



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD
ENTIDAD: ENES LEÓN
CAMPO DE CONOCIMIENTO:
VULNERABILIDAD Y RESPUESTA AL CAMBIO GLOBAL

TESIS:
CAMBIO GLOBAL, VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL Y RIESGO ANTE EL
DENGUE EN LEÓN, GUANAJUATO

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:
LIDIA GARCÍA RANGEL

TUTOR
DR. JULIO VEGA ARREGUÍN
ENES UNIDAD LEÓN

COTUTORA
DRA. ILANE HERNÁNDEZ MORALES
ENES UNIDAD LEÓN

COMITÉ:
DRA. LETICIA GÓMEZ MENDOZA
FILOSOFÍA Y LETRAS, UNAM
DR. GERARDO SUZÁN AZPIRI
FMVZ, UNAM

LEÓN, GUANAJUATO, MÉXICO, OCTUBRE 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Coordinación de Estudios de Posgrado
Ciencias de la Sostenibilidad
Oficio: CGEP/PCS/174/2023
Asunto: Asignación de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 82 del 9 de agosto de 2022, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **García Rangel Lidia** con número de cuenta **520010576**, con la tesis titulada "Cambio global, vulnerabilidad socioambiental y riesgo ante el dengue en León Guanajuato", bajo la dirección del Dr. Julio César Vega Arreguín.

PRESIDENTA: DRA. PAULINA URIBE MORFIN
VOCAL: DRA. LETICIA GÓMEZ MENDOZA
SECRETARIO: MTRO. ENRIQUE KATO MIRANDA
VOCAL: DR. GERARDO SUZÁN AZPIRI
VOCAL: MTRA. ILANE HERNÁNDEZ MORALES

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., 17 de agosto de 2023.



Dr. Alonso Aguilar Ibarra
Coordinador
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

Agradecimientos

Mi eterna gratitud a la máxima y honorable casa de estudios, UNAM, por ofrecer los recursos para que mi paso por sus estancias fuera muy enriquecedor y placentero. Agradezco a la ENES León por acogerme en sus aulas y pasillos para lograr esta maestría. También, infinitas gracias al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad por hacer posible esta maravillosa maestría y permitirme cursarla con calidad y compromiso. Por siempre mi sangre será azul y mi piel dorada.

En un país donde la educación superior no es un derecho si no un privilegio, quiero agradecer a CONACYT por haber sido merecedora del apoyo económico de posgrados de calidad.

Agradezco infinitamente a las personas que contribuyeron a hacer posible este gran logro: A mis tutores de tesis, al Dr. Julio Vega, por siempre inspirarme optimismo y serenidad ante la adversidad y principalmente a la Dra. Ilane Hernández por ser la guía en este trabajo, por su entrega y compromiso para compartir conmigo conocimientos y profesionalismo, y por su paciencia e interés en que se desarrollara un buen trabajo.

A mi comité de tesis, el Dr. Gerardo Suzán, quién inspiró un ejemplo a seguir y especialmente a la Dra. Leticia Gómez, quien fue una guía muy importante en el desarrollo del proyecto, así como al Mtro. Enrique Muñoz por las asesorías brindadas.

A mi jurado evaluador, Mtro. Enrique Kato que además fue punto de partida para las ideas y el desarrollo de este trabajo. A la Dra. Paulina quien contribuyó en gran medida a ampliar mi entendimiento cuadrado de las ciencias exactas.

A los profesores que impulsaron la adquisición de aprendizajes y conocimientos dedicándome un poco de su tiempo, y por compartir entusiasmo e ilusión con notros, la primera generación de este posgrado en la ENES León.

A mis compañeras y compañero de maestría porque nos acompañamos siempre y compartimos logros y frustraciones.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a las personas que me ayudaron a mantenerme en pie, darme esperanzas y brindarme amor, mis hijas, y mi esposo. Y de una manera muy especial, a mis padres, por creer en mí siempre y ser un apoyo incondicional. A mis suegros quienes me apoyaron en el proceso.

Mi corazón se llena de alegría y agradecimiento al ver concluido un largo camino de aprendizajes y diversas emociones.

El mayor beneficio, resultado de este trabajo, es haber ampliado mi entendimiento y forma de ver el mundo, hoy puedo decir que la educación se ha convertido en mi herramienta favorita y además necesaria para el buen vivir.

Además de agradecimiento, hoy siento un gran compromiso con mi familia, la sociedad y el planeta, pues una vez adquirido el conocimiento, aunque todavía falta mucho por aprender, no puedo sólo guardarlo y continuar, quiero y debo ser un agente de mejora, del buen vivir y del bienestar socioambiental.

Contenido

Resumen.....	4
Abstract	5
Introducción	6
Vulnerabilidad y riesgo ante el dengue.....	7
Definición de vulnerabilidad	7
Definición de riesgo y su relación con vulnerabilidad.....	9
Cambio global y su relación con el dengue	10
Condiciones ambientales y su relación con el dengue.....	10
Condiciones sociales y su relación con el dengue	11
Antecedentes	12
Situación global y local del dengue	12
Justificación	15
Pregunta de Investigación.....	17
Hipótesis.....	17
Objetivo General	18
Objetivos específicos	18
Metodología	18
Metodología para el objetivo 1.....	18
Metodología para el objetivo 2.....	19
Metodología para el objetivo 3.....	24
Metodología para el objetivo 4.....	25
Resultados	27
Resultados del objetivo 1:.....	27
Informe de la entrevista a la SMAOT	28
Informe de la entrevista al IMPLAN	29
Informe de la entrevista a la Secretaría de Salud	30
Resultados para el objetivo 2:.....	32
Resultados para el objetivo 3:.....	36
Resultados para el objetivo 4:.....	75

Mapa de riesgo para el año 2016.....	75
Mapa de riesgo para el año 2017.....	77
Mapa de riesgo para el año 2018.....	80
Mapa de riesgo para el año 2019.....	82
Mapa de riesgo para el año 2020.....	84
Zona de mayor riesgo ante el dengue según los resultados obtenidos.....	86
Condiciones climáticas donde se da la presencia de dengue en León Guanajuato.....	87
Discusión	88
Conclusión.....	97
Referencias.....	99
Glosario	108
Anexos.....	109
Cuestionario para la entrevista a la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial	109
Cuestionario para la entrevista al Instituto Municipal de Planeación	111
Cuestionario para la entrevista a la Secretaría de Salud.....	113
Encuesta para el estudio de los casos de dengue en León Guanajuato	115
Índice de figuras	117
Índice de tablas	118

Resumen

El propósito de este trabajo fue determinar la vulnerabilidad socioambiental de las personas, ante el dengue, en León Guanajuato, en el marco de las ciencias de la sostenibilidad, tratando de identificar cómo influye el cambio global, para elaborar mapas de riesgo. El trabajo se realizó siguiendo la secuencia de cuatro objetivos específicos. El primero de ellos fue para identificar la labor de las instituciones en combatir al dengue. Esto se llevó a cabo mediante entrevistas a tres instituciones públicas. En el segundo objetivo se determinó la vulnerabilidad socioambiental ante el dengue mediante una metodología cuantitativa en un estudio retrospectivo observacional. Con una muestra de 42 casos de dengue en un periodo de 5 años, de 2016 a 2020, se evaluaron 18 variables y con pruebas de Xi cuadrada se determinaron cuáles de éstas tuvieron mayor influencia sobre la vulnerabilidad socioambiental. En un tercer objetivo se elaboraron mapas de peligro con un análisis profundo de las condiciones climáticas que influyen en la presencia del dengue: temperatura ambiente máxima, temperatura ambiente media, precipitación pluvial y humedad, para conocer el clima de la ciudad y ver cuál es la relación con el dengue. Para ello se hicieron análisis de dispersión para identificar la tendencia del clima y se determinaron anomalías climáticas para comprender como ha afectado el cambio climático. Ambas se realizaron con datos del clima de 54 años. Posteriormente mediante interpolaciones de datos climáticos de SAPAL y con ayuda del software ArcGIS, se elaboraron cartografías del clima de los 5 años, los que serían los mapas de peligro. En el cuarto objetivo se elaboraron los mapas de riesgo mediante la sobreposición de los mapas de peligro y los datos georreferenciados de vulnerabilidad socioambiental. Los resultados obtenidos en este estudio fueron: 1) Las instituciones que pueden o deberían atender al dengue en León no convergen en sus políticas públicas y no atienden al problema complejo. 2) Las personas tienen vulnerabilidad socioambiental media y alta ante el dengue y las variables que más influencia tienen sobre ésta son: la frecuencia en la recolección de basura ($p=0.03$), agua estancada en el patio o fuera de la casa ($p=0.03$), frecuencia de limpieza del patio ($p=0.0003$), macetas en el patio, ($p=0.02$) y frecuencia con que las macetas contienen agua ($p=0.02$). 3). De los mapas de riesgo se obtuvieron los siguientes rangos del clima donde se presentó el dengue en León: temperatura máxima desde 26.4 hasta 30.8°C; temperatura media desde 18.2 hasta 22.4 °C; precipitación pluvial desde 332.2 hasta 1049.3 mm; humedad desde 38.3 hasta 76.6 %. Finalmente, se discute como el cambio global influye ante el dengue a una escala local y el nivel de preparación institucional para afrontarlo. En conclusión, las condiciones ambientales, sociales e institucionales aumentan la vulnerabilidad de la población y el riesgo de adquirir dengue en León Guanajuato.

Abstract

The objective of this study was to determine the socio-environmental vulnerability of people, considering dengue in Leon, Guanajuato; within a Sustainability Science framework, trying to pinpoint the influence of global change to make risk maps. The study was made following the sequence of four specific objectives. The first objective was to identify the work done by institutions to fight dengue, which was carried out by interviewing three public institutions. The second objective determined the socio-environmental vulnerability towards dengue through a retrospective quantitative observational study. The sample included 42 dengue cases in a five-year period (from 2016 to 2020). There were 18 variables assessed using Xi square to determine which ones influence socio-environmental vulnerability more. The third objective was to create hazard maps with a deep analysis of the climate conditions that foster dengue such as: the highest environment temperature; the average environment temperature; rainfall and humidity; to understand the climate of the city and its connection to dengue. Dispersion analysis were made to identify and determine the weather conditions' tendency; and climatic anomalies were determined to understand how they have influenced the climate change. Both were carried out with data from the past 54 years. Subsequently, the 5 years period climate mapping was made by interpolating the climate data from SAPAL analyzed via ArcGIS software. They would later become the hazard maps. During the fourth objective the risk maps were created by overlaying the hazard maps and the georeferenced socio-environmental risk data. The results obtained in this study were as follow: 1) Those institutions in Leon that can or should acknowledge dengue issues do not agree in their public policies and fail to address the complex problem. 2) People have average and high socio-environmental vulnerability to dengue and the most common variables that affect them are garbage collection frequency ($p=0.03$); stagnant water in the yard or outside the house ($p=0.03$); yard cleaning frequency ($p=0.0003$), having flowerpots in the yard ($p=0.02$) and frequency of finding water in the pots ($p=0.02$). 3) Information obtained through the risk maps showed the climate conditions ranges present when dengue was found in Leon. Temperature from 26.4 to 30.8°C, for adult mosquito; temperature from 18.2 to 22.4°C, for larval stage; rainfall from 332.2 to 1049.3 mm; humidity from 38.3 to 76.6%. Finally, it is discussed how global change influences dengue at a local scale and how prepared we are, institutionally. In conclusion, the environmental, social and institutional conditions increase the vulnerability of the population and the risk of acquiring dengue in León Guanajuato.

Introducción

Nuestro planeta se encuentra en crisis y los seres humanos somos grandes protagonistas de ello. Existe un colapso en el funcionamiento de los ecosistemas a nivel global como resultado de las actividades humanas en los últimos 200 años (Steffen et al., 2011). Dichas actividades responden a un estilo de vida insostenible basado en el crecimiento, la acumulación de capital y la extracción de recursos (Challenger et al., 2020), lo que provoca transformaciones en los sistemas socioecológicos (Finucane, Fox Jefferson, Sumeet Saksena, 2014) y condiciones que amenazan la estabilidad del planeta y de todos los seres vivos que habitamos en él (Lenton et al., 2019)

Las enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue, son ejemplo de estas amenazas (Wei, 2014) (CEPAL, 2011). La distribución de éstas enfermedades está estrechamente ligada a condiciones ambientales y sociales derivadas de actividades antropogénicas (Finucane, Fox Jefferson, Sumeet Saksena, 2014).

Amenaza se define como un suceso físico o derivado de la actividad humana que puede provocar daños, como pérdidas de vida humanas, de la propiedad, o socioeconómica, así como degradación ambiental. Sin embargo, la amenaza es todavía el concepto no materializado (CEPAL, 2011). Cuando se materializa, y se vuelve una realidad, se dice que se convierte en un peligro (CENAPRED, 2016). Por lo tanto, el dengue es un peligro para las poblaciones humanas (CEPAL, 2011; OMS/OPS, 2014a; Petrone et al., 2021), y se ha vuelto un peligro global de salud pública derivado de la globalización y la falta de desarrollo sostenible (Wilcox & Colwell, 2005).

Este peligro se vuelve más complejo por la sociedad basada en un estilo de vida socioeconómico extractivista (Challenger et al., 2020) y por la falta o incumplimiento de políticas públicas y actividades de las instituciones que promueven la adaptabilidad ante el cambio climático y las enfermedades infecciosas (Wu et al., 2016) (Wilcox & Colwell, 2005). En México existe un programa de acción específico contra el dengue, diseñado a nivel nacional, sin embargo no se lleva a cabo de manera correcta, en gran parte porque tiene muy poco tiempo de implementarse y no se aprovechan los recursos sociales y económicos destinados para ello (Secretaría de Salud, 2014).

En esta tesis se abordará al dengue desde la vulnerabilidad socioambiental. Por lo tanto, es importante reconocer que los seres humanos no pueden entenderse como entidades separadas de los ecosistemas, evolucionamos y estamos incrustados en ellos, y el sistema ecológico constituye la matriz que hace posible nuestra existencia (Maass, 2015) y si esa matriz se encuentra en crisis por ende también la población humana (Steffen et al., 2011).

El virus que ocasiona el dengue (DENV) pertenece a la familia Flaviviridae, del género *Flavivirus*, el cual se encuentra en cuatro formas llamadas serotipos: DENV1, DENV2, DENV3 y DENV4 (OMS/OPS, 2021; Velandia & Castellanos, 2011). El dengue es una enfermedad infecciosa que puede presentarse en tres formas: 1) como dengue asintomático, 2) como dengue con o sin señales de alarma y 3) como dengue grave que puede ser mortal debido a la extravasación del plasma, hemorragia grave y/o compromiso de órganos (OPS et al., 2017).

Esta enfermedad es transmitida por mosquitos hembra de las especies *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*; a estos mosquitos se les denominan vectores. Según la FAO, un vector es un organismo vivo que puede transmitir patógenos infecciosos entre personas o de animales a personas. Estos vectores o mosquitos se han adaptado a coexistir en ambientes de poblaciones humanas urbanas (Li et al., 2014), su distribución geográfica depende de condiciones climáticas como temperatura, precipitación pluvial y humedad (Cassaba, Morales, 2010; Sánchez-González et al., 2018).

El dengue es un problema de salud pública a nivel mundial, se calcula que se presentan 390 millones de infecciones anualmente (Bhatt et al., 2013), es la enfermedad viral de más rápida propagación y la segunda más grave seguida de la malaria (Qinlong Jin 2019). En el continente americano, en el año 2000 se presentaban menos de 500 mil casos. En los años posteriores la enfermedad aumentó cinco veces según un estudio de 2013 y para el año 2019 los casos estaban por arriba de tres millones. Se estima que la tendencia es a aumentar año con año (OMS/OPS, 2021; PAHO/WHO, 2020; Qinlong Jin; Ming Wang, 2019).

Se estima que debido a los efectos que tiene el cambio climático sobre su distribución, en un futuro, más lugares alcanzarán las condiciones óptimas para que se desarrolle el mosquito que transmite el virus dengue (IPCC, 2018). Un estudio sobre escenarios climáticos pronosticó que para el año 2050, en México, el dengue se extenderá a altitudes mayores, y para el año 2080 la población mundial en riesgo de dengue aumentará a 6.1 mil millones de personas (Messina et al., 2019), varios estados de la república mexicana sufrirán aumento en la distribución de dengue, más adelante se abordará con detalle (SEMARNAT, 2018).

Vulnerabilidad y riesgo ante el dengue

Definición de vulnerabilidad

El dengue constituye una amenaza, sobre todo, para poblaciones urbanas que se encuentran en desarrollo no planificado y con crecimiento poblacional que sobrepasa los sistemas sanitarios (Neiderud, 2015; San Martín et al., 2010). Esta amenaza, cuando se convierte en peligro, afecta de

manera distinta a las personas, aun cuando habitan en la misma zona, esto se debe a la vulnerabilidad de cada persona o grupos de personas de acuerdo a la definición clásica de vulnerabilidad (White, 1974).

La vulnerabilidad se define como la capacidad que poseen los lugares, las entidades o seres humanos para anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse del impacto producido por un agente perturbador de una magnitud dada (Beck et al., 2017) (CEPAL, 2011). En el área de la salud, la vulnerabilidad se refiere a que algunos grupos son más propensos a sufrir enfermedades de salud específicas y poseen mayores desventajas para resolverlos en comparación con otros grupos (Juárez-Ramírez et al., 2014).

La vulnerabilidad está constituida por múltiples factores, institucionales, económicos y socioculturales de la zona que se esté hablando. Estas condiciones determinan como puede responder una persona o grupos de personas ante un peligro (CEPAL, 2011). Debido a que la vulnerabilidad está determinada tanto por factores sociales como ambientales, en este estudio se considerarán ambos factores y se hablará de vulnerabilidad socioambiental (Turner II et al., 2003).

La vulnerabilidad socioambiental está influenciada tanto por factores internos como externos al sistema del que se esté hablando y las condiciones sociales y ambientales globales tienen efectos sobre las condiciones sociales y ambientales locales. Es por ello que es importante considerar lo global para comprender lo local y tener un punto de partida en la toma de acciones. Sin embargo la vulnerabilidad socioambiental parte de un contexto local e individual (Turner II et al., 2003).

La vulnerabilidad socioambiental se compone de tres elementos: sensibilidad, exposición y resiliencia (Chuc et al., 2013) (Turner II et al., 2003).

La sensibilidad se entiende como la manera en que una persona o grupos de personas son afectadas de acuerdo a sus condiciones ambientales y sociales:

Las condiciones ambientales se refieren al capital natural y recursos biofísicos con los que cuentan las personas en el sitio de la afectación, tales como servicios ecosistémicos. Un servicio ecosistémico, según la FAO, se entiende como aquello que la naturaleza o procesos ecológicos proveen para la existencia y el funcionamiento de la vida, se clasifican en cuatro tipos: de abastecimiento, de regulación, culturales y de apoyo.

Las condiciones sociales se refieren al capital social, es decir a recursos como derechos, instituciones y economía (Turner II et al., 2003), estos determinan la capacidad de respuesta y posteriormente la capacidad de adaptación y resiliencia (Schneiderbauer, 2004).

Exposición se refiere al sujeto u objeto afectable y puede ser desde individuos u hogares, hasta ecosistemas. También hace referencia a la manera como es afectado el individuo u objeto y depende de la frecuencia, magnitud y duración del fenómeno afectable, el cual está relacionado con la geografía y la disposición de las actividades humanas a lo largo de la misma (Turner II et al., 2003) (CEPAL, 2011)

Resiliencia se refiere a la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a un peligro para responder, asimilar, adaptarse y recuperarse del peligro al que fue expuesto. Es decir, después de haber una exposición a un desastre, resulta una afectación que puede resultar en pérdidas de vida, de suelo o de servicios ecosistémicos, entre otros. Después de enfrentar y afrontar la pérdida hay una adaptación que principalmente consiste en reformular o plantear nuevos programas y políticas públicas de tal manera que permitan dar una respuesta más eficiente que la anterior (Turner II et al., 2003, CENAPRED 2014)

Definición de riesgo y su relación con vulnerabilidad

Según varios organismos nacionales, de prevención del desastre, el riesgo se define como la probabilidad de ocurrencia de pérdidas, daños o efectos inesperados sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como resultado de fenómenos perturbadores (CENAPRED; SEGURIDAD; CNPC, 2020).

La vulnerabilidad socioambiental, al igual que el peligro, son elementos para determinar el riesgo. El peligro, como ya se mencionó anteriormente, se entiende como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad durante un cierto periodo y un sitio dado. También se conoce como la materialización de la amenaza (CEPAL, 2011). La **Figura 1** ejemplifica la relación que existe entre vulnerabilidad socioambiental, peligro y riesgo (CENAPRED, 2016)



Figura 1 Ecuación de riesgo.

Ecuación que representa la relación entre vulnerabilidad multiplicada por peligro y riesgo. Fuente: Elaboración propia con datos de CENAPRED.

Cambio global y su relación con el dengue

En este estudio se abordarán dos aspectos del cambio global: cambio climático y crecimiento poblacional. El cambio global es un conjunto de consecuencias que responden a la globalización y a la gran aceleración (Steffen et al., 2011). Estas consecuencias están provocando inestabilidad en los ecosistemas de todo el planeta y nos conduce a una zona de riesgos a todas las especies que coexisten en la actualidad (Steffen et al., 2018).

La inestabilidad de ecosistemas se cuantifica mediante los llamados límites planetarios, que son: incremento en la población humana, cambio de uso del suelo, alteraciones en la biodiversidad, cambio climático, cambios geopolíticos, alteraciones en los ciclos biogeoquímicos, por mencionar algunos (Steffen Will, 2009) (Cabrera Silva, 2019). Este conjunto de alteraciones son el resultado de una nueva era geológica dominada por las actividades humanas, “el antropoceno” (Crutzen, 1995). Uno de los riesgos que se presentan con estas alteraciones de ecosistemas y falta de sostenibilidad es el aumento de las enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, tal es el caso del dengue (Lindahl & Grace, 2015). Los cambios globales que más directamente inciden sobre esta enfermedad son el cambio climático y el crecimiento poblacional (Kim, 2021).

Condiciones ambientales y su relación con el dengue

El dengue es transmitido por un mosquito, el cual es considerado el vector (Li et al., 2014). Para el desarrollo de este mosquito y para completar su ciclo de vida: huevo, larva, pupa y adulto se requieren condiciones climáticas específicas. (Chico & Hidalgo, 2001).

Cada etapa o estadio tiene factores biológicos que le permiten sobrevivir en condiciones ambientales adversas. Por ejemplo, durante la etapa de huevo se presenta la mayor resistencia a la temperatura y humedad. Los huevos pueden sobrevivir todo el invierno, incluso todo un año, soportando temperaturas de hasta 40°C (Githeko et al., 2000), esperando la temperatura y humedad que necesitan para desarrollarse (Kecerdasan & Ikep, 2013).

Por otra parte, los estadios de huevo, larva y pupa, son acuáticos y pueden desarrollarse en casi cualquier cuerpo de agua con altura desde 1 cm y que permanezca estancada durante al menos una semana. Durante la etapa larvaria el mosquito se desarrolla y se prepara para la etapa adulta y la temperatura es un factor muy importante para esta etapa, pues puede determinar la densidad del mosquito, se ha encontrado que la temperatura idónea en esta etapa es de 13 a 22.4°C (Montero & Fca, 2009; Rojas Terrazas et al., 2020). Una vez en la etapa adulta el mosquito puede

vivir hasta máximo 1 mes en condiciones óptimas, temperatura 27-29°C y humedad de 41-57% (Kecerdasan & Ikep, 2013).

Así como la temperatura es importante para el desarrollo del mosquito, también lo es para sus facultades de infectar y transmitir el virus dengue. Las temperaturas óptimas para el desarrollo, la longevidad y fecundidad están entre 28 °C y 30 °C. A temperaturas extremas, que son por debajo y por encima de este rango, 16 °C y 36 °C, la longevidad se ve desfavorecida y disminuye considerablemente el número de huevos por hembra (Marinho et al., 2015). Por arriba de los 31-32°C hay mayor densidad poblacional de mosquitos, pero las altas temperaturas provocan que su vida adulta sea más corta y no es suficiente tiempo para que puedan infectar a los humanos (Sánchez-González et al., 2018). Además, se ha observado que el periodo de incubación del virus 2 de dengue (DENV2) en el mosquito *Aedes Aegypti* podría reducirse de 12 días a 30°C a 7 días a 32-35°C (Githeko et al., 2000).

Anteriormente el dengue sólo se presentaba en zonas tropicales y subtropicales, ahora las condiciones climáticas han cambiado de tal manera que modifican la distribución de la enfermedad (Guo et al., 2017), principalmente es el aumento de temperatura, lo que está propiciando que cada vez más lugares alcancen una temperatura óptima para el desarrollo exitoso del mosquito transmisor del dengue (IPCC, 2018).

Condiciones sociales y su relación con el dengue

El crecimiento poblacional modifica el entorno y las condiciones ambientales debido a que a mayor población habrá una mayor demanda de recursos. Esta demanda promueve el cambio de uso del suelo, la modificación del entorno, fragmentación del paisaje, disminución de la biodiversidad y cambios en la dinámica del ecosistema. En consecuencia, el deterioro ambiental, aumenta la exposición a enfermedades transmitidas por vectores (Lindahl & Grace, 2015), debido a que la interacción entre organismos y los ciclos de vida de los patógenos y vectores se modifica (Myers & Patz, 2009).

El crecimiento poblacional desorganizado y la rápida urbanización no planificada promueven pobreza y desigualdad en la población (Ruiz Hernandez, 2015). Cuando las personas migran del campo a la ciudad se asientan generalmente a orillas de la ciudad, dando origen a asentamientos irregulares (SEDESOL, 2010), donde sus habitantes se caracterizan por vivir en una vivienda inadecuada y carencia total o parcial de uno o varios de los siguientes servicios básicos: acceso a agua potable; drenaje; seguridad en la tenencia; durabilidad de la vivienda (materiales de

construcción y localización en zonas de riesgo), así como espacio muy pequeño e insuficiente para vivir, ocasionando el hacinamiento (ONU-HÁBITAT, 2003).

Las personas que viven en colonias con alta densidad de población presentan más riesgo de contraer dengue comparado con las personas que viven en colonias con menor densidad, es decir calles más amplias y menor número de casas por área (Khormi & Kumar, 2011) debido a que el vector encuentra hábitats favorables para desarrollarse en menor tiempo (Li et al., 2014).

El ancho de la calle, la cantidad de viviendas y el área de las casas son parámetros que determinan el nivel socioeconómico de las colonias, por ejemplo, una colonia con calles de entre 1 a 5 m de ancho, densidad de casas de 35 por cada 15 000 m^2 y casas pequeñas, será de menor nivel socioeconómico que las colonias con calles de más de 10 m de ancho, de 25 casas por 15,000 m^2 y el área de las casas es mayor. En las colonias con menor nivel socioeconómico habrá más lugares con sombra debido al espacio reducido y a las construcciones propiciando espacios para desarrollo del mosquito (Khormi & Kumar, 2011).

Antecedentes

Situación global y local del dengue

Los países en zonas tropicales y subtropicales de las regiones de África, América central y del sur, el Mediterráneo oriental, Asia sudoriental y el Pacífico occidental son endémicos para el dengue (Harrington et al., 2013). Afectando , sobre todo a los que se encuentran en desarrollo económico, como el caso de gran parte de los países de América Latina, entre ellos México (Gugler, 2002; Hota, 2014).

El dengue prolifera y se presente cada vez con mayor intensidad (OMS/OPS, 2021), pues se observa que en las últimas tres décadas, sobre todo después del año 2000, su incidencia aumentó hasta un 68%, hablando de los casos diagnosticados, sin considerar los no diagnosticados (San Martín et al., 2010). Tan solo en México, en 2019, se presentaron 41 550 y en 2020 24 313 casos (OPS/OMS 2020) y la tendencia continúa en aumento (OMS/OPS, 2014b).

En este estudio, el caso de interés es la ciudad de León. Se trata de una ciudad que se ubica al noreste del estado de Guanajuato, localizado en el centro del país. Su ubicación promueve que el clima sea templado (INEGI, 1991) con temperatura media de 23.8 a 31.7 °C y temperaturas extremas cálidas hasta 42.2 °C, con lluvias durante cinco meses del año (datos de CONAGUA). Se trata de una zona con distintas altitudes en todo el territorio, altitud máxima de 2,958 msnm y

altitud mínima de 1,723 msnm, lo cual quiere decir que dentro del territorio el clima es variado (IMPLAN, 2019).

Es una ciudad en continuo desarrollo y pertenece al corredor industrial del centro del país (INEGI, 2010). Representa un punto de reunión para convenciones y encuentros estatales, nacionales e internacionales. Ofrece importantes fuentes de empleo, principalmente en la industria manufacturera y en la agroindustria (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 2020) lo cual atrae migrantes tanto interurbanos como de zonas rurales. En consecuencia, León se encuentra en un rápido crecimiento urbano que, muchas veces, predispone a asentamientos irregulares de la población (SEDESOL, 2010).

El interés de investigar el dengue en León es porque desde que se presentó por primera vez, en 2007, se ha vuelto a presentar casi cada año, desde 2 hasta 40 casos. En 2017 se registraron 2300 casos, tomando por sorpresa a las instituciones gubernamentales, véase **Figura 2**. En 2017 y 2018, el estado de Guanajuato fue el primer lugar nacional de casos de dengue. En contraste, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) determinó que el estado de Guanajuato presenta vulnerabilidad baja ante los cambios en la distribución potencial de dengue (INECC, 2019), lo cual quiere decir que es importante realizar más estudios para determinar la situación real.

Por otra parte, el reto de las instituciones para combatir el dengue es enorme pues se trata de un proceso que requiere mucho tiempo y dinero. Los factores socioambientales e institucionales mencionados anteriormente es lo que lleva a cuestionarse qué está sucediendo con la sociedad, con el clima y con las instituciones para que la presencia de dengue se vea favorecida en esta ciudad.

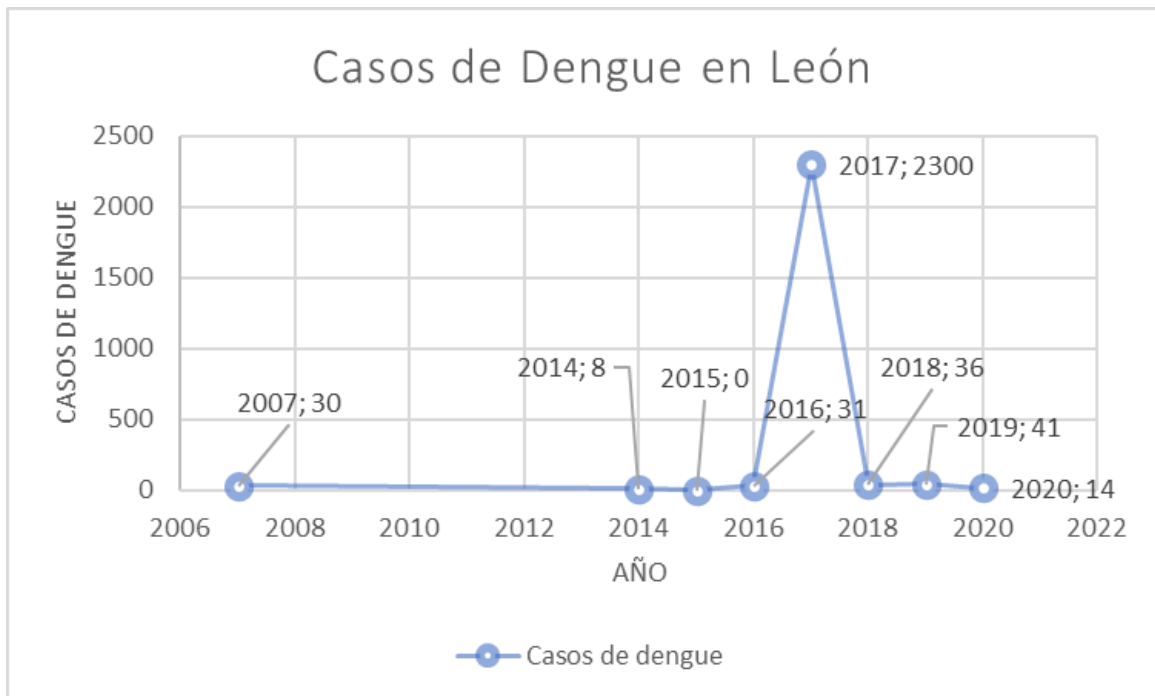


Figura 2. Gráfica que representa los casos de dengue en León desde el año 2007 a 2020.

Nota: Es importante considerar que muchos casos se confunden con gripa y los asintomáticos no se reportan, lo cual quiere decir que el número de casos podría ser mayor. Fuente: elaboración propia con información recabada con la encuesta realizada a la jurisdicción sanitaria III, Secretaría de Salud e información del Panorama Epidemiológico de dengue (Epidemiología, 2020)

Justificación

En este estudio nos proponemos investigar las interacciones entre los factores ambientales, sociales e institucionales que pudiesen favorecer a los brotes de dengue en la zona urbana y periurbana (polígono delimitado en la figura 5) León Guanajuato.

Factores ambientales

Los factores ambientales que propician la proliferación del mosquito ya se han estudiado exhaustivamente y están bien documentados (Sánchez-González et al., 2018). Por ejemplo, el modelo de nicho ecológico de MaxEnt señala que la temperatura es el factor ambiental más importante que predice la presencia de *Aedes aegypti*, en específico, este modelo habla de la temperatura promedio mensual, señala que 25 °C es el valor umbral mínimo para la presencia del mosquito y que en los sitios con temperatura de 20°C escasamente existe la posibilidad de presencia del mosquito, y en las regiones con temperaturas inferiores a los 17°C definitivamente no son propicias para formar un nicho potencial (Rodríguez et al., 2015). Otros autores señalan que la temperatura óptima para el desarrollo del mosquito va desde los 26°C a los 28°C (Márquez Benítez et al., 2019).

