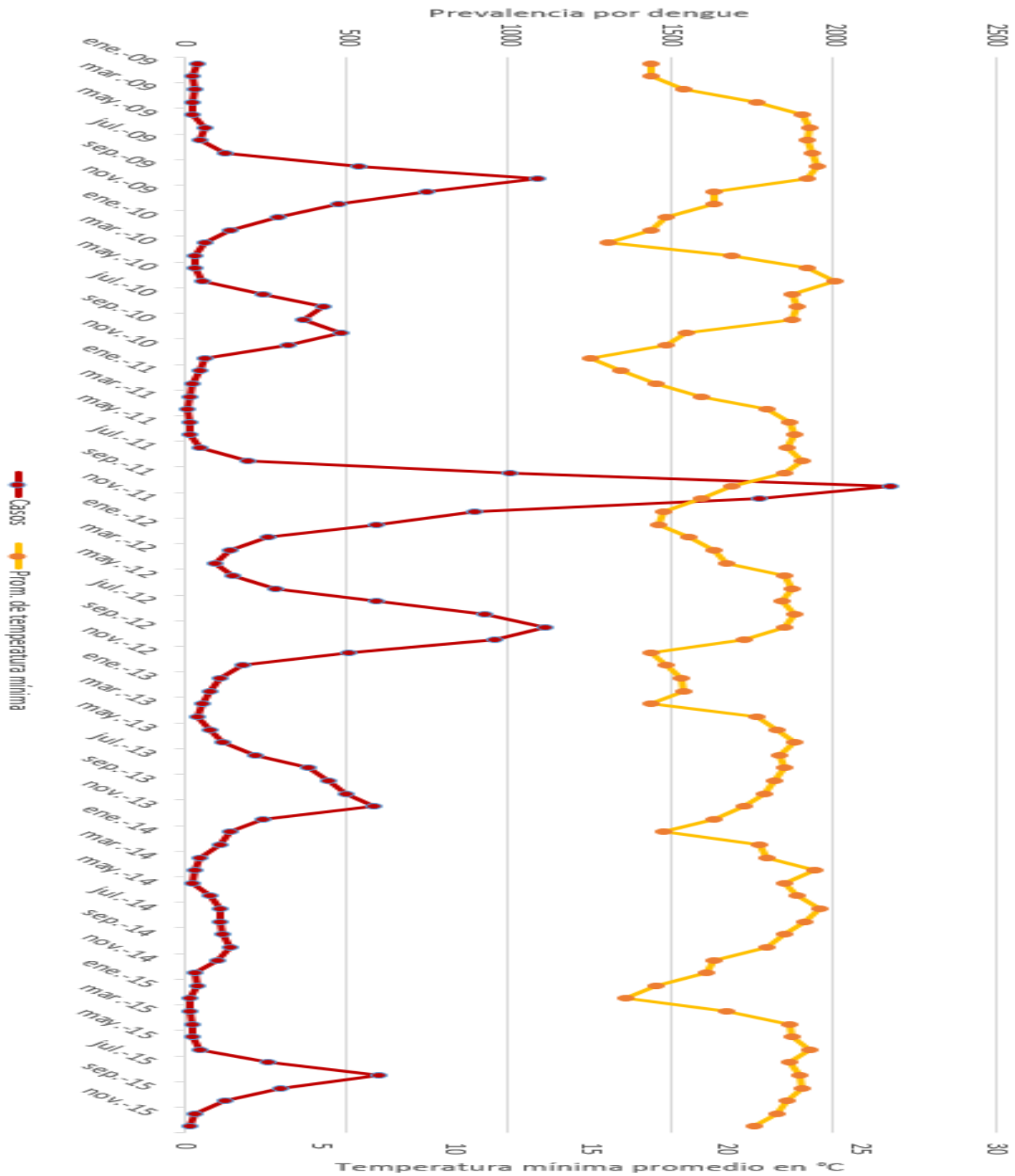


Figura 3.17. Relación entre la prevalencia del dengue y la temperatura mínima promedio mensual, en el estado de Yucatán (2009-2015)

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018) y SMN (2018)

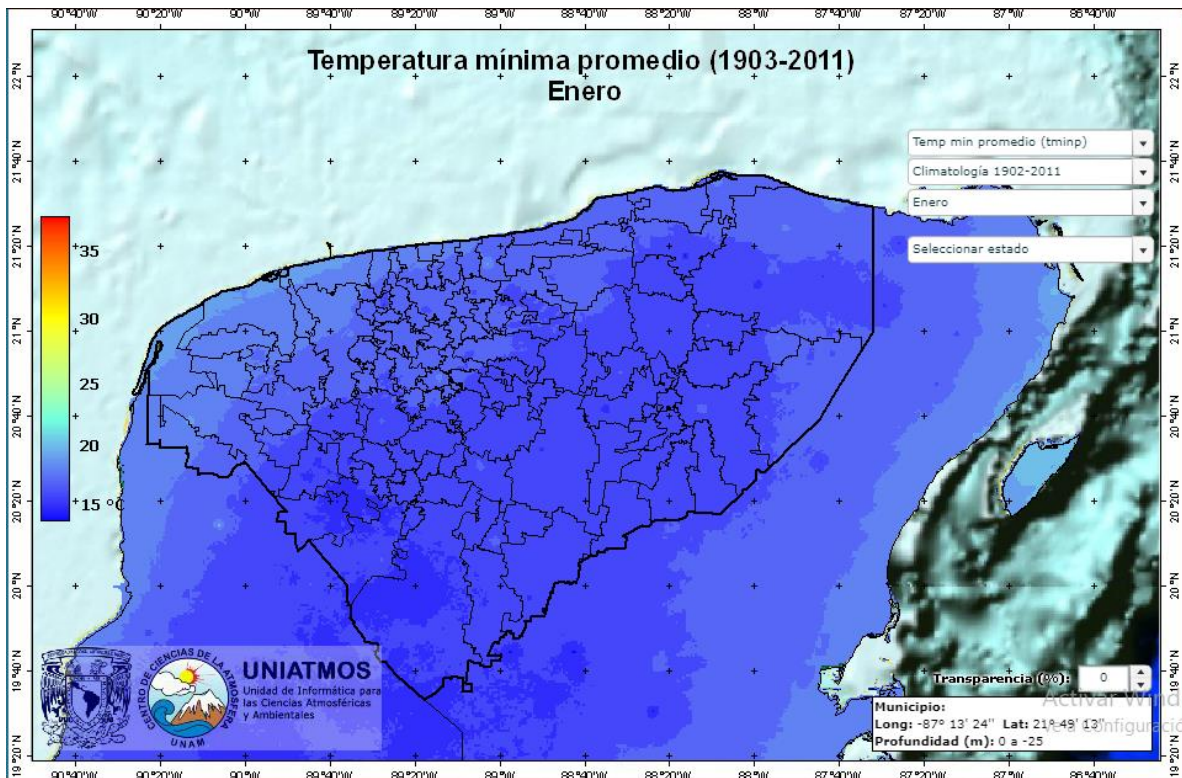


Figura 3.18: Temperatura mínima promedio del estado de Yucatán durante el mes de enero (1903-2011)

Fuente:CCA (2014)

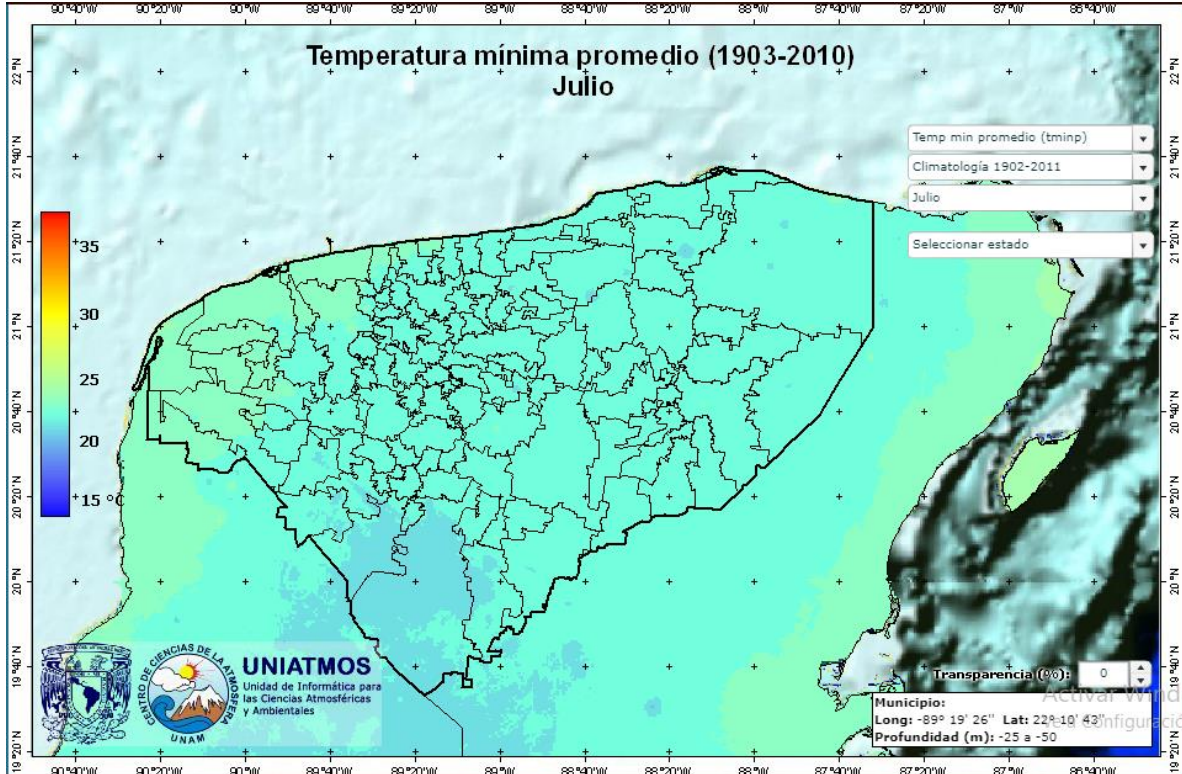


Figura 3.19: Temperatura mínima promedio del estado de Yucatán durante el mes de julio (1903-2011)

Fuente: CCA (2014)

### 3.4.2. Relación entre precipitación y morbilidad por dengue

De acuerdo con la OMS (2009) los huevecillos del *Aedes Aegypti* pueden mantenerse viables durante varios meses sin presencia de agua, no obstante, para que éstos eclosionen y posteriormente las larvas alcancen su etapa adulta necesitan habitar en un medio acuoso, por lo que la precipitación juega un papel sumamente importante.

Debido a la ubicación geográfica de la península de Yucatán, los vientos alisios definen la época de lluvias, en especial durante las estaciones cálidas, ya que generan un desplazamiento de la celda Bermuda-Azores hacia el norte, por lo tanto los vientos alisios recorren mayor superficie del océano atlántico y recogen mayor humedad. Esta humedad descarga sobre la península de Yucatán, sin embargo,



debido a la escasa altitud no favorece el ascenso orográfico y se alternan días lluviosos y días secos (Vidal, 2005).

Durante verano y parte de otoño se generan ciclones tropicales en los mares Caribe y de Las Antillas, estos ciclones se desplazan al sureste, quedando la península de Yucatán a su paso, por este motivo la precipitación en el estado puede ser variable, ya que los ciclones son eventos aleatorios que varían en cantidad anual, intensidad, duración y trayectoria. Hacia el noroeste del estado la precipitación disminuye considerablemente debido a que durante el verano los vientos dominantes soplan de manera paralela a la costa, lo cual produce un efecto de corriente en chorro que hace que los vientos continentales soplen hacia afuera del continente por lo tanto la humedad sale también (Vidal, 2005).

La estacionalidad de las lluvias está bien definida en el estado de Yucatan, de mayo a octubre se presentan lluvias regulares con precipitación abundante (más de 60 mm al mes). El mes más lluvioso es septiembre con precipitaciones de hasta 200 mm por influencia de los ciclones. Los meses más secos abarcan la temporada de noviembre a abril, con una precipitación menor a los 60mm mensuales, incluso con la influencia de los *nortes*. Los nortes son masas de aire frío provenientes de Canadá y Estados Unidos, que durante diciembre se desplazan hacia el sur acarreando humedad y calentándose paulatinamente, cuando estas masas de aire llegan a Yucatán es posible que precipiten, incrementando las lluvias invernales en la península. Los meses más secos son febrero, marzo y abril, cuando se registran 16 mm de precipitación mensuales en el noroeste del estado.

La estacionalidad de la enfermedad es clara y está relacionada con la lluvia como es posible observar en la Figura 3.20, 3.21 y 3.22. Los casos de dengue aumentan a raíz de las temporadas de lluvia, en especial durante los meses de agosto y septiembre. Es importante mencionar que según CDC (Centers for Disease Control and Prevention, 2017) los mosquitos alcanzan su fase adulta aproximadamente 10 días después de la eclosión del huevecillo, es decir, los mosquitos no comenzarán a propagar la enfermedad de manera simultánea al comienzo de las lluvias, sino días después cuando éstos han alcanzado su etapa adulta, no obstante, la

esperanza de vida de un mosquito hembra es de entre 10 días y un mes, se infiere que incluso en periodos sin lluvias existirán mosquitos que extiendan la enfermedad. Sin embargo en los periodos de lluvias la población de mosquitos será mayor.

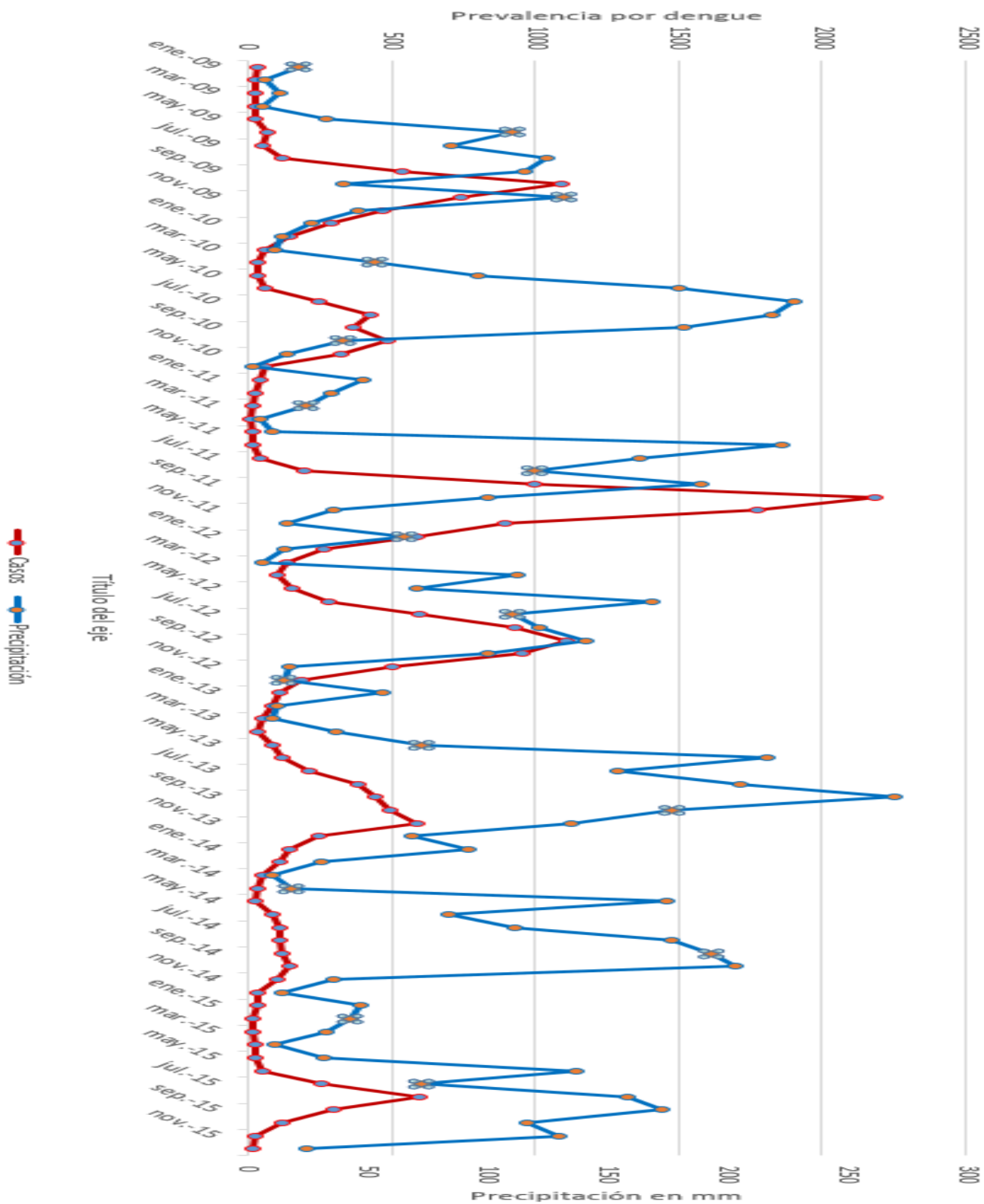


Figura 3.20. Relación entre la prevalencia del dengue y precipitación mensual, en el estado de Yucatán (2009-2015)

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018) y SMN (2018)

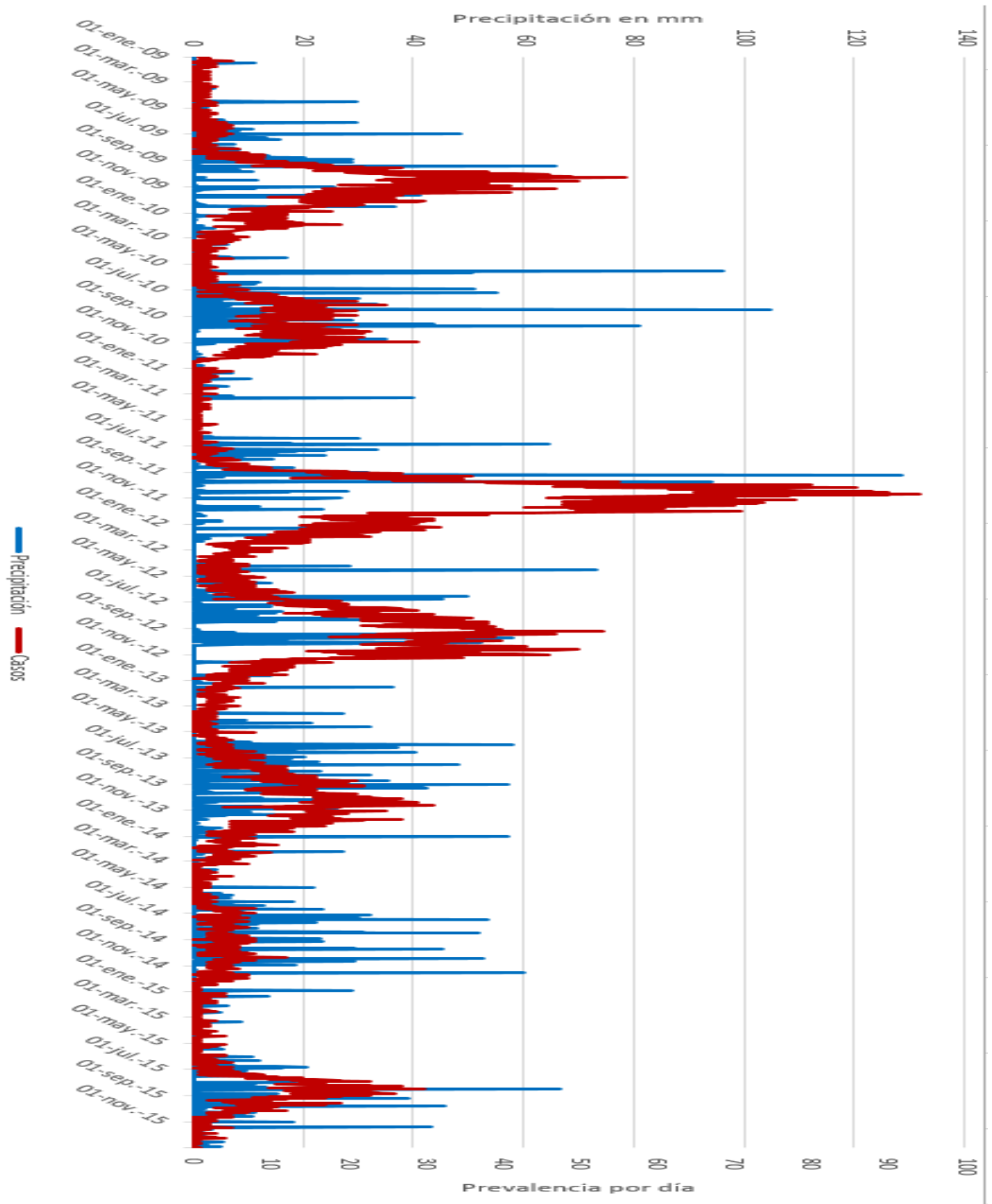


Figura 3.21.. Relación entre la prevalencia del dengue y precipitación diaria, en el estado de Yucatán (2009-2015)

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018) y SMN (2018)

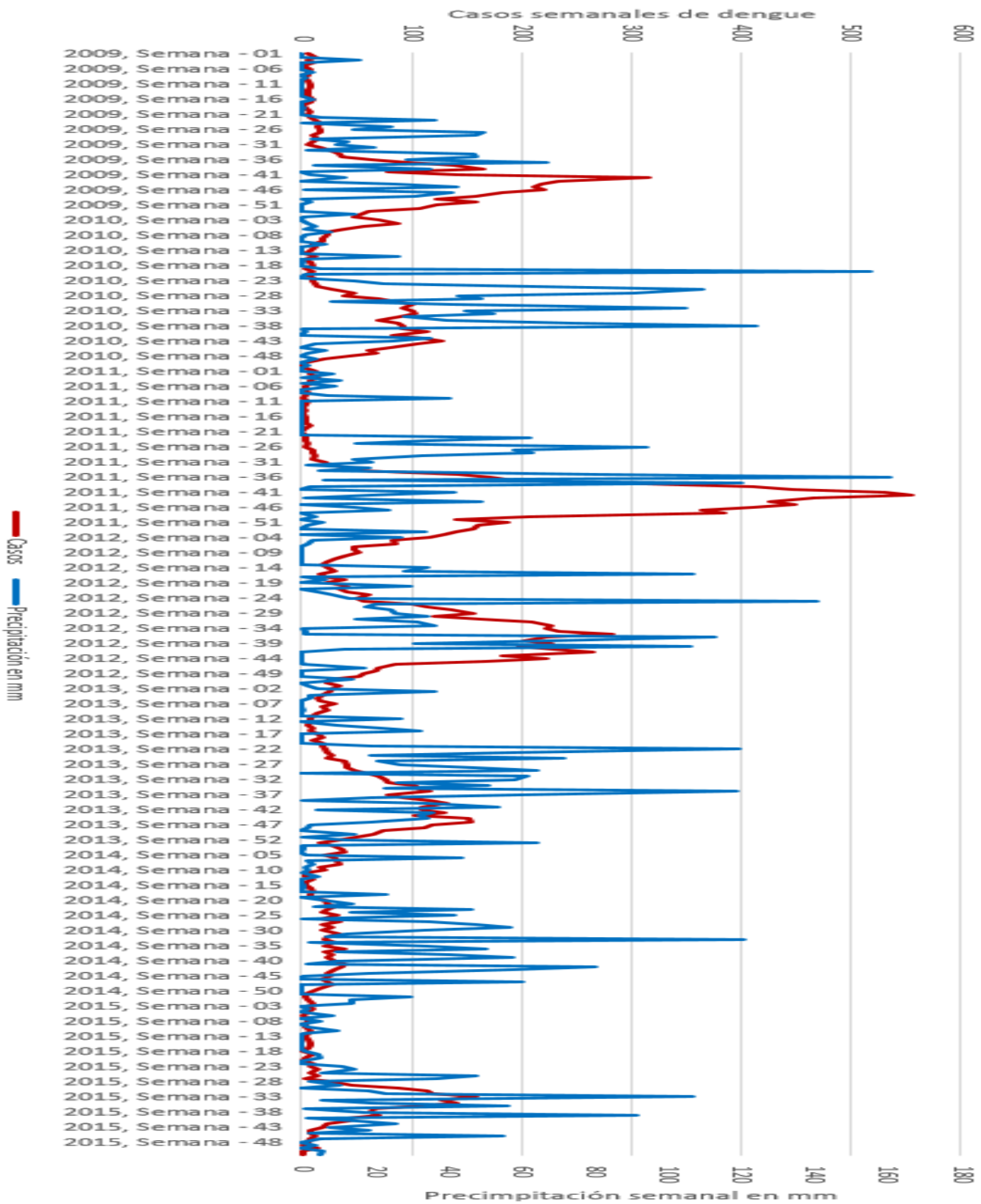


Figura 3.22: Relación entre la prevalencia del dengue y precipitación semanal, en el estado de Yucatán (2009-2015)

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018) y SMN (2018)

Para comprobar la correlación entre la precipitación y la incidencia del dengue, se realizó un tratamiento estadístico correlacional a los datos de prevalencia por dengue y a los datos meteorológicos.