La temperatura idónea para que se desarrolle el mosquito es 28°C a 30°C, (Sánchez-González et al., 2018), por lo tanto, se analizará la temperatura como un factor de la vulnerabilidad socioambiental.

Así como la temperatura, los otros dos componentes climáticos importantes para determinar la presencia del mosquito son la precipitación y la humedad (Tovar Zamora, 2016). Lo que han reportado otros autores es que el rango óptimo de precipitación para el desarrollo del mosquito va de 160 a 180 mm de precipitación (Rubio-Palis, 2011). Otro estudio que consistió en un análisis de regresión múltiple sugiere que el rango de precipitación donde más casos de dengue se presentaron fue de 20-40 mm (Sáez, 2006).

En cuanto a la humedad, mediante un análisis con la ecuación de Clausius-Clapeyron se determinó que con un 36% de humedad las probabilidades de presencia del mosquito aumentan (Cancino, 2014). Por otra parte, mediante un estudio descriptivo en la zona costera de Ecuador se correlacionaron los datos climatológicos y epidemiológicos del dengue donde se determinó que los casos aumentan cuando se tienen precipitaciones de entre 158,1 mm y 372,7 mm y humedades relativas de entre 80% y 90% (Reyes-Baque et al., 2020).

La altitud también puede favorecer el desarrollo y permanencia del mosquito, y por tanto la presencia de la enfermedad, pues se ha observado que por debajo de 1800 msnm los brotes de dengue son comunes (Rodríguez & de la Hoz, 2005).

Factores sociales

Los factores sociales también se deben estudiar dentro de los modelos de nicho ecológico. Los factores sociales incluyen condiciones socioeconómicas y culturales tales como el trabajo, la comunicación, la economía, la sobrepoblación, etc. (Aparicio et al., 2013). Los hábitos culturales como la costumbre de acumular cacharros (objetos y utensilios inservibles), la forma y frecuencia de limpieza de sus espacios intradomiciliarios (Aparicio et al., 2013), el uso de floreros, recipientes para almacenar agua en el hogar y orificios en paredes o pisos, todos los mencionados anteriormente pueden almacenar agua y convertirse criaderos de mosquitos dando lugar a reservorios en periodos de secas para proliferar en las lluvias (Calderón Arguedas & Troyo, 2007).

Otro factor, del estilo de vida de la sociedad urbana, que se considera influyente en la presencia del mosquito son las islas urbanas. Estas son zonas urbanas con mínima vegetación y grandes superficies de concreto que absorben calor. En estas zonas es más factible que se alcance la temperatura óptima de 28°C – 30 °C, para el desarrollo del mosquito (Reyes-Baque et al., 2020)

Factor Institucional

Por último, el factor institucional, influye en la planeación territorial ante el crecimiento poblacional y la expansión de las ciudades. Si este desarrollo es inadecuado se da un mal funcionamiento en los sistemas sanitarios, deterioro de la infraestructura de salud y poco acceso a los servicios básicos de vivienda. En consecuencia, se favorecen condiciones para la presencia de los mosquitos, que a su vez dan lugar a la presencia de dengue (San Martín et al., 2010).

Este factor institucional también hace referencia a las condiciones políticas en que se encuentra la población, tales como, organización política, la educación, la economía, los derechos sociales, condición de vida de la ciudad como saneamiento, cuidados sanitarios, agua potable, entre otros (Aparicio et al., 2013).

Así mismo, este factor institucional también se refiere a las acciones de prevención y mitigación de los brotes de dengue. Las acciones contra el dengue deben abordarse desde un enfoque multi y transdisciplinario. Sin embargo, en León la única institución que se encarga de llevar a cabo el programa de prevención y control de dengue es la Secretaría de Salud, La Jurisdicción Sanitaria III, la cual desarrolla el programa llamado “Prevención y control de dengue 2013-2018” (Secretaría de

Salud, 2014). Además de las acciones sanitarias, se debe sensibilizar a la población sobre los riesgos de la enfermedad y acciones individuales de prevención (Hui Liu, Cheng-Jiang Fang, 2021) . En León, la Secretaría de Salud lleva a cabo campañas de sensibilización mediante brigadistas y anuncios publicitarios,

Dentro del factor institucional, además de la Secretaría de Salud, otras instituciones que tienen la facultad de prevenir y combatir el dengue son las instituciones ambientales (CDMX, 2019) y de planeación territorial (Reyes-Baque et al., 2020)

Por lo tanto, las acciones institucionales, determinadas por las políticas públicas vigentes, son un factor que influye sobre la resiliencia de la población de un sitio específico, ante enfermedades como el dengue, pues es una enfermedad muy compleja que se relaciona con el cambio global que vivimos hoy en día.

Dado que la vulnerabilidad socioambiental, según la definición de Turner, está dada por condiciones ambientales, sociales e institucionales; en este trabajo se propone una aproximación metodológica para entender la relación entre la incidencia del dengue y la vulnerabilidad socioambiental en León Guanajuato. Por lo tanto, se analizarán, los tres factores que determinan la vulnerabilidad socioambiental (ambiental, social e institucional) y su relación con los brotes de dengue en León.

Pregunta de Investigación

¿Es posible determinar la vulnerabilidad socioambiental y el peligro de adquirir dengue durante el periodo 2016-2020 en la población urbana y periurbana de León Guanajuato utilizando como instrumento una encuesta que recaba datos sociales y analizando datos ambientales e institucionales?

Hipótesis

Es posible determinar la vulnerabilidad socioambiental y el peligro de adquirir dengue en la población urbana y periurbana de León Guanajuato en el periodo 2016-2020 mediante la propuesta de un instrumento que recaba datos sociales, ambientales e institucionales.

Objetivo General

Diseñar un instrumento piloto que permita evaluar la relación entre la vulnerabilidad socioambiental y el peligro ante el dengue en la población urbana y periurbana de León Guanajuato, que incluya datos sociales, ambientales e institucionales, para proponerlo como herramienta que oriente la toma de decisiones sobre las acciones individuales, grupales e institucionales para mitigar los brotes de dengue.

Objetivos específicos

- 1.- Investigar las políticas que tienen las instituciones ante el problema que representa el dengue en León Guanajuato y qué estrategias se están llevando a cabo.
- 2.- Hacer un cuestionario basado en la sensibilidad que define Turner para llevar a cabo una encuesta dirigida a personas que padecieron dengue en zonas urbanas y periurbanas de León Guanajuato en el periodo 2016-2020, como muestra piloto para evaluar la posibilidad de utilizarlo en la determinación de la vulnerabilidad socioambiental ante el dengue.
- 3.- Analizar el clima y elaborar mapas de peligro de cada año con los factores ambientales que influyen en la presencia del mosquito que transmite el dengue: temperatura ambiente, precipitación pluvial y humedad.
- 4.- Correlacionar los datos de la encuesta y los mapas de peligro con la finalidad de comprender la relación de factores ambientales, sociales e institucionales para determinar si es posible medir la vulnerabilidad socioambiental y el peligro ante el dengue en León Guanajuato.

Metodología

Metodología para el objetivo 1

Objetivo 1: Investigar las políticas que tienen las instituciones ante el problema que representa el dengue en León Guanajuato y qué estrategias se están llevando a cabo.

A fin de obtener perspectivas, visiones y puntos de vista de las instituciones públicas acerca del dengue, se identificaron a las instituciones que pueden o deberían estar involucradas en el problema complejo que representa el dengue y que representen por lo menos a dos órdenes de gobierno, municipal y estatal.

Debido a que el dengue está relacionado con el cambio climático, la institución con las facultades para atender problemas relacionados con el medio ambiente y el cambio climático son la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SMAOT). La SMAOT es una institución de orden estatal con sede central en Guanajuato capital. Debido a la estrecha relación del dengue con el crecimiento poblacional y la planeación urbana, la institución que podría o debería atender esta relación es el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN), esta es una institución de orden municipal. Por último, la institución con mayor relación con el dengue y sobre quién recae toda la responsabilidad es la Secretaría de Salud Pública, la cual es de orden municipal, pero se rige por políticas nacionales.

Posteriormente se identificó a la persona encargada del área a fin al problema de dengue en cada institución. Se hizo una revisión de las competencias de las instituciones y las políticas públicas que puedan estar relacionadas con el dengue, para poder plantear un cuestionario para la entrevista a los funcionarios de cada institución, la entrevista puede verse en anexos.

Una vez realizada la entrevista se hizo una reflexión acerca de lo que aportó cada uno y cómo su visión contribuye a comprender el problema complejo que representa el dengue en León Guanajuato y qué estrategias se están llevando a cabo.

Metodología para el objetivo 2

Objetivo 2: Hacer un cuestionario basado en la sensibilidad que define Turner para llevar a cabo una encuesta dirigida a personas que padecieron dengue en zonas urbanas y periurbanas de León Guanajuato en el periodo 2016-2020, como muestra piloto para evaluar la posibilidad de utilizarlo en la determinación de la vulnerabilidad socioambiental ante el dengue.

En este trabajo de investigación se realizó un estudio piloto observacional con dos muestras. La primera consta de 42 personas que enfermaron de dengue en el periodo 2016-2020 y la segunda consta de 42 personas que no enfermaron de dengue durante el mismo periodo de años. Todos los casos fueron de personas habitantes del municipio de León Guanajuato.

El cuestionario que sería el instrumento propuesto para determinar la vulnerabilidad socioambiental se elaboró considerando la definición de sensibilidad que define Turner. Esta definición dice que una persona es sensible de acuerdo a sus condiciones sociales y ambientales. Como ya se mencionó en la introducción, las condiciones sociales se refieren al capital social como derechos, instituciones y economía y las condiciones ambientales se refieren a recursos naturales y biofísicos del ecosistema.

Este cuestionario se elaboró realizando una amplia investigación bibliográfica sobre variables utilizadas en instrumentos de otros autores (estos autores se pueden ver en la tabla 1), quienes analizaron la vulnerabilidad y el dengue en varios países. De esta investigación se determinaron 18 variables.

Estas 18 variables fueron clasificadas agrupándolas y determinado un eje común entre ellas. De donde surgieron las siguientes categorías: personales, espaciales, condición de pobreza, calidad de vivienda, servicios de las instituciones y educación para la salud véase **Tabla 1**.

La evaluación de este instrumento se hizo aplicándolo en una encuesta en los meses de mayo y junio de los años 2020 y 2021. Debido a las restricciones sanitarias por COVID-19 la encuesta se aplicó vía internet utilizando la plataforma Google Forms y publicitando mediante las redes sociales de la ENES León y páginas de gran alcance en el municipio.

Se analizaron las respuestas de las personas que respondieron la encuesta y se seleccionaron aquellas que estuvieran completas. De donde surgieron los 42 casos de personas que enfermaron de dengue y los 42 casos que no enfermaron. Los datos obtenidos fueron analizados por cada año, entre 2016 y 2020, para poder empatar los datos sociales que se obtuvieron en esta encuesta con los datos ambientales que se obtendrían en el objetivo tres.

Para evaluar este instrumento se determinó la influencia que cada variable tuvo sobre la vulnerabilidad socioambiental de las personas, mediante la realización de pruebas Xi cuadrada a cada variable en todas las categorías. Esta prueba se realizó con los datos esperados y los datos obtenidos, los datos esperados se representaron con el grupo de personas que no enfermaron de dengue.

Posteriormente, para obtener el valor numérico de la vulnerabilidad se hizo una codificación de las variables, con base en la información del Panorama Epidemiológico de Dengue (Epidemiología, Secretaria de Salud 2020). De donde se obtuvo que la vulnerabilidad puede darse en cinco rangos: Nula 0, Baja 1-9, Media 10-20, Alta 21-37 y Muy Alta 38-53. Siendo 53 el número mayor de vulnerabilidad y 0 representa que no hay vulnerabilidad, véase la **Tabla 2**. Para determinar la variable “condición de pobreza” se hizo uso de la base de datos de CONEVAL, la cual clasifica los niveles de pobreza de acuerdo a las carencias de uno o varios derechos sociales.

Los datos obtenidos en este objetivo serán correlacionados con los obtenidos en el objetivo tres con la finalidad de encontrar relaciones entre datos sociales, ambientales y el dengue.

Clasificación	Variable	Autor	Codificación	
Personales	Edad (años)	Salud, 2020	5-19	5
			20-34	4
			35-49	3
			50-64	2
			65 y mas	2
	Sexo	Salud, 2020	Mujer	1
			Hombre	1
Espaciales	Mes en que enfermó	Propuesta propia	Enero-Diciembre	1
	Ubicación	Propuesta propia	Para determinar la pobreza multidimensional	
Condición de pobreza	Pobreza multidimensional	CONEVAL 2010	Nula 0	0
			Baja 0-18	1
			Media 18-34	2
			Alta 34-50	3
			Muy Alta 50-70	4
	Extrema 70-100	5		
Calidad de vivienda	Número de personas viviendo en casa	INECC 2019; Pérez et al., 2003; Chuc et al., 2013	1	0
			2	1
			3	2
			4	3
			5	4
			Más de 5	5
	Uso de mosquiteros en puertas y/o ventanas	Chuc et al., 2013	Sí	0
			Algunas	1
			No sirven	2
			No	3
	Tiempo de traslado al hospital o clínica más cercana	Chuc et al., 2013	Menos de 15 min	1
			15-30 min	2
			30 y más min	3
Servicios de las Instituciones	Agua potable en la vivienda	INECC 2019; Pérez et al., 2003; Chuc et al., 2013	Sí	0
			A veces	1
			No sé	2
			No	3

Clasificación	Variable	Autor	Codificación	
	Frecuencia en la recolección de basura	INECC 2019	3 o más 3 2 1 No pasa	0 1 2 3 4
	Acceso a los servicios de salud	INECC 2019	IMSS ISSSTE INSABI Otro Ninguno	0 0 0 0 1
	Campañas de prevención de dengue en la colonia	Chuc et al., 2013	Sí No Desconozco el programa	0 1 2
	Número de acciones que realiza la campaña de prevención de dengue	Propuesta propia	1.-Tirar, tapar y voltear 2.- Colocar insecticida en aljibes, tanques y tinacos 3.- Fumigaciones 4.- Descacharrización 5.- Nebulizaciones 6.- Trampas para mosquitos 7.- Trampas para larvas	3 o más acciones 0 2 acciones 1 1 acción 2 0 acciones 3
Educación para la salud	Uso de químicos para ahuyentar mosquitos	Chuc et al., 2013	Sí A veces No	0 1 2
	Frecuencia con la que las macetas contienen agua	Chuc et al., 2013 INECC 2019	No No sabe Sí	0 1 2
	Agua estancada en el patio o fuera de la casa	Chuc et al., 2013 INECC 2019	No A veces No sé Sí	0 1 1 2
	Macetas con plantas en el patio	Chuc et al., 2013 INECC 2019	No A veces No sé	0 1 1

Clasificación	Variable	Autor	Codificación	
			Sí	2
	Frecuencia de limpieza del patio	Chuc et al., 2013	Diario	0
		INECC 2019	2 a 4 veces a la semana	1
			1 vez a la semana	2
			Nunca	3

Tabla 1. Variables utilizadas para determinar la vulnerabilidad socioambiental.

En esta tabla se muestran las 18 variables y su codificación correspondiente para obtener un valor y poder determinar la vulnerabilidad de las personas en León, Gto

Vulnerabilidad	Valores
Nula	0
Baja	3-9
Media	10-20
Alta	21-37
Muy Alta	38-53

Tabla 2 Rangos de vulnerabilidad socioambiental.

En esta tabla se muestran cuatro rangos de vulnerabilidad que van desde nula con valor de 0 hasta muy alta con valor de 38-53. Estos rangos se obtuvieron con la codificación de las 18 variables.

Metodología para el objetivo 3

Objetivo 3: Analizar el clima y elaborar mapas de peligro de cada año con los factores ambientales que influyen en la presencia del mosquito que transmite el dengue: temperatura ambiente, precipitación pluvial y humedad.

Para comprender como es y cómo ha cambiado el clima en la ciudad de León Guanajuato, así como su relación con el dengue, se hizo la siguiente propuesta basada en la metodología de la tesis: Relación clima-dengue en México de Cancino y Magaña (Cancino et al 2014) y metodología del IMPLAN (IMPLAN, 2015).

Se hizo un análisis del clima con datos de cuatro estaciones meteorológicas de CONAGUA. De estos datos se analizó, mediante gráficas y regresión lineal: 1. La tendencia del clima y 2. Las anomalías climáticas a lo largo de los años, para ambos casos se utilizaron datos desde 1962 hasta el 2018.

1.- Tendencia de los datos: se realizó un análisis de dispersión a los datos de las siguientes condiciones climáticas: temperatura máxima, temperatura media, precipitación y humedad. Para ello se tomaron los registros diarios de las estaciones meteorológicas y se obtuvo la media anual de cada uno de los 56 años. A estas mediciones se les hizo el análisis de dispersión para obtener la gráfica y la línea de tendencia de los datos, así como la ecuación de la recta y el valor de R^2 para cada condición climática.

2.- Anomalías climáticas: Una anomalía climática se refiere a la diferencia entre el valor de un elemento climático en un lugar determinado y el valor medio de dicho elemento. En este estudio las anomalías climáticas se determinaron para los siguientes elementos climáticos: temperatura ambiente, precipitación pluvial y evaporación.

Para ello se obtuvo el valor de referencia, el valor medio, a partir de datos de un periodo climático, es decir de 30 años. A estos valores se les hizo un análisis de dispersión para comparar la tendencia de la temperatura ambiente máxima, mínima y media, la precipitación y la evaporación. De este análisis resultó una gráfica, una línea de tendencia, la pendiente de ésta y el valor de R^2 para cada condición climática.

Posteriormente, basados en la tesis de Cancino y Magaña (Cancino, 2014), se elaboraron mapas de peligro. Para ello se tomaron datos de 16 estaciones meteorológicas del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL), éste es un organismo municipal que se encarga de la gestión del servicio de agua potable en León y es poseedor de estas estaciones meteorológicas que monitorean el clima cada hora. Los datos analizados corresponden a los registros de cada hora de los 365 días del año, y se analizaron e interpretaron mediante interpolaciones con ayuda del software ArcGIS.

Primero se calcularon las medias mensuales de los 12 meses del año para cada condición climática, temperatura ambiente máxima, temperatura ambiente media, precipitación y humedad. Después, estas medias se vincularon con las coordenadas de su estación meteorológica correspondiente mediante una hoja de datos en Excel, para poder transformarlas al formato que requiere el software. Los mapas se obtuvieron anualmente y de manera separada para cada condición climática, al final se traslapan todos y se obtuvo uno para cada año, 2016-2020, para visualizar a las cuatro condiciones climáticas juntas y determinar relaciones y/o tendencias entre ellas, estos mapas corresponden a los mapas de peligro.

Metodología para el objetivo 4

Objetivo 4: Correlacionar los datos de la encuesta y los mapas de peligro con la finalidad de comprender la relación de factores ambientales, sociales e institucionales para determinar si es posible medir la vulnerabilidad socioambiental y el peligro ante el dengue en León Guanajuato.

La siguiente metodología es una propuesta propia sin validación previa. Se hizo una trasposición del mapa de peligro, obtenido en el objetivo 3, con los casos de vulnerabilidad socioambiental obtenidos en el objetivo 2 con la finalidad de visualizar la distribución de los casos y las condiciones climáticas que propician la ocurrencia de dengue en los 5 años analizados. Los casos de dengue que se visualizan en cada mapa fueron ubicados de acuerdo a sus coordenadas geográficas con ayuda del software ArcGIS.

A fin de visualizar diferencias o datos relevantes se decidió señalar en color rojo, los casos que representa vulnerabilidad socioambiental alta y en color amarillo los que representan vulnerabilidad socioambiental media.

Para obtener el rango de alerta de dengue, con ayuda del mapa de riesgo se identificaron los rangos de temperatura ambiente máxima, temperatura ambiente media, precipitación y humedad donde se presentaron los casos, estos datos se registraron en una tabla.

Resultados

Resultados del objetivo 1:

Objetivo: Investigar las políticas que tienen las instituciones ante problema que representa el dengue en León Guanajuato y qué estrategias se están llevando a cabo.

Las instituciones que pueden o deberían estar involucradas en el problema complejo de dengue en León Guanajuato son: Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SMAOT), Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) y la Secretaría de Salud Pública. Estas instituciones pueden o deberían poner en marcha políticas públicas y evaluación de sus políticas públicas referentes a este problema porque tienen la facultad de mejorar las condiciones ambientales y sociales de la ciudad mediante las políticas públicas que les competen.

La SMAOT tiene como finalidad “asegurar el desarrollo ordenado del territorio, preservando el equilibrio ecológico, a través de políticas públicas que permitan la protección y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las personas guanajuatenses” (portal de la SMAOT). Esta institución tiene la facultad de prever el ordenamiento del territorio y la forma en que la ciudad se distribuye e interactúa con el entorno, lleva a cabo políticas públicas como La Ley General de Cambio Climático, la cual menciona, como uno de sus objetivos, reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos del cambio climático (LGEEPA, 2016).

El IMPLAN es la institución encargada de orientar estratégicamente la distribución, construcción, crecimiento y manejo de recursos y desechos del municipio de León. También tiene la facultad de consolidar proyectos y proyecciones con visión a futuro, pues se trata de un órgano descentralizado que no trunca visiones y planes cada vez que cambia una administración. Esto tiene como efecto que los planes y programas que desarrollen sean a largo plazo, como el crecimiento urbano. También lleva el manejo de las nuevas políticas de construcción y uso de materiales, con la finalidad de construir ciudades y sociedades más resilientes ante el cambio climático (portal IMPLAN).

La Secretaría de Salud es la encargada de desarrollar programas y llevar a cabo acciones para combatir el dengue tales como el Programa de Acción Específico para combatir el dengue, decretado para toda la nación (Secretaría de Salud, 2008) y el Panorama epidemiológico de dengue a nivel nacional (Secretaría de Salud, 2020).

A continuación, se muestran los informes de las entrevistas siguiendo la recomendación de la ULA (Universidad Latinoamericana, 2017).

Informe de la entrevista a la SMAOT

Datos del informe

Entrevistador: Lic. Lidia García Rangel

Entrevistado: Director de Cambio Climático de la SMAOT

Objetivo de la entrevista: Encontrar información acerca de las políticas públicas y estrategias que lleva a cabo la SMAOT referente al dengue

Tipo de entrevista: abierta

Contexto en el que se desarrolló la entrevista: se desarrolló de forma virtual durante la pandemia

Resumen de la entrevista:

Los programas que desarrolla la SMAOT son para mitigar el cambio climático, como ejemplo: “Zonas de amortiguamiento ante inundaciones y eventos climáticos extremos”, “Captación de agua de lluvia en escuelas” y “Reducción de emisiones de cambio climático”. Sin embargo, no hay acciones y programas ante el dengue pese a que en el capítulo II (adaptación) de la ley federal de cambio climático en el artículo 29, el objetivo es llevar a cabo los programas de prevención de enfermedades derivadas de los efectos de cambio climático)

El director de cambio climático considera que este estudio de dengue puede contribuir a fortalecer la resiliencia local, la cual se menciona en el objetivo IV del artículo 43: identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales y aprovechar las oportunidades generadas por nuevas condiciones climáticas.

También comenta que debido a la relación del dengue con el cambio climático es un problema que, si le puede competir a la SMAOT, y debería verse de manera transversal en cuanto al diseño de políticas públicas. Sin embargo, actualmente, todas las prácticas las lleva a cabo la secretaría de salud.

Por último, el director de la SMAOT, considera que conservar los ecosistemas urbanos y su biodiversidad, como corredores biológicos, humedales y parques urbanos puede ayudar a reducir la vulnerabilidad ante el dengue, pues se ha observado que los parques urbanos mitigan las islas de calor en las ciudades.

Informe de la entrevista al IMPLAN

Datos del informe

Entrevistador: Lic. Lidia García Rangel

Entrevistado: Director de Desarrollo Sustentable del IMPLAN

Objetivo de la entrevista: Encontrar información acerca de las políticas públicas y estrategias que lleva a cabo la SMAOT referente al dengue

Tipo de entrevista: abierta

Contexto en el que se desarrolló la entrevista: se desarrolló de forma virtual durante la pandemia

Resumen de la entrevista:

El director de desarrollo sustentable comenta que en el plan de desarrollo 2040 se consideran aspectos de salud relacionados con asentamientos irregulares, pero más que nada a enfermedades gastrointestinales. También se están considerando aspectos bioclimáticos, para construcciones, sobre todo en forma vertical para evitar la expansión de la ciudad. Señala que aún falta mucho por estudiar el clima (radiación solar, altitud, vientos, etc.) estudio desde 2014. En esta entrevista también se comentó que el hecho que los asentamientos irregulares no cuenten con servicios es un tema de tenencia de la tierra, es decir, mientras no sean propietarios y no paguen impuestos, está prohibido dotarlos de servicios.

“La resiliencia, servicios ecosistémicos e incluir la parte ambiental a los planes de desarrollo territorial es un tema muy nuevo incluso para nosotros”, comentó el director. Además, mencionó que las principales zonas que dotan de servicios de regulación climática a la ciudad son la Sierra Norte (sierra de lobos), la Patiña y Arrollo Hondo, pero tienen problemas de vandalismo y narcotráfico. Además de éstas, existen 770 áreas verdes en la ciudad, la zona agrícola también contribuye. Sin embargo, la vegetación se concentra en la “zona dorada,” lo cual contribuye a la desigualdad socioambiental.

Por otro lado, señaló que las principales islas de calor en la ciudad son: Boulevard Madrazo y Morelos, las Ladrilleras del Valladolid, en la zona donde ubica SAPAL y el IMPAL.

El IMPLAN tiene identificadas zonas de riesgo para el dengue y las acciones que han implementado para mitigar este riesgo se enfocan en trabajar con SAPAL para llevar los servicios básicos de vivienda a los nuevos fraccionamientos. También se está buscando construir una ciudad compacta

y vertical, con una infraestructura, gris y verde, que después se incluya la azul, esto se refiere a construcciones de cemento con áreas de vegetación y manejo del agua pluvial.

En 2009 el IMPAN León, fue el primero a nivel nacional en adoptar las políticas ambientales en el desarrollo territorial.

Los programas de desarrollo sustentable del municipio sí consideran la vulnerabilidad de la población ante enfermedades infecciosas transmisibles, principalmente gastrointestinales, respiratorias y de intoxicación por químicos de las fábricas. Así como enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue y zika.

El director de desarrollo sustentable considera que determinar la vulnerabilidad socio ambiental ante el dengue sí puede contribuir al índice de ciudades resilientes en León, porque en este índice se incluyen 10 indicadores, entre ellos el de salud.

Informe de la entrevista a la Secretaría de Salud

Datos del informe

Entrevistador: Lic. Lidia García Rangel

Entrevistado: Coordinadora Jurisdiccional de Vectores

Objetivo de la entrevista: Encontrar información acerca de las políticas públicas y estrategias que lleva a cabo la SMAOT referente al dengue

Tipo de entrevista: abierta

Contexto en el que se desarrolló la entrevista: se desarrolló de forma virtual durante la pandemia

Resumen de la entrevista:

Se entrevistó a la coordinadora de vectores de la Jurisdicción Sanitaria.

El programa para combatir al dengue en León Guanajuato es desarrollado únicamente por la secretaría de salud, es un programa complejo y extremadamente caro, se estiman alrededor de 160 millones de pesos al año y más de mil seiscientos brigadistas capacitados. Sin embargo, no se ha cuantificado el gasto sanitario respecto a la atención de los enfermos y a los días que las personas no laboran debido a la enfermedad.

El programa consiste en dos aspectos: vigilancia y control. La vigilancia se trata de monitorear al mosquito en etapa de huevo, larva, pupa y adulto, analizarlo en laboratorio para identificarlo y determinar si contiene al virus. Se vigila mediante varias metodologías, ovitrampas, entomología,

entomovirología y control larvario. Las ovitrampas colocadas en 5 mil hogares leoneses, se revisan cada 8 días y se registra la presencia de huevecillos. La vigilancia del mosquito consiste en entrar de manera aleatoria a las casas a revisar la presencia de larvas y pupas, medirlas y contarlas. La entomovirología consiste en aspirar los mosquitos para cuantificarlos y registrar el número de mosquitos por hogar, se colectan, se separa a las hembras y se envían al laboratorio estatal de salud pública para determina la especie y la presencia o ausencia del virus. En León existen alrededor de 30 especies de mosquitos, pero de las dos especies que transmiten el dengue, en León solamente se encuentra el *Aedes aegypti*. De esta manera se tiene un registro de las zonas en la ciudad donde se encuentra el mosquito transmisor y dónde está la presencia del virus. En esta misma etapa de vigilancia existe un laboratorio de bioensayo donde se cría a los mosquitos y se analiza la resistencia a insecticidas.

La etapa de control consiste en despliegue de brigadistas para identificar y eliminar mosquitos y criaderos mediante acciones físicas y químicas. Las acciones físicas consisten en lavar, tapar, tirar y pinchar recipientes que contengan agua. Si no se puede tirar el agua o tapar se recomienda agregarles larvicida. Las acciones químicas consisten en rociado intradomiciliario para matar al mosquito adulto con insecticida. Otra acción química son las termo nebulizaciones, se realiza con una máquina de mano que evapora al insecticida (mata adultos) y se rocía fuera de las casas. Por último, las nebulizaciones espaciales, a bordo de una camioneta, consiste en esparcir gotas microscópicas de insecticida.

La manera como se trabaja con la sociedad es contactar a los comités de colonos para informar sobre el programa de dengue y que estos lo comuniquen a sus vecinos de colonia. Existen comercios y negocios que también se les da atención, tales como florerías, vulcanizadoras, cementeras, viveros y comercios con agua estancada.

La relación del ambiente y la sociedad con el dengue que determina la Secretaría de Salud consiste en reconocer las colonias prioritarias, donde la enfermedad es recurrente. Se han identificado 60 colonias prioritarias con base en el número de casos de dengue en la colonia, cómo se comportan las ovitrampas en ese lugar y los resultados de los estudios al mosquito adulto. En las colonias que son repetitivas de dengue se realiza descacharrización junto con los de aseo público. Son las mismas colonias cada año, porque las mismas personas vuelven a acumular cacharros, por ejemplo, las colonias San Juan Bosco y Piletas. No se han tomado en cuenta estudios socioeconómicos, pero se consideran índices de riesgo como: sombra en el patio, mosquiteros en

ventanas, oquedades en la pared, suciedad en el patio y presencia del mosquito en cualquier etapa del ciclo.

Por último, la directora de vectores considera que se deberían incluir y analizar más aspectos socioeconómicos relacionados con el dengue. Considera que existen pocos estudios concretos que relacionen el cambio climático y el medio ambiente.

Resultados para el objetivo 2:

Objetivo: Hacer un cuestionario basado en la sensibilidad que define Turner para llevar a cabo una encuesta dirigida a personas que padecieron dengue en zonas urbanas y periurbanas de León Guanajuato en el periodo 2016-2020, como muestra piloto para evaluar la posibilidad de utilizarlo en la determinación de la vulnerabilidad socioambiental ante el dengue.

Este estudio es considerado como estudio piloto con dos muestras de 42 casos cada una. Una muestra es de personas que enfermaron de dengue y otra de personas que no enfermaron de dengue. Esto se determinó debido a que, por la llegada del COVID-19 no se pudo salir a muestrear y no se obtuvo una muestra mayor que representara a toda la población de León.

Se sabe que se dieron 2422 casos de dengue registrados durante los 5 años analizados (2016-2020). Mediante la encuesta realizada en este estudio se identificaron 42 casos positivos a dengue y 42 casos negativos a dengue.

Por otro lado, los 42 casos positivos a dengue sí se pueden considerar como muestra representativa de la manera como se presentaron los casos anualmente, es decir del año que más casos de dengue se registraron, que fue 2017 (2300 casos) se identificaron 23 casos de dengue en la encuesta, véase la **Figura 3** donde se desglosa cuantos casos se identificaron de cada año.

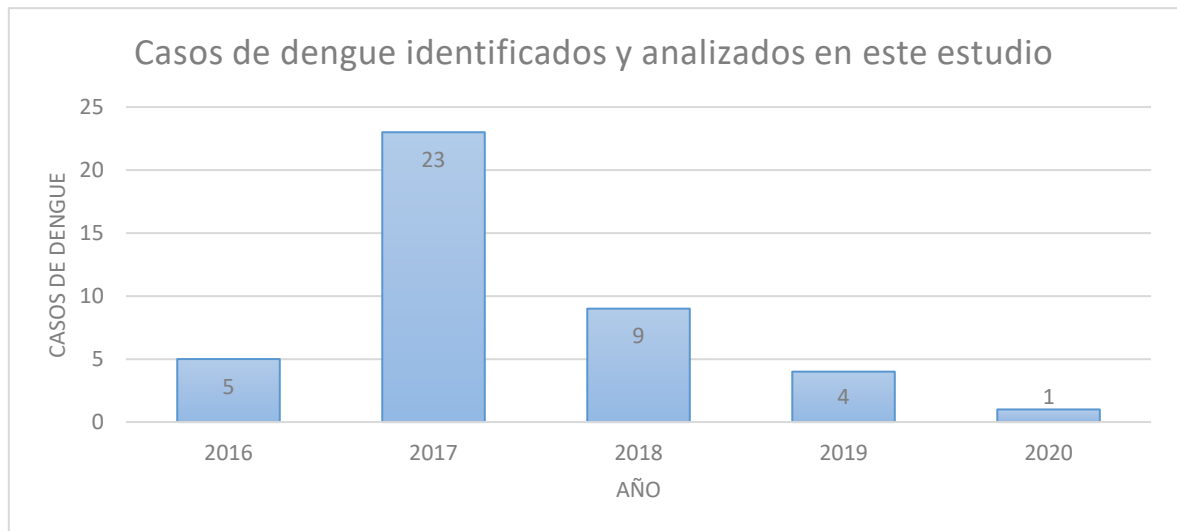


Figura 3. Gráfica que representa los casos de dengue en León Gto. en los años 2016-2020 analizados en este estudio. Cada barra representa los casos anuales identificados con la encuesta.