Se usó el coeficiente de correlación de Pearson para cuantificar la relación entre los datos de precipitación y la prevalencia semanal por dengue. De acuerdo con Elorza (2008) el coeficiente de correlación de Pearson representa la magnitud de la relación entre dos variables aleatorias.

$$\rho_{X,Y} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X\sigma_Y} = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X\sigma_Y},$$

Donde:

- $\delta_{XY}$ : Es la covarianza de XY.
- $\delta_X$ = Es la desviación estándar de la variable X.
- $\delta_Y$ = Es la desviación estándar de la variable Y.

Del coeficiente de correlación Pearson se obtiene un resultado de entre -1 y 1, del que se interpreta lo siguiente:

**Tabla 3.5: Interpretación de resultados de coeficiente de correlación de Pearson**

De $\pm 0.96$ a $\pm 1.0$ (correlación perfecta)
De $\pm 0.85$ a $\pm 0.95$ (correlación fuerte)
De $\pm 0.70$ a $\pm 0.84$ (correlación significativa)
De $\pm 0.50$ a $\pm 0.69$ (correlación moderada)
De $\pm 0.20$ a $\pm 0.49$ (correlación débil)
De $\pm 0.10$ a $\pm 0.19$ (correlación muy débil)
De $\pm 0.09$ a $\pm 0.00$ (correlación nula o inexistente)

Fuente: Elorza (2008)

Se realizó el coeficiente de correlación de Pearson entre la precipitación semanal y la prevalencia semanal por dengue de todo el periodo 2009-2015 en tres estaciones meteorológicas representativas de cada régimen pluviométrico en el estado (Figura

3.16) con un retraso de cero, una, dos, tres, cuatro y cinco semanas, tomando cuenta el ciclo de vida del *Aedes Aegypti*, desde que el huevecillo eclosiona después de las lluvias hasta que llega a su etapa adulta en un aproximado de siete días y su periodo de vida como adulto, que es de alrededor de un mes (CC, 2017).

Las estaciones elegidas son el Observatorio Meteorológico de Mérida, el Observatorio meteorológico de Progreso y la estación meteorológica de Valladolid, debido a que están asociadas con una gran cantidad de población y registran datos meteorológicos de manera ininterrumpida.

Usando la Tabla 3.5 para interpretar los datos de la Tabla 3.6 es posible afirmar que en el caso de Mérida con un régimen de lluvias de verano con un porcentaje de lluvia invernal de ente 5 y 10, la precipitación tiene una correlación nula con la prevalencia por dengue en la semana en la que ésta se produce, no obstante, la correlación aumenta cuando la correlación se hace con dos o más semanas de retraso, sin embargo la correlación es débil.

**Tabla. 3.6 Resultados de la correlación entre dengue y precipitación en el Observatorio Meteorológico de Mérida.**

Sin retraso	0.1297
Retraso de una semana	0.1609
Retraso de dos semanas	0.2108
Retraso de tres semanas	0.2442
Retraso de cuatro semanas	0.2878
Retraso de cinco semanas	0.2916

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018) y SMN (2018)

En el caso de Valladolid (Tabla 3.7) la correlación entre la prevalencia del dengue y la precipitación siempre es muy débil, sin embargo, ésta se incrementa conforme el retraso es mayor. Este hecho puede explicarse debido a que a diferencia de Mérida, en Valladolid no se registran casos de dengue todos los días y la cantidad de precipitación anual es similar a la de Mérida.

**Tabla. 3.7 Resultados de la correlación entre dengue y precipitación en el Observatorio Meteorológico de Valladolid.**

Sin retraso	0.1127
Retraso de una semana	0.1472
Retraso de dos semanas	0.1265
Retraso de tres semanas	0.1393
Retraso de cuatro semanas	0.1456
Retraso de cinco semanas	0.1552

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018) y SMN (2018)

En el caso de Progreso sus características climáticas son diferentes a las de Mérida y Valladolid. El litoral noroccidental del estado, donde está ubicado Progreso, tiene una clima seco BS, mientras en el occidente del estado predominan los climas Aw (húmedo con lluvias en verano) y en el oriente Ax'(w) (húmedo con régimen de lluvias intermedio).

Los resultados entre la correlación y la prevalencia por dengue y la precipitación en el municipio de Progreso son similares a los de Mérida y Valladolid, la correlación en la semana en la que la precipitación se presenta es menor, y conforme se aplica el retraso la correlación aumenta, sin embargo, la correlación siempre es muy débil.

**Tabla. 3.8 Resultados de la correlación entre dengue y precipitación en el Observatorio Meteorológico de Progreso.**

Sin retraso	0.1772
Retraso de una semana	0.1443
Retraso de dos semanas	0.1106
Retraso de tres semanas	0.1488
Retraso de cuatro semanas	0.1845
Retraso de cinco semanas	0.1934

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018) y SMN (2018)



Lu (2019) obtuvo resultados similares a los obtenidos en este trabajo durante la primera semana, no obstante, en las semanas posteriores la correlación se intensifica (aunque sigue siendo débil).

De acuerdo con Lu, (2009) la precipitación incrementa el número de criaderos de mosquitos generando charcos, sin embargo, los principales criaderos de mosquitos se forman en contenedores llenados a mano (toneles, cubetas, cisternas, tanques de agua), por lo que la abundancia del vector *Aedes Aegypti*, puede llegar a ser independiente de la precipitación, este hecho explica la débil correlación entre la prevalencia por dengue y la precipitación e indica que la prevalencia está estrechamente relacionada con el tamaño y la densidad de población. Las lluvias intensas y los ciclones pueden destruir los criaderos de las larvas e incluso expulsarlos de los contenedores ocasionando su muerte, no obstante, después de estos fenómenos meteorológicos los criaderos pueden volver a formarse.

La precipitación en el estado de Yucatán, independientemente del régimen de lluvias, tiene una correlación débil con la prevalencia del virus del dengue, sin embargo, ésta es indispensable para la reproducción del vector debido a que genera criaderos.

La estacionalidad de la enfermedad es clara, ésta coincide con la temporada de lluvias en el estado de Yucatán, sin embargo, se presentan anomalías en épocas lluviosas de algunos años, en las que la prevalencia por dengue aumenta bruscamente en ciertos días, y a finales e inicios de algunos años, en los que la prevalencia es muy alta para una época poco lluviosa.

Estas anomalías se identificaron con el uso de la desviación estándar y posteriormente se analizó si dichas anomalías coinciden con fenómenos meteorológicos.

Para identificar estas anomalías se obtuvo el promedio de los casos de dengue por semana y se obtuvo la desviación estándar, aquellas semanas en las que el número de casos por dengue supera el promedio más dos o más desviaciones estándar son consideradas anómalas.

El promedio de los casos por dengue por semana del periodo 2009-2015 es de 63.21, mientras la desviación estándar es de 89.59. Esto significa que la mayoría de las semanas tienen un número de casos alrededor del promedio (entre 0 y 159). Dicho lo anterior, las semanas con más de 241 casos de dengue son consideradas como semanas anómalas, debido a que superan el promedio por más dos desviaciones estándar ( $69.59+89.59+89.59= 241$ ). 14 semanas del periodo 2009 – 2015 cumplen con la condición para ser anómalas, se alistan a continuación.

**Tabla 3.9: Semanas del periodo 2009 – 2015 con casos de dengue mayores al promedio más dos desviaciones estándar**

Fecha	Fenómeno asociado	Casos de dengue
30 de noviembre a 6 de diciembre de 2009	Huracán Ida	317
19 de septiembre a 25 de septiembre de 2011	Lluvias de temporada	281
26 de septiembre a 2 de octubre de 2011	Lluvias de temporada	412
3 de octubre a 9 de octubre de 2011	Lluvias de temporada	448
10 de octubre a 16 de octubre de 2011	Lluvias de temporada	531
17 de octubre a 23 de octubre de 2011	Lluvias de temporada	556
24 de octubre a 30 de octubre de 2011	Huracán Rina	467
31 de octubre a 6 de octubre de 2011	Huracán Rina	427

7 de noviembre a 13 de noviembre de 2011	Huracán Rina	449
14 de noviembre a 20 de noviembre de 2011	Huracán Rina	412
21 de noviembre a 26 de noviembre de 2011	Huracán Rina	365
28 de noviembre a 4 de diciembre de 2011	Huracán Rina	385
3 de septiembre a 9 de septiembre de 2012	Lluvias de temporada	283
15 de octubre a 21 de octubre de 2012	Lluvias de temporada	264

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2018)

En el año 2009 únicamente la semana del 30 de noviembre al 6 de diciembre cuenta con más de 241 registros de dengue con 317 registros, esta es la semana con mayor cantidad de casos por dengue registrados este año. Este brote de dengue ocurre tres semanas después del paso del huracán Ida por la península de Yucatán. Ida fue el único huracán atlántico que afectó a la península de Yucatán en el año 2009, se reportaron lluvias máximas puntuales de 98 mm en 24 horas en Mérida el día 7 de noviembre (Comisión Nacional del Agua, 2012). De acuerdo con Lu (2008), las tormentas fuertes o ciclones tropicales destruyen los criaderos de mosquitos al expulsar las larvas fuera de éstos, sin embargo, el agua que queda en los contenedores, charcos y techos de edificios después de los fenómenos meteorológicos se convierten en criaderos potenciales. El huracán Ida explica el hecho de que durante esta semana la prevalencia del dengue haya sido tan alta.

En el año 2011 se presentan 11 semanas anómalas continuas, desde el 19 de septiembre al 4 de diciembre. Este hecho es explicado debido a que durante el mes de septiembre, se registraron las tres semanas más lluviosas del año. Dos semanas antes del comienzo del brote de dengue, la semana del 29 de agosto al 6 de septiembre fue la tercera semana más lluviosa del año con 81mm de precipitación, durante la semana del 5 al 11 de septiembre se registró la semana más lluviosa del año con 161mm de precipitación, dos semanas después, durante la semana del 19 al 25 de septiembre se registró la segunda semana más lluviosa del año con 119mm de precipitación. Durante estas semanas de lluvia exacerbada se registraron 1672 casos de dengue (Comisión Nacional del Agua, 2012)

El año 2011 fue el tercer año en el que se generó mayor actividad ciclónica en el Océano Atlántico en el periodo 1966 – 2011, se formaron 18 ciclones con nombre, de los cuales dos afectaron al estado de Yucatán, Arlene y Rina. No obstante, Arlene se formó el 28 de junio, tres meses antes de que empezara el brote del 2011.

Rina se formó el 23 de octubre, y generó precipitaciones moderadas y fuertes, se estima que para el 27 de octubre se acumularon 234 mm de precipitación en Mérida, Rina se debilitó a un sistema de baja presión el 28 octubre. (Comisión Nacional del Agua, 2012). Es posible que el huracán Rina haya incidido directamente en el brote de dengue ocurrido en las semanas posteriores a su paso, se registraron 556 casos de dengue en la semana en la que el huracán se formó, 467 en la siguiente, 427, 449, 412, 365 y 385 en las posteriores, siendo esta época en la que mayor incidencia de casos por dengue se reporta en este año y en todo el periodo de 2009 - 2015. Es importante recordar que el ciclo de vida de los mosquitos es de aproximadamente 5 semanas, contando a partir del depósito del huevecillo en un medio acuoso hasta su muerte natural (CDC, 2017), por lo que los mosquitos están activos semanas después de las lluvias.