Con los resultados obtenidos de la encuesta y la ponderación de las variables se encontró que el dengue en León Guanajuato en los años 2016-2020 se dio principalmente en personas que resultaron tener vulnerabilidad socioambiental alta y media, siendo la mayoría de ellos altamente vulnerables, véase **Figura 4**

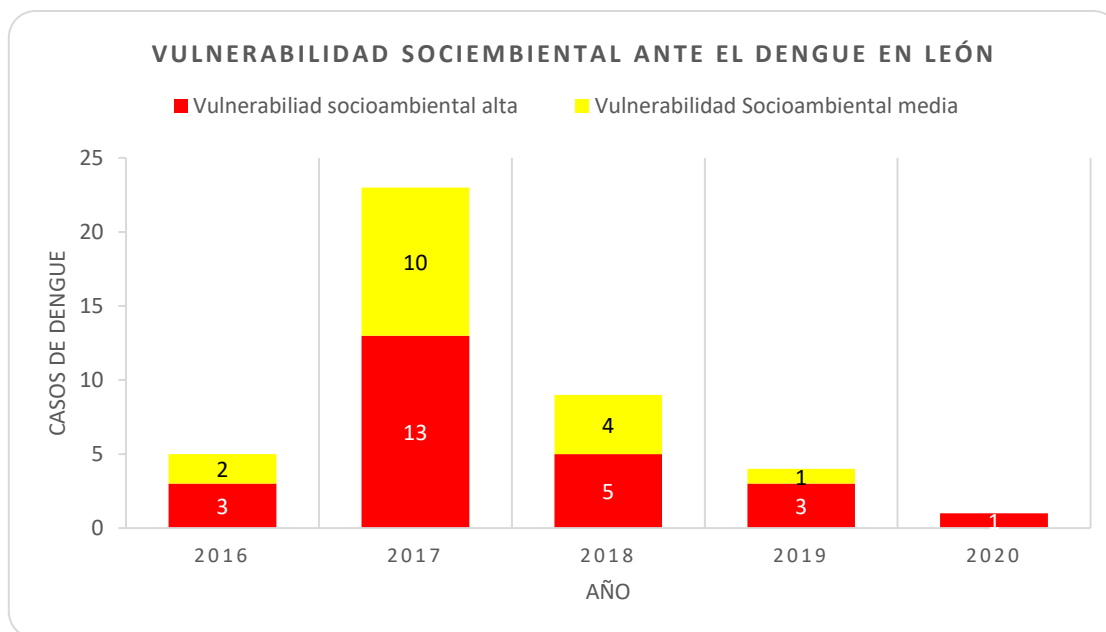


Figura 4. Grafica de proporción de vulnerabilidad socioambiental de las personas que enfermaron de dengue en 2016-2020.

La proporción de vulnerabilidad se refiere a cuantas personas enfermas de dengue tenían vulnerabilidad socioambiental alta y cuantas tenían vulnerabilidad socioambiental media. Fuente: elaboración propia con los datos recabados en la encuesta y el análisis de las 18 variables.

Se hizo una prueba de Xi cuadrada para determinar cuáles de las 18 variables, véase la Tabla 1, fueron las más significativas en la determinación de la vulnerabilidad socioambiental en León Guanajuato. Para aplicar la prueba de Xi cuadrada se utilizó la muestra de las personas que no enfermaron de dengue como grupo control.

La hipótesis alterna se consideraría no rechazada si el valor de p fuera mayor a 0.05 y si rechazada cuando el valor de p fuera menor o igual a 0.05. Con estos resultados se obtuvo que las variables más significativas para determinar la vulnerabilidad socioambiental en el grupo de personas de León Guanajuato fueron; la frecuencia en la recolección de basura ($p=0.03$); agua estancada en el patio o fuera de la casa ($p=0.03$); frecuencia de limpieza del patio, ($p=0.0003$); macetas con plantas en el patio en el patio, ($p=0.02$) y frecuencia con la que las macetas contienen agua, ($p=0.02$), véase **Tabla 3**.

Resultados de la prueba de Xi cuadrada

	Variable	Valor de p	Ho	vulnerabilidad socioambiental
1	Edad	0.1	Aceptada	No influye
2	Sexo	0.03	Rechazada	No influye en este estudio*
3	Pobreza multidimensional	0.25	Aceptada	No influye
4	Acceso a los servicios de salud	0.9	Aceptada	No influye
5	Tiempo de traslado al hospital o clínica más cercana	0.9	Aceptada	No influye
6	Agua potable en la vivienda	0.5	Aceptada	No influye
7	Frecuencia en la recolección de basura	0.03	Rechazada	Si influye
8	Campañas de prevención de dengue en la colonia	0.1	Aceptada	No influye
9	Número de acciones que realiza la campaña de prevención de dengue	0.3	Aceptada	No influye
10	Número de personas viviendo en casa	0.1	Aceptada	No influye
11	Uso de mosquitero en puertas y/o ventanas	0.1	Aceptada	No influye
12	Uso de químicos para ahuyentar mosquitos	0.4	Aceptada	No influye
13	Agua estancada en el patio o fuera de la casa	0.03	Rechazada	No influye
14	Frecuencia de limpieza del patio	0.0003	Rechazada	Si influye
15	Recipientes que almacenan agua en el patio	0.4	Aceptada	No influye
16	Frecuencia con la que contienen agua los recipientes en el patio	0.2	Aceptada	No influye
17	Macetas con plantas en el patio	0.02	Rechazada	Si influye
18	Frecuencia con la que las macetas contienen agua	0.02	Rechazada	Si influye

Tabla 3. Resultados de la prueba de Xi cuadrada.

En la última columna se muestra si la variable influye o no en la vulnerabilidad socioambiental de acuerdo con el análisis estadístico. p: es una medida de probabilidad que indica la fiabilidad y la importancia del estudio y su valor está relacionado con la hipótesis nula (Ho). Ho: hipótesis nula, es la hipótesis que contradice a la hipótesis alterna (H1). H1: se llama hipótesis alterna y es la que el investigador busca comprobar. Si el valor de $p < 0.05$ la Ho se rechaza y entonces la H1 será verdadera, si el valor de $p > 0.05$ la Ho se acepta y la H1 será falsa.

*Sexo: Esta variable no se considerará que influye en la vulnerabilidad socioambiental debido a que no existe una muestra suficiente para comprobarla.

Resultados para el objetivo 3:

Objetivo: Analizar el clima y elaborar mapas de peligro de cada año con los factores ambientales que influyen en la presencia del mosquito que transmite el dengue: temperatura ambiente, precipitación pluvial y humedad.

A continuación, se mostrarán los análisis y resultados de las condiciones ambientales que se evaluaron y que influyen en la presencia del dengue: temperatura ambiente, precipitación pluvial y humedad.

Como antecedente a los mapas de peligro y para tener un panorama de cómo es y cómo ha cambiado el clima en León Guanajuato, de la base de datos climatológicos de CONAGUA, se seleccionaron 4 estaciones meteorológicas para recabar datos y determinar anomalías climáticas.

Estas estaciones cubren la mayor parte de la zona urbana, véase **Figura 5**. Cada estación se identifica con una clave y para fines prácticos se han enumerado del 1 al 4. Se tomaron datos diarios de precipitación, evaporación, temperatura máxima y temperatura media desde el año 1964 hasta el 2018. A partir de los datos se calculó la temperatura media anual, tanto de las temperaturas medias, como de las mínimas y las máximas. También se obtuvieron los totales anuales de precipitación y evaporación, así como las anomalías climáticas a lo largo de estos años.



Figura 5 Estaciones meteorológicas en el municipio de León, Gto.

En esta imagen se observa el polígono de la ciudad de León, delimitado con líneas amarillas y en círculos color naranja, se observan las estaciones del servicio meteorológico de CONAGUA, utilizadas para hacer el análisis del clima en la ciudad, para fines prácticos se enumeraron del 1 al 4. Fuente: elaboración propia con una imagen satelital tomada de Google Earth y datos del servicio meteorológico de CONAGUA (CONAGUA, 2020).

Posteriormente, los datos se graficaron en un diagrama de dispersión para obtener las líneas de tendencia, donde se observó que los datos de las estaciones 1 y 2 tienen tendencia positiva, es decir existe un aumento en la temperatura a través del tiempo. Los datos de las estaciones 3 y 4 tienen tendencia negativa. También se observó que, en la zona central del territorio, representada en mayor parte por la estación 1, véase **Figura 5**, se encuentran las temperaturas más altas, véase **Figura 6**, en esta misma gráfica se observa que las temperaturas mínimas se encuentran en la zona menos urbanizada del territorio, donde se localiza la estación 4.

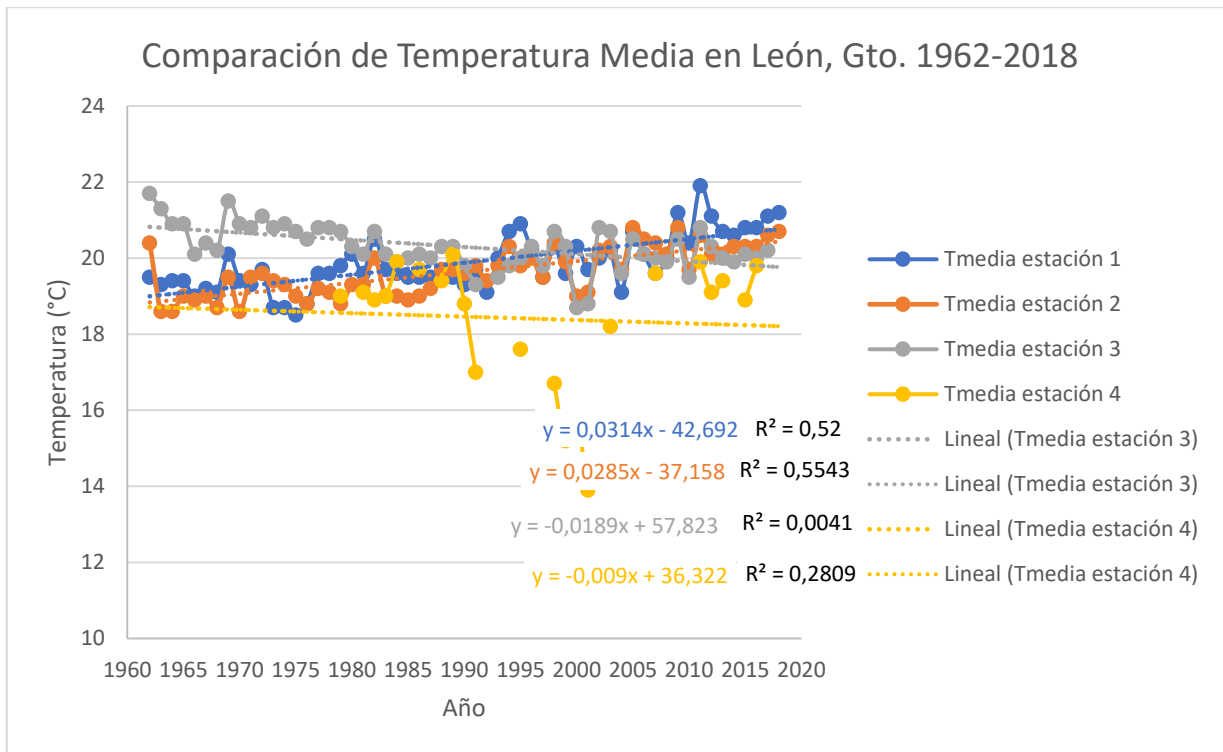


Figura 6 Gráfica de comparación de temperatura media en León, Gto. 1960-2020.

En esta gráfica se observa la tendencia de la temperatura media en los datos de las 4 estaciones meteorológicas. Las líneas punteadas de colores, representan la línea de tendencia de los datos. Para cada línea se indica, con su respectivo color, la ecuación donde se observa la pendiente de la recta y el valor de R^2 que indica la dispersión de los datos. La estación 1 y 2 tienen pendiente positiva, es decir, tendencia al aumento. La estación 3 y 4 tienen tendencia negativa. Tmedia= Temperatura media. Fuente: Elaboración propia con datos del servicio meteorológico de CONAGUA

También se encontró que los datos de la estación 1, que representa la mayor parte del territorio urbanizado, la temperatura empezó a aumentar alrededor del año 2007, después bajó durante alrededor de tres años y posteriormente se volvió a elevar, incluso en 2010 llega hasta los 30 °C, véase **Figura 7**, en esta misma gráfica también se señala, en líneas rojas, el rango de temperatura ambiente óptima para que el dengue se presente, 28-30°C.

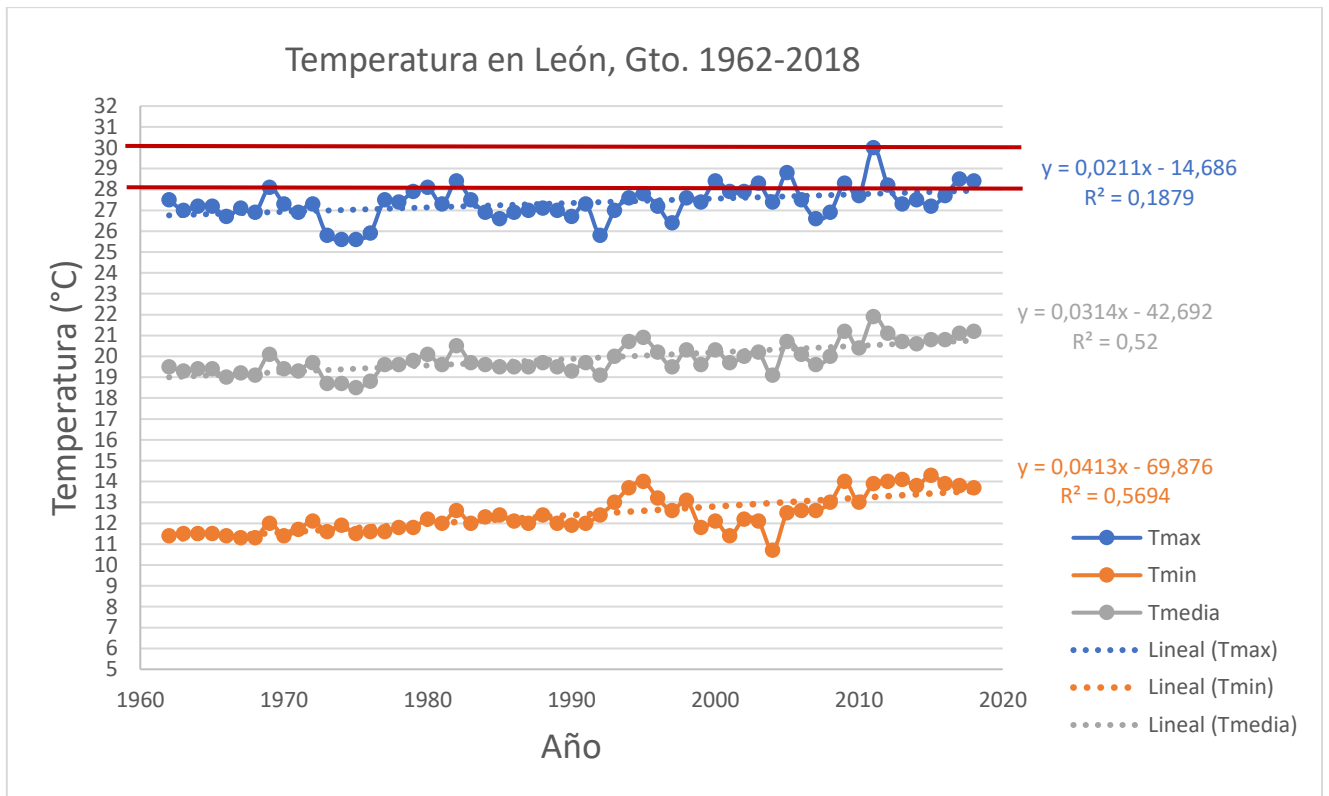


Figura 7. Gráfica de temperatura baja, media y alta en León, Gto. 1962-2018.

En esta gráfica se representa la tendencia de las temperaturas máxima, media y mínima, las líneas de color naranja, gris y azul indican la tendencia de los datos, cada una con su respectiva ecuación de la gráfica donde se observa la pendiente y también se indica el valor de R^2 . En las tres temperaturas se observa una tendencia positiva. Las líneas rojas indican el rango de temperatura óptima para que se desarrolle el mosquito que trasmite el dengue, 28-30°C. Fuente: Elaboración propia con datos del servicio meteorológico de CONAGUA.

En cuanto a precipitación se observa que la tendencia tiene una pendiente positiva, que podría indicar un aumento, sin embargo, el valor de R^2 nos muestra que la pendiente puede no poseer un valor significativo. Esto se podría interpretar como que la precipitación no aumentó, sin embargo, si se puede observar una variación en la forma como se presentaron las lluvias después del año 2000. Tal es el caso de los años 2004, 2005 y 2010 que presentaron precipitaciones muy bajas, y por el contrario hubo otros años donde se alcanzaron precipitaciones muy altas, como 2003, 2004, 2006, 2010 y 2018 véase **Figura 8**.

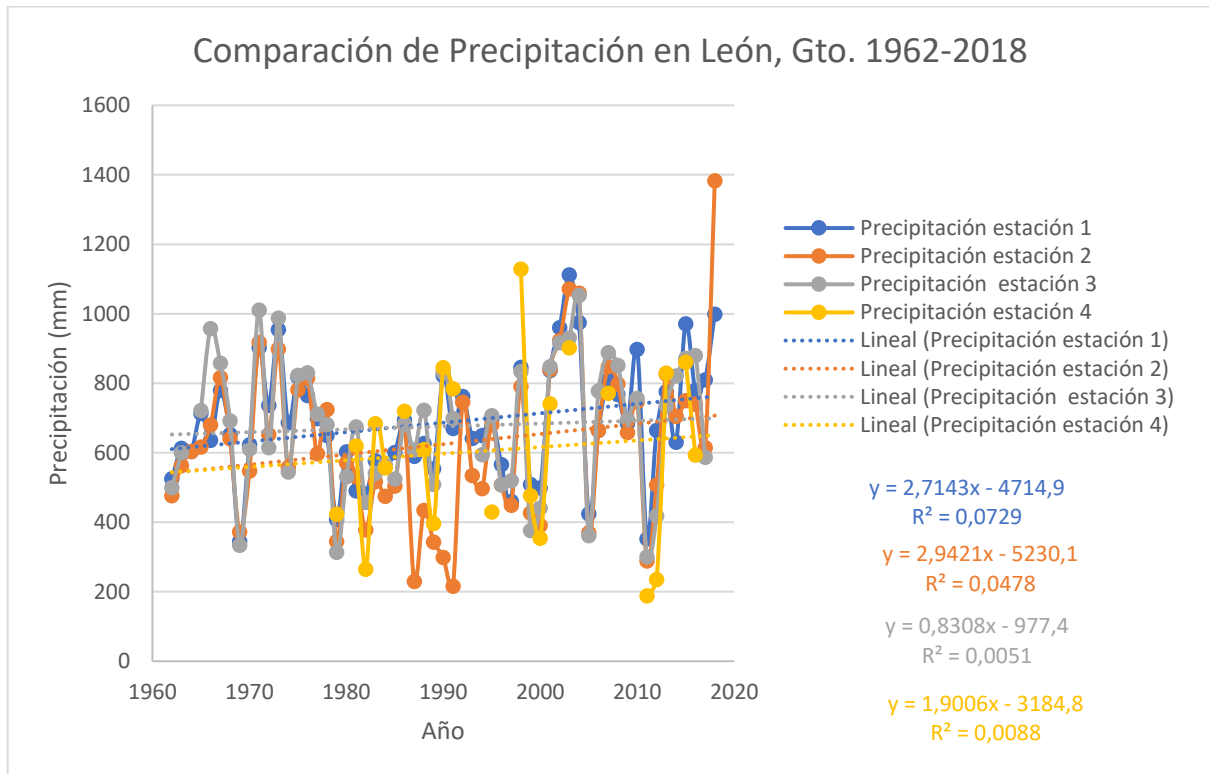


Figura 8. Gráfica de precipitación en León Guanajuato. 1962-2018.

En esta gráfica se representa la precipitación de los datos de las 4 estaciones, las líneas punteadas de color muestran la línea de tendencia en cada caso, también se muestra, con su respectivo color, la ecuación de la gráfica y el valor de R^2 , éste último es muy bajos en cada caso, lo cual habla de mucha dispersión en los datos.

Fuente: Elaboración propia con datos del servicio meteorológico de CONAGUA.

También se encontró que la evaporación es distinta a lo largo del territorio Leonés, se observa una tendencia a disminuir en las estaciones 1, 2 y 4, que son las estaciones que representan la zona más urbanizada, en cambio, en la estación 3 se observa que la tendencia va en aumento, esta zona es la más cercana a sierra de pino-encino que colinda con gran parte del noreste de la ciudad, llamada Sierra de Lobos, véase Figura 3 y Figura 9, esta evaporación tiene relación con la urbanización del territorio, se ha visto que es menor cuando las construcciones con concreto aumentan porque disminuyen las áreas verdes las cuales llevan a cabo en gran medida la función de evaporación.

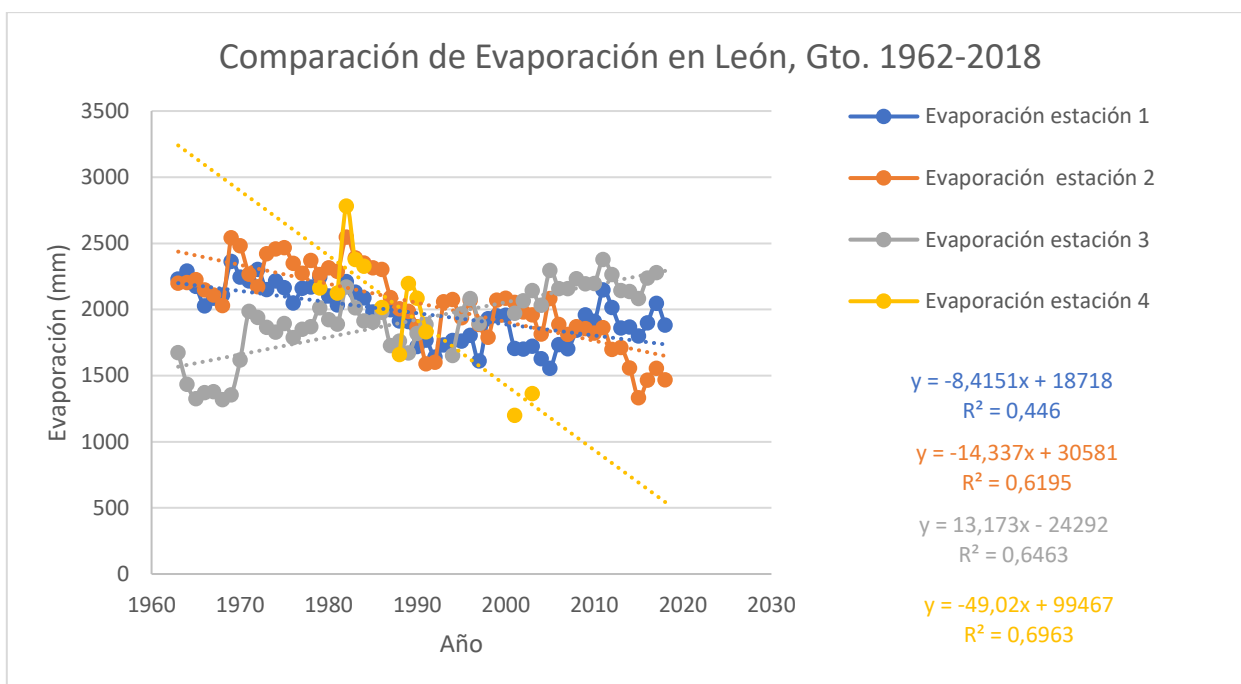


Figura 9. Gráfica de evaporación en León Guanajuato. 1962-2018.

Esta imagen representa la evaporación en León Guanajuato. Las líneas punteadas indican la tendencia de los datos, cada una con su respectiva ecuación y el valor de R^2 , el color de los puntos, la línea de tendencia y el valor de los datos es el mismo en cada caso. Se observa que las estaciones 1, 2 y 4 tienen tendencia a disminuir y la estación 3, en color gris, tienen tendencia a aumentar. Fuente: Elaboración propia con datos del servicio meteorológico de CONAGUA.

Como se mencionó anteriormente, también se analizaron los datos con la finalidad de entender las anomalías climáticas de la temperatura ambiental y la precipitación, el análisis se hizo desde el año 1964 hasta el año 2018, donde se encontró que hay gran variabilidad con respecto a una media y que esta variabilidad aumenta a través del tiempo.

Se puede observar cómo la variabilidad de temperatura máxima, ver **Figura 10** y temperatura media, ver **Figura 11**, aumenta conforme pasa el tiempo con respecto a la media que es de 27.2 °C y 19.6 °C, respectivamente. Lo mismo ocurre con las temperaturas extremas y mínimas, su

variabilidad aumenta cada vez más. Para la precipitación también se observa que las variaciones cada vez son mayores con respecto a la media que es de 656.4 mm, incluso en los últimos años se observan las mayores variaciones, véase **Figura 12**.

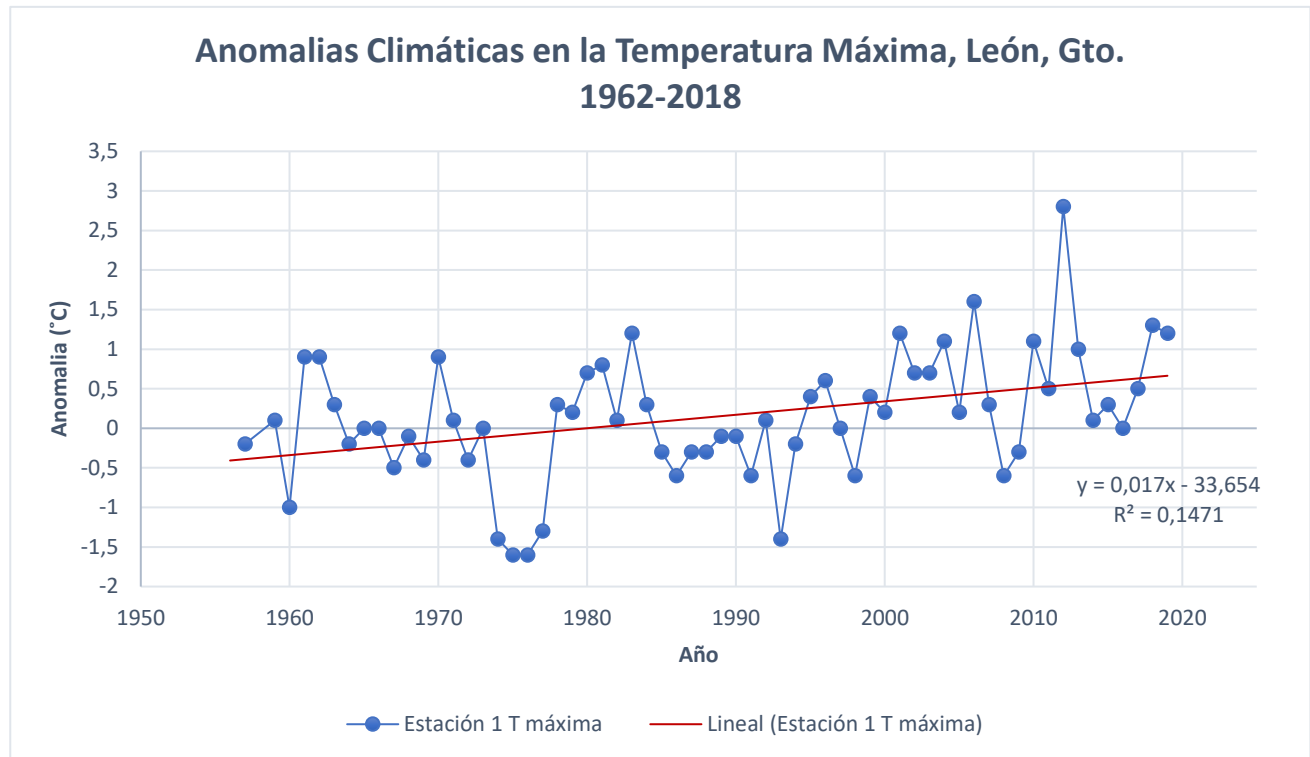


Figura 10. Gráfica de anomalías climáticas en la temperatura máxima de León, Gto. 1962-2018.

En esta imagen se observan las variaciones que se dieron a lo largo de los años respecto a una media, la media fue 27.2°C. La línea roja indica la tendencia de los datos con su respectiva ecuación, donde se observa una pendiente positiva y el valor de R^2 . Fuente: Elaboración propia con datos del servicio meteorológico de CONAGUA.

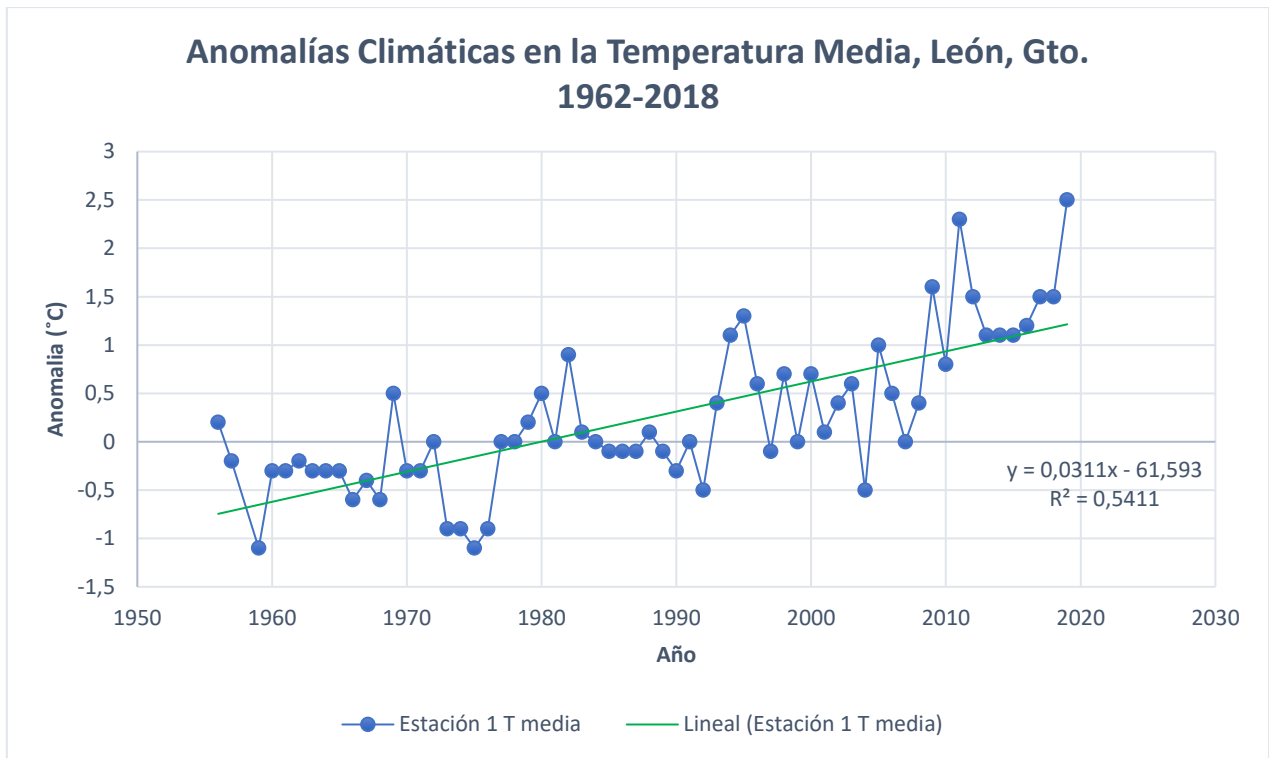


Figura 11. Gráfica de anomalías climáticas en la temperatura media de León, Gto. 1962-2018.

En esta imagen se representan las variaciones respecto a 19.6°C, que es la media con la cual se calcularon las anomalías climáticas. La línea verde indica la tendencia, con su respectiva ecuación donde se observa una pendiente positiva y el valor de R^2 . Fuente: Elaboración propia con datos del servicio meteorológico de CONAGUA.