Las intensas lluvias de septiembre aunadas al huracán Rina generaron durante 11 semanas las condiciones adecuadas para la reproducción, desarrollo y supervivencia del mosquito *Aedes Aegypti*. Durante estas 11 semanas se registraron 4733 casos de dengue, más casos que cualquier otro año del periodo

2009 – 2015 completo, a excepción del 2012 en el que se registraron 5704 (Tabla 3.9)

En el año 2012 el huracán Ernesto atravesó la península de Yucatán el 7 de agosto, un mes antes del primer brote de dengue en este año (CONAGUA, 2013). El primer brote de este año se generó la semana del 3 al 9 de septiembre, se registraron 283 casos de dengue en este periodo, este brote está relacionado con la precipitación de las cuatro semanas posteriores, en cada una se registraron lluvias continuas que acumulan más de 30mm. Un mes y medio después, durante la semana del 15 al 21 de octubre se registró el segundo brote del año con 264 registros de dengue, este brote está relacionado con las cuatro semanas posteriores en las que la lluvia fue constante, estas semanas acumularon un total de 317mm de precipitación.

En la figura 3.21 en algunos años tales como 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013 se observan incrementos de casos de dengue durante épocas invernales, estos incrementos están relacionados con lluvias asociadas a los nortes, los cuales pueden precipitar en la península de Yucatán, generando lluvias ligeras de pocos milímetros, estas lluvias son suficientes para la generación de criaderos.

Para finalizar, la correlación entre la precipitación y el dengue es muy débil esto significa que aunque la precipitación está correlacionada con la prevalencia del dengue, muchos otros factores sociales y ambientales influyen en la incidencia de esta enfermedad, no obstante, existe un patrón claro entre las lluvias estacionales y el incremento de los casos (Figura 3.21). Otro elemento importante en el incremento irregular de la prevalencia por dengue en el estado de Yucatán son los fenómenos meteorológicos, tales como los huracanes y los nortes (Tabla 3.9)

### **3.5 Vulnerabilidad por dengue en el estado de Yucatán**

En este subcapítulo se caracteriza la vulnerabilidad social de la población yucateca ante el virus del dengue. Actualmente los riesgos para la salud necesitan ser geográficamente estudiados por lo que no existen metodologías definidas para analizar la vulnerabilidad de la población ante las enfermedades debido a que el

espacio es dinámico y los factores sociales, culturales, políticos y físicos están en cambio constante (Reyes, 2017).

Busso (2001) lo define como un proceso que es producto de varios procesos y causas naturales, políticas, sociales y jurídicas que confluyen la incapacidad de respuesta y adaptación de los individuos, o comunidades a situaciones que puedan herirlos, enfermarlos o dañarlos, que afectan su bienestar y el ejercicio de sus derechos. El estado a menudo es incapaz de proporcionar protección o resolución del conflicto a sus ciudadanos, debido a la falta de organización, desinterés o falta de recursos.

De acuerdo con Álvarez (2017) situaciones tales como el hacinamiento de la población en entidades urbanas, el crecimiento no planificado de urbanizaciones, la inmediatez de las vías de comunicación y la deficiencia en la infraestructura de salud vulnerabilizan a la población ante el virus del dengue.

La PNUD (2017) menciona que el análisis de la vulnerabilidad vincula las características ambientales, sociales, económicas, culturales y políticas de la población con la amenaza, en este caso del virus del dengue.

Basado en lo anterior se seleccionaron las variables para determinar la vulnerabilidad por dengue en el estado de Yucatán. Se tomaron en cuenta las condiciones socioeconómicas y de precipitación de los municipios.

Las variables seleccionadas para realizar el análisis de vulnerabilidad son las siguientes:

- **Densidad de población:** *“Históricamente, el dengue se ha presentado en poblaciones urbanas y periurbanas donde la alta densidad de población facilita la transmisión.”* (OMS, 2009).

*“El crecimiento acelerado de la población humana y su concentración en áreas urbanas sin servicios públicos adecuados, con la consecuente proliferación de recipientes que acumulan agua y sirven de criadero de Aedes aegypti en áreas privadas a las cuales los inspectores de salud no tienen acceso.”* (Álvarez, 2017)

- **Índice de desarrollo humano:** *“El IDH sintetiza el avance de los países, estados y municipios en tres dimensiones básicas para el desarrollo de las personas:*
  - *Salud. Mide el gozo de una vida larga y saludable, por medio de la esperanza de vida al nacer.*
  - *Educación. Cuantifica el acceso a una educación de calidad, con dos indicadores: los años promedio de escolaridad y los años esperados de escolaridad.*
  - *Ingreso. Estima la obtención de recursos para gozar de una vida digna mediante el ingreso bruto per cápita.”* (PNUD, 2019). Este indicador fue elegido debido a que engloba, tres aspectos sociales que inciden directamente en el dengue.
- **Grado de marginación urbana:** *“El índice de marginación urbana es una medida que permite diferenciar a las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) urbanas del país conforme al tipo de carencias que padece la población, esto como resultado de la falta de acceso a la educación, a los servicios de salud, la residencia en viviendas inadecuadas y la falta de bienes. La finalidad es ubicar los espacios y a los residentes que presentan la privación de bienes y servicios, de manera que sea posible encaminar las políticas sociales a revertir la situación de marginación y exclusión en que se encuentra este sector poblacional.”* CONAPO (2010). En el contexto del presente trabajo este índice permite contrastar la prevalencia del dengue con las carencias que padece la población urbana y las poblaciones rurales, que en algunas esferas sociales, tales como la salud, dependen de las entidades urbanas que les rodean.

La metodología seguida se basa en la sugerida por García (1994) que a pesar de ser una metodología antigua, resume suficientemente los actores esenciales consta de 6 fases:

**Tabla 3.11: Fases operativas de la elaboración de mapas de riesgo**

Fase 1	Censo de las industrias	Se refiere a la recolección de datos que pueden ser brindados por el gobierno o recolectados en campo.
Fase 2	Primera aproximación a la información sobre riesgos	Se identifican las variables que están vinculadas con la amenaza.
Fase 3	Segunda aproximación a la información sobre riesgos	Se profundiza en los datos de la fase 2, sobre todo en la valoración de los riesgos.
Fase 4	Sistematización y agrupación de los datos. Definición de las áreas de riesgo homogéneo	Se realiza el procesamiento de los datos y se genera la cartografía, identificando las entidades más vulnerables.
Fase 5	Definición de prioridades. El mapa entra en la fase de gestión: planificación de los planes específicos de prevención.	A partir de la identificación de las áreas afectadas se planifican acciones concretas para la protección de la población.
Fase 6	Actualización sistemática	Los mapas se actualizan de acuerdo a los cambios



		ambientales y sociales por los que pase el territorio.
--	--	--

Fuente: García (1994)

Las variables fueron ponderadas con el método de ponderación por convenio (Palacios, 2002) para generar un mapa que muestre la vulnerabilidad en el estado de Yucatán. Con este método se le otorgan pesos distintos a las diferentes variables en función de su importancia, se le otorgó una mayor importancia a la densidad de población, debido a que la concentración de la población favorece la incidencia de la enfermedad y al Grado de Marginación Urbana (GMU), debido a que este indicador mide el acceso a los servicios de salud, la condición de las viviendas y el acceso a los bienes. Es importante notar que los municipios que rodean el municipio de Mérida son lo más vulnerables debido a la cantidad de población que se concentra alrededor de este continuum suburbano.

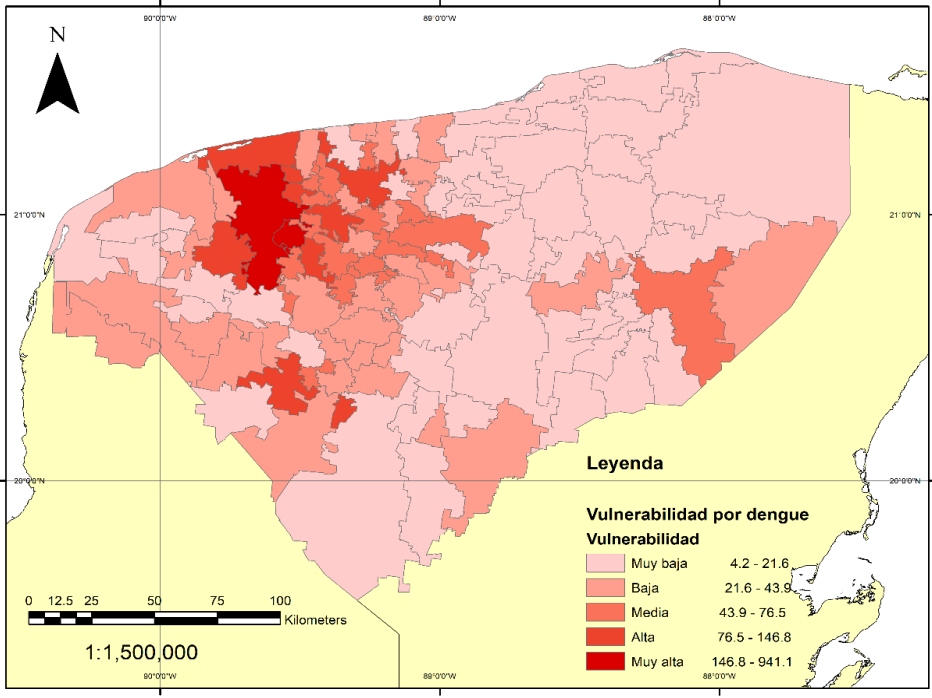


Figura 3.23 Vulnerabilidad por dengue en el estado de Yucatán, periodo 2009-2015. Fuente: CONAPO (2015), INEGI (2015), PNUD (2015).

La Figura 3.23 muestra como es de esperar que los municipios con una mayor densidad de población tales como Mérida, Valladolid, Kanasín o Progreso, son aquellos con un mayor grado de vulnerabilidad a la enfermedad. Estos municipios también son los que cuentan con un mayor IDH y menor GMU, no obstante la alta densidad de población es uno de los factores más importantes para la transmisión del virus del dengue y de los virus en general, los municipios más rurales, con menor densidad de población, menor IDH y mayor GMU, tienen una menor probabilidad de contraer dengue, sin embargo, la población que habita estos municipios tiene menos posibilidad de ser tratada debido a las carencias en servicios de salud de estos municipios. Es decir, la enfermedad puede presentarse pero no se registra porque acuden a lugares donde pueden ser atendidos.

### **3.5.1 Acciones para combatir el dengue en Yucatán**

El combate del dengue a través de fumigaciones y campañas de prevención, son estrategias que el gobierno ha llevado a cabo para disminuir la presencia de la enfermedad. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2002 (CCNNPCE, 2000), en el punto ocho llamado “Medidas generales” se indican las acciones que el gobierno debe poner en marcha para concientizar a la población contra las enfermedades transmitidas por vectores.

Los puntos 8.1.1 y 8.1.2 de la Norma indican que hay que informar a la población acerca de la importancia de los vectores, su mecanismo de transmisión y las acciones de control y prevención así como la capacitación de la población en acciones de autocuidado de la salud; el punto 8.1.3 menciona que hay que promover el mejoramiento de la vivienda y el saneamiento doméstico, estos puntos se traducen en el desarrollo de campañas de concientización y prevención.

El punto 9.8 titulado “Empleo de insecticidas” menciona las medidas y las precauciones que es necesario tomar en cuenta al considerar si un área debe ser nebulizada. Para que un área sea nebulizada debe ser sometida periódicamente a evaluaciones de susceptibilidad, para que el área sea nebulizada debe demostrarse que la población es susceptible a ser afectada por los vectores que la habitan. El

punto 9.8.1.2 indica que los insecticidas no deben poner en riesgo la salud del ser humano ni el equilibrio ecológico.

El punto 9.8.1.5 indica que los insecticidas se deben intercalar anualmente para no generar resistencia a una sustancia entre los vectores. El insecticida que se usa para reducir la población de vectores es incoloro, inocuo e inofensivo para los seres humanos durante las fumigaciones. La periodicidad de la aplicación de los insecticidas se determina de acuerdo a estudios entomológicos. Otra medida que la norma recomienda para el control del vector *Aedes Aegypti* es la acuicultura, los peces se alimentan de las larvas, reduciendo de esta manera la población.

Para fines de este trabajo se realizó una solicitud a través de la Plataforma Nacional de Transparencia a la Dirección General de Epidemiología solicitando información acerca de las fumigaciones realizadas para el control del vector *Aedes Aegypti*, no obstante, la solicitud fue turnada al Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE). Este órgano gubernamental declaró que el registro de las fumigaciones es inexistente. Es por esta razón que se recopila la hemerografía (Tabla 3.12) acerca de las fumigaciones para el control de este vector durante el periodo 2009 – 2015. Es importante notar que la mayoría de las fuentes hemerográficas fueron emitidas durante temporada de lluvias. En el caso de la fuente del 14 de julio de 2014 se menciona explícitamente que las fumigaciones son a causa del inicio de la temporada de lluvias.

**Tabla 3.12: Fuentes hemerográficas que mencionan fumigaciones en el estado de Yucatán**

Fecha	Título de la noticia	Emite la noticia
21/07/2010	Dengue atípico prende “focos rojos” en el país	El Universal
22/02/2012	Continúa Operativo de Lucha contra el Dengue en Mérida	El Siglo Durango
21/11/2012	Dengue, pesadilla de los yucatecos	El Universal

19/06/2013	Refuerzan lucha contra el dengue en Yucatán	Milenio
22/06/2013	Arranca operativo de fumigación en Progreso	Milenio
03/04/2014	Refuerzan fumigación para prevenir el dengue	Novedades Quintana roo
14/07/2014	Yucatán se prepara contra el mal de Chikungunya	Milenio
17/07/2014	Refuerzan el combate contra el dengue por lluvias	Milenio
15/06/2015	Las peligrosas larvas del dengue son atacadas	Unión Cancún
29/08/2015	Agregan descacharrización en combate a dengue y chikungunya	Milenio
03/11/2015	Cada hora, un nuevo caso de chikungunya	Milenio

Debido al incremento en el flujo y la velocidad de las vías comunicación a escala local, nacional e internacional la disminución de la población del vector es temporal incluso si las fumigaciones son constantes, adicionalmente el acceso al transporte aéreo facilita el traslado de personas infectadas desde lugar muy distantes, perpetuando el ciclo de infección (Álvarez, 2017).

A partir del año 2015 el Gobierno del Estado de Yucatán implementó el programa de descacharrización, en el que las autoridades recolecta objetos en los que se puedan formar criaderos (Milenio, 2015). A partir del año 2009 el gobierno puso en marcha la campaña “Lava, tira, tapa y voltea” en la que se busca educar a la población acerca de las medidas que ésta puede tomar para evitar la generación de criaderos y reducir la prevalencia de la enfermedad (Secretaría de salud, 2015). Algunas de las recomendaciones de este programa preventivo son:

- Evitar colocar al aire libre objetos en los que el agua pueda acumularse, tales como botellas, cubetas, llantas o latas.

- En caso de que objetos en los que se pueda acumular agua deban estar al aire libre por alguna razón éstos tienen que ser lavados con regularidad para retirar los huevecillos o larvas que puedan haber sido depositados.
- Tapar los recipientes para evitar la acumulación de agua.
- Cambiar constantemente el agua de los floreros o bebederos de mascotas.
- Acondicionar las azoteas, jardines y patios para evitar la acumulación de agua.

Álvarez (2017) menciona que debido a la baja mortalidad que el dengue que causa los programas de prevención y tratamiento contra esta enfermedad no son prioridad. Es importante que el gobierno continúe llevando a cabo las labores de prevención previamente mencionadas para reducir no únicamente la prevalencia del dengue sino de otros arbovirus transmitidos por el *Aedes Aegypti* presentes en el estado de Yucatán tales como el zika o el chinkunguya.

### **Resumen y conclusiones**

El dengue es una enfermedad que está estrechamente relacionada con el espacio geográfico, debido a que el vector que la transmite está limitado o potenciado por las condiciones físico-geográficas y sociales del territorio, es por eso que es ideal analizarla desde el punto de vista de la Geografía de la salud y de la climatología. Sin embargo, la Geografía de la salud presenta problemas y retos que deben ser superados, tales como la deficiencia de los registros médicos, la falta de registros debido a la normalización de las enfermedades y la accesibilidad a los registros, puesto que los registros de instituciones privadas raramente están disponibles.

México es un país especialmente vulnerable ante las enfermedades, debido a que está en un proceso de transición epidemiológica, en el que las enfermedades crónico-degenerativas son la principal causa de muerte y las infecto-contagiosas son la principal causa de morbilidad (Ruíz, 2014), este hecho representa para el sistema de salud mexicano un amplio aporte de recursos humanos, económicos y de infraestructura, por lo que el sistema se ve rebasado e incapaz de proporcionar servicios médicos de calidad para toda la población mexicana. El gobierno mexicano debe apostar por la educación para reducir la incidencia de las enfermedades

infecto contagiosas y crónico-degenerativas y aminorar el coste humano y económico que éstas implican.

El dengue es la enfermedad viral transmitida por invertebrados con mayor velocidad de infección en el mundo, está presente en la mayor parte de la zona intertropical del mundo, se transmite a través de la picadura de un mosquito *Aedes Aegypty* que porte el virus, ésta enfermedad también puede ser transmitida de un ser humano a un mosquito (zoonosis), de esta manera la enfermedad se perpetúa.

En México los primeros casos de dengue fueron registrados en la década de 1940, posteriormente los casos de la enfermedad cesaron en 1963, cuando el vector fue erradicado. En 1978 el *Aedes Aegypty* reingresa al país y debido al crecimiento poblacional y proceso de urbanización de la época, la enfermedad se vuelve cada vez más común en el país. En el estado de Yucatán la enfermedad ha incrementado su incidencia debido al crecimiento poblacional y el crecimiento urbano.

Yucatán es una entidad del país que es especialmente vulnerable ante esta enfermedad, debido a su ubicación geográfica y sus condiciones físico-geográficas. La ubicación intertropical de Yucatán, su clima cálido, las frecuentes lluvias de verano hacen del estado un lugar ideal para la supervivencia y reproducción del vector, no obstante, estas condiciones únicamente posibilitan la existencia de la enfermedad en el estado, más no la potencian. En el presente trabajo se observa cómo las condiciones meteorológicas tales como los huracanes y las tormentas tropicales pueden incidir en la prevalencia de la enfermedad, es importante reconocer que este tipo de emergencias puede reducir la capacidad de reacción de los servicios médicos ante la enfermedad.

En relación con el clima en esta investigación:

- Se identificó la temporalidad de la enfermedad en el estado de Yucatán.

**Resultados:** A través del análisis de las bases de datos brindadas por la DGE se identificó la estacionalidad de la enfermedad, que es predominante en la época de lluvias del estado durante verano y parte del otoño, siendo el mes con mayor registro de casos el mes de septiembre en la mayoría de los años del periodo estudiado.

- Se caracterizó la relación entre la temperatura del estado y la incidencia del dengue.

**Resultados:** Debido a la escasa variación de altitud en el estado su temperatura es homogénea con un promedio de 26°C en los meses más cálidos y de 22°C en los más fríos. La temperatura ideal para que el vector *Aedes Aegypti* sobreviva y se reproduzca es de entre 15 y 40°C, por lo que el mosquito puede realizar sus ciclos vitales con normalidad durante todo el año.

- Se caracterizó la relación entre la precipitación del estado y la incidencia del dengue.

**Resultados:** La incidencia de la enfermedad incrementa durante la temporada de lluvias del estado, ya que basura y contenedores que se encuentran al aire libre se convierten en criaderos para el vector, no obstante a través del coeficiente de correlación de Pearson se demostró que la correlación existe pero es débil, por lo que es evidente que la presencia de la precipitación y otros elementos sociales y ambientales se conjuntan durante esta época de incremento de casos de dengue.

- Se correlacionaron los principales eventos meteorológicos ocurridos durante el periodo estudiado en esta investigación con los casos de dengue.

**Resultados:** Se identificaron las semanas con un promedio mayor de incidencia de casos y se correlacionaron con fenómenos meteorológicos que ocurrieron en las semanas previas. La mayoría de las semanas anómalas se correlacionan con lluvias de temporada como es de esperarse, sin embargo, algunas semanas se correlacionan con huracanes, tales como el Huracán Ida y el Huracán Rina.

Las condiciones sociales provocan que la enfermedad sea un problema grave en Yucatán, situaciones como la alta densidad de población, unidades médicas insuficientes, bajos ingresos económicos, ineficiente recolección de desechos y falta de educación en cuanto a la enfermedad generan una población sumamente vulnerable ante el dengue. La población urbana es la más vulnerable, ciudades como Mérida, Tizimín, Valladolid, Izamal y Progreso acumulan la mayor parte de casos registrados de dengue, debido a su alta densidad de población e insuficientes servicios médicos. El dengue es una enfermedad que se ha normalizado dentro de la población yucateca y en muchas ocasiones es asintomática o tratada por la

población y estos casos no son registrados por lo que el problema del dengue es mucho más grave de lo que esta investigación demuestra.

En relación con la sociedad en esta investigación:

- Se caracterizó la distribución del dengue en estado de Yucatán.

**Resultados:** La mayoría de los casos se presentan en los municipios más poblados, tales como Tizimín, Valladolid, Progreso, Mérida y los municipios que rodean a la capital del estado, debido a sus estrechos lazos socio-económicos, los fallecimientos registrados a causa de esta enfermedad siguen las mismas características espaciales.

- Se caracterizó la población yucateca vulnerable ante el virus del dengue.

**Resultados:** La mayoría de las personas afectadas por el virus son mujeres, no obstante, esta diferencia no es significativa, debido a cuestiones socio-económicas y de género. Los grupos de población más afectados por el virus son aquellos que van desde los 10 a los 24 años.

- Se caracterizó la vulnerabilidad de los municipios de Yucatán ante el dengue.

**Resultados:** Se ponderaron el GMU, la densidad de población y el IDH para identificar los municipios más vulnerables al virus, aquellos con alta densidad de población, bajo IDH y alto GMU, son los municipios más vulnerables ante esta enfermedad, entre ellos destacan Valladolid, Kanasín y Progreso. Mérida es el municipio con mayor vulnerabilidad aún con su bajo GMU y su alto IDH, no obstante, su elevada densidad de población genera vulnerabilidad.

- Se identificaron las acciones del gobierno para el control del virus del dengue.

**Resultados:** En el presente trabajo se expone un resumen de la **NOM-032-SSA2-2002**, en el que se describen ocho medidas generales para el control del vector, entre las que se incluyen fumigaciones y uso de insecticidas inocuos en criaderos potenciales. A falta de datos oficiales acerca de las nebulizaciones realizadas para reducir la población del *Aedes Aegypti* se realizó una recopilación hemerográfica de las nebulizaciones realizadas en el estado, en algunas de estas fuentes se menciona explícitamente que éstas son llevadas a cabo en consecuencia del inicio de la temporada de lluvias. Otra medida que el gobierno ha llevado a cabo es el



Programa de descacharrización, que consta de camiones que recogen contenedores y otros objetos en los que se podrían formar criaderos de mosquitos con el objetivo de reducir la población de *Aedes Aegypti*. En cuanto a la concientización de la población se realiza la campaña de Lava, tapa, voltea y tira, que trata de educar a la población aconsejándole que como el nombre de la campaña menciona, lave, tape y voltee sus recipientes para evitar que sean criaderos potenciales para el mosquito transmisor del dengue, chinkunguya y otros arbovirus.

A manera de recomendación para el Gobierno de Yucatán es importante recordar que el dengue es una enfermedad que está limitada geográficamente de manera precisa debido a que las condiciones en las que el vector puede existir son limitadas, no obstante, debido a la rápida conexión que los medios de transporte modernos ofrecen y el calentamiento global, que expande el espacio habitable del *Aedes Aegypti*, se deben reforzar las campañas de prevención, las fumigaciones y la educación sobre esta enfermedad que genera decesos, pérdida de horas de trabajo, pérdida de ingresos económicos y su tratamiento significa un costo económico para el gobierno.

## Referencias bibliográficas

A. Celis y Y. Nava, "La Patología de la Pobreza", Revista Médica del Hospital General, Núm. 33, pp. 120 y 124, 1970.

Alcaraz, S. (2013), Dengue en México. Rev Esp Med Quir. 18:285-286

Álvarez Escobar M del C, Torres Álvarez A, Torres Álvarez A, Semper González A,

ArcGis (2018). Introducción a SIG. Estados Unidos. ArcGis. Recuperado de: <http://resources.arcgis.com/es/help/gettingstarted/articles/026n000000t000000.htm>

Busso, G. (2001). "Vulnerabilidad social: Nociones e implicaciones de políticas para Latinoamérica a inicios del siglo XXI". ONU-CEPAL. Santiago, Chile.

Buzai, G. (comp) (2009), Geografía y sistemas de información geográfica, aspectos conceptuales y aplicaciones. Buenos Aires, Argentina. GESIG.