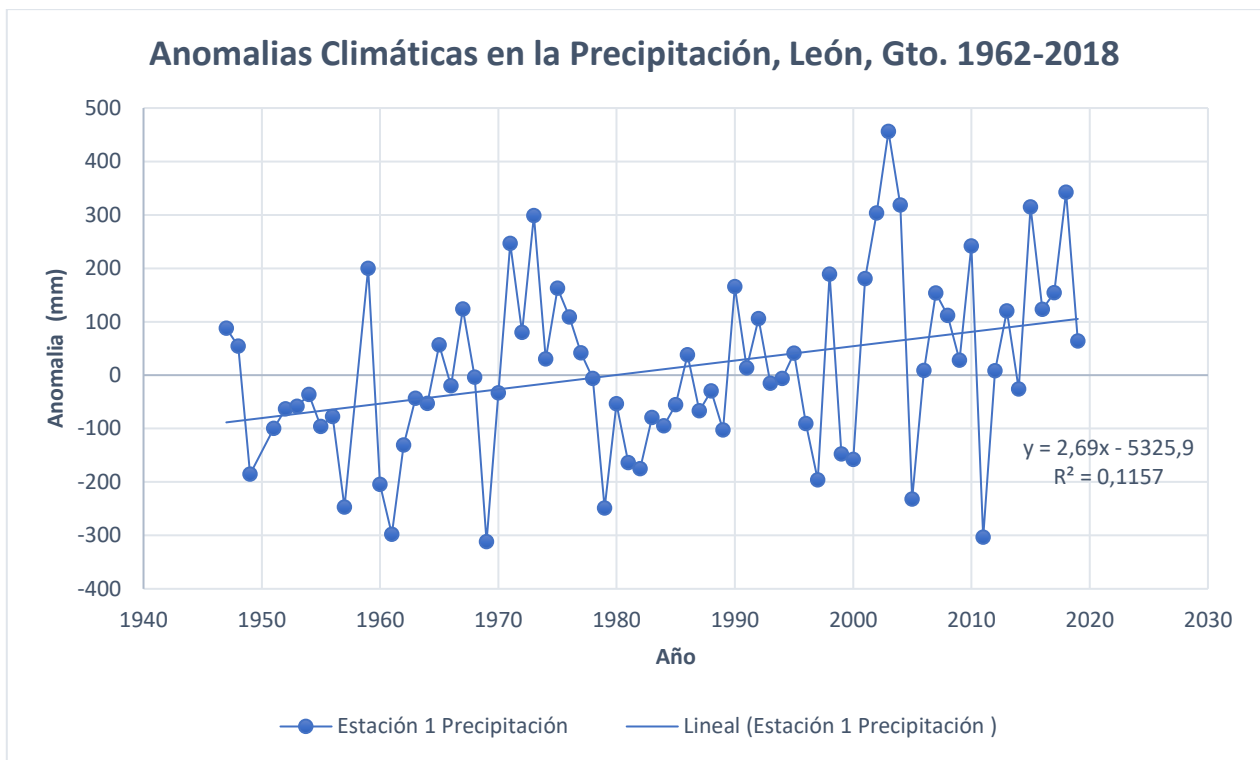


Figura 12. Gráfica de anomalías climáticas en la precipitación de León, Gto. 1962-2018.

En esta imagen se representa la variación de los registros de la precipitación respecto a la media que es de 656.5 mm. La línea azul representa la tendencia de los datos con su respectiva ecuación donde se observa una pendiente positiva y el valor de R. Fuente: elaboración propia con datos del servicio meteorológico de CONAGUA.

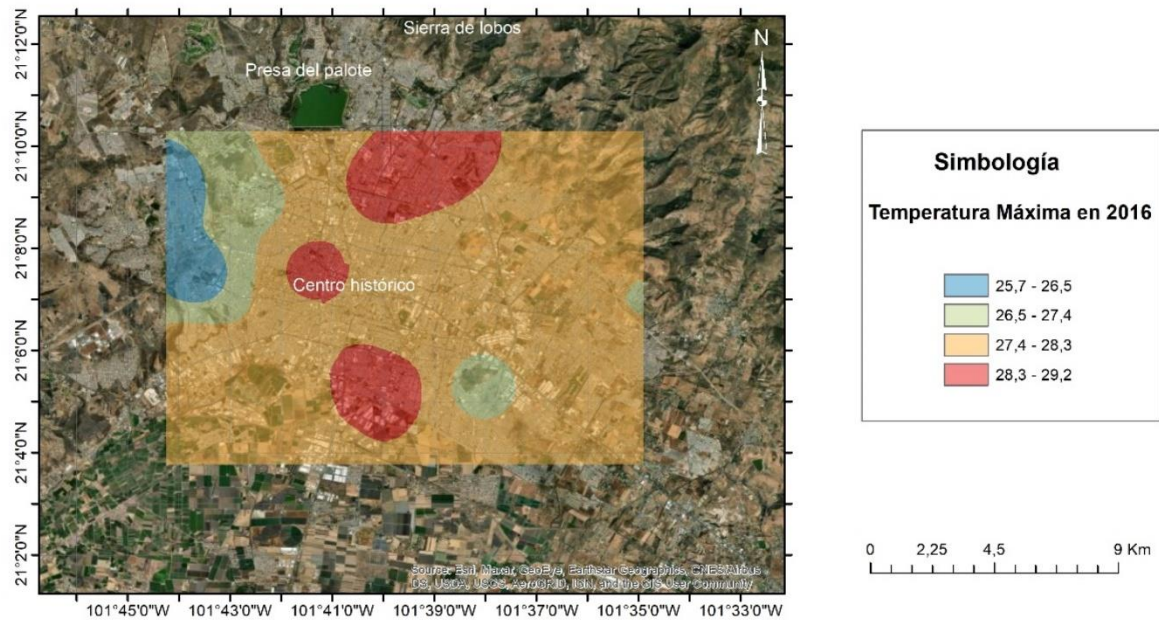
Después del análisis del clima y las anomalías climáticas en León Guanajuato se hizo un análisis más detallado y específico de cada año, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020, con la finalidad de saber cómo se comporta el clima y qué relación tiene con la vulnerabilidad socioambiental en la población encuestada y el riesgo ante el dengue, dónde se encontró lo siguiente:

En el año 2016 se observa que en la distribución de la temperatura máxima hay 3 puntos máximos de temperatura en la ciudad, uno al noreste, cercano a la presa del palote, los otros dos coinciden con la zona centro de la ciudad, que corresponde a la parte más baja y más pavimentada, la temperatura en estos tres puntos va de 28.3 a 29.2°C. También se observan 3 puntos cercanos a la periferia de la zona urbana con temperatura de 27.4 a 28.3°C, véase **Figura 13**. De la temperatura media también se observan 3 puntos más alto 20.8 a 21.2 °C., están rodeados por una franja que atraviesa toda la zona urbana que representa el siguiente rango de temperatura 20.4 a 20.8 °C., rodeando esta franja se observan temperaturas que van desde 19.3 a 20.4 °C, véase **Figura 14**. La precipitación en este año se dio desde 519 hasta 806.9 mm, se observan 3 puntos donde la precipitación es mayor 758.9 a 806.9 mm, dos de ellos coinciden con los puntos de temperatura máxima, otro de ellos se encuentra en la presa del palote, véase **Figura 15**. Los niveles de

humedad coinciden con las lluvias, las zonas más húmedas se encuentran en los puntos de máxima precipitación, el rango de humedad va de 39.97 a 71.4 % de humedad, véase **Figura 16**.

Posteriormente se hizo un traslape de los 4 mapas para observar coincidencias y se observa que la temperatura máxima coincide con las temperaturas medias más altas; la humedad coincide con la cantidad de lluvia y también se observa que las temperaturas medias más altas, así como las máximas difícilmente coinciden con la humedad más alta, véase **Figura 17**.

Distribución de la Temperatura Máxima en León, Guanajuato. 2016



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

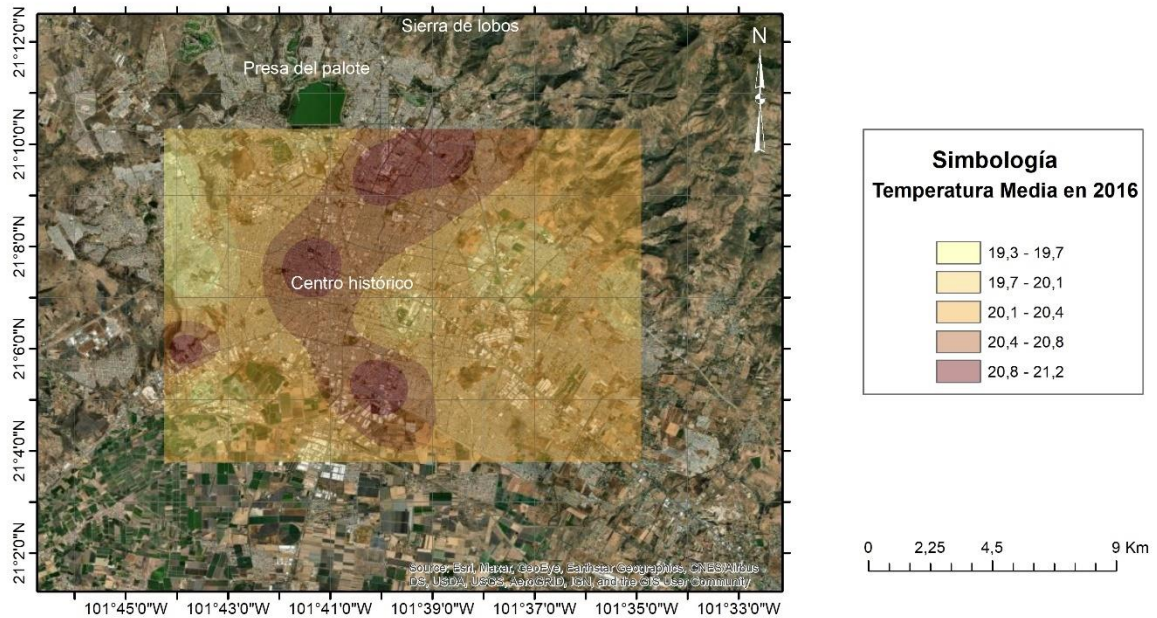
Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 13. Mapa de distribución de la temperatura máxima en León, Gto. 2016.

En esta imagen cada color representa un rango de temperatura, el color azul representa las temperaturas más bajas que van de 25.7 a 26.5 °C., el color rojo representa las temperaturas más altas que van de 28.3 a 29.2 °C. Fuente: elaboración propia con datos de SAPAL una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Distribución de la Temperatura Media en León, Guanajuato. 2016



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

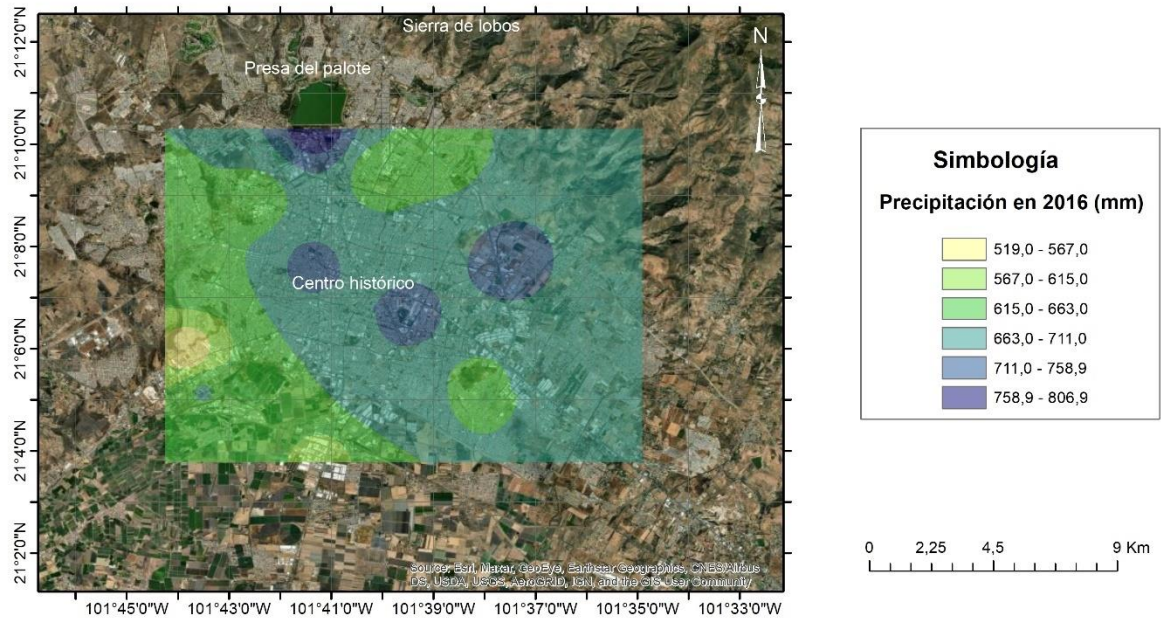
Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 14. Mapa de distribución de la temperatura media en León, Gto. 2016.

En esta imagen los distintos tonos de café muestran rangos de temperatura, en los más oscuros se encuentran las temperaturas más altas que son de 20.8 a 21.2°C, en los más claros, que corresponde a la periferia de la ciudad, representan temperaturas que van de los 19.3 a los 19.7°C. Fuente: Elaboración propia con datos de SAPAL, imagen satelital y el programa ArcGIS.

Distribución de la Precipitación en León, Guanajuato. 2016



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGIS

Figura 15. Mapa de distribución de la precipitación en León, Gto. 2016.

Los tonos amarillos a verde indican las precipitaciones más bajas y los tonos azules y morados las precipitaciones más altas. En este año la precipitación más alta fue de 758.9- 806.9 mm. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, imagen satelital y el programa ArcGIS.

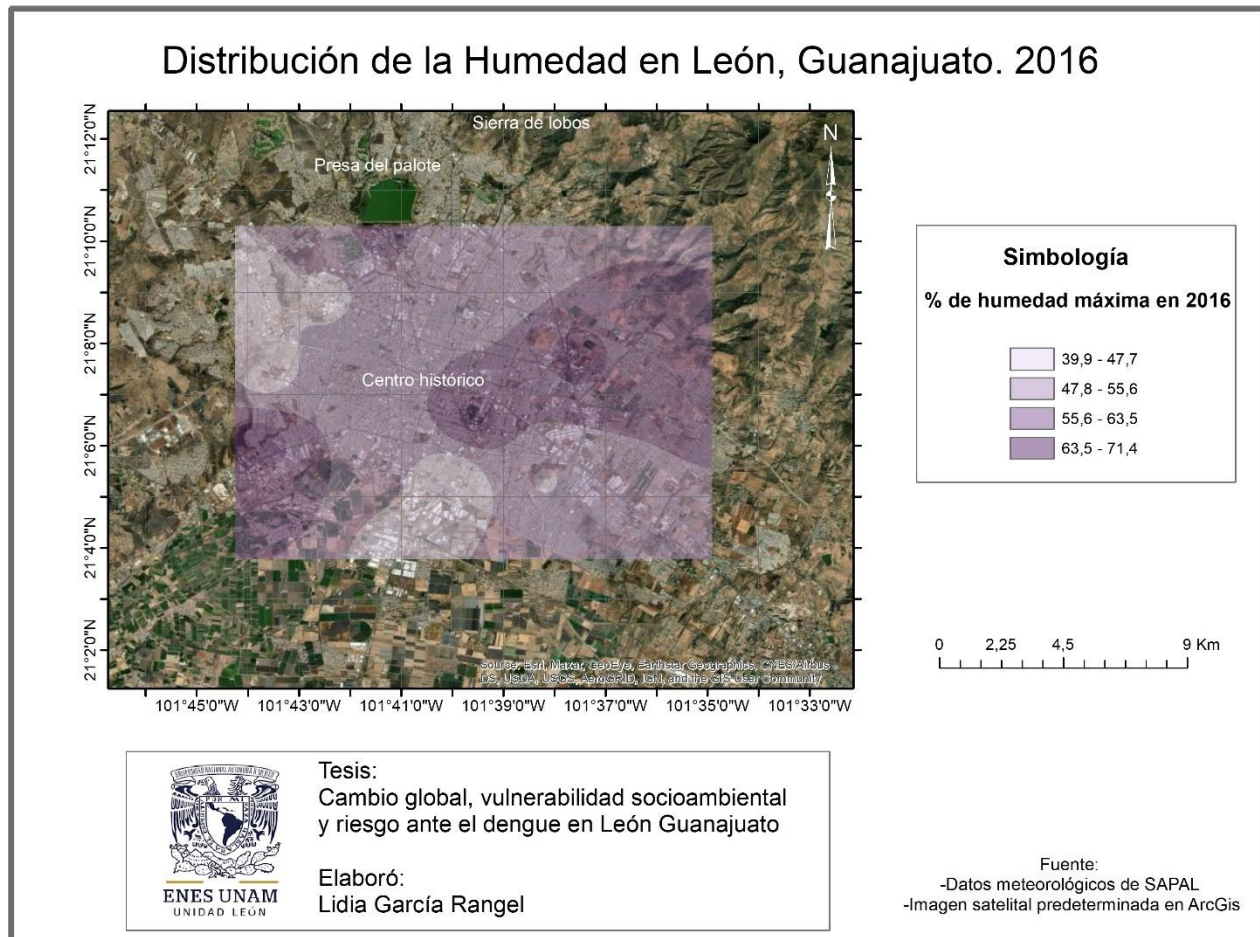


Figura 16. Mapa de distribución de la humedad en León, Gto. 2016.

Imagen que representa la distribución de la humedad en el territorio de León, Gto., en el año 2016. El aumento de color claro a oscuro en estos tonos morados representa el porcentaje de humedad. Las zonas más claras indican que en este lugar hubo menor humedad ambiental y las zonas más oscuras indican que hubo mayor humedad ambiental. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, imagen satelital y el programa ArcGIS.

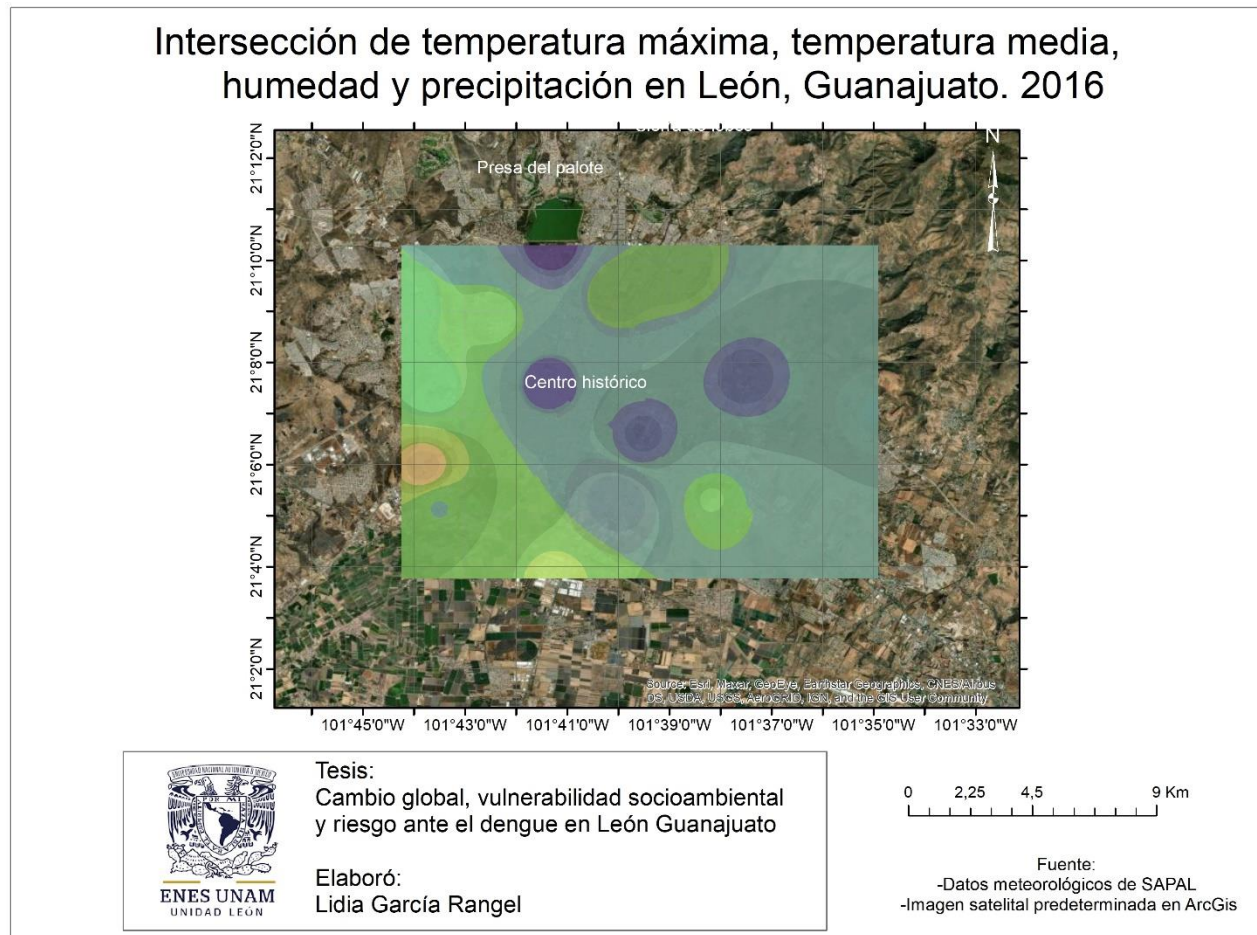
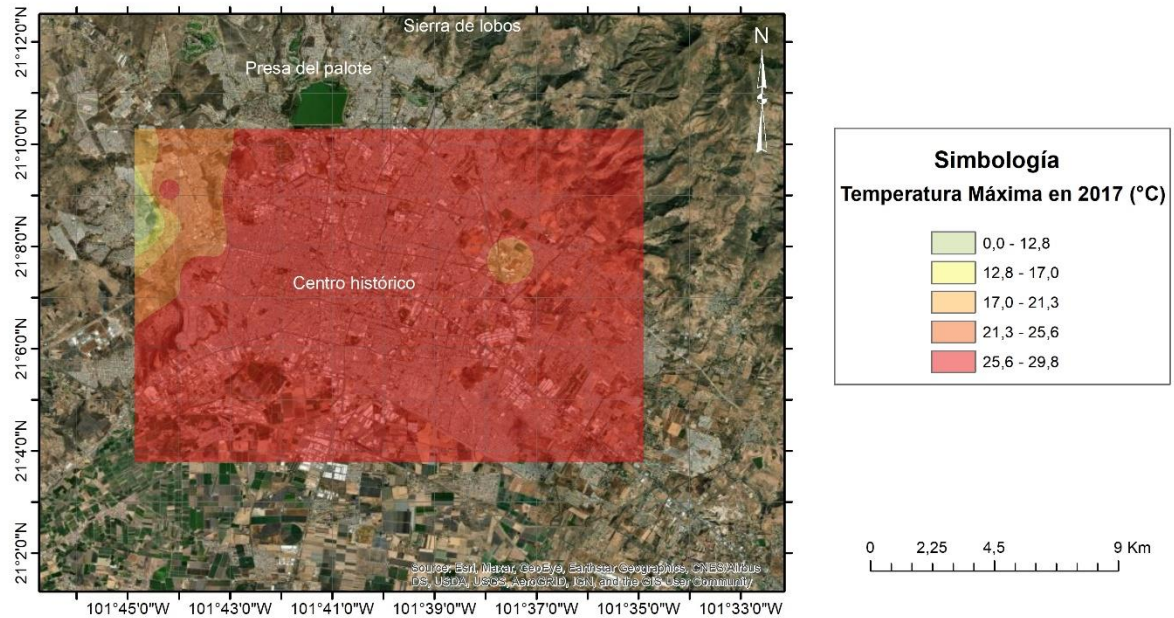


Figura 17. Mapa de peligro, intersección de condiciones climáticas, León, Gto. 2016.

Se le llama mapa de peligro porque en este se intersecan todas las condiciones climáticas que influyen sobre la presencia del mosquito que transmite el dengue. Estas condiciones climáticas son: Temperatura máxima en colores naranjas y rojos, color rojo para los valores altos y naranja para los valores más bajos. Temperatura media en colores cafés, café oscuro para los valores altos y café claro para los valores más bajos. Precipitación en colores azul y verde, azul para los valores altos y verde para los valores más bajos. Y humedad en colores morados, morado oscuro para los valores altos y morado claro para los valores más bajos. Las formas circulares al centro son las zonas donde las condiciones climáticas presentan sus valores más altos. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, imagen satelital y el programa ArcGIS.

En el año 2017 la temperatura máxima estuvo entre 27.1 y 29.8°C en la mayor parte del territorio, sólo hubo dos zonas donde la temperatura estuvo entre 24.4 y 27.1 °C, véase **Figura 18**. La temperatura media estuvo muy uniforme entre 18.2 y 21.8 °C, véase **Figura 19**. La precipitación también fue muy uniforme en todo el territorio, estuvo entre 541.6 a 649.9 mm, véase **Figura 20**, hubo dos zonas donde las lluvias estuvieron más elevadas, 649.9 a 974.7 mm, este año las lluvias se presentaron muy similares a 2016 y ambos años han sido de los más lluviosos en León. La humedad presentó una tendencia que en el centro y sur de la ciudad se formó como una franja que predomina en el territorio, la humedad fue de 41.8 y 51.8 %, y se presentaron dos puntos al lado de esta franja con humedad entre 51.8 y 71.8 %, véase **Figura 21**. En el traslape de las 4 condiciones ambientales lo que más destaca es la franja de humedad en color morado, que atraviesa el territorio y se expande en la zona baja de la ciudad, véase **Figura 22**.

Distribución de la Temperatura Máxima en León, Guanajuato. 2017



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

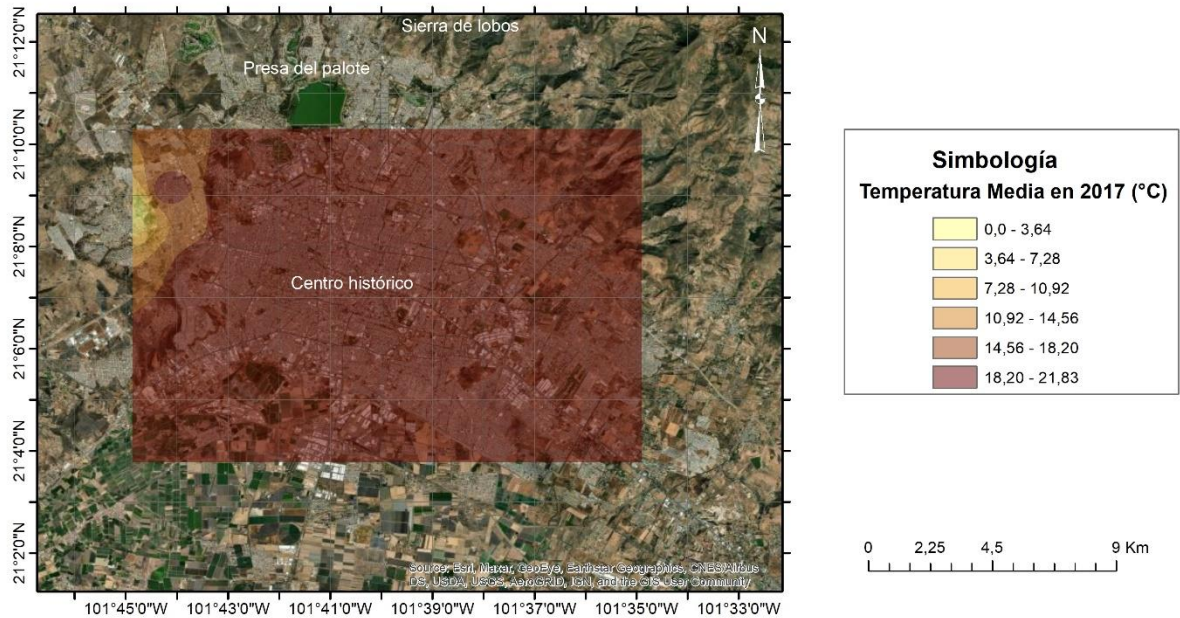
Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGIS

Figura 18. Mapa de distribución de la temperatura máxima en León, Gto. 2017.

En esta imagen se observa en tonos rojizos la distribución de la temperatura máxima, casi en toda la ciudad se muestra uniforme entre 25.6 y 29.8°C. Fuente: elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Distribución de la Temperatura Media en León, Guanajuato. 2017



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

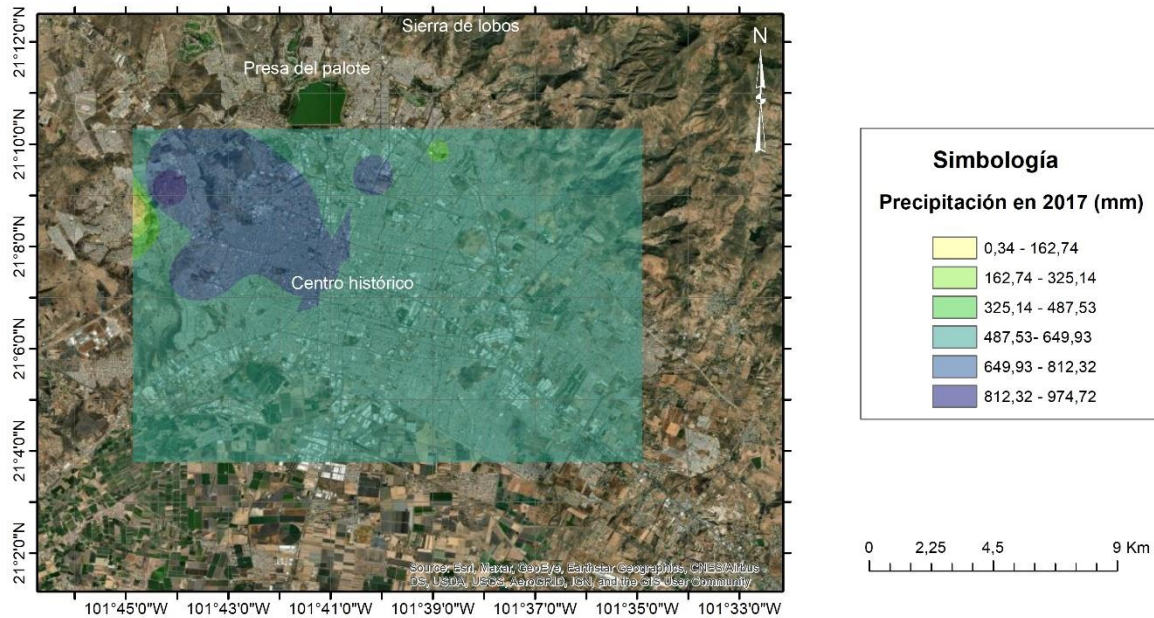
Elaboró:
Lidia García Rangel


Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGIS

Figura 19. Mapa de distribución de la temperatura media en León, Gto. 2017.

En esta imagen se observa, en colores café, que en este año la temperatura media estuvo muy uniforme oscilando entre 18.2 y 21.8°C. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Distribución de la Precipitación en León, Guanajuato. 2017



 **Tesis:**
 Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
 y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

Elaboró:
 Lidia García Rangel

Fuente:
 -Datos meteorológicos de SAPAL
 -Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 20. Mapa de distribución de la precipitación en León, Gto. 2017.

En este año la precipitación estuvo casi uniforme, solamente en un punto, en color azul oscuro se observa aumento de entre 649.6 a 812.3 mm. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

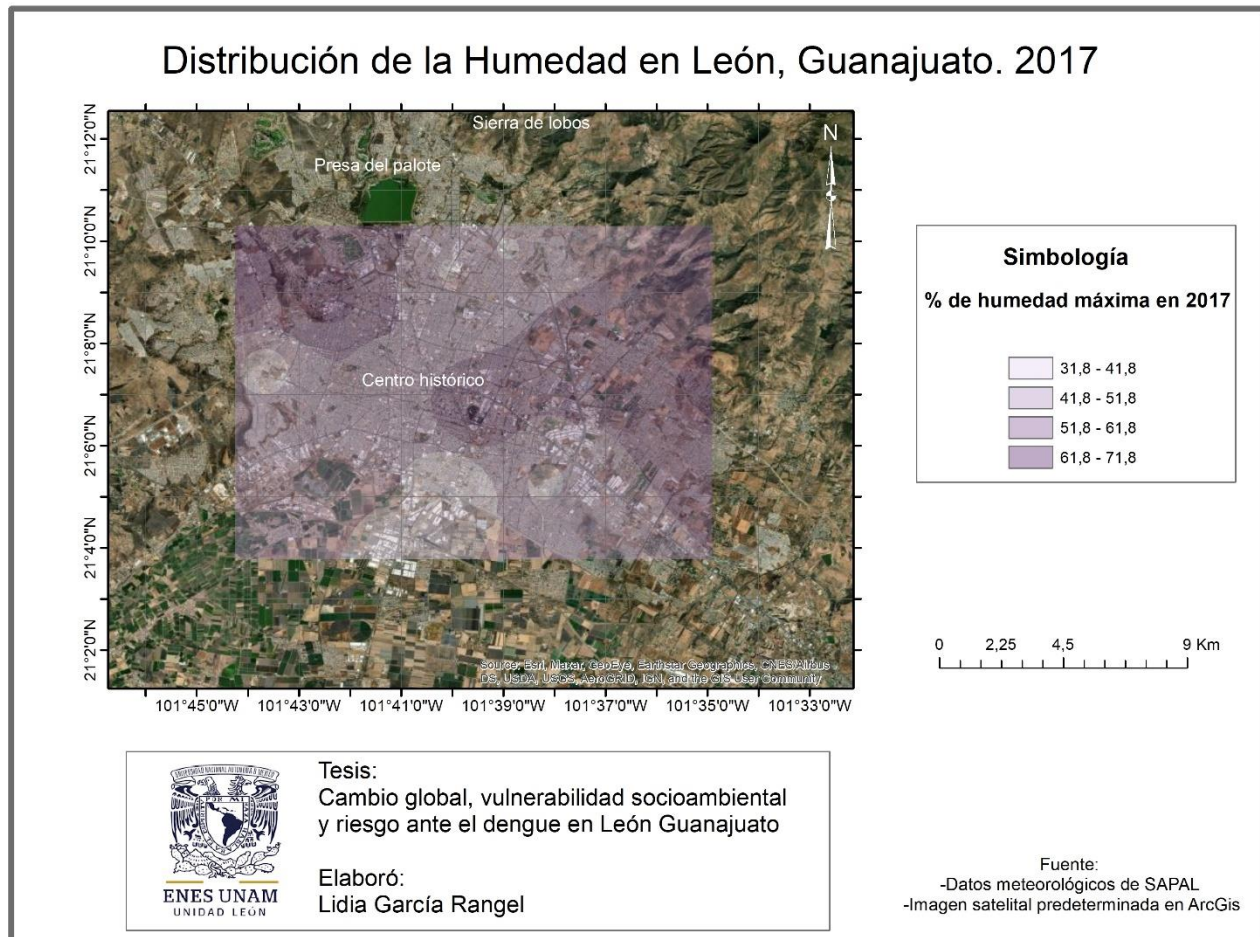
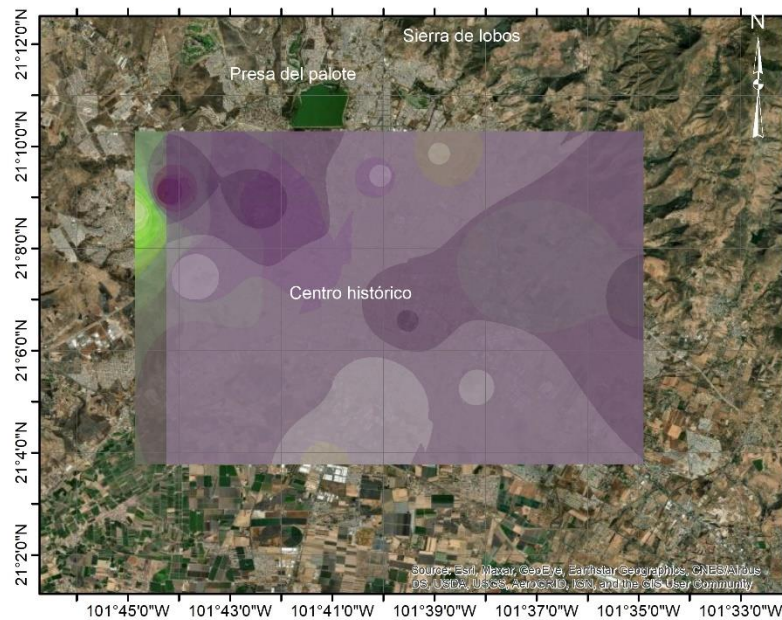


Figura 21. Mapa de distribución de humedad en León, Gto. 2017.