CCA. (2014). Atlas Digital Climático de México. Recuperado de : <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/servmapas>

CDC. (2017). Ciclo de vida del mosquito. 08/03/2019, de Centers for disease control and prevention. Recuperado de: <https://www.cdc.gov/zika/pdfs/spanish/MosquitoLifecycle-sp.pdf>

Comisión Nacional del Agua. (2012). Análisis de las temporadas de huracanes de los años 2009, 2010 y 2011 en México. México, D.F: SEMARNAT.

Comisión Nacional del Agua. (2013). RESUMEN DE LA TEMPORADA DE CICLONES TROPICALES DEL AÑO 2012. México, D.F: SEMARNAT.

Comité Consultivo Nacional de Normalización de Prevención y Control de Enfermedades. (2000). NORMA Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2002, Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de enfermedades transmitidas por vector. Recuperado de :<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/032ssa202.html>

CONABIO. (2006). Mapa base del estado de Yucatán. México. CONAPO. Recuperado de: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/yucaprgn.xml?\\_htpccache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/yucaprgn.xml?_htpccache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no)

CONAGUA. (2012). Programa hídrico regional, visión 2030. México. SEMARNAT.

CONAPO. (2010). Índice absoluto de marginación 2010-2015. México. CONAPO. Pp. 11-15.

CONAPO. (2015). Índice de marginalidad por entidad federativa y municipio, 2015. México. CONAPO. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015>

Córdoba J. (2010) Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Mexico. SEDUMA. Pp. 57-62.

Cotés-Mancera, F. (2006). Subtipos de virus dengue serotipos, 2,3 y 4 aislados en el departamento de Santander, Colombia. Cuba. Revista Cubana de Medicina Tropical 59(3). Pp. 186-192

Cruz Reyes A y Camargo Carmargo B. Glosario de Términos en Parasitología y Ciencias Afines. Editorial Plaza y Valdéz, México, D. F. 1a. edición, 2001.

De la Lanza, G (2002). Lagos y presas de México. México. AGT Editor.

DGE. (2018). Anuario de morbilidad 1984 – 2017. México. Dirección General de Epidemiología. Recuperado de: <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/glosario.html>

DGE. (2019). Base de datos de morbilidad por dengue. México: DGE.

DGIS. (2017). Cubos dinámicos de la DGIS. Recuperado de: [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/BD\\_Cubos\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/BD_Cubos_gobmx.html), marzo 2019.

Dirección General de Epidemiología. (2017). Anuario de Morbilidad 1984 -2017. Recuperado de : <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/glosario.html>

Duch Gary, Jorge. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán. Los componentes del medio físico. México. UACH. (Coordenadas, extensión)

Duch Gary, Jorge. (1991). Fisiografía del estado de Yucatán, su relación con la agricultura. México. UACH. Pp. 71--- Relieve

Elorza, H. (2008). Estadística para las ciencias sociales, del comportamiento y de la salud. México D.F: CENAGE Learning.

ENEO, (2012). Manual de prácticas de ecología y salud. UNAM. 4ta edición. México, DF. Pp. 126.

Fenk J. (1991). La transición epidemiológica en América Latina. Boletín de la oficina sanitaria Panamericana, 111(6), pp.485-496.

García A. (1999). Dinámica regional de Yucatán 1980-2000. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. No.42. Pp. 157-172.

García M. (1994). Los mapas de riesgos, concepto y metodología para su elaboración. Revista de sanidad e higiene pública. 68. Pp. 443 – 453.

García M. (1994). Los mapas de riesgos, concepto y metodología para su elaboración. Instituto nacional de seguridad de higiene en el trabajo, 68, 443 - 453.

García, Enriqueta. (1986). Apuntes de climatología. Distrito Federal, México. UNAM.

Gerard, J. (2013). El estudio de la salud y la enfermedad desde una perspectiva geográfica: temas, enfoques y métodos. Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona, Universidad de Barcelona. Vol. 17. Num. 1029.

Gould E. (2017). Emerging arbovirus: Why today?. One Health, 4, 1 - 13.

Hernández, M. (2019). Puebla es el cuarto lugar en casos de dengue; Acuerda con cuatro estados cerco sanitario. La Jornada de Oriente, 6.

Holmes, E. (2003). The origin, emergence and evolutionary genetics of dengue virus. Infection, genetics and evolution. Vol. 3 No.1. Pp. 19-28.

Hoyos, A (2010), Actualización de aspectos clínicos y epidemiológicos del dengue. Revista Cubana de Salud Pública; 36(1)149-164

Hoyos, A (2011), Factores de riesgos asociados a la infección por dengue en San Mateo, Anzoátegui, Venezuela, Revista Cubana de Medicina General Integral; 27(3)388-395.

Recuperado de:<http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/1821/3693>

<https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>

Huarcaya Castilla, Erick, Rossi Leyva, Fiorella, & Llanos-Cuentas, Alejandro. (2004). Influencia de factores climáticos sobre las enfermedades infecciosas. *Revista Medica Herediana*, 15(4), 218-224. Recuperado de: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1018-130X2004000400007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2004000400007&lng=es&tlng=es).

Hurtado-Díaz, M. (2007). Short Communication: Impact of climate variability in the incidence of Dengue in Mexico. *Tropical medicine and international Health*. Vol 12. No. 11. Pp. 1327-1337.

Ibanez-Bernal. S. (1995). Los vectores del dengue en México, una revisión crítica. *Salud Pública de México*. Vol. 37. No 1. México. Pp. 53-63.

Iglesias E. (2011) Las nuevas migraciones Yucatanenses: Territorios y Remesas. *México. Migración y Desarrollo*. Vol. 9. No. 17.

INEGI. (2010). Movimientos migratorios en Yucatán. 13/07/2020, de INEGI Sitio web: [http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/yuc/poblacion/m\\_migratorios.aspx?t](http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/yuc/poblacion/m_migratorios.aspx?t)

INEGI. (2002). Estudio hidrológico del estado de Yucatán. México, Distrito Federal. INEGI.

INEGI. (2014). Anuario estadístico y geográfico de Yucatán 2014. Mérida, Yucatán. INEGI.

INEGI. (2015). Banco de indicadores. Recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/>

IPCC, 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.

Instituto de Geografía, UNAM. (2007). Modelo digital de elevación del territorio nacional y áreas adyacentes. Distrito Federal, México. UNAM.

Iñiguez L. (1998). Geografía y salud: Temas y perspectivas en América Latina. Cuadernos de Salud Pública, 14(4), Pp. 701-711.

Jori, G. (2013). El estudio de la salud y la enfermedad desde una perspectiva geográfica: Temas, enfoques y métodos. Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias sociales. Vol. XVIII.

Laurell, C. (1981). La salud, enfermedad como proceso social. Revista Latinoamericana de salud, 2(1), pp. 7-25.

Llop, A. (2001). Microbiología y parasitología médicas. Tomo I. La Habana, Cuba. Editorial de ciencias Médicas. Pp. 17 – 18.

Loroño M. (1993). Epidemic Dengue 4 in the Yucatán, México, 1984. Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo 35(5). Pp. 449-455.

Lu, L. (2009). Time series analysis of dengue fever and weather in Guangzhou, China. BMC Public Health, 9, 214-219.

Lugo Hubp, José (1992) Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán. Revista del Instituto de Geología, Revista vol. 10, núm. 2, Pp. 143-150

Luzanía M. (2009). Geografía de la salud. Altepepaktli: Salud de la comunidad. 5(10). Pp. 8-10.

Milenio (29 de agosto de 2015). Agregan descacharrización en combate a dengue y chikungunya. Milenio. Recuperado de: <https://sipse.com/milenio/descacharrizacion-merida-reciclaje-bienestar-167604.html>

Narro Robles, J. (1995). El dengue en México: Un problema prioritario de salud pública. Salud pública México. 1995;37. Pp. 12-20.

National Cancer Institute. (2018). NCI Dictionary of Cancer Terms. Recuperado de: <https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/mortality>

Olivera, Ana. (1993) Geografía de la salud. Madrid, España. Síntesis. Pp. 13 – 15

Omran. Ar. The epidemiologic transition. A theory of the epidemiology of population change. *Milbank Mem fund Q.* 1971; 49: 509-583.

OMS. (1946). Preguntas más frecuentes. Recuperado de: <https://www.who.int/suggestions/faq/es/>

OMS,(2009) Dengue, guías para el diagnóstico, prevención, tratamiento y control. Bolivia. OMS.

OMS. (2017). Dengue. Recuperado de: <http://www.who.int/topics/dengue/es/>

OMS. (2017). Enfermedades relacionadas con el agua. Recuperado de: - [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/es/)

OMS. (2017). Enfermedades transmitidas por vectores. Suiza. OMS. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>

OMS. (2018). Dengue y dengue grave. 09/10/2018, de OMS Sitio web: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>

OPS. (2019). Dengue: Información general. 15/07/2020, de OMS Sitio web: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4493:2010-informacion-general-dengue&Itemid=40232&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=4493:2010-informacion-general-dengue&Itemid=40232&lang=es)

Palacios, J. (2002). Estrategias de ponderación de la respuesta en cuestión de satisfacción de usuarios de servicios. *Metodología de encuestas.* Vol. 4. Pp. 175 – 193.

PNUD. (2015). Índice de Desarrollo Humano para las entidades federativas, México 2015. PNUD.

PNUD. (2017). Manual para la elaboración de mapas de riesgo. PNUD. Buenos Aires, Argentina.

PNUD. (2019). Informe de desarrollo humano municipal. Ciudad de México: PNUD.

Reyes A. (2017). Vulnerabilidad social ante la presencia del dengue y el suministro de agua en Cuautla, Morelos. Ciudad de México, México. UNAM.

Romeo Almanza D. Dengue, chikungunya, Virus de Zika. Determinantes sociales. Recuperado de: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/1821/3693>

Romero Placeres, Manuel, Álvarez Toste, Mireya, & Álvarez Pérez, Adolfo. (2007). Los factores ambientales como determinantes del estado de salud de la población. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 45(2).

Ruíz, C (2014). Incidencia del clima en la prevalencia de neumonía en Nuevo León. Ciudad de México, México. UNAM

Sáez Sáez, Vidal Consideraciones sobre Geografía Médica: estudio de la ocurrencia de casos de dengue, período 1994-1997, Municipio Libertador del Distrito Capital Terra Nueva Etapa, vol. XX, núm. 29, 2004, pp. 13-33 Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Sallera, L. (1994) La medicina clínica preventiva, el futuro de la prevención. *Med Clin (Barc)*; 102 Supl 1: 5-12

Secretaría de Salud (2018). Defunciones, datos abiertos. México. Secretaría de Salud. Recuperado de: [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da\\_defunciones\\_gobmx.html?fbclid=IwAR0xGvKkc2sfDvAJGy090fgWDe-qin8ZT0Uc23hAKjca84NzRK9luNoEiP8](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da_defunciones_gobmx.html?fbclid=IwAR0xGvKkc2sfDvAJGy090fgWDe-qin8ZT0Uc23hAKjca84NzRK9luNoEiP8)

Secretaría de Salud. (2015). Las acciones de prevención: lava, tapa, tira y voltea son fundamentales para prevenir Dengue, Chikungunya y Zika. Recuperado de : <https://www.gob.mx/salud/prensa/las-acciones-de-prevencion-lava-tapa-tira-y-voltea-son-fundamentales-para-prevenir-dengue-chikungunya-y-zika>

SMN (2019). Información estadística climatológica. CONAGUA. Recuperado de: <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

SMN (2019). Resúmenes mensuales de temperatura y lluvia. CONAGUA. Recuperado de: <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>

Tapia J. (1995). Medidas de prevalencia y relación incidencia-prevalencia. *Medicina clínica*, 105, 216-218.



Torres ,I. (2014). Dengue en México: incremento en la población juvenil durante la última década. Boletín médico del hospital infantil de México. Vol. 71. No.4. Pp. 196 – 201.