En esta imagen se observa que, en tonos más oscuros de morado se encuentran las zonas donde mayor humedad hubo y los tonos más claros donde menor humedad hubo. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Intersección de temperatura máxima, temperatura media, humedad y precipitación en León, Guanajuato. 2017



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

Elaboró:
Lidia García Rangel

0 2,25 4,5 9 Km

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGIS

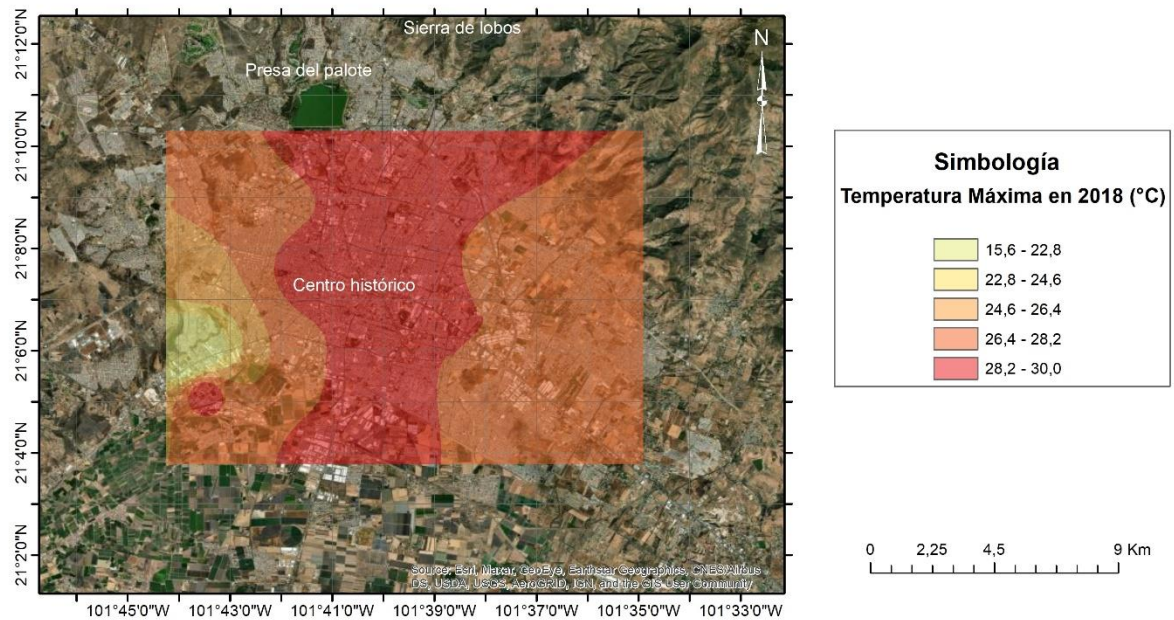
Figura 22. Mapa de peligro, intersección de condiciones climáticas, León, Gto. 2017.

En esta imagen se observa que se intersecan todas las condiciones climáticas. Estas condiciones climáticas son: Temperatura máxima en colores naranjas y rojos, color rojo para los valores altos y naranja para los valores más bajos. Temperatura media en colores cafés, café oscuro para los valores altos y café claro para los valores más bajos. Precipitación en colores azul y verde, azul para los valores altos y verde para los valores más bajos. Y humedad en colores morados, morado oscuro para los valores altos y morado claro para los valores más bajos. En este caso se observa predominancia en el color morado porque las capas de las otras condiciones son muy uniformes en todo el territorio, y los colores no hacen contrastes. Además, que en el programa la capa de humedad en color morado se adicionó al frente, las formas circulares más oscuras que se observan corresponden a la humedad más alta. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, imagen satelital y el programa ArcGIS.

En el año 2018 la temperatura máxima representada con una franja, de color naranja fuerte que atraviesa todo el territorio de norte a sur, fue de 28.2 a 30.0 °C., a los costados de esa franja la temperatura máxima fue de 26.4 a 28.2, véase **Figura 23**. La temperatura media presenta la misma tendencia, la franja que atraviesa el territorio de norte a sur tiene temperatura media de 20.6 a 21.8 °C., esta franja es más pequeña que en el caso de la temperatura máxima, a los costados de esa franja la temperatura fue de 19.4 a 20.6 °C, véase **Figura 24**. La precipitación presentó 3 comportamientos donde predominó el rango de precipitación de 870.8 a 879.1 mm, por arriba, cerca de la presa del palote las lluvias estuvieron entre 1049.3 a 1407.9 mm del lado contrario las lluvias estuvieron entre 332.2 a 870.1 mm, véase **Figura 25**, de acuerdo al análisis de anomalías climáticas este ha sido el año con más lluvias desde 1946 sólo por debajo de 2003. La humedad, al igual que en el año 2017 representa una franja que atraviesa de norte a sur, donde predomina la humedad de 70.9 a 76.6 %, dentro de esta franja hay tres puntos que la humedad es aún mayor va de 76.6 a 82.4 %, a los costados de esa franja se presentó una humedad de 65.1 a 70.9 % del lado izquierdo y de 47.9 a 70.9 % del lado derecho, de los 5 años analizados este fue el año que mayor humedad se ha presentado, véase **Figura 26**.

Cuando se hace la intersección de todas las condiciones ambientales se observa que hay tres franjas que coinciden, la temperatura máxima, la temperatura media y la humedad, las tres van de norte a sur y atraviesan toda la ciudad, por otro lado, la precipitación se acumula más al noroeste y centro de la ciudad, véase **Figura 27**.

Distribución de la Temperatura Máxima en León, Guanajuato. 2018



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

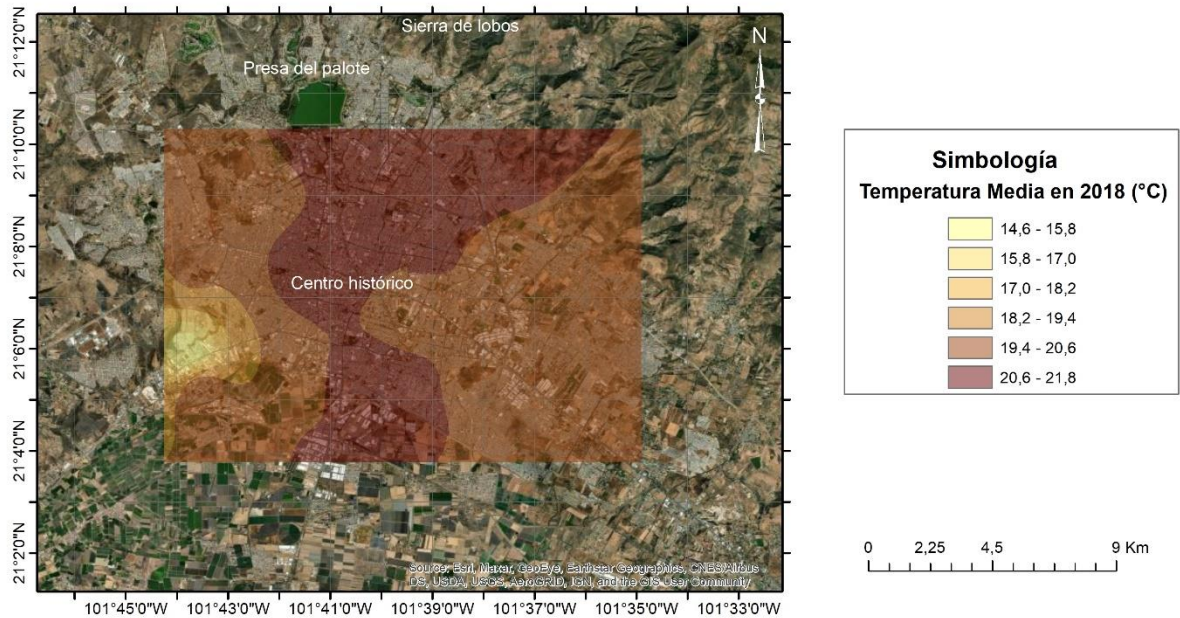
Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 23. Mapa de distribución de la temperatura máxima en León, Gto. 2018.

En esta imagen el color rojo más intenso al centro representa las temperaturas más altas y conforme se aclara el tono disminuye la temperatura. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Distribución de la Temperatura Media en León, Guanajuato. 2018



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

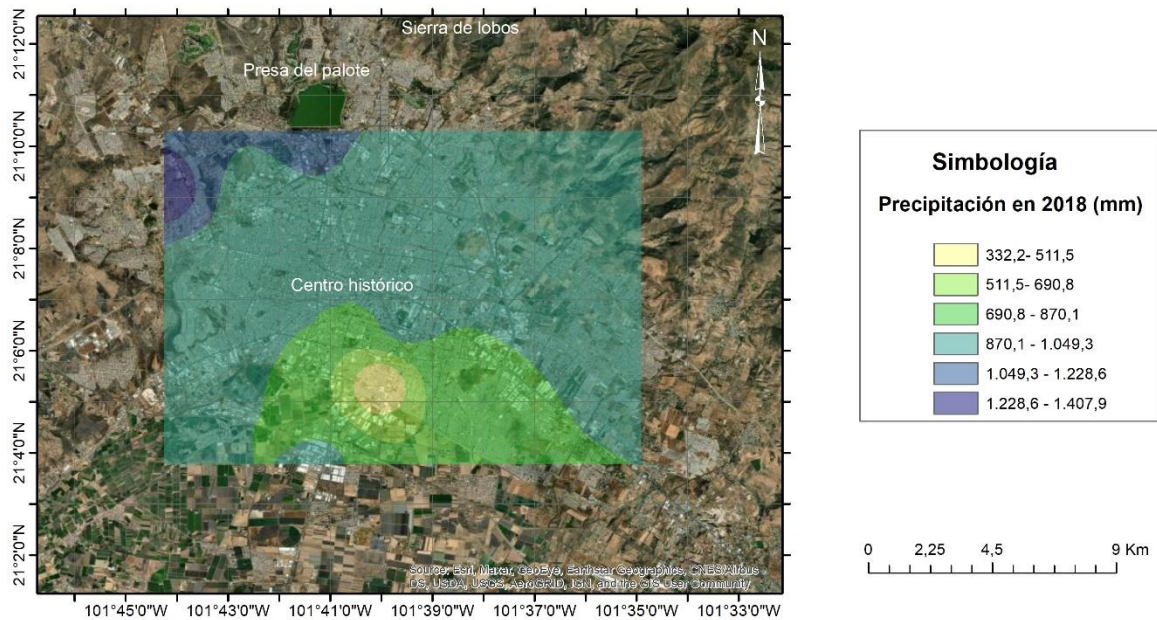
Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 24. Mapa de distribución de la temperatura media en León, Gto. 2018.

Se observa que la temperatura más alta se concentró al centro de la ciudad con 20.6-21.8. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológico de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGis.

Distribución de la Precipitación en León, Guanajuato. 2018



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 25. Mapa de distribución de la precipitación en León, Gto. 2018.

En esta imagen se muestra, en tonos verdes y azules, la precipitación del territorio. En este año predominó una precipitación de entre 870.1 y 1049.3 mm, se observa en color verde azulado. Ha sido de los años más lluviosos en la historia de León. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

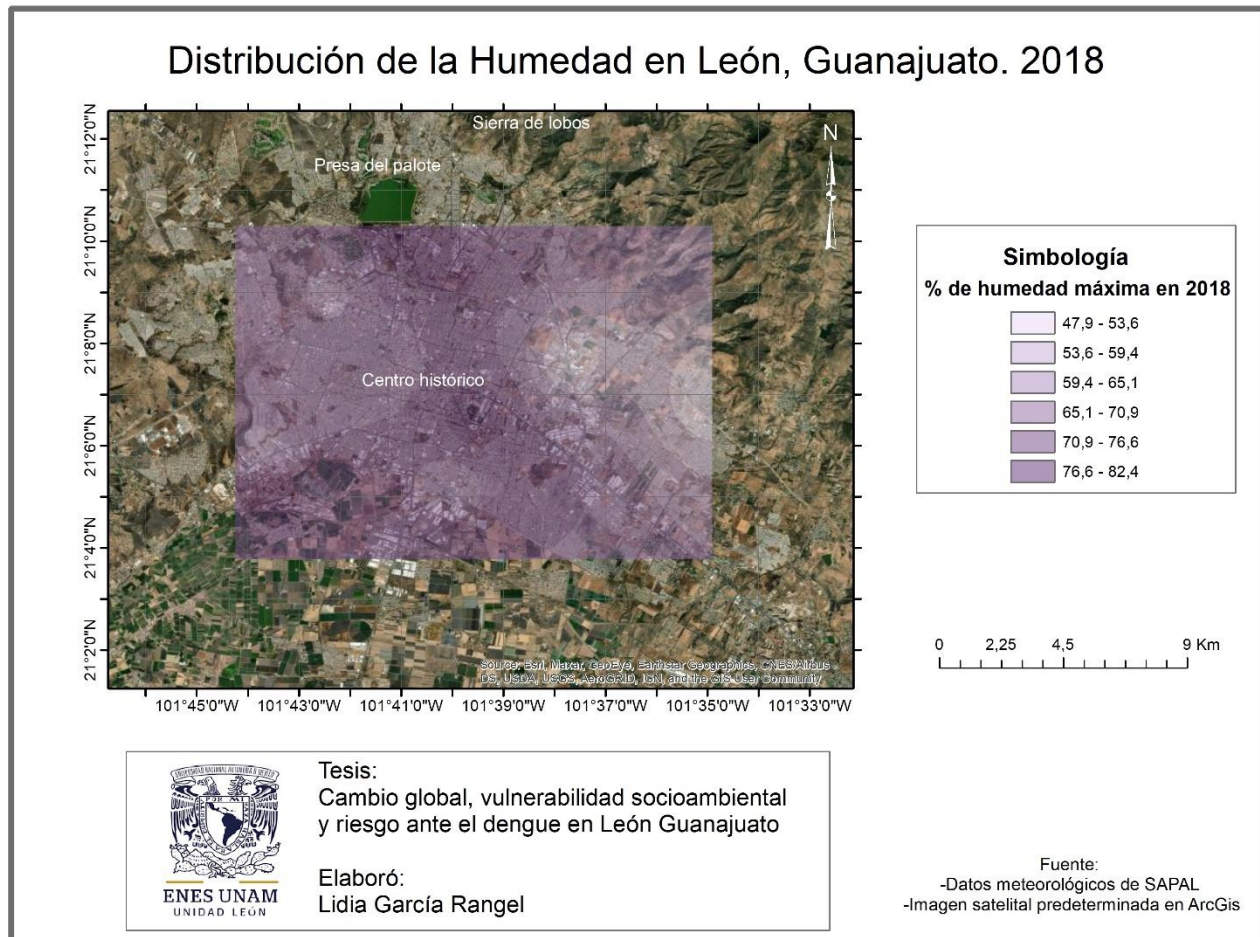
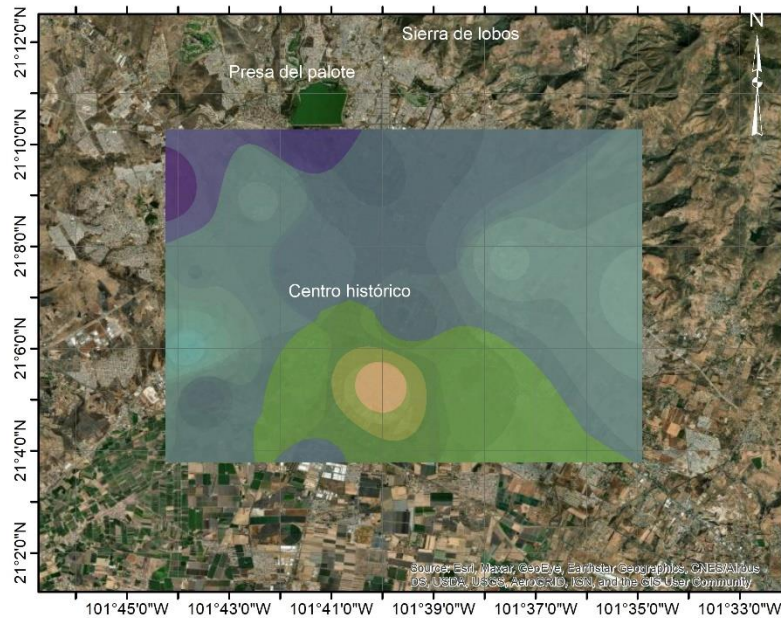


Figura 26. Mapa de distribución de la humedad en León, Gto. 2018.

En esta imagen se observa, en graduación de tonos morados, la humedad. Los puntos de mayor humedad este año corresponden a la franja más oscura que atraviesa el centro y se extiende hacia la presa del palote y al sur del territorio, el porcentaje de humedad en esta zona va de 76.6 a 82.4%. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Intersección de temperatura máxima, temperatura media, humedad y precipitación en León, Guanajuato. 2018



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

Elaboró:
Lidia García Rangel

0 2,25 4,5 9 Km

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGIS

Figura 27. Mapa de peligro, intersección de condiciones climáticas, León, Gto. 2018.

Imagen que muestra la intersección de los mapas de las distintas condiciones climáticas que influyen sobre la presencia del dengue. Lo que se observa es lo siguiente: Temperatura máxima en colores naranjas y rojos, color rojo para los valores altos y naranja para los valores más bajos. Temperatura media en colores cafés, café oscuro para los valores altos y café claro para los valores más bajos. Precipitación en colores azul y verde, azul para los valores altos y verde para los valores más bajos. Y humedad en colores morados, morado oscuro para los valores altos y morado claro para los valores más bajos. Los datos más altos se presentan en el centro, donde el conjunto de colores crea formas alargada y circulares en tonos más oscuros. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

En el año 2019 la temperatura máxima representó también una franja que atraviesa el territorio de norte a sur, más ancha que el año 2018, esta franja fue de 29.6 a 30.8 °C. Dentro de esta zona se encuentran dos puntos con temperaturas mayores de 30.8 a 32.0 °C., a los costados de esta franja la temperatura va de 27.2 a 29.6 °C, uno de estos puntos está cerca de la presa del palote y otro en el centro de la zona urbanizada, véase **Figura 28**. La temperatura media también representa una franja, pero esta vez no atraviesa todo el territorio, inicia a la altura de la presa del palote con cifras de 21.7 a 22.4 °C., dentro de ésta en color, café hay un punto de temperatura mayor que es de 22.4 a 23.1 °C., a los costados y por debajo de esta franja la temperatura va desde 20.4 a 21.7 °C, véase **Figura 29**. La precipitación en este año fue mayor en el centro de la ciudad, zona que se representa por una mancha de color azul marino de 695 a 782.9 mm, alrededor de esta macha la precipitación fue desde 522.0 hasta 695.9 mm, siendo los puntos con menos lluvias hacia el noreste, véase **Figura 30**. La humedad volvió a formar una franja, pero esta vez inclinada hacia el lado este de la ciudad, el punto de mayor humedad inicia en la presa del palote con 63.9 a 70.3 %, después esta misma zona, en color morado presentó una humedad de 51.1 a 57.5 %, a los costados y debajo de ésta la humedad fue desde 31.9 hasta 51.1 %, véase **Figura 31**.

Cuando se hace intersección de las tres condiciones ambientales las franjas de temperatura media y humeada no culminan en el sur de la ciudad si no que termina antes que termine la zona urbanizada y la franja de máxima humedad se inclina ligeramente hacia el sureste. También se observa que en el centro de la ciudad la máxima temperatura coincide con la máxima precipitación y cae dentro de la franja de máxima humedad, véase **Figura 32**.

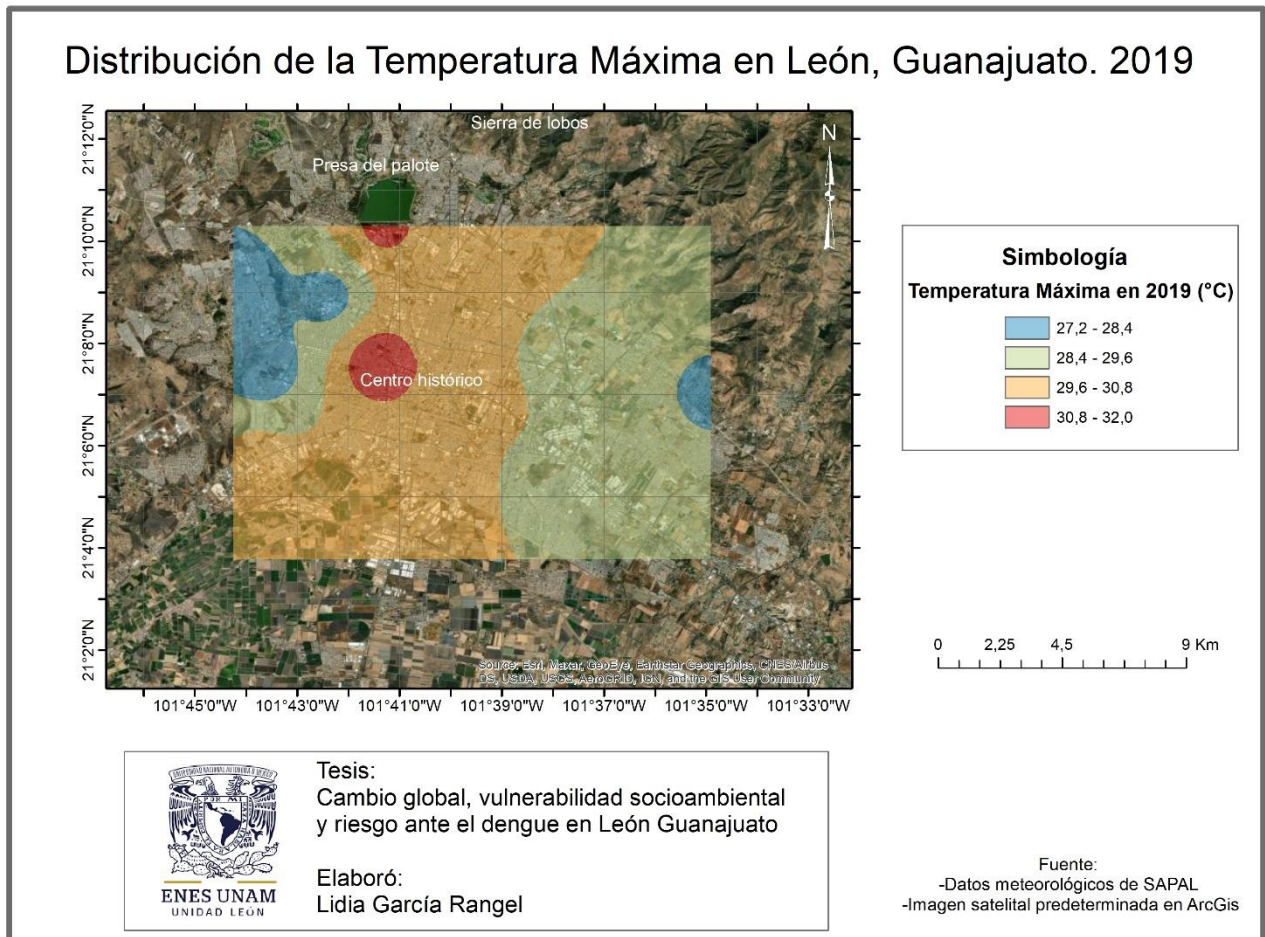
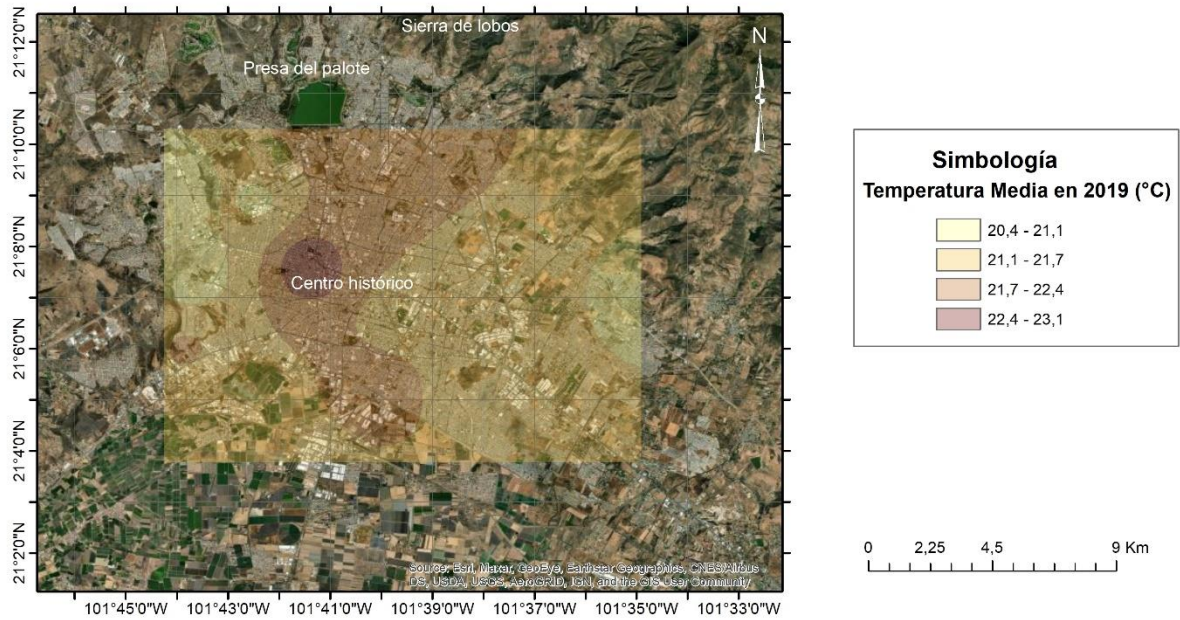


Figura 28. Mapa de distribución de la temperatura máxima en León, Gto. 2019.

En esta imagen se observa en colores, que van de fríos a cálidos, las distintas zonas de temperaturas. En una franja de color naranja claro se observan temperaturas que van de 29.6 a 30.8°C y en dos puntos de color naranja oscuro se observan temperaturas que van de 30.8 a 32.0°C. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Distribución de la Temperatura Media en León, Guanajuato. 2019



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

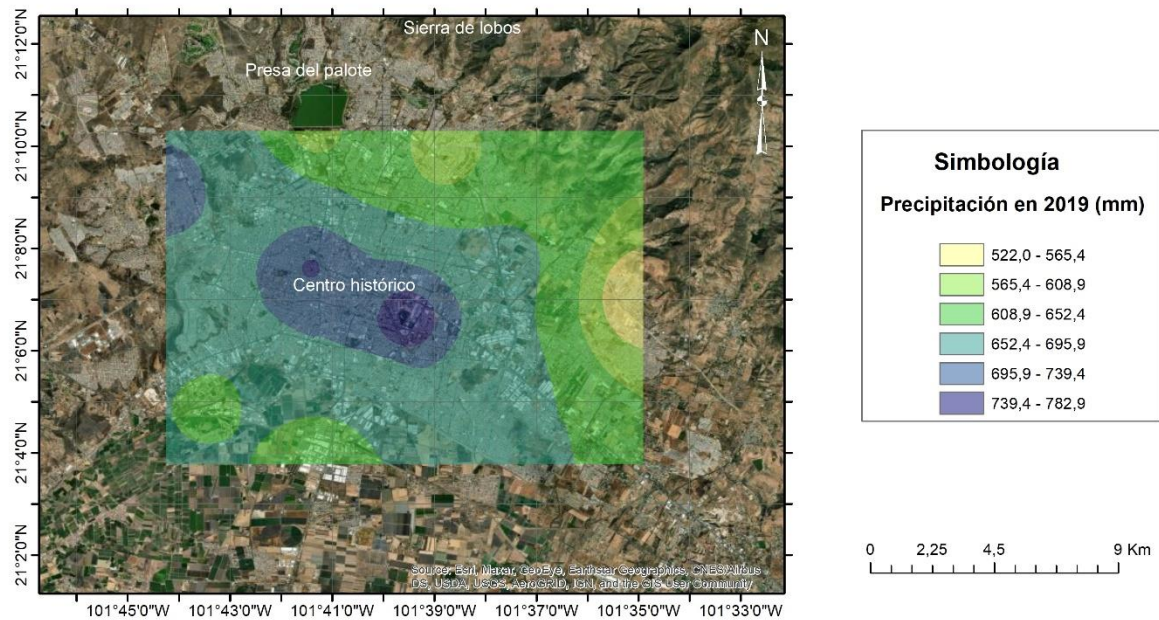
Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 29. Mapa de distribución de la temperatura media en León, Gto. 2019.

En esta imagen se muestra en colores que van de amarillo a café claro los rangos de temperatura media, encontrando las temperaturas más altas en el centro del territorio. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Distribución de la Precipitación en León, Guanajuato. 2019



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 30. Mapa de distribución de la precipitación en León, Gto. 2019.