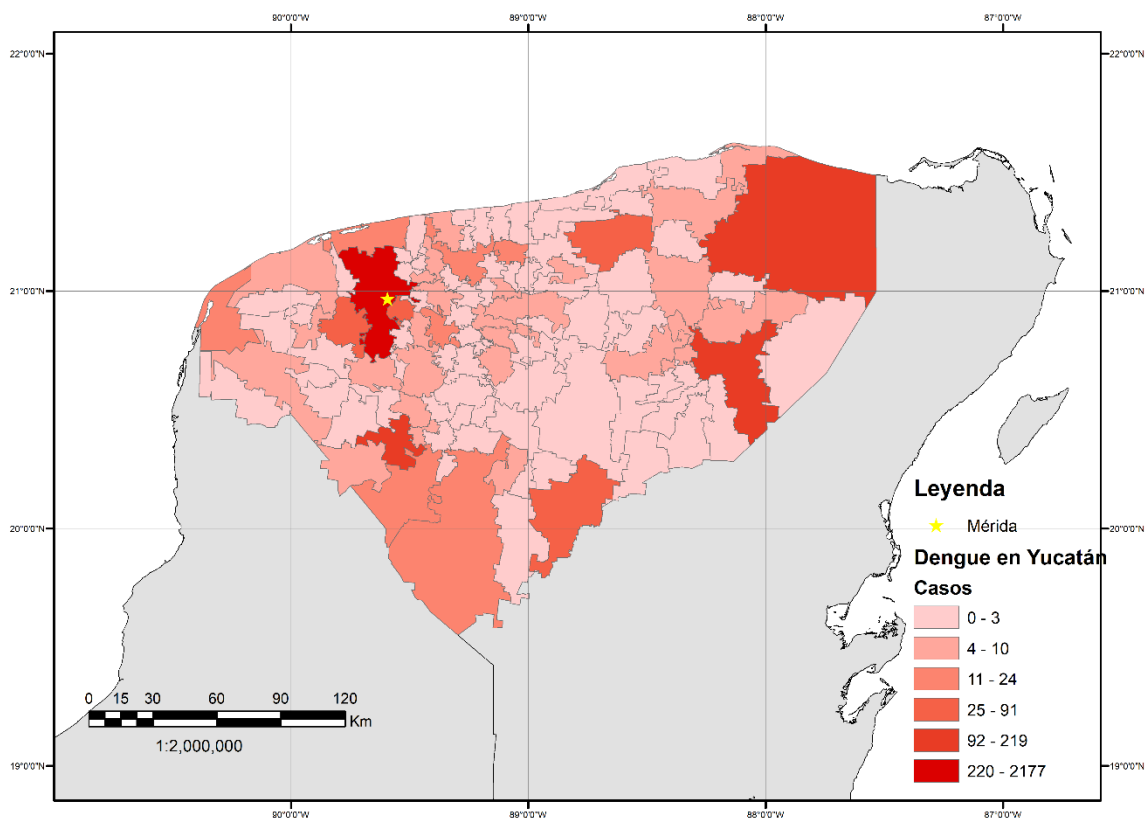
Torres I. (20014). Dengue en México, análisis de dos décadas. Gaceta médica de México. México. Vol 150. Pp. 122-127.

VERHASSELT, Y., (1993). Potentialities of Geography of Health. Archives of Public Health, 51:481-486.

Vidal Zepeda, Rosalía. (2005). Las regiones climáticas de México. Distrito Federal, México. Instituto de Geografía.

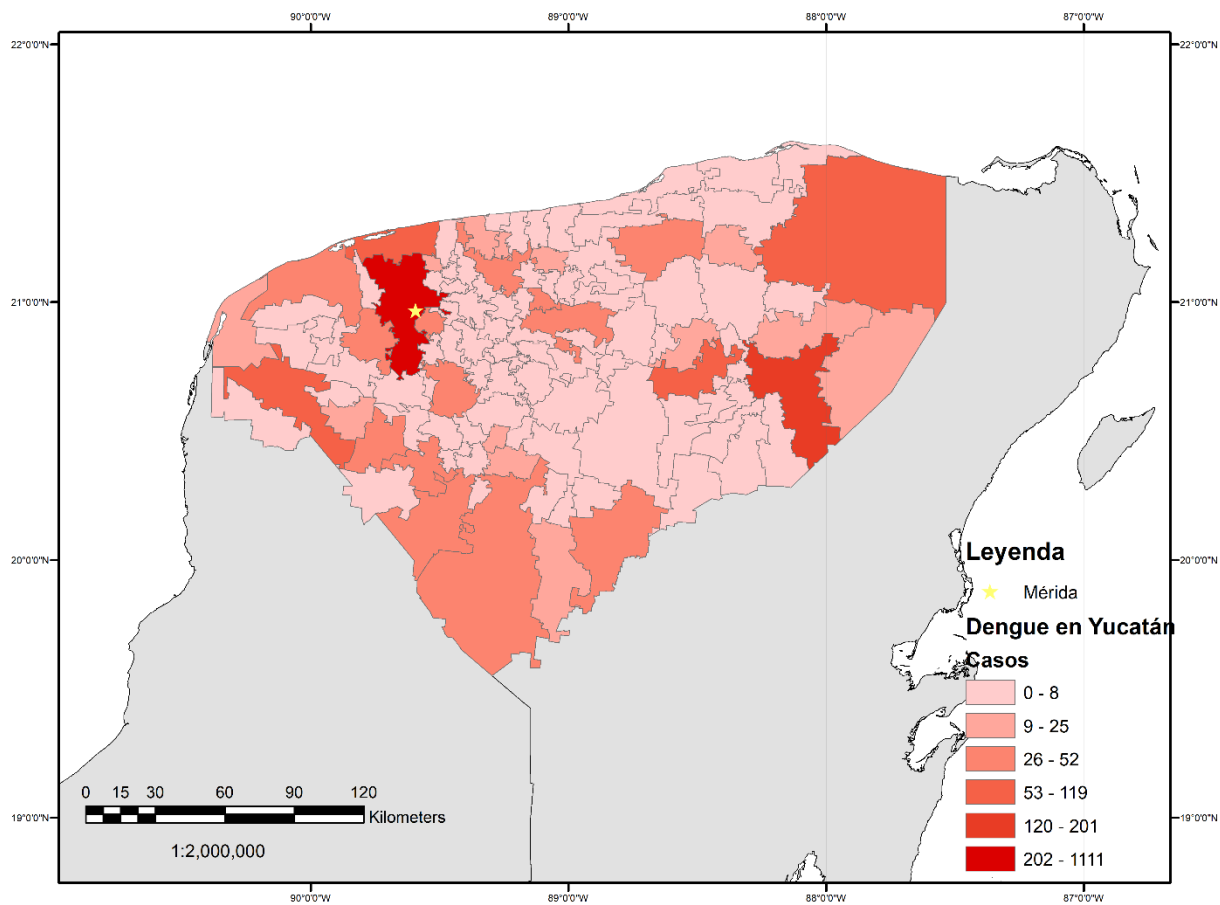
Vivó, Jorge. (1946). Climatología de México. Distrito Federal, México. Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

## Anexo: Prevalencia del dengue 2009 - 2015



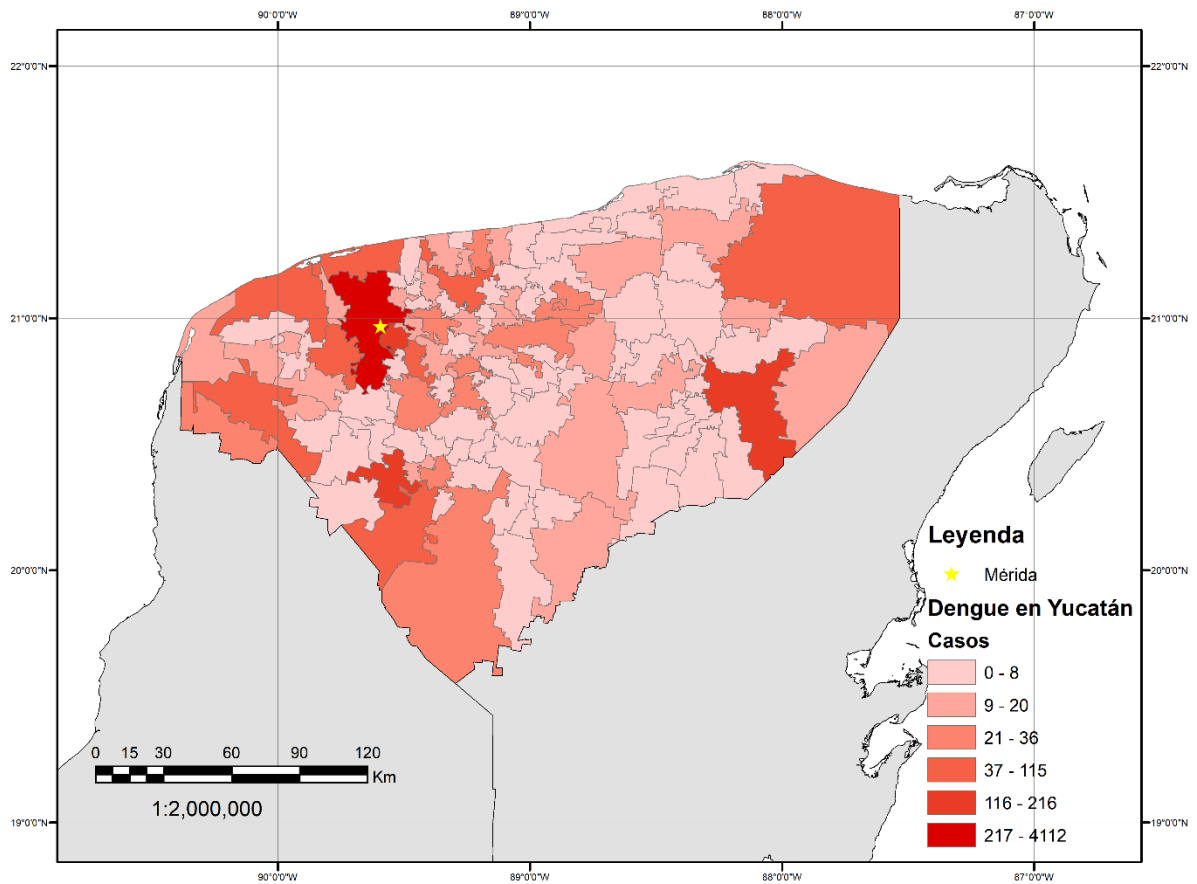
Anexo I. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2009

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2019)



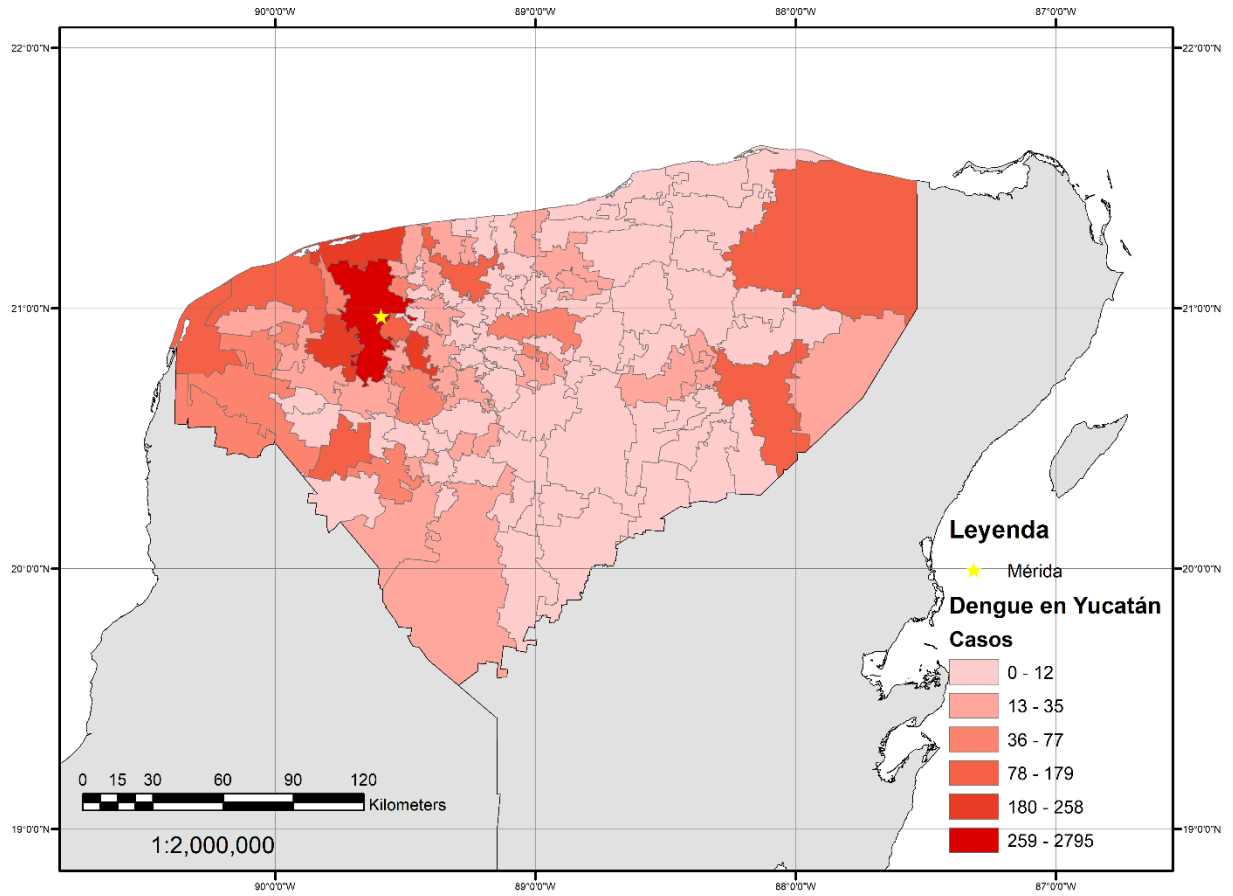
Anexo II. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2010