Se observa que la precipitación va desde 522.0 hasta 782.9 mm en todo el territorio. Los puntos donde mayor precipitación hubo son los de color azul oscuro. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

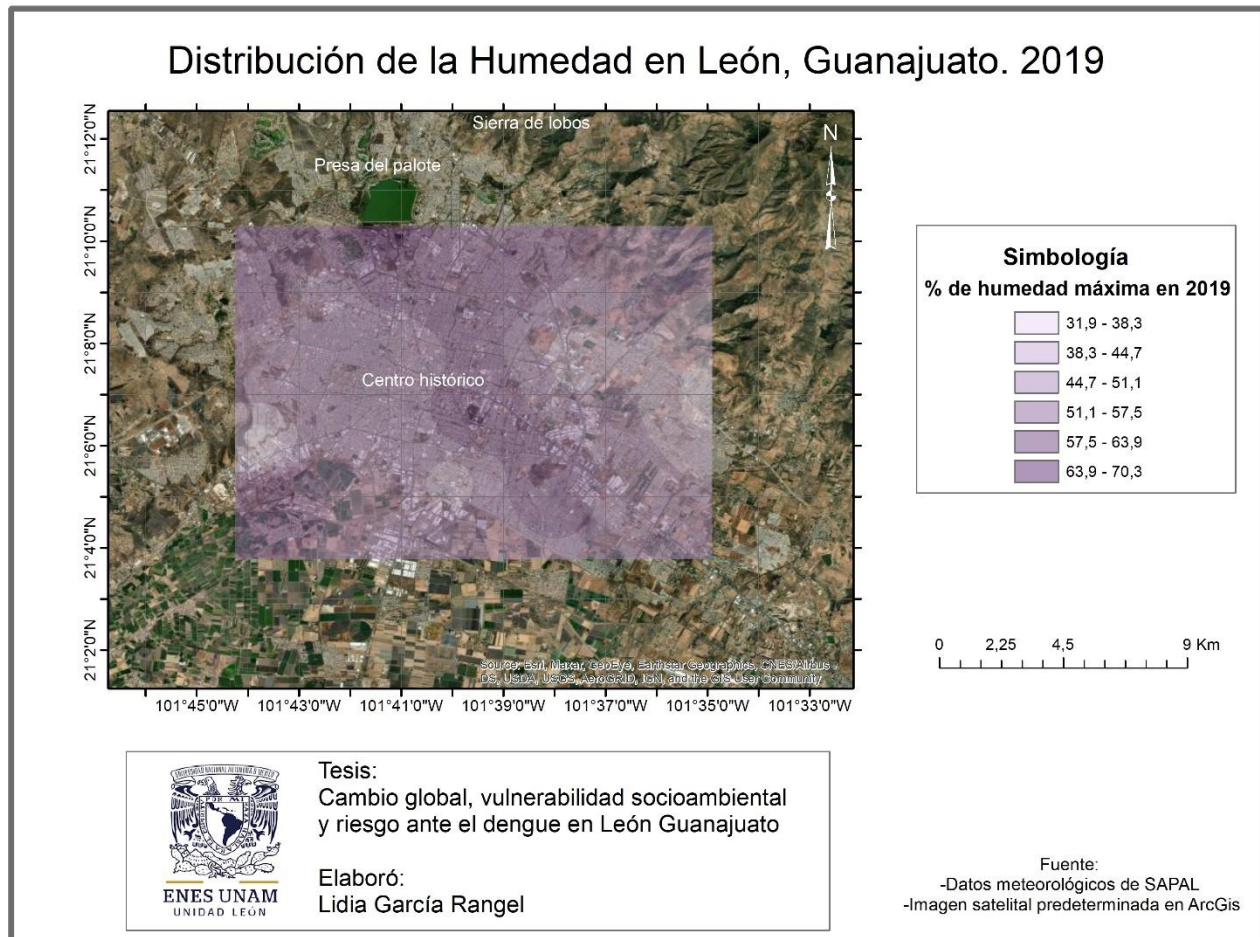
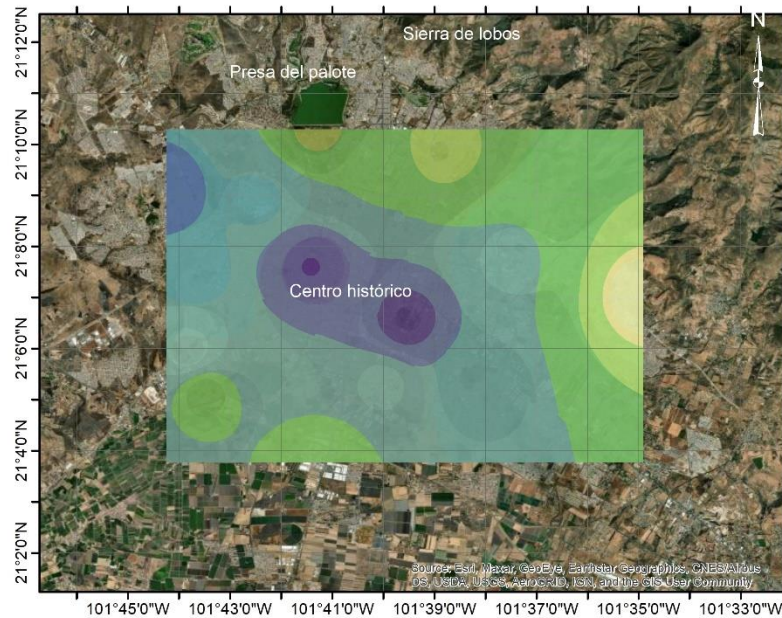


Figura 31. Mapa de distribución de la humedad en León, Gto. 2019.

Los tonos morados más oscuros muestran donde se presentó mayor porcentaje de humedad en este año y los tonos claros muestran los porcentajes menores. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Intersección de temperatura máxima, temperatura media, humedad y precipitación en León, Guanajuato. 2019



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

Elaboró:
Lidia García Rangel

0 2,25 4,5 9 Km

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 32. Mapa de peligro, intersección de condiciones climáticas, León, Gto. 2019.

En esta imagen se muestra la intersección de los mapas de las distintas condiciones climáticas que influyen sobre la presencia del dengue. La representación de colores es la siguiente: Temperatura máxima en colores naranjas y rojos, color rojo para los valores altos y naranja para los valores más bajos. Temperatura media en colores cafés, café oscuro para los valores altos y café claro para los valores más bajos. Precipitación en colores azul y verde, azul para los valores altos y verde para los valores más bajos. Y humedad en colores morados, morado oscuro para los valores altos y morado claro para los valores más bajos. Los datos más altos se presentan en el centro, en forma de círculos circunscritos y unidos. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

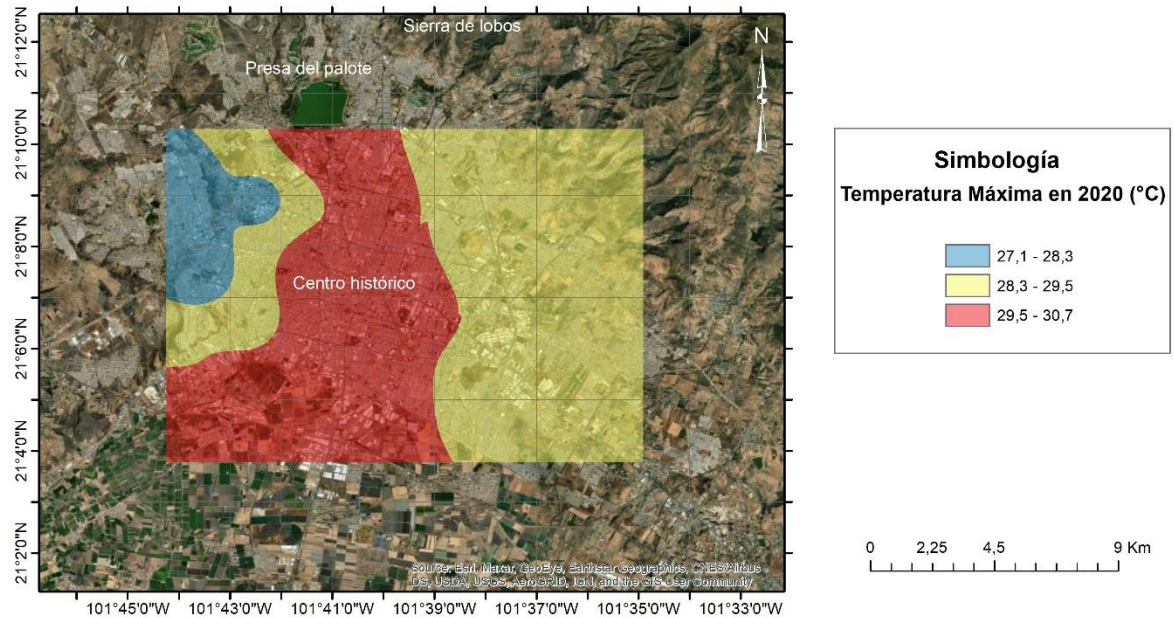
En el año 2020 la temperatura máxima volvió a representarse mediante una franja que atraviesa toda la ciudad de norte a sur. Sobre la zona más urbanizada la máxima temperatura fue de 29.5 a 30.7 °C., a los costados de esta franja, en el mapa se observa en color amarillo, la temperatura fue desde 27.1 hasta 29.5 °C, véase **Figura 33**. La temperatura media en esta ocasión no presentó franja, por el contrario, se presentó de manera, casi uniforme en todo el territorio en un rango de 21.2 a 21.7 °C. En 3 puntos de color café oscuro sobre la zona centro más urbanizada se presentó la temperatura más alta que fue de 21.7 a 22.2 °C., en la periferia de la ciudad en color amarillo se dan puntos con temperaturas desde 20.2 hasta 21.2 °C., véase **Figura 34**.

La precipitación en este año representa una franja cuya dirección se observa de noreste a sureste en un rango de 575.6 a 620.8 mm. Dentro hay un punto donde la precipitación fue aún mayor, 620.8 a 665.9 mm. Alrededor de esta franja la precipitación fue de 530,5 a 575.6 mm, en este año la precipitación menor se dio al norte de la ciudad, véase **Figura 35**.

La humedad en este año no formó una franja, si no que se dieron puntos de máxima humedad, hubo 4 en distintos lugares de la ciudad, dos cerca de la presa del palote, uno en el centro y otro en el suroeste, éstos tuvieron humedad de 50.7 hasta 62.3 %. Alrededor de éstos y casi en todo el territorio la humedad fue de 44.9 a 50.7%, y también se observan 3 puntos más donde la humedad fue menor, desde 27.4 hasta 44.9 %, véase **Figura 36**.

Cuando se hace el traslape de todas las condiciones ambientales se observa que la franja de mayor precipitación coincide con el punto de máxima humedad, así como también con la temperatura media más alta y dos puntos de máxima humedad coincide con la franja de temperatura máxima más alta, véase **Figura 37**.

Distribución de la Temperatura Máxima en León, Guanajuato. 2020



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

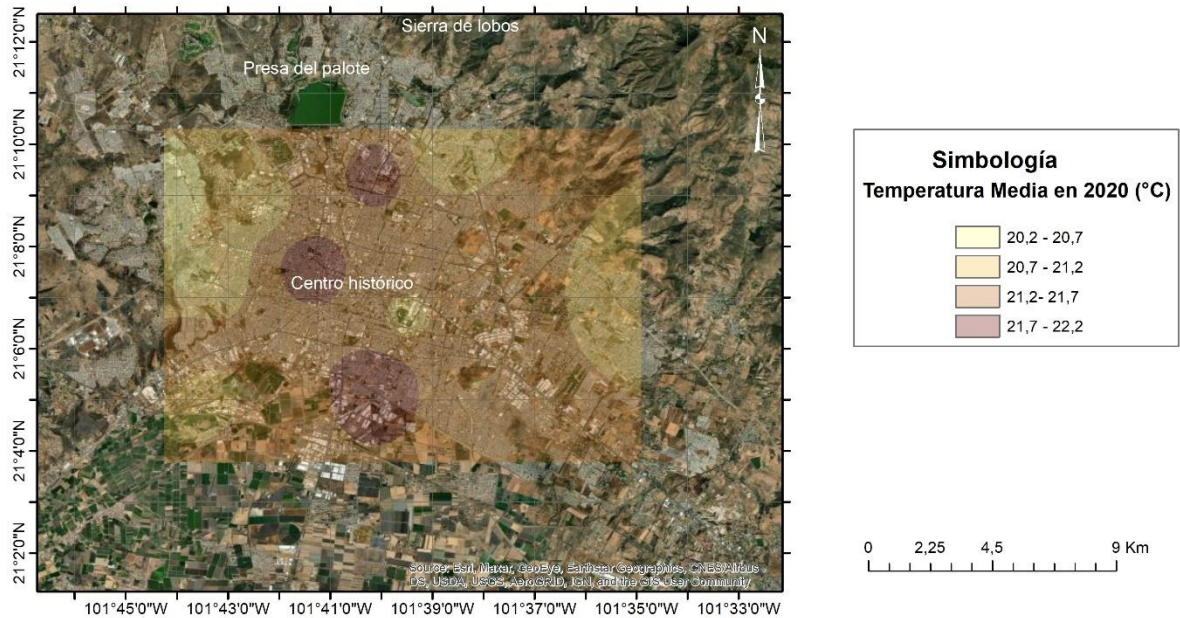
Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 33. Mapa de distribución de la temperatura máxima en León, Gto. 2020.

En tono rojo se observan las temperaturas máximas en este año 29.5 a 30.7°C., en seguida los tonos amarillos 28.3 a 29.5°C., y finalmente los tonos azules, 27.1 a 28.3°C. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Distribución de la Temperatura Media en León, Guanajuato. 2020



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

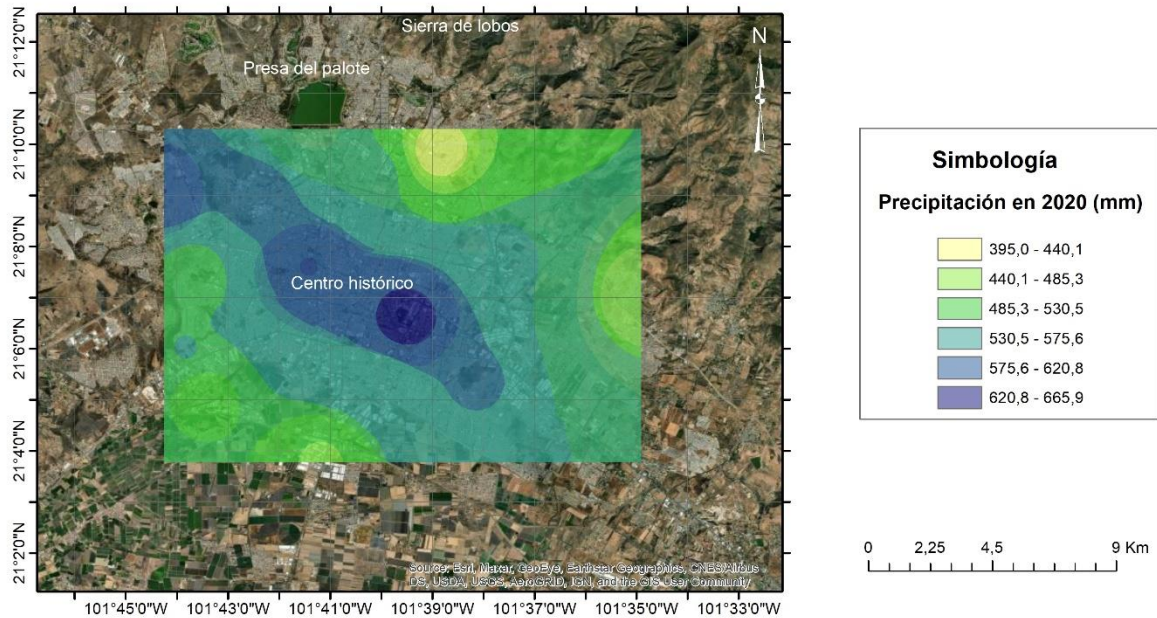
Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 34. Mapa de distribución de la temperatura media en León, Gto. 2020.

En esta imagen, al centro, se observan tres puntos en tonos café, donde se presentó la temperatura más alta, alrededor de estos la temperatura fue casi uniforme. También se observa cerca de la periferia, varios puntos, en tonos amarillo claro, donde las temperaturas fueron menores.

Distribución de la Precipitación en León, Guanajuato. 2020



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

Elaboró:
Lidia García Rangel

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGis

Figura 35. Mapa de distribución de la precipitación en León, Gto. 2020.

En esta imagen se observa que los tonos de azul más oscuro representan las zonas de mayor precipitación. Los tonos verdes y amarillos representan los puntos de menor precipitación. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

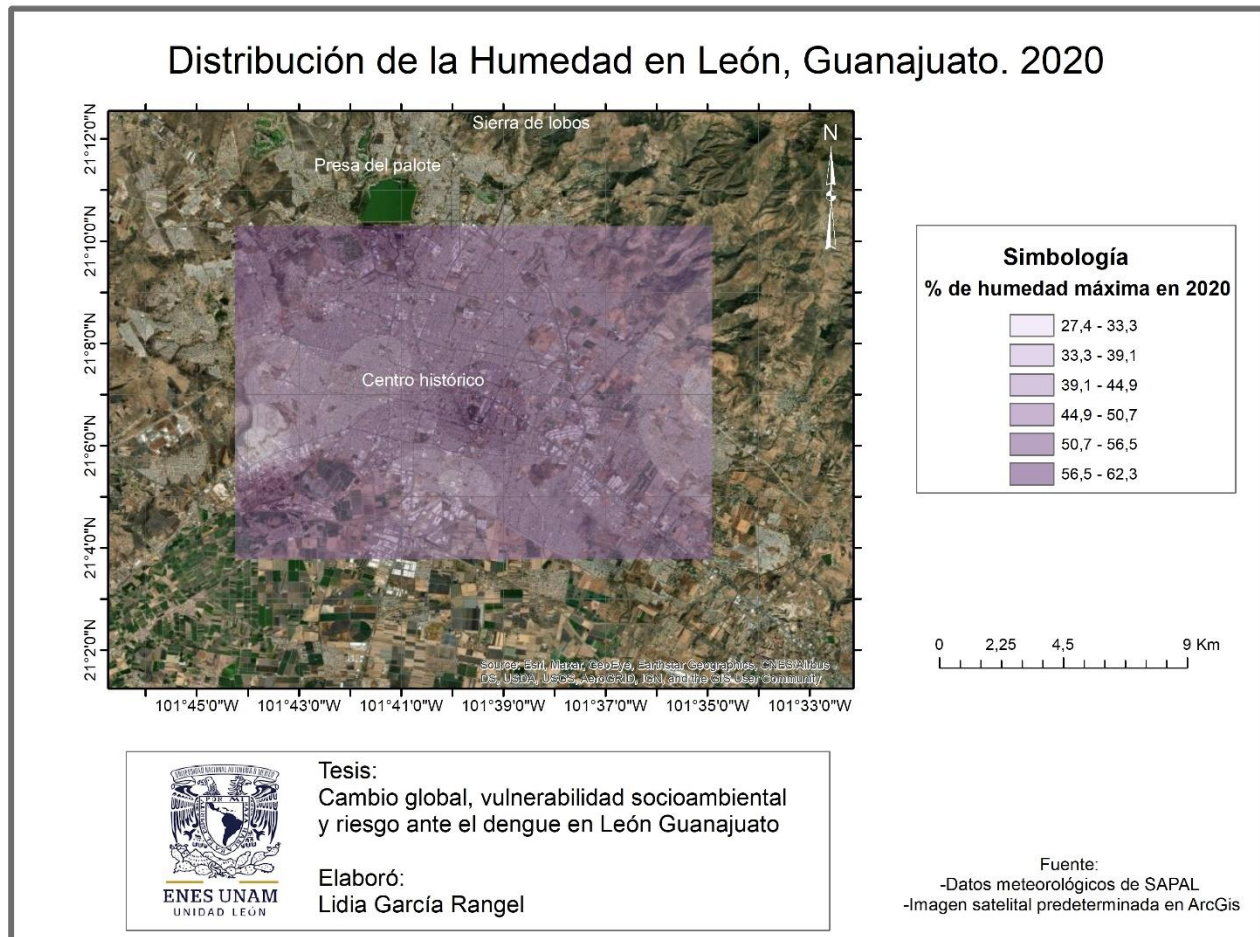
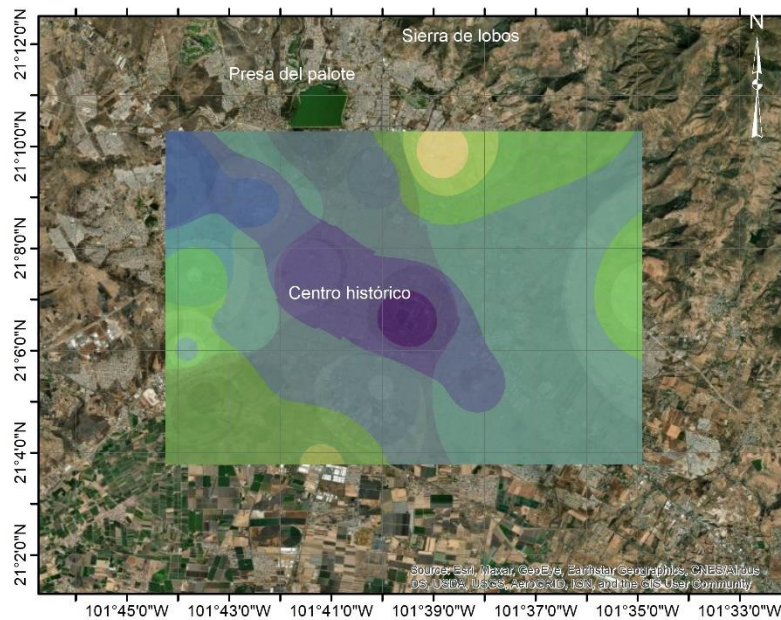


Figura 36. Mapa de distribución de la humedad en León, Gto. 2020.

Se observa, en graduación de color, la forma como se presentó la humedad este año. Los tonos más oscuros representan la humedad más alta y viceversa. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Intersección de temperatura máxima, temperatura media, humedad y precipitación en León, Guanajuato. 2020



Tesis:
Cambio global, vulnerabilidad socioambiental
y riesgo ante el dengue en León Guanajuato

Elaboró:
Lidia García Rangel

0 2,25 4,5 9 Km

Fuente:
-Datos meteorológicos de SAPAL
-Imagen satelital predeterminada en ArcGIS

Figura 37. Mapa de peligro, intersección de condiciones climáticas, León, Gto. 2020.

Se muestra la intersección de los mapas de las distintas condiciones climáticas que influyen sobre la presencia del dengue. Los colores de las condiciones climáticas son las siguientes: temperatura máxima en colores naranjas y rojos, color rojo para los valores altos y naranja para los valores más bajos, temperatura media en colores cafés, café oscuro para los valores altos y café claro para los valores más bajos, precipitación en colores azul y verde, azul para los valores altos y verde para los valores más bajos, y humedad en colores morados, morado oscuro para los valores altos y morado claro para los valores más bajos. En el centro, en forma de círculos y franjas coinciden las condiciones más altas. Fuente: Elaboración propia con datos meteorológicos de SAPAL, una imagen satelital y el programa ArcGIS.

Resultados para el objetivo 4:

Objetivo: Correlacionar los datos de la encuesta y los mapas de peligro con la finalidad de comprender la relación de factores ambientales, sociales e institucionales para determinar si es posible medir la vulnerabilidad socioambiental y el peligro ante el dengue en León Guanajuato.

Para la elaboración de los mapas de riesgo en este estudio se propuso incluir factores ambientales y sociales. A continuación, se mostrarán estos mapas donde se sobreponen las condiciones ambientales y las condiciones sociales recabadas con la encuesta, que se interpretarán como la vulnerabilidad socioambiental.

Mapa de riesgo para el año 2016

Para el año 2016, la Secretaría de Salud, registró 31 casos de dengue, de los cuales se identificaron 5 mediante la encuesta de este trabajo. Con los datos recabados y resolviendo las 18 variables de vulnerabilidad socioambiental se determinó que 3 de ellos resultaron con vulnerabilidad socioambiental alta y 2 vulnerabilidad socioambiental media.

Con la finalidad de obtener el mapa de riesgo y basándonos en la ecuación de riesgo, véase **Figura 1**, se hizo la sobreposición de los casos de dengue del año 2016, con su respectiva vulnerabilidad sobre el mapa de peligro del mismo año, véase **Figura 38**.

Una vez obtenido el mapa de riesgo se pudo determinar que los casos de dengue en este año se dieron donde la temperatura máxima fue de 27.4 a 29.2°C, la temperatura media estaba entre 20.1 a 21.2°C, la precipitación estaba entre 663 a 711 mm y la humedad fue de 47.8 a 63.5 %.

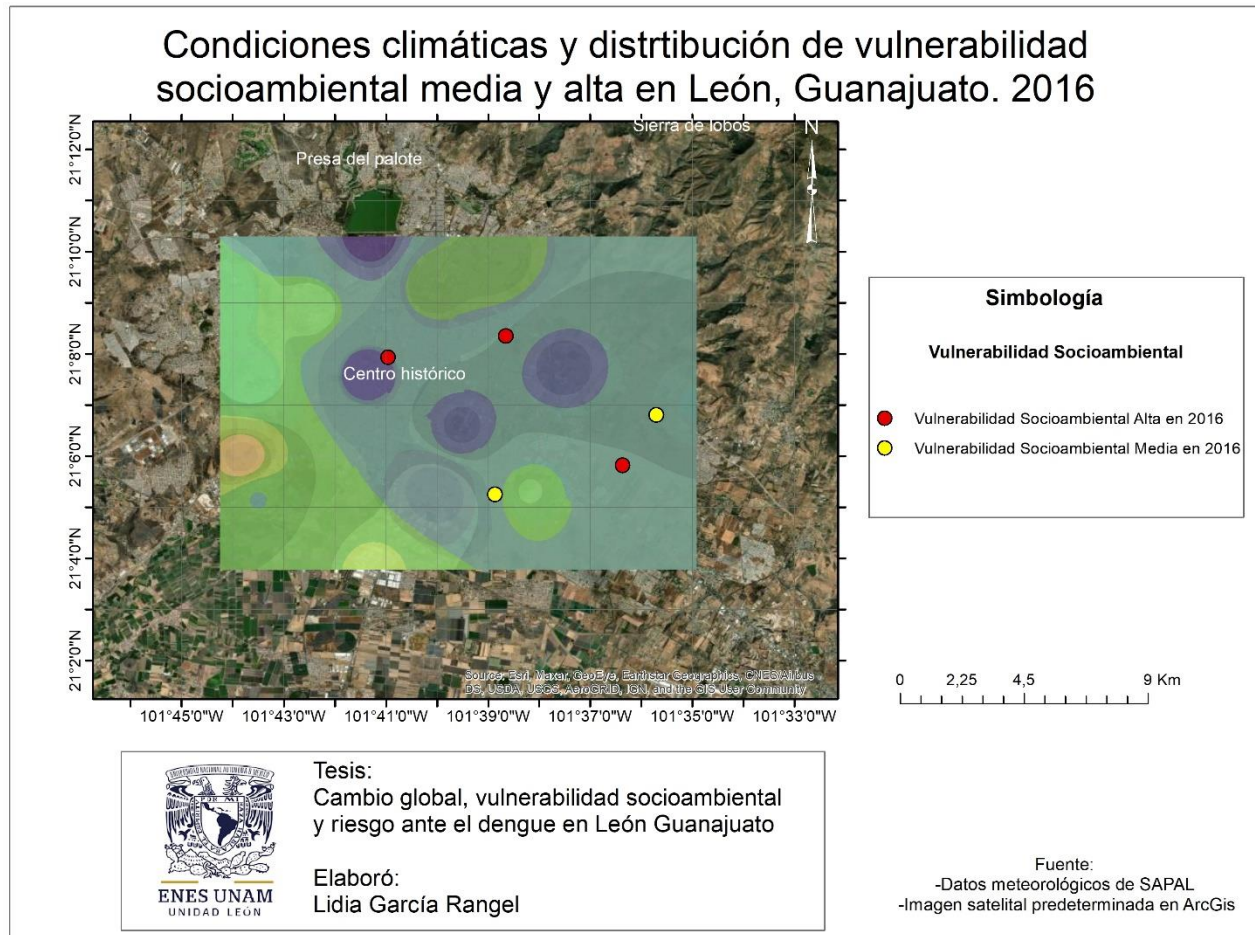


Figura 38. Mapa de Riesgo ante el dengue en León Gto., en 2016.

Se muestra el conjunto de condiciones que conforman el mapa de riesgo: 1) Casos de dengue con su respectiva vulnerabilidad, sobre puestos en el mapa de peligro. Y 2) Mapa de peligro obtenido en el objetivo 3, elaborado con las condiciones climáticas. Los puntos de color rojo indican casos de dengue con vulnerabilidad socioambiental alta y los de color amarillo vulnerabilidad socioambiental media. Los colores de las condiciones climáticas son las siguientes: Temperatura máxima en colores naranjas y rojos, color rojo para los valores altos y naranja para los valores más bajos. Temperatura media en colores cafés, café oscuro para los valores altos y café claro para los valores más bajos. Precipitación en colores azul y verde, azul para los valores altos y verde para los valores más bajos. Y humedad en colores morados, morado oscuro para los valores altos y morado claro para los valores más bajos. Al centro se observan círculos en tonos más oscuros que es donde las condiciones climáticas coinciden en sus puntos más altos.

Fuente: elaboración propia.

Mapa de riesgo para el año 2017

En el año 2017, la secretaría de salud, registró 2300 casos en el territorio Leones, de estos se identificaron solamente 23 en la encuesta realizada en este trabajo. Al aplicar las 18 variables de vulnerabilidad socioambiental se determinó que 13 de los casos presentaron vulnerabilidad socioambiental alta y 10 vulnerabilidad socioambiental media.

Para obtener el mapa de peligro, como en el año 2016, con base en la ecuación de riesgo, **Figura 1**, se hace la sobreposición de los casos de dengue, con su respectiva vulnerabilidad, sobre el mapa de peligro del año 2017, véase **Figura 39**. De este mapa se puede observar que la mayoría de los casos coinciden con la franja de humedad que va de 41.8 a 51.8 % y precipitación de 541.6 a 649.9 mm. Para una mejor visualización de la temperatura se elaboró un mapa de riesgo solamente con la distribución de la temperatura máxima y temperatura media, véase **Figura 40**. De donde se observa que los casos de dengue se presentaron donde la temperatura máxima fue de 27.1 a 29.8 °C., y temperatura media de 18.2 a 21.8°C.

Condiciones climáticas y distribución de casos de vulnerabilidad socioambiental media y alta ante el dengue en León, Guanajuato. 2017

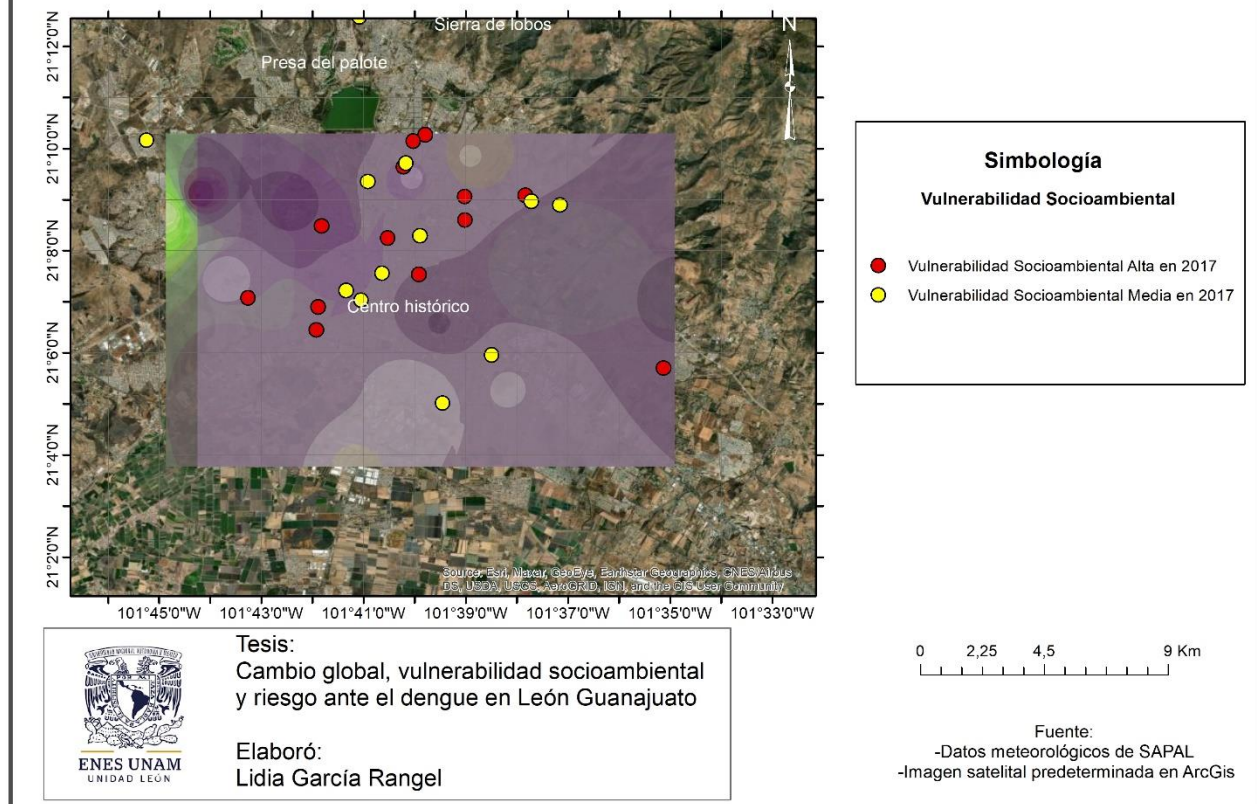


Figura 39. Mapa de Riesgo ante el dengue en León Gto., en 2017.

En la imagen se observan los elementos del riesgo: 1) Vulnerabilidad, en los casos de dengue. Y 2) Peligro, en el mapa de peligro obtenido en el objetivo 3. Los puntos de color rojo indican casos de dengue con vulnerabilidad socioambiental alta y los de color amarillo vulnerabilidad socioambiental media. Los colores de las condiciones climáticas son las siguientes: Precipitación en colores azul y verde, azul para los valores altos y verde para los valores más bajos, y humedad en colores morados, morado oscuro para los valores altos y morado claro para los valores más bajos. En este año las condiciones climáticas fueron muy uniformes, solamente la humedad en color morado presentó zonas con mayor y menor humedad y es lo que se observa en forma de franjas y círculos. Fuente: elaboración propia.

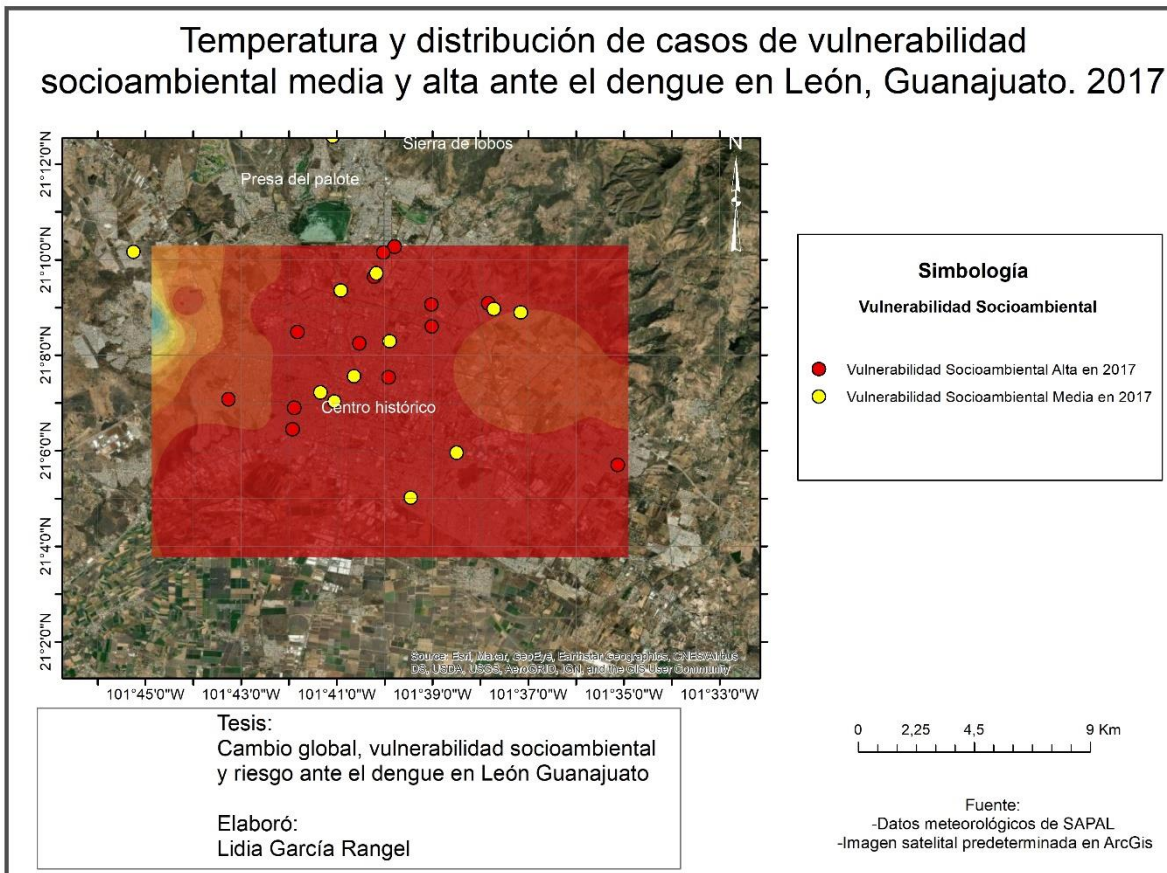


Figura 40 Mapa de Riesgo, con temperaturas, ante el dengue en León Gto., en 2017.

En esta imagen se observan los elementos del riesgo: 1) Vulnerabilidad, en los casos de dengue. Y 2) peligro, en el mapa de peligro elaborado con la intersección de la temperatura máxima y la temperatura mínima. En colores rojos y naranjas se observa la temperatura media, siendo el color rojo para los valores altos y el naranja para los valores más bajos, en colores cafés se observa la temperatura media, café oscuro para los valores altos y café claro para los valores más bajos. En este año la temperatura fue casi uniforme en el centro del territorio. Fuente: elaboración propia.

Mapa de riesgo para el año 2018

En este año la secretaría de salud reportó 36 casos de dengue de los cuales se identificaron solamente 9 casos en la encuesta. Al aplicar las variables de vulnerabilidad socioambiental se encontró que 5 de ellos tenían vulnerabilidad socioambiental alta y 4 vulnerabilidad socioambiental media.

Cuando se hace la sobreposición y se ubican los casos de dengue sobre el mapa de peligro del 2018 se observa que la mayoría de los casos caen dentro de las franjas de temperatura máxima y humedad más alta, las siguientes fueron condiciones climáticas donde se dieron los casos: la temperatura máxima estaba entre 26.4 a 30.0 °C., la temperatura media va de los 19.4 a 21.8 °C., los rangos de humedad va desde 59.4 hasta 76.6 %, y la precipitación va desde 332.2 hasta 1049.3 mm, véase **Figura 41**.

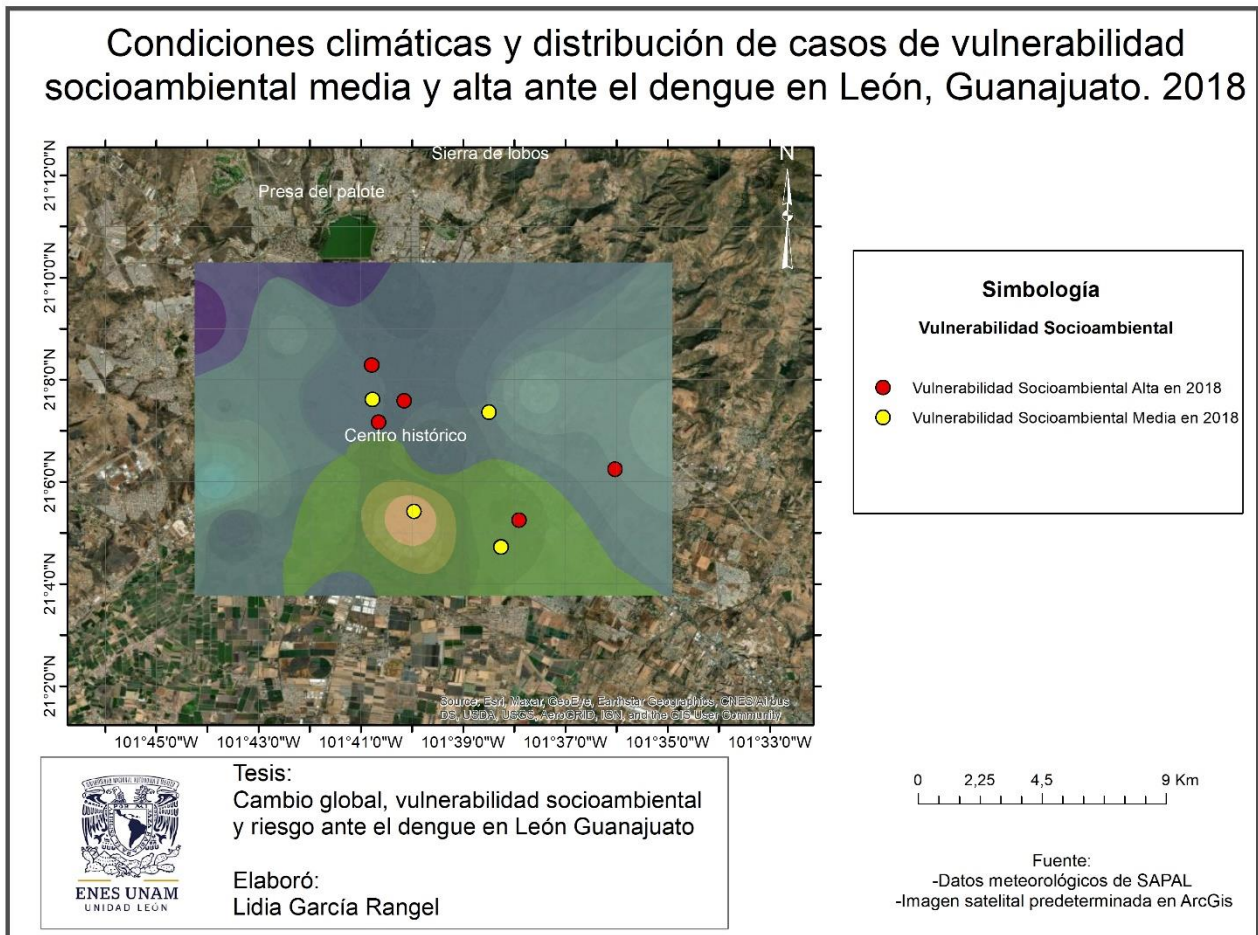


Figura 41. Mapa de Riesgo ante el dengue en León Gto., en 2018.

En esta imagen se puede observar los elementos que conforman el mapa de riesgo: 1) Vulnerabilidad, en los casos de dengue. Y 2) Peligro, en el mapa de peligro obtenido en el objetivo 3. Los puntos de color rojo indican casos de dengue con vulnerabilidad socioambiental alta y los de color amarillo vulnerabilidad socioambiental media. Los colores de las condiciones climáticas son las siguientes: Temperatura máxima en colores naranjas y rojos, color rojo para los valores altos y naranja para los valores más bajos. Temperatura media en colores cafés, café oscuro para los valores altos y café claro para los valores más bajos. Precipitación en colores azul y verde, azul para los valores altos y verde para los valores más bajos. Y humedad en colores morados, morado oscuro para los valores altos y morado claro para los valores más bajos. Al centro se observan franjas y círculos en tonos más oscuros que es donde las condiciones climáticas coinciden en sus puntos más altos. Fuente: elaboración propia.

Mapa de riesgo para el año 2019

En el año 2019 la secretaría de salud registró 41 casos, de los cuales únicamente se identificaron 4 en la encuesta. Al aplicar las variables de vulnerabilidad socioambiental resultaron que 3 de ellos tenían vulnerabilidad socioambiental alta y sólo uno vulnerabilidad socioambiental media.

Al sobreponer los casos de dengue con su respectiva vulnerabilidad sobre el mapa de peligro de este año, se obtiene el mapa de riesgo del 2019, véase **Figura 42** donde se observa que esta vez no hay una tendencia a ubicarse al centro, sino más bien unos se ubican al centro y otros al sureste. La temperatura máxima donde se ubican va desde 28.4 °C hasta 30.8 °C., la temperatura media va desde 21.2 °C hasta 22.4 °C., la precipitación va 565.4 hasta 739.4 mm y la humedad donde se dieron los casos fue desde 38.3 hasta 63.9 %.

Condiciones climáticas y distribución de casos de vulnerabilidad socioambiental media y alta ante el dengue en León, Guanajuato. 2019

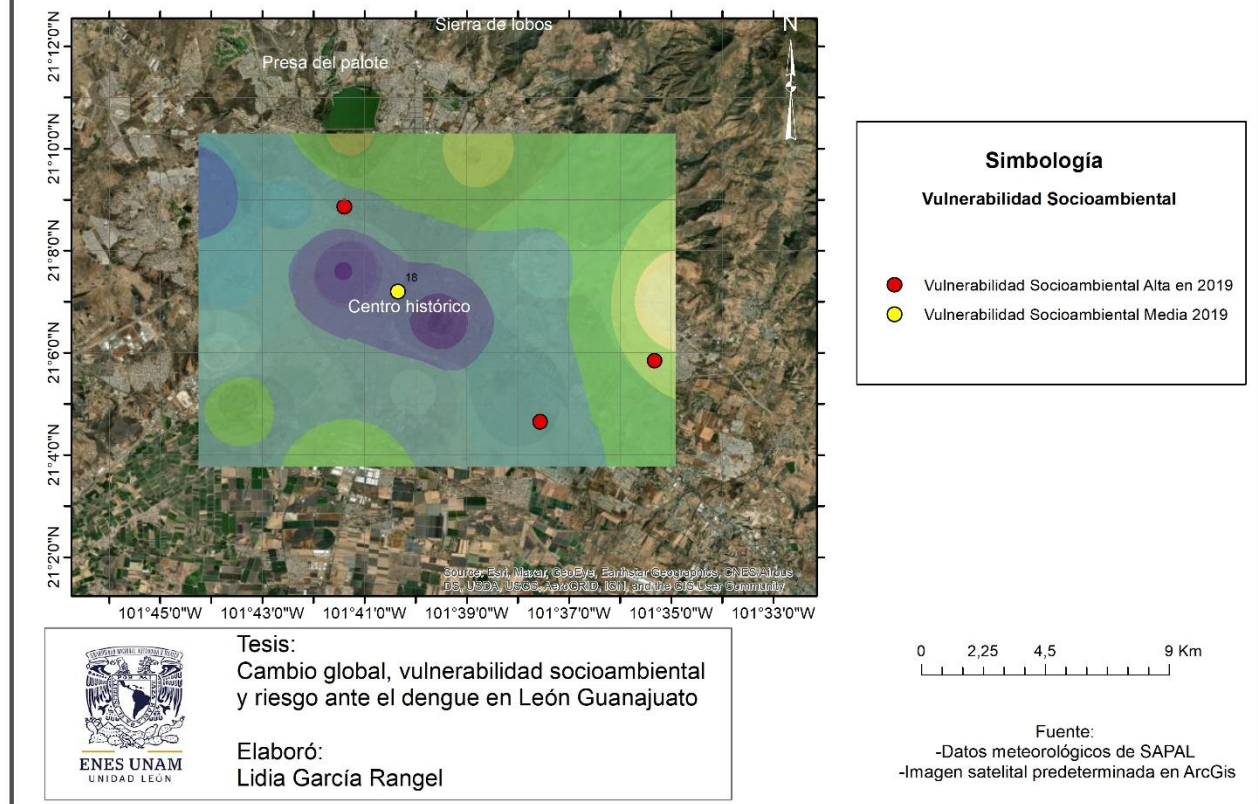


Figura 42. Mapa de Riesgo ante el dengue en León Gto., en 2019.

Se observan los elementos que conforman el mapa de riesgo: 1) Los casos de dengue, con su respectiva vulnerabilidad. Y 2) El mapa de peligro obtenido en el objetivo 3, con los datos climáticos que influyen sobre el dengue. Los puntos de color rojo indican casos de dengue con vulnerabilidad socioambiental alta y los de color amarillo vulnerabilidad socioambiental media. Los colores de las condiciones climáticas son las siguientes: Temperatura máxima en colores naranjas y rojos, color rojo para los valores altos y naranja para los valores más bajos. Temperatura media en colores cafés, café oscuro para los valores altos y café claro para los valores más bajos. Precipitación en colores azul y verde, azul para los valores altos y verde para los valores más bajos. Y humedad en colores morados, morado oscuro para los valores altos y morado claro para los valores más bajos. Al centro se observan círculos circunscritos y unidos en tonos más oscuros que es donde las condiciones climáticas coinciden en sus puntos más altos. Fuente: elaboración propia.

Mapa de riesgo para el año 2020

En el año 2020, la secretaría de salud, reportó 14 casos de dengue, sin embargo, sólo se pudo identificar uno con la encuesta, al aplicar las variables de vulnerabilidad socioambiental resultó con vulnerabilidad socioambiental alta.

Se obtuvo el mapa de riesgo al sobreponer el caso de dengue sobre el mapa de peligro, véase **Figura 43**, donde se observó que este caso se localizó donde la temperatura máxima fue de 29.5 a 30.7 °C., la temperatura media fue de 21.7 a 22.2 °C., la precipitación fue de 575.6 a 620.8 mm, y la humedad fue de 39.1 a 44.9 %.

Condiciones climáticas y distribución de casos de vulnerabilidad socioambiental media y alta ante el dengue en León, Guanajuato. 2020

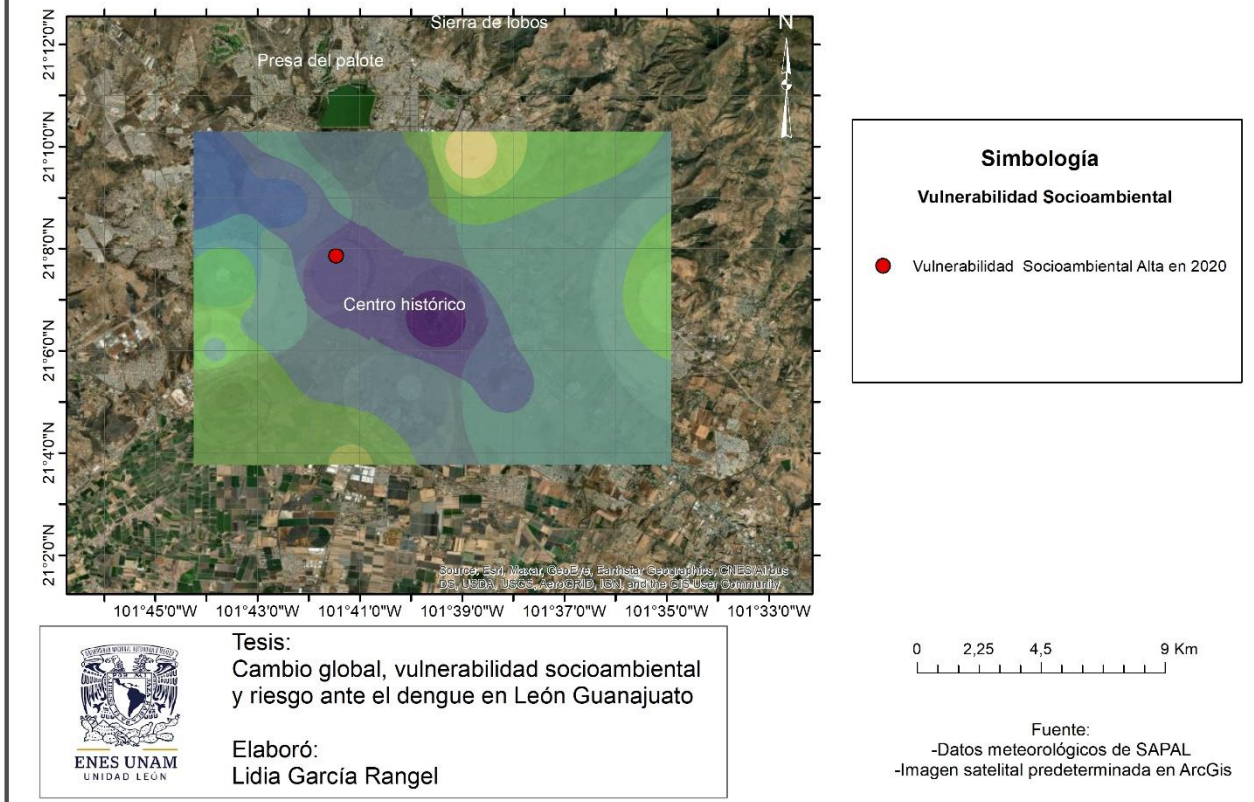


Figura 43. Mapa de Riesgo ante el dengue en León Gto., en 2020.

En esta imagen se pueden observar los elementos que conforman el mapa de riesgo: 1) Un caso de dengue, con su respectiva vulnerabilidad. Y 2) El mapa de peligro obtenido en el objetivo 3, con los datos climáticos que influyen sobre el dengue. El punto de color rojo indica un caso de dengue con vulnerabilidad socioambiental alta. Los colores de las condiciones climáticas son las siguientes: Temperatura máxima en colores naranjas y rojos, color rojo para los valores altos y naranja para los valores más bajos. Temperatura media en colores cafés, café oscuro para los valores altos y café claro para los valores más bajos, Precipitación en colores azul y verde, azul para los valores altos y verde para los valores más bajos. Y humedad en colores morados, morado oscuro para los valores altos y morado claro para los valores más bajos. Al centro se observan franjas y círculos en tonos más oscuros que es donde las condiciones climáticas coinciden en sus puntos más altos. Fuente: elaboración propia.

Zona de mayor riesgo ante el dengue según los resultados obtenidos

Una vez obtenidos los mapas de riesgo, se retomó la imagen satelital del polígono de la ciudad de León, para identificar la zona donde predominaron los casos de dengue. Esta zona coincide con el centro del territorio urbanizado, véase **Figura 44**. Es un área con temperatura ambiental máxima alta, va de los 25 a los 29.8 °C, la temperatura media va de los 18.2 a los 21.8 °C., la precipitación va de los 487 a 649 mm y la humedad va de 41.8 a 51.8 %.



Figura 44. Zona de mayor incidencia de dengue en León, Gto.

En el centro de esta imagen se resalta una zona contorneada de color naranja donde se identificó la mayor cantidad de casos de dengue, podría llamarse la zona de mayor riesgo ante el dengue. En color amarillo se observa el polígono de la ciudad de León. Fuente: elaboración propia con una imagen satelital tomada de Google Earth.

Condiciones climáticas donde se da la presencia de dengue en León Guanajuato

Por último, se obtuvo una tabla con los rangos de condiciones climáticas donde se presentaron los casos de dengue en León Guanajuato, véase **Tabla 4**.

Año	T máxima °C	T media °C	Precipitación mm	Humedad %
2016	27.4 a 29.2	20.1 a 21.2	663 a 711	47.8 a 63.5
2017	27.1 a 29.8	18.2 a 21.8	541.6 a 649.9	41.8 a 51.8
2018	26.4 a 30.0	19.4 a 21.8	332.2 a 1049.3	59.4 a 76.6
2019	28.4 a 30.8	21.2 a 22.4	565.4 a 739.4	38.3 a 63.9
2020	29.5 a 30.7	21.7 a 22.2	575.6 a 620.8	39.1 a 44.9

Tabla 4. Rangos de condiciones climáticas donde se da la presencia de dengue en León, Gto.

Temperatura máxima, temperatura media, precipitación y humedad donde se dieron los casos de dengue en cada año. La T= temperatura. Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Las condiciones climáticas en León pudieron favorecer el establecimiento del dengue

De acuerdo con los datos recabados en la entrevista a la Secretaría de Salud se encontró que los primeros casos de dengue se observaron en el año 2007 (entrevista a la Secretaría de Salud). Sin embargo, es muy probable que existiera desde antes, pero por su similitud con síntomas gripales, por los casos asintomáticos y por no considerar al territorio como endémico para el dengue, quizá no se registraba como tal.

Durante sus primeros registros, el dengue no representaba un problema de salud y mucho menos se pensaba fuera un problema derivado de cambios ambientales y/o sociales. Fue hasta el 2017 que se consideró como un problema de salud pública en León Gto (Secretaría de Salud., 2018). debido a la gran cantidad de casos que se presentaron ese año. Posteriormente, se presentó con menor intensidad, pero podría decirse que de manera constante cada año, aunque su diagnóstico médico sigue siendo incierto, pues muchos casos pueden pasar desapercibidos por lo mencionado en el párrafo anterior. Para atender este problema, el municipio de León se vale únicamente de la Secretaría de Salud, es decir se sigue considerando solamente como un problema de salud.

Si bien es cierto que es difícil determinar el momento exacto en que se estableció el virus dengue en León, al menos se puede identificar en qué momento pudo haberse dado la presencia del mosquito que lo transmite. Mediante el análisis del clima y las anomalías climáticas a lo largo de 56 años. analizados en este estudio, y con los datos previos sobre el rango óptimo de desarrollo del mosquito. 28-30°C (Marinho et al., 2015; Márquez Benítez et al., 2019; Sánchez-González et al., 2018), se piensa que fue alrededor del año 2000, pues en este año hubo un pico de temperatura de 28.8°C y a partir de ese año hubo varios años que la temperatura máxima estuvo dentro del rango de temperatura óptima de desarrollo del mosquito, tal es el caso de 2001, 2002, 2003, 2005, 2009, 2011, 2012, 2017 y 2018.

Hablando de temperatura, también es importante considerar a todo el ciclo biológico del mosquito que transmite el dengue. Pues de las 4 etapas de desarrollo, la etapa larvaria es una de las más importantes para el éxito de estos mosquitos y esta etapa se desarrolla entre 13 y 22.4°C (Montero & Fca, 2009; Rojas Terrazas et al., 2020), y esta es justamente la temperatura media en León, lo cual quiere decir que mientras se mantenga esta temperatura habrá población de mosquitos esperando tener la temperatura óptima para volverse mosquitos adultos y tener las facultades de transmitir el virus DENV.

Con el análisis de las anomalías climáticas también nos dimos cuenta de que en León la variabilidad climática cada vez es mayor. En el caso de la precipitación se observa que, así como hubo años con mucha sequía también los hubo con muchas lluvias. Entre 1962 y 2018 fue en el año 2003 que se observó el pico más alto con 1112.3 mm, y dos años más tarde, en 2005 uno de los picos más bajos con 424 mm, después de este año la precipitación vuelve a aumentar alrededor de los 810 mm, en 2011 vuelve a bajar a 352.7 mm, y así se observan grandes variaciones, habiendo años con mucha lluvia y otros años con muy poca, véase **Figura 8**.

Con el análisis del clima y conociendo las condiciones climáticas que favorecen al mosquito para desarrollarse y transmitir el virus de dengue, se identificaron varios años donde estas condiciones conjugaron:

- 1) 2003, cuando la temperatura ambiente máxima llegó a los 28.3°C y hubo muchas lluvias, 1112.3 mm, sin embargo, no se diagnosticaron casos de dengue.
- 2) 2005 también hubo temperatura máxima de 28.8°C, y precipitación de 424 mm, tampoco hubo casos de dengue.
- 3) 2007 la temperatura máxima fue de 26.6 °C y la precipitación de 810 mm, en este año se registraron 30 casos.
- 4) 2009 hubo temperaturas óptimas para el mosquito, 28.3°C, y la precipitación fue de 684.2 mm, tampoco hay registros de dengue,
- 5) 2011 la temperatura fue de 30°C, y la precipitación de 352.7 mm, sin registros de dengue.
- 6) 2017 la temperatura fue de 28.5°C y la precipitación de 810.4 mm, este fue el año que se registró el pico más alto de dengue que ha habido en León, 2300 casos.

Se observa que, aunque había tempera óptima para el mosquito no se daban casos de dengue y en 2007, cuando se registra por primera vez, la temperatura estuvo por debajo del rango y la precipitación fue de 810 mm. Es un tema confuso y sería un análisis muy sesgado si solamente se consideraran aspectos climáticos para comprender el dengue en León, es por eso que, en este estudio con los resultados de vulnerabilidad socioambiental de los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020, se pretendía obtener un panorama más amplio de lo que puede estar sucediendo con el dengue.

De acuerdo con los resultados del estudio exploratorio, del presente trabajo, podría decirse que el instrumento para determinar la vulnerabilidad socioambiental ante el dengue si podría ser funcional.

La vulnerabilidad socioambiental se determinó con base en la definición de Turner, la cual considera tres aspectos: sensibilidad, exposición y resiliencia. De los cuales se tomó a la sensibilidad y con base en su definición se desarrolló este trabajo. La sensibilidad se entiende como la manera en que una persona o grupos de personas son afectadas de acuerdo a sus condiciones ambientales y sociales (Turner et al., 2003). Partiendo de esto, se plantearon 18 variables clasificadas en sociales y ambientales para determinar la vulnerabilidad.

Para determinar las variables se hizo una búsqueda exhaustiva sobre lo que otros autores han reportado (Chuc et al., 2013, Pérez et al., 2003, INECC 2019) y se encontró que se trata de variables relacionadas a seis aspectos: personales, espaciales, condición de pobreza, calidad de vivienda, servicios de las instituciones y educación para la salud. Y en estos aspectos fue que se clasificaron las 18 variables, véase Tabla 1.

Para aplicar estas variables y determinar la vulnerabilidad socioambiental se hizo un estudio exploratorio con una muestra de 42 personas que enfermaron de dengue entre los años 2016-2020. Los participantes respondieron una encuesta en línea donde se obtuvo información para evaluar las 18 variables y mediante una prueba de Chi cuadrada se determinó cuáles fueron las de mayor influencia sobre la vulnerabilidad socioambiental. Entonces, con estos valores se obtuvo el nivel de vulnerabilidad socioambiental:

En el año 2016 se obtuvieron 3 casos con vulnerabilidad socioambiental alta y 2 casos con vulnerabilidad socioambiental media. Todos los casos se presentaron en zonas donde la temperatura máxima va de 27.4 a 28.3°C. La temperatura media va de 20.1 a 20.4 °C., la humedad está entre 47.8 y 63.5 %, y la precipitación está en 663 y 711 mm.

En el año 2017 se obtuvieron 13 casos con vulnerabilidad socioambiental alta y 10 con vulnerabilidad socioambiental media. La mayoría de los casos se presentaron en territorio donde el rango de temperatura máxima va de 27.15 a 29.86°C., la temperatura media va de los 18.2 a los 21.83 °C., la precipitación va de los 541.66 a los 649.93 mm, y la humedad va de los 41.8 a los 51.8 %.

En el año 2018 se identificaron 5 casos con vulnerabilidad socioambiental alta, y 4 vulnerabilidad socioambiental media. La temperatura máxima de las zonas donde este año se presentaron la mayoría de los casos va de 28.2 a 30.0 °C., la temperatura media donde se presentaron va de los 19.4 a los 21.8 °C., la precipitación va de los 690.8 a los 1049.3 mm, la humedad va de los 65.1 a los 76.6 %.

En el año 2019 se identificaron tres casos con vulnerabilidad socioambiental alta y 1 con vulnerabilidad socioambiental media. En estos casos se observó que la temperatura máxima donde se presentaron va de los 28.4 a los 30.8 °C., la temperatura media va de los 21.2 a los 22.4 °C., la precipitación se encuentra entre 608.9 y 695.9mm, la humedad se encontró entre 44.7 y 57.5 %.

En el año 2020 se identificó 1 en la encuesta, el cual tenía vulnerabilidad socioambiental alta. Este caso se encontró en la zona donde la temperatura máxima fue de 29.5 a 30.7 °C., la temperatura media fue de 21.7 a 22.2 °C., la precipitación fue de 575.6 a 620.8 mm, la humedad fue de 39.1 a 44.9 %.

El rango de temperatura máxima donde se presentan la mayoría de los casos va desde 27.1 hasta 30.8 °C., la temperatura media va de 18.2 a 22.4 °C., la precipitación fue la más variada sobre todo en 2018 que fue un año con muchas lluvias en el municipio, con precipitaciones desde 541.6 hasta 1049.3 mm, en cuanto a la humedad se observa un rango muy similar en los 5 años que va de 39.1 hasta 76.6 %.

Los casos de dengue presentados en León a lo largo de estos 5 años analizados nos muestran que, como lo han reportado otros autores, el rango de temperatura óptima para la presencia del mosquito va alrededor de los 28-30 °C ± 2. (Marino et al., 2015, Sánchez González 2018, Márquez 2018). La precipitación, aunque varios autores señalan que desde los 20-40 mm de lluvia existe presencia de dengue (Sáez 2006) y que es en el rango 160-180 mm donde se dan los picos más altos (Rubio 2011), aquí en León se observa que la precipitación donde se presentan los casos es mayor, sin embargo, sí se observa que los casos no se presentan cuando las lluvias son extremas sino más bien, moderadas. En cuanto a la humedad, sí coincide con el rango que otros autores consideran, pues mencionan que a partir de 36 % de humedad se presentan los picos más altos de dengue (Guzmán 2014) y en León la humedad donde se presentaron los casos va desde 39.1 hasta 76.6 %.

La urbanización insostenible y mal planificada ha promovido el cambio de clima y la presencia de dengue

Como hemos podido observar en el presente trabajo y otros estudios, el dengue está estrechamente relacionado con los factores socioambientales del territorio (Zellweger et al., 2017) y el clima podría ser el factor principal que determina el riesgo ante al dengue. En León Guanajuato, el clima es muy complejo, se ve determinado por un conjunto de factores

estructurales y dinámicos, que se refieren a rugosidad y permeabilidad (IMPLAN, 2015b), este conjunto de factores determina como se distribuyen la temperatura, la precipitación y la humedad, a lo largo del territorio y se relacionan con altitud, urbanización, materiales de construcción y vegetación.

Con el análisis del clima de este estudio se encontró que los casos de dengue se distribuyen en las zonas donde la temperatura máxima del territorio coincide con el rango de temperatura óptimo de distribución del mosquito. Esta temperatura se observa en la zona central donde la urbanización es mayor, y también existen tres puntos donde se observan valores máximos, que es al nor-orientado, sur-orientado y sur-poniente, los cuales también coinciden con la distribución de los casos de dengue.

En las temperaturas medias ocurre lo mismo, las más bajas se encuentran en la periferia y al centro las más altas. También se pudo observar que los valores más altos coinciden con la distribución de los casos de dengue pues en estos valores ronda la temperatura óptima del desarrollo de la etapa larvaria del mosquito, que es entre 13 y 22.4°C (Montero & Fca, 2009; Rojas Terrazas et al., 2020).

En cuanto a precipitación y humedad se observó que los casos de dengue no se presentaron en las zonas con mayor precipitación ni con mayor humedad. Como señalan los autores Sáez (2006) y Rubio (2011) los casos de dengue se presentan donde la precipitación va desde 20-40 mm (Sáez, 2006) y en el caso de León los valores de precipitación en los lugares donde se identificaron los casos están muy por encima 541.6-1049.3 mm y fue similar en los 5 años analizados, lo cual nos da un panorama local del comportamiento del dengue.

Quizá por las condiciones climáticas del territorio se requiere un poco más de lluvias para conseguir el hábitat ideal para el mosquito. La humedad que se observó en los casos también está dentro del rango reportado y por arriba de este, lo cual nos señala que la precipitación y humedad podrían estar relacionadas y en León los casos de dengue se han presentado en valores más altos de los reportados por otros autores.

Hasta el momento sólo se han analizado algunas interacciones entre temperatura, precipitación y humedad, pero también es importante considerar que el mosquito transmisor de dengue se ha adaptado a vivir en condiciones propias de una comunidad urbana (Rahman et al., 2021).

Por un lado, el clima está influenciado directamente por la urbanización, es decir, la forma como se construye y los materiales que se utilizan en las ciudades para construir edificios o casas,

porque de ellos depende la intensidad del albedo, la distribución de los vientos y la permeabilidad del calor. Entiéndase por albedo como la cantidad de energía absorbida para después ser liberada como energía de longitud de onda larga (IMPLAN 2015). Pero, por otro lado, la condición de pobreza multidimensional, la calidad de vivienda, los servicios que proveen las instituciones y la educación para la salud, también son condiciones locales de la situación en que se encuentra la población para ser más o menos vulnerable al dengue.

La vulnerabilidad ante el dengue en nuestro estudio, es determinada, en gran parte, por cinco variables

De acuerdo al análisis realizado en el presente trabajo, de las 18 variables analizadas cinco resultaron relevantes para la vulnerabilidad socioambiental y el riesgo. Estas variables fueron: 1) Frecuencia en la recolección de basura, $p=0,03$, ésta se agrupa en la categoría de servicios de las instituciones. 2) Agua estancada en el patio o fuera de la casa, $p=0,03$. 3) Frecuencia en la limpieza del patio, $p=0,0003$. 4) Macetas con plantas en el patio, $p=0,02$. y 5) frecuencia con que las macetas contienen agua, $p=0,02$, estas últimas 4 variables se agrupan en educación para la salud.