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2019)



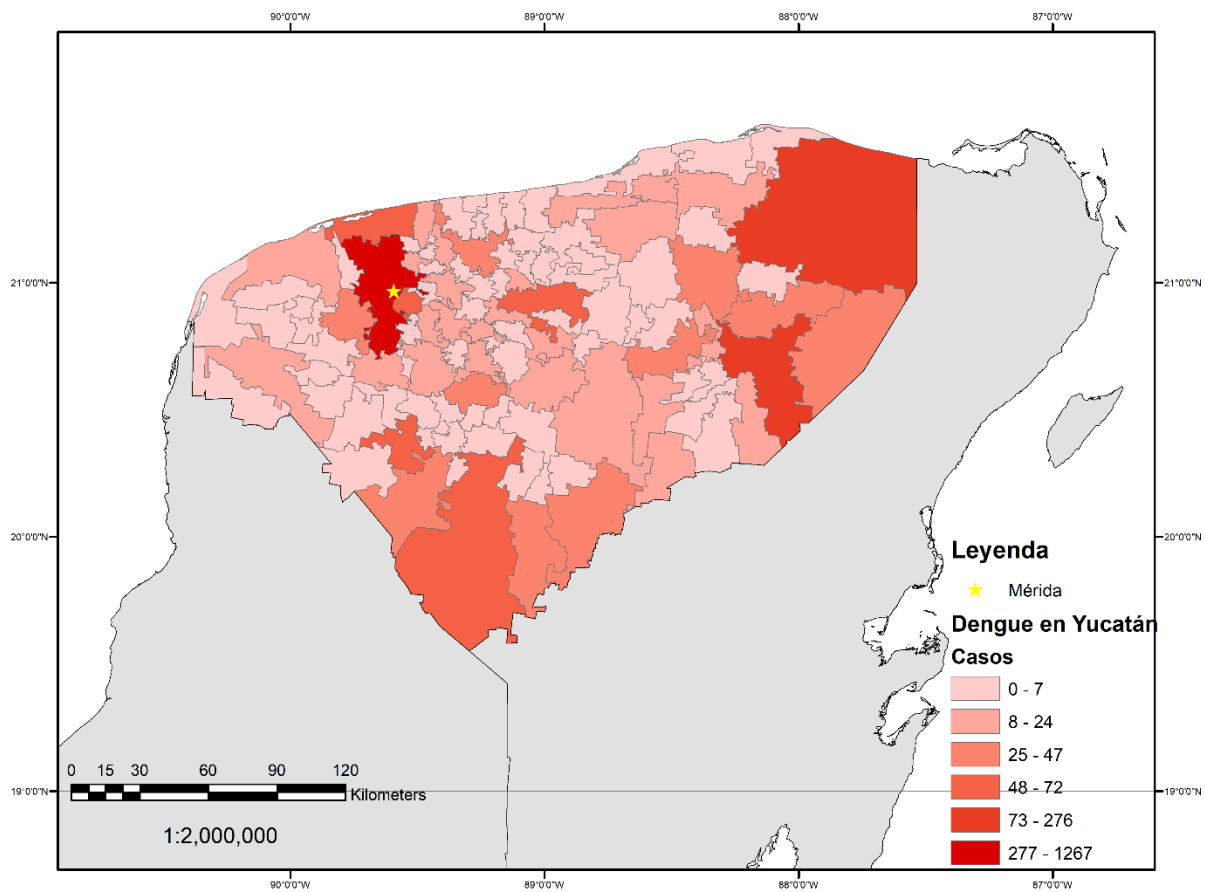
Anexo III. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2011

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2019)



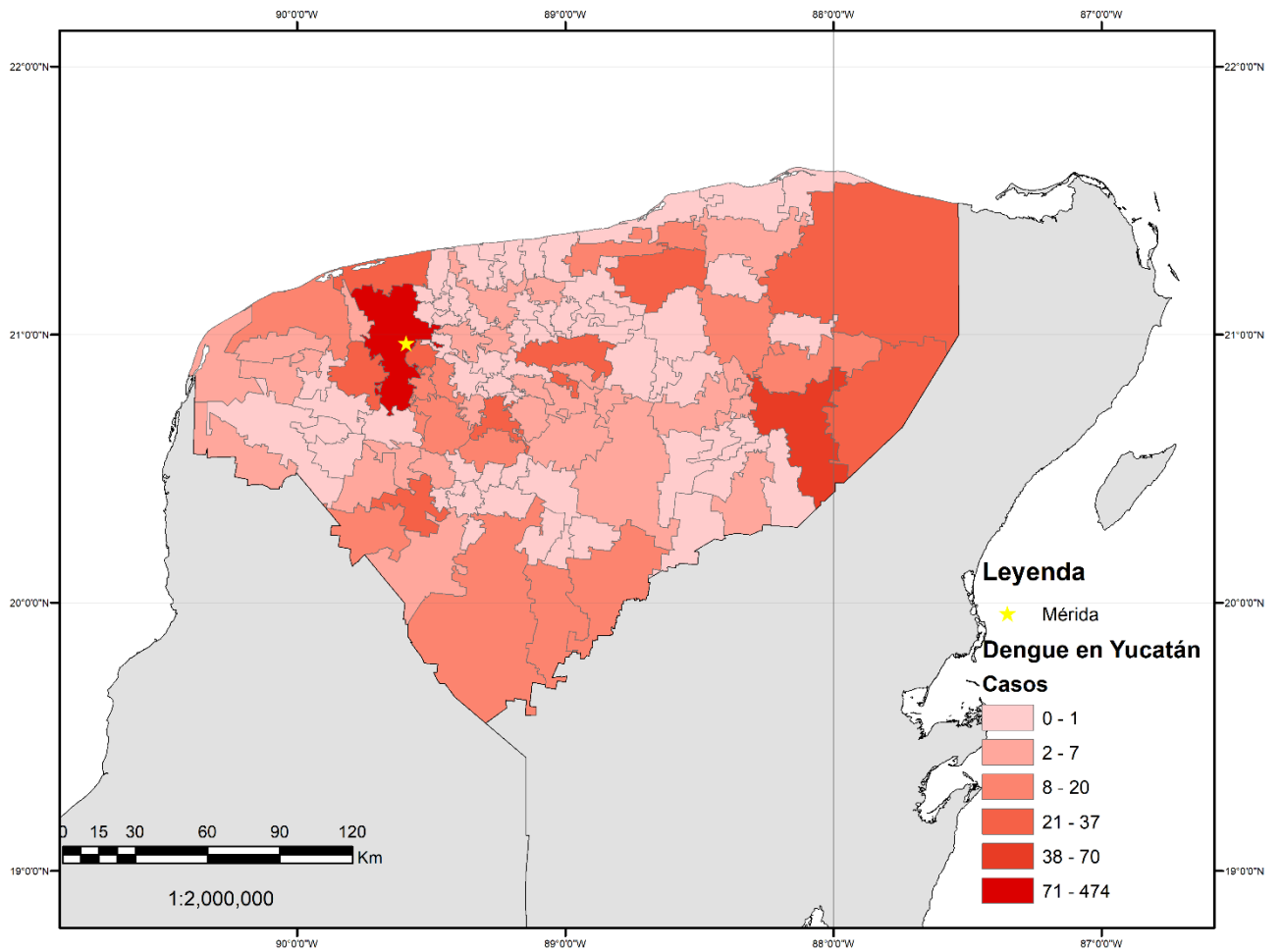
Anexo IV. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2012

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2019)



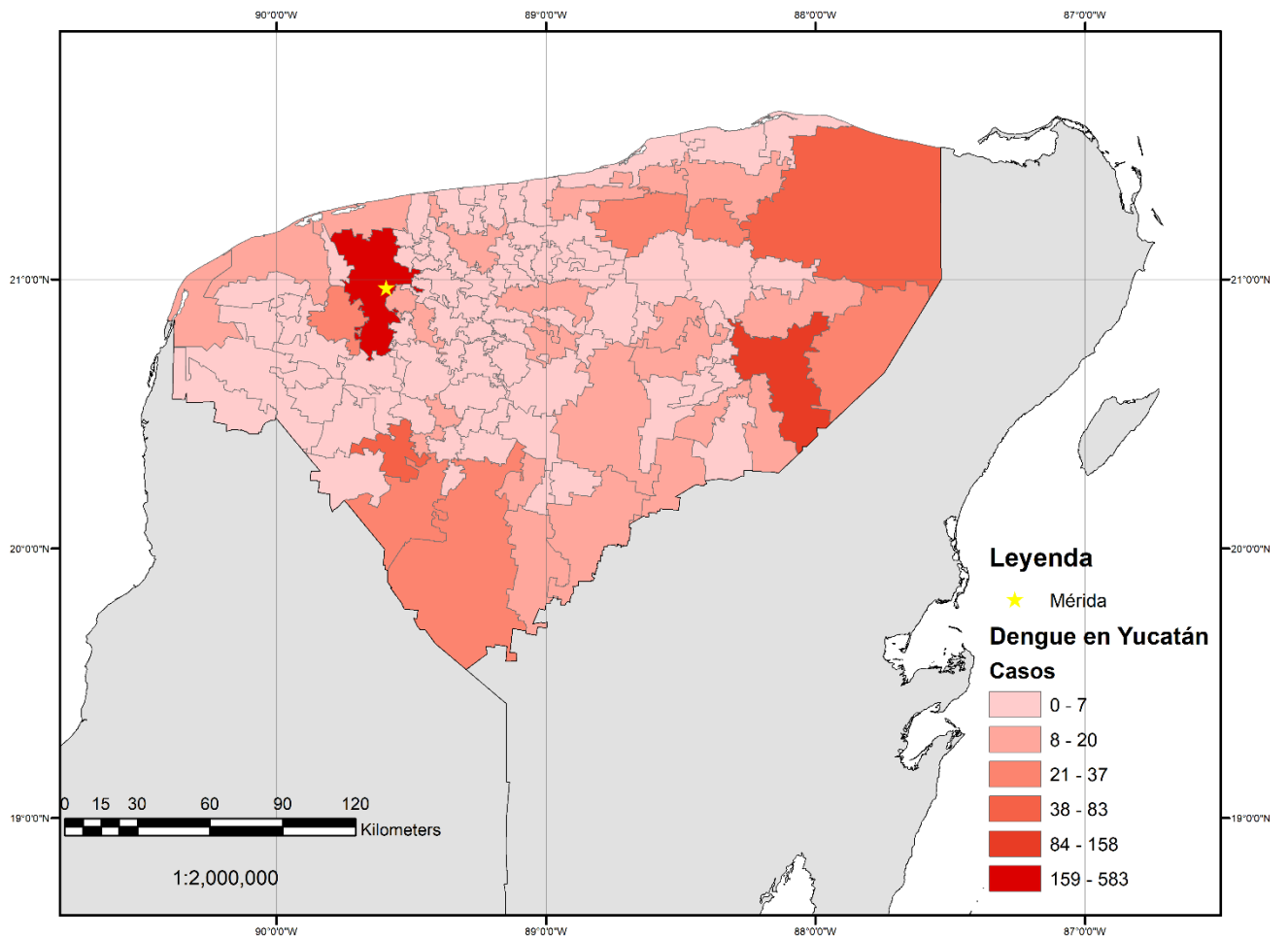
Anexo V. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2013

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2019)



Anexo VI. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2014

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2019)



Anexo VII. Prevalencia por dengue en el estado de Yucatán, 2015

Fuente: Elaboración propia con base en DGE (2019)