La variable “frecuencia en la recolección de basura” hace referencia a un servicio que prestan las instituciones municipales, en León, es el Sistema Integral de Aseo Público (SIAP) quien se encarga de ello. Según los resultados, la recolección de basura es una variable significativa para la vulnerabilidad socioambiental. En otros estudios, se ha asociado de manera significativa e inversa con los casos de dengue, es decir cuanto menor sea la cobertura de los servicios de recolección de basura, mayor serán los casos (Mol et al., 2020) además ésta variable es considerada un indicador de desigualdad social y vulnerabilidad ante el dengue (Mol et al., 2020).

Que las instituciones no provean de servicios básicos de vivienda puede ser un problema de crecimiento poblacional. Pues se encontró que la población en 2010 era de 1,436,480 personas y para el 2020 era de 1,721,215 personas, es decir, en 10 años la población aumentó en un 19.82 % (Censos de Población y Vivienda 2010 y 2020). Quizá no sea mucho en términos numéricos, pero sí influye en la condición de la población, por ejemplo, del 2010 al 2015 se encontró que la pobreza extrema aumentó y que más personas se encuentran por debajo de la línea de bienestar, 1% más (CONEVAL 2020).

Vivir en condiciones de pobreza o pobreza extrema compromete el bienestar y la capacidad de resiliencia de las personas ante el dengue. Si bien, este estudio no mostró relación de la vulnerabilidad socioambiental con la condición de pobreza multidimensional, sí es importante

retomar que dentro de esta pobreza multidimensional se encuentran la carencia de uno o más de los derechos y servicios básicos de vivienda que proveen las instituciones municipales. Por ejemplo, abastecimiento de agua, recolección de basura, servicio médico, educación, etc., y la falta de estos derechos puede generar condiciones para que el dengue se presente (Vanlerberghe & Verdonck, 2013) y se vuelva un problema.

Se ha observado que las personas que viven en pobreza son las mismas que acumulan cacharros, que se vuelven contenedores de agua y propician hábitats para el desarrollo del mosquito (dato obtenido de la entrevista a la Secretaría de Salud). Este hecho es un reflejo de la carencia de educación para salud que poseen algunas personas, lamentablemente por la forma de muestreo a la que nos orilló la pandemia de COVID-19, resultó difícil la determinación más certera de esta variable.

Según los resultados obtenidos en este estudio, la pobreza multidimensional no representó influencia sobre la vulnerabilidad socioambiental, es decir, no hay diferencias entre quienes enfermaron y quienes no enfermaron. Pues haciendo un desglose de los datos se observa que en todos los rangos de pobreza se ubica a personas que enfermaron, en rango bajo, medio, alto y muy alto de pobreza.

Sin embargo, se observa que en las personas que padecieron dengue predomina el rango medio de pobreza multidimensional, lo cual quiere decir que quizá los resultados estén mostrando el sesgo de muestreo, y como se mencionó anteriormente, si el estudio hubiese llegado a las personas en pobreza extrema los resultados pudieran haber sido diferentes.

Para superar el sesgo podrían muestrearse hospitales y centros para obtener el dato de cuantas personas se diagnosticaron con dengue, sin embargo, por falta de recursos de tiempo, en este trabajo no se llevó a cabo.

La mayor incidencia de dengue en León podría estar relacionada con el cambio global

Después de los análisis realizados y considerando que León es una ciudad afectada por el cambio global, el dengue podría ser uno de los problemas que se derivan. La rápida urbanización y la falta de planeación territorial cambian el paisaje y la morfología de la ciudad y con ello el clima local (IMPLA, 2015), lo cual trae como resultado un ambiente favorable para el mosquito que lo transmite.

La capacidad de resiliencia ante estos grandes cambios se ve comprometida por la labor de las instituciones en materia de planeación urbana. Un ejemplo de ello es que las instituciones han

pensado los planes de manejo territorial a corto plazo, es decir, no dimensionan los tiempos respecto a los cambios globales y límites planetarios. Esto aunado a una inadecuada concurrencia de los tres órdenes de gobierno para atender este problema, situación identificada en las entrevistas realizadas al IMPLAN, SMAOT y Secretaría de Salud.

Este problema de dengue no solamente es resultado del cambio global si no también es un problema de gobiernos locales, la propia sociedad y la cultura. León posee una tasa de crecimiento mayor a la media nacional, y un estudio hecho por SEDESOL en 2010 indica que las poblaciones con más de cien mil habitantes con tasa de crecimiento mayor a 2.0 % promedio anual, crecerá en gran medida en términos absolutos, León entra en esta categoría (SEDESOL 2010).

Además, en esta ciudad la población que predomina y que se encuentra en constante crecimiento es población joven, lo cual implica más necesidades de vivienda para un futuro corto (SEDESOL 2010) volviendo más compleja la planeación urbana y la gestión gubernamental.

León también es una ciudad donde se da mucho la migración pues representa una de las ciudades más desarrolladas a nivel nacional, se encuentra en la posición número 14 de 69 dentro de las ciudades de más de un millón de habitantes, según el índice de competitividad urbana 2021 (Instituto Mexicano para la Competitividad, 2022). Esto tiene como consecuencia un aumento en la población y con ello aumento en las construcciones, hacinamiento social, asentamientos irregulares y desigualdad social, así como cambios en la condición socioeconómica de la población.

También se observó que, aunque la pobreza ha disminuido de 36.8 % a 31.5 % en realidad la pobreza extrema ha aumentado, esto se observó con un análisis más detallado de los indicadores de pobreza multidimensional, puesto que hay 29% más población que tiene carencia de acceso a la alimentación, y más personas (10% más con respecto a 2010) se encuentran por debajo de línea de bienestar mínimo, es decir que sus ingresos han disminuido. Esto tiene fundamento en que León está dentro de los 5 municipios a nivel nacional donde se reporta mayor número de personas en situación de pobreza y mayor número de porcentaje de personas en pobreza extrema (CONEVAL 2018)

Por otro lado, y considerando que se trata de un estudio piloto, se reconoce la existencia de un sesgo de muestreo y probablemente no se colectaron datos de las personas que se encuentran en pobreza extrema. Pues no es fácil que tengan acceso a un equipo electrónico y que tengan los conocimientos para contestar una encuesta en línea, así como quizá, no tengan acceso a seguridad social que haya diagnosticado dengue.

Para disminuir el sesgo podrían conseguirse datos de la secretaría de salud acudiendo a las unidades de salud correspondientes. Sin embargo, en este trabajo no fue posible llevar a cabo por motivos de tiempo.

La labor de las instituciones públicas influye en la vulnerabilidad socioambiental de las personas ante el dengue

La vulnerabilidad socioambiental también se determina por las políticas públicas que afrontan al problema. En esta ocasión, las instituciones que podrían ayudar a disminuir la vulnerabilidad socioambiental son SMAOT, IMPLAN y Secretaría de Salud, sin embargo, están muy desconectadas y no existe convergencia entre ellas.

Se observa que los programas políticos que tienen la facultad de prevenir y combatir al dengue, el cambio climático y a la dinámica social no están convergiendo. Pues se encontró que todas las decisiones están siendo tomadas únicamente por la Secretaría de Salud, lo cual habla de falta de colaboración y falta de comprensión del problema complejo. Además, no hay una certeza que los programas de prevención de dengue se estén llevando a cabo de manera adecuada.

Por la relación del aumento en la distribución de dengue con el cambio climático, la SMAOT es una institución que podría tener un papel relevante en la prevención local del dengue. Dentro de sus políticas públicas tiene como finalidad mitigar el cambio climático a nivel local, de ello se habla en el objetivo número III de la Ley General de Cambio Climático, el cual dice: Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático (LEGPA 2016), donde en un apartado menciona las enfermedades que se derivan de este.

El IMPLAN es un organismo que conoce y estudia a detalle a la ciudad, tiene la facultad de detectar riesgos, mapearlos y proponer soluciones, y el dengue debería estar incluido en sus mapas de vulnerabilidad. La Secretaría de Salud, por su parte es la principal responsable, aparentemente, de llevar a cabo las acciones de prevención, sin embargo, no debería ser la única pues en este estudio se propone que el problema no es solamente un problema de salud si no también es una respuesta a los efectos del cambio global.

En este estudio se demostró que el clima en la ciudad ha variado de tal forma que la temperatura, la precipitación y la humedad alcanzaron el rango de distribución óptima del mosquito. También se observó que la vulnerabilidad socioambiental ante el dengue está dada por factores tanto sociales como ambientales. Por ello, podemos decir que el hecho que las instituciones tengan responsabilidad sobre la vulnerabilidad socioambiental ante el dengue no es de un momento a

otro, si no es una larga trayectoria en la forma de llevar el crecimiento y el ordenamiento urbano para llegar a como se encuentra hoy en día.

Conclusión

En León Guanajuato existen las condiciones ambientales y sociales para que ocurran brotes de dengue año con año, y podría convertirse en un mayor problema de salud, debido a:

- a) Su comportamiento cíclico. pues podrían presentarse nuevos picos igual o más intensos que el 2017 (Fernández-Niño et al., 2015).
- b) El cambio climático y la falta de desarrollo sostenible propician la presencia del mosquito que transmite el dengue en León.
- c) Se requiere una mayor convergencia de políticas públicas entre las instituciones de gobierno que podrían tener injerencia en el problema.
- d) En León Gto, existen condiciones sociales y ambientales que propician la vulnerabilidad socioambiental ante el dengue.

Por la relación del dengue con el cambio global, todos estamos en riesgo, pero algunos somos más vulnerables que otros. De acuerdo a los análisis de las variables en este estudio, son más vulnerables quienes viven en hacinamiento, quienes no tienen agua potable y otros servicios básicos de vivienda, quienes no tienen mosquiteros en casa, viven a más de 30 minutos de algún servicio médico, la basura se recoge en su calle menos de 3 veces por semana, hay agua estancada en su calle o patio y quienes no limpian frecuentemente su patio.

En este estudio se observó que el riesgo y la vulnerabilidad socioambiental ante el dengue en León, están estrechamente relacionadas con el clima y las condiciones sociales. Se ha observado que en sitios donde la precipitación aumenta, al igual que la temperatura, se presentan más casos de dengue, y que los patrones de lluvia anormales que promueven la acumulación de agua, se relacionan con aumento de dengue. Esta relación se da porque la humedad promueve mejores condiciones para el desarrollo del mosquito (Githeko et al. 2000).

Por otra parte, una considerable disminución de lluvias también puede aumentar la presencia de mosquitos, debido a que la población almacena agua en recipientes, lo cual quiere decir que es un conjunto de factores climáticos y sociales los que determinan el desarrollo del vector (Choi et al., 2016).

También se observó que las islas de calor son una zona de alto riesgo ante el dengue, pues la mayoría de los casos analizados se dieron en la zona de mayor pavimentación y altitud más baja

del territorio, que corresponde a la zona central. Sin embargo, también se infiere que, en épocas de calor, como en el mes de mayo, por ejemplo, cuando la temperatura en León alcanza los 38-40°C, el mosquito que transmite el dengue no se desarrollará, porque sobrepasa su rango de temperatura óptima (Carrillo, 2018).

Estas observaciones y conclusiones se obtuvieron con base al análisis del clima y de los casos de dengue que se pudieron identificar mediante la encuesta. Sin embargo, se consideró que hace falta ampliar el estudio en términos de muestra para poder concluir con mayor certeza a cerca de las condiciones ambientales y sociales que se relacionan con el dengue en León Guanajuato.

Como conclusión, se hacen algunas sugerencias:

- 1) Que las campañas de prevención de dengue consideren invertir parte del presupuesto en mejorar la recolección de basura de las zonas con mayor probabilidad de que se presente el dengue.
- 2) Poner más atención en la educación para la salud, pues de acuerdo con este estudio, se observa que es un factor importante en la vulnerabilidad socioambiental de las personas ante el dengue. Otros autores también lo han reportado (Watts et al., 2020).
- 3) Se sugiere como medida urgente, innovar en la urbanización diseñado y construyendo viviendas que permitan proveer de servicios básicos.
- 4) También es importante respetar la vocación de las zonas en los planes de construcción, con ello se propicia la resiliencia ante el cambio global, por ejemplo, las zonas de recarga de mantos acuíferos o las zonas de escurrimiento y desagües, etc.

Así mismo, es muy necesario que el municipio, y el país en general, implementen estrategias para disminuir la pobreza extrema y la desigualdad social que se vive en gran parte del territorio. Así como acciones contra el dengue en donde exista convergencia entre las instituciones y políticas públicas articuladas por los tres órdenes de gobierno.

Referencias

- Alexander, F., Aparicio, A., María, C., Herrera, M., Jaime, J., & Ortega, R. (2013). *Universidad De El Salvador Facultad Multidisciplinaria Oriental Departamento De Medicina Doctorado En Medicina Trabajo De Investigación: Factores Sociales Y Culturales Asociados a La Incidencia De Dengue En La Colonia San Carlos, Que Pertenece Al Área Geo.*
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7160/1/50108029.pdf>
- Beck, U., Cohen, M. A., Beck, U., Beck, U., Giddens, A., Touraine, A., Bauman, Z., & Beriaín, J. (2017). R IESGO A MBIENTAL : LA APORTACIÓN DE U LRICH B ECK Environmental risk : Ulrich BeckÑ. *Acta Sociológica*, 73, 171–194. <https://doi.org/10.1016/j.acso.2017.08.006>
- Bhatt, S., Gething, P. W., Brady, O. J., Messina, J. P., Farlow, A. W., Moyes, C. L., Drake, J. M., Brownstein, J. S., Hoen, A. G., Sankoh, O., Myers, M. F., George, D. B., Jaenisch, T., Wint, G. R. W., Simmons, C. P., Scott, T. W., Farrar, J. J., & Hay, S. I. (2013). The global distribution and burden of dengue. *Nature*, 496(7446), 504–507. <https://doi.org/10.1038/nature12060>
- Cabrera Silva, S. (2019). Cambio global: una mirada desde la biología. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 35(1), 9–14. <https://doi.org/10.4067/s0717-73482019000100009>
- Calderón Arguedas, O., & Troyo, A. (2007). Evaluación del nicho ecológico de formas larvales de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) en una comunidad urbana de San José, Costa Rica. *Parasitología Latinoamericana*, 62(3–4), 142–147.
<https://doi.org/10.4067/s0717-77122007000200007>
- Cancino, G. (2014). *Relación clima-dengue en México.*
<http://132.248.9.195/ptd2014/junio/0714149/Index.html>
- Candelario, G., io Rodríguez-Rivas, A., ro Muñoz-Urias, A., is Ibarra-Montoya, J. L., ia Chavéz-Lopez, C., te Mosso-González, C., co Cruz-Bastida, J. M., & to Ramirez-Garcia, S. A. (2015). Estudio ecológico mixto en México de la distribución de *Aedes aegypti* implicaciones en las políticas públicas. *Revista Médica MD*, 6.7(1), 13–19.
- Carrillo, V. (2018). *Mayo con temperaturas más altas en León, Guanajuato; hasta 40°C.* 19:54:27.
<https://www.milenio.com/politica/comunidad/leon-alcanza-40-temperatura-alta-ano>
- Cassaba Alexander, Morales Victor, M. S. (2010). *Factores climáticos y casos de dengue en Montería, Colombia . 2003-2008* (pp. 115–128).

<https://www.scielo.org/article/rsap/2011.v13n1/115-128/>

CDMX, G. de la. (2019). *Estrategia de Resiliencia*. 86.

CENAPRED; SEGURIDAD; CNPC. (2020). *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos* (Vol. 21, Issue 1). <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>

CENAPRED. (2016). *LGPC y su reglamento en relación con el PIPC*.

http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/Programa_Interno.pdf

CEPAL. (2011). Efectos del Cambio Climático en la costa de América Latina y el Caribe: guía metodológica. *Estudios e Investogaciones*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3953-efectos-cambio-climatico-la-costa-america-latina-caribe-guia-metodologica>

Challenger, A., Cordova, A., Chavero, E. L., Equihua, M., & Maass, M. (2020). *Opportunities and obstacles to socioecosystem-based environmental policy in Mexico : expert opinion at the science-policy interface*.

Chico, P., & Hidalgo, F. (2001). Ciclo de vida del *Aedes aegypti* y manifestaciones clínicas del dengue. *Acta de Pediatría de México*, 22(2), 114–117.

Choi, Y., Tang, C. S., McIver, L., Hashizume, M., Chan, V., Abeyasinghe, R. R., Iddings, S., & Huy, R. (2016). Effects of weather factors on dengue fever incidence and implications for interventions in Cambodia. *BMC Public Health*, 16(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-2923-2>

Chuc, S., Hurtado-Díaz, M., Schilmann, A., Riojas-Rodríguez, H., Rangel, H., & González-Fernández, M. I. (2013). Condiciones locales de vulnerabilidad asociadas con dengue en dos comunidades de Morelos. *Salud Publica de Mexico*, 55(2), 170–178. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342013000200008>

CONAGUA. (2020). *Servicio Metereológico de CONAGUA*.

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

Crutzen, A. P. J. (1995). *Q&A Paul J. Crutzen Anthropocene man*. 1995.

Duane J Gugler. (2002). *Epidemia de dengue/dengue hemorrágico como problema de salud pública, social y económico en el siglo XXI*. [https://doi.org/10.1016 / s0966-842x \(01\) 02288-](https://doi.org/10.1016 / s0966-842x (01) 02288-)

0

- Epidemiología, D. G. de. (2020). *Panorama Epidemiológico de Dengue*.
www.gob.mx/salud/documentos/panorama-epidemiologico-de-dengue-2022
- Fernández-Niño, J. A., Cárdenas-Cárdenas, L. M., Hernández-Ávila, J. E., Palacio-Mejía, L. S., & Castañeda-Orjuela, C. A. (2015). Análisis exploratorio de ondículas de los patrones de estacionalidad del dengue en Colombia. *Biomédica*, 36, 44.
<https://doi.org/10.7705/biomedica.v36i0.2869>
- Githeko, A. K., Lindsay, S. W., Confalonieri, U. E., & Patz, J. A. (2000). Climate change and vector-borne diseases: A regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(9), 1136–1147. <https://doi.org/10.1590/S0042-96862000000900009>
- Guo, C., Zhou, Z., Wen, Z., Liu, Y., Zeng, C., & Xiao, D. (2017). *Global Epidemiology of Dengue Outbreaks in 1990 – 2015 : A Systematic Review and*. 7(July), 1–11.
<https://doi.org/10.3389/fcimb.2017.00317>
- Harrington, J., Kroeger, A., Runge-Ranzinger, S., & O’Dempsey, T. (2013). Detecting and responding to a dengue outbreak: Evaluation of existing strategies in country outbreak response planning. *Journal of Tropical Medicine*, 2013(i). <https://doi.org/10.1155/2013/756832>
- Hota, A. (2014). *Development and Validation of Statistical and Deterministic Models Used to Predict Dengue Fever in Mexico*.
- Hui Liu, Cheng-Jiang Fang, J.-W. X. (2021). *The health perceptions, dengue knowledge and control willingness among Dai ethnic minority in Yunnan Province, China*. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11864-9>
- IMPLAN. (2015a). *Estudio de condiciones y requerimientos para regular edificaciones con criterios bioclimáticos en la ciudad de León, Gto.*
- IMPLAN. (2015b). *Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico y Territorial de León Gto*. 198.
- IMPLAN. (2019). *Diagnostico Municipal de León 2019*.
- INECC. (2019). *Atlas nacional de vulnerabilidad al cambio climático*. 221. www.gob.mx/inecc
- INEGI. (1991). *Datos básicos de la geografía de México*.

- INEGI. (2010). *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2010*.
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2022). *Competitividad Urbana*. 39–50.
<https://imco.org.mx/indices/indice-de-competitividad-urbana-2022/>
- IPCC. (2018). Summary for Policymakers. In *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- Juárez-Ramírez, C., Márquez-Serrano, M., De Snyder, N. S., Pelcastre-Villafuerte, B. E., Ruelas-González, M. G., & Reyes-Morales, H. (2014). La desigualdad en salud de grupos vulnerables de México: Adultos mayores, indígenas y migrantes. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, 35(4), 284–290.
- Kecerdasan, I., & Ikep, P. (2013). *Salud, Eje transversa. Salud pública, control de enfermedades*. 6.
- Khormi, H. M., & Kumar, L. (2011). Modeling dengue fever risk based on socioeconomic parameters, nationality and age groups: GIS and remote sensing based case study. *Science of the Total Environment*, 409(22), 4713–4719. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.08.028>
- Kim, D. (2021). Exploratory study on the spatial relationship between emerging infectious diseases and urban characteristics : Cases from Korea. *Sustainable Cities and Society*, 66(December 2020), 102672. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102672>
- Lenton, T. M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W., & Schellnhuber, H. J. (2019). Climate tipping points too risky to be against. *Nature*, 575, 592–595.
- LGEEPA. (2016). Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. *Diario Oficial de La Federación*, 128. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_130516.pdf
- Li, Q., Li, Y., Song, J., Xu, H., Xu, J., Zhu, Y., Li, X., Gao, H., Dong, L., Qian, J., Sun, C., & Chen, S. (2014). Li et al.pdf. In *New Phytologist* (Vol. 204, pp. 1041–1049).
- Lindahl, J. F., & Grace, D. (2015). The consequences of human actions on risks for infectious diseases: a review. *Infection Ecology & Epidemiology*, 5(1), 30048.
<https://doi.org/10.3402/iee.v5.30048>
- Maass, M. (2015). *Earth Stewardship , Socioecosystems , the Need for a Transdisciplinary Approach*

and the Role of the International Long Term Ecological Research Network (ILTER). January.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-12133-8>

- Marinho, R. A., Beserra, E. B., Bezerra-gusmão, M. A., Porto, V. D. S., Olinda, R. A., & Santos, C. A. C. (2015). <2016 - Effects of temperature on the life cycle, expansion, and dispersion of *Aedes aegypti* (Diptera Culic.pdf>. *41*(1), 1–10.
- Márquez Benítez, Y., Monroy Cortés, K. J., Martínez Montenegro, E. G., Peña García, V. H., & Monroy Díaz, Á. L. (2019). Influencia de la temperatura ambiental en el mosquito *Aedes* spp y la transmisión del virus del dengue. *Ces Medicina*, *33*(1), 42–50.
<https://doi.org/10.21615/cesmedicina.33.1.5>
- Melissa L. Finucane, Fox Jefferson, Sumeet Saksena, and J. H. S. (2014). A Conceptual Framework for Analyzing Social-Ecological Models of Emerging Infectious Diseases. *Understanding Society and Natural Resources: Forging New Strands of Integration Across the Social Sciences*, 93–109. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-8959-2>
- Messina, J. P., Brady, O. J., Golding, N., Kraemer, M. U. G., Wint, G. R. W., Ray, S. E., Pigott, D. M., Shearer, F. M., Johnson, K., Earl, L., Marczak, L. B., Shirude, S., Davis Weaver, N., Gilbert, M., Velayudhan, R., Jones, P., Jaenisch, T., Scott, T. W., Reiner, R. C., & Hay, S. I. (2019). The current and future global distribution and population at risk of dengue. In *Nature Microbiology* (Vol. 4, Issue 9, pp. 1508–1515). <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0476-8>
- Mol, M. P. G., Queiroz, J. T. M., Gomes, J., & Heller, L. (2020). Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue. *Revista Panamericana de Salud Pública*, *44*, 1. <https://doi.org/10.26633/rpsp.2020.22>
- Montero, G., & Fca, B. (2009). Biología de *Aedes aegypti*. *Www.Produccion-Animal.Com.Ar*, 1–4.
http://www.produccion-animal.com.ar/fauna/79-Aedes_aegypti.pdf
- Myers, S. S., & Patz, J. A. (2009). Emerging threats to human health from global environmental change. *Annual Review of Environment and Resources*, *34*, 223–252.
<https://doi.org/10.1146/annurev.environ.033108.102650>
- Neiderud, C. J. (2015). How urbanization affects the epidemiology of emerging infectious diseases. *African Journal of Disability*, *5*(1). <https://doi.org/10.3402/iee.v5.27060>
- OMS/OPS. (2014a). *Distribución de serotipos de dengue*.
- OMS/OPS. (2014b). *Los casos de dengue en las Americas se quintuplicaron en diez años, según*

nuevos datos de la OPS/OMS.

https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9657:2014-los-casos-dengue-americas-quintuplicaron-diez-anos-segun-nuevos-datos-opsoms&Itemid=1926&lang=es

OMS/OPS. (2021). *Dengue*. <https://www.paho.org/es/temas/dengue>

ONU-HÁBITAT. (2003). *Asentamientos Humanos 19°*. 1–26.

OPS, OMS, Minsalud, INS, Paranaivitane, S. A., Gomes, L., Kamaladasa, A., Adikari, T. N., Wickramasinghe, N., Jeewandara, C., Shyamali, N. L. A., Ogg, G. S., & Malavige, G. N. (2017). Informe De Evento Dengue, Colombia, 2017. *Organización Panamericana de La Salud*, 14(1), 1–22. [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/DENGUE 2017.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/DENGUE%202017.pdf)

PAHO/WHO. (2020). *Actualización Epidemiológica Dengue y otras Arbovirosis*. 1–15.

<https://www.paho.org/es/documentos/actualizacion-epidemiologica-dengue-otras-arbovirosis-10-junio-2020>

Petrone, M. E., Earnest, R., Lourenço, J., Kraemer, M. U. G., Paulino-Ramirez, R., Grubaugh, N. D., & Tapia, L. (2021). Asynchronicity of endemic and emerging mosquito-borne disease outbreaks in the Dominican Republic. In *Nature Communications* (Vol. 12, Issue 1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20391-x>

Qinlong Jin; Ming Wang. (2019). *Dengue epidemiology* (p. Vol. 3).

<https://doi.org/10.1016/j.glohj.2019.06.002>

Rahman, M. S., Ekalaksananan, T., Zafar, S., Poolphol, P., Shipin, O., Haque, U., Paul, R., Rocklöv, J., Pientong, C., & Overgaard, H. J. (2021). Ecological, social and other environmental determinants of dengue vector abundance in urban and rural areas of Northeastern Thailand. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph18115971>

Raphaël Zellweger, Jorge Cano, Morgan Mangeas, francois Taglioli, A. M. (2017). *Socioeconomic and environmental determinants of dengue transmission in an urban setting: An ecological study in Nouméa, New Caledonia .pdf*.

<https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0005471>

Reyes-Baque, J. M., Apolo-Pincay, A., Merchán-Posligua, M., & Valero-Cedeño, N. J. (2020).

Environmental and climatic factors of the province of Manabí and their association to the

- presence of the Arbovirosis Dengue, Chikungunya and Zika from January 2015 to December 2019. In *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional* (Vol. 5, Issue 06, pp. 453–488). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7518079>
- Rodríguez, H., & de la Hoz, F. (2005). Dengue and dengue and vector behaviour in Cádiz, Colombia, 2004. *Revista de Salud Pública (Bogotá, Colombia)*, 7(1), 1–15. <https://doi.org/10.1590/s0124-00642005000100001>
- Rojas Terrazas, L. F., Valencia Alanes, E., Fernández Monrroy, F. E., Rodríguez Antezana, N., Romero Villarroel, C., Guillen Vargas, G., & Mamani Rosas, A. M. (2020). Temperatura mínima adecuada para el desarrollo del ciclo de vida del *Aedes aegypti*. *Revista Científica de Salud UNITEPC*, 7(1), 8–17. <https://doi.org/10.36716/unitepc.v7i1.64>
- Rubio-Palis, et al. (2011). Influence of climatic variables on dengue cases and abundance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Maracay, Venezuela. *Scielo*, 51. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482011000200004
- Ruiz Hernandez, I. (2015). Identificación de asentamientos irregulares y diagnóstico de sus necesidades de infraestructura en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Spatial modeling for irregular settlements identification and diagnosis in Ciudad Juárez, Chihuahua, Mexico. *Investigaciones Geográficas*, 0(87), 88–101. <https://doi.org/10.14350/rig.41793>
- Sáez, S. (2006). CAPITAL . VENEZUELA * Correlative study between Dengue , Rainfall and Air Temperature in the period 1995-2002 . Municipio Libertador . Distrito Capital . XXII, 123–155.
- San Martín, J. L., Brathwaite, O., Zambrano, B., Solórzano, J. O., Bouckenooghe, A., Dayan, G. H., & Guzmán, M. G. (2010). The epidemiology of dengue in the Americas over the last three decades: A worrisome reality. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 82(1), 128–135. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2010.09-0346>
- Sánchez-González, G., Condé, R., Moreno, R. N., & López Vázquez, P. C. (2018). Prediction of dengue outbreaks in Mexico based on entomological, meteorological and demographic data. *PLoS ONE*, 13(8), e0196047. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196047>
- Schneiderbauer, S. (2004). Risk, Hazard and People's Vulnerability to Natural Hazards: a Review of Definitions, Concepts and Data SAFER EU-FP7 View project EbA Guidebook development View project. *European Commission Joint Research Centre. EUR, 21410, September 2015.* <http://europa.eu.int>

Secretaría de Salud. (2008). Programa de acción específico: Dengue 2007 - 2012. *Subsecretaría de Prevención y Protección de La Salud*.

Secretaría de Salud. (2014). Programa de Acción Específico Prevención y control de dengue 2013-2018. In *Programa de Acción Específico. Prevención y Control de Dengue. Programa Sectorial de Salud*.

https://doi.org/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/37987/PAE_PreencionControlDengue2013_2018.pdf

Secretaría de Salud. (2020). *PANORAMA EPIDEMIOLÓGICO*.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/604556/Pano_dengue_53_2020.pdf

Secretaría del Trabajo y Previsión Social - Gobierno de México. (2020). *Diagnóstico del Mercado Laboral del Estado de Guanajuato, 2019*.

SEDESOL. (2010). *Secretaría De Desarrollo Social Asentamientos Irregulares Septiembre De 2010*.

SEMARNAT. (2018). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático : Ficha Técnica por Problemática para la Evaluación de la Asentamientos humanos Objeto vulnerable : Vulnerabilidad de la población al incremento en la distribución potencial del dengue Unidad de agregac. In *Ficha Técnica*.

<https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/index.html#zoom=3&lat=23.5000&lon=-101.9000&layers=1>

Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P., & McNeill, J. (2011). The anthropocene: Conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1938), 842–867.

<https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0327>

Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R., & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(33), 8252–8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>

Steffen Will, et al. (2009). Planetary boundaries. In *Nature Climate Change* (Vol. 1, Issue 910, pp. 112–112). <https://doi.org/10.1038/climate.2009.92>

Subsecretar, D. E. S., Direcci, S., Epidemiolog, D. G. A., Indre, D. G. A., & Epidemiol, S. (2018).

Panorama Epidemiológico de Dengue, 2017. 52.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/285237/Pano_dengue_sem_52_2017.pdf

Tovar Zamora, I. (2016). Fluctuación de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), susceptibilidad a insecticidas y el efecto de atrayentes, para su posible manejo en Baja California Sur, México. *Repositorio Institucional CIBNOR*, 116.

<http://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/79>

Turner II, Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J. X., Luers, A., Martello, M. L., Polsky, C., Pulsipher, A., & Schiller, A. (2003). *A framework for vulnerability analysis in sustainability science*. 100(14).

Universidad Latinoamericana. (2017). *¿Cómo elaborar el informe de entrevista?* 1–4.

Vanlerberghe, V., & Verdonck, K. (2013). Inequities in health: The casus of dengue. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 30(4), 683–686.

Velandia, M. L., & Castellanos, J. E. (2011). Virus del dengue: estructura y ciclo viral. *Infectio*, 15(1), 33–43. [https://doi.org/10.1016/s0123-9392\(11\)70074-1](https://doi.org/10.1016/s0123-9392(11)70074-1)

Watts, M. J., Kotsila, P., Mortyn, P. G., Sarto i Monteys, V., & Urzi Brancati, C. (2020). Influence of socio-economic, demographic and climate factors on the regional distribution of dengue in the United States and Mexico. In *International Journal of Health Geographics* (Vol. 19, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s12942-020-00241-1>

Wei, J. Z. Y. L. H. S. Y. (2014). *The Impact of Climate Change on Infectious Disease Transmission: Perceptions of CDC Health Professionals in Shanxi Province, China.pdf*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101371>

White, R. T. (1974). *RESEARCH PAPERS A MODEL FOR VALIDATION OF LEARNING HIERARCHIES*. 11, 1–3.

Wilcox, B. A., & Colwell, R. R. (2005). Emerging and reemerging infectious diseases: Biocomplexity as an interdisciplinary paradigm. *EcoHealth*, 2(4), 244–257. <https://doi.org/10.1007/s10393-005-8961-3>

Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L., & Xu, B. (2016). Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. In *Environment International* (Vol. 86, pp. 14–23). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.007>

Glosario

msnm: metros sobre el nivel del mar

Albedo: es el porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre ella. Las superficies claras tienen valores de albedo superiores a las oscuras.

Vector: se refiere al mosquito que transmite el dengue

Anexos

Cuestionario para la entrevista a la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial

- 1.- La Ley General de cambio climático menciona que uno de sus objetos es reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno, en relación a esto ¿Cuáles son los programas que la SMAOT desarrolla para cumplir este objetivo?
- 2.- Respecto al objeto núm. III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, ¿Cuáles son las acciones que se llevan a cabo en la SMAOT?
- 3.- ¿Existe alguna relación de estos objetivos, mencionados anteriormente, las políticas o programas para cumplirlos, con la Secretaría de salud?
- 4.- Existe una relación entre el dengue, el cambio climático, los asentamientos humanos irregulares y la condición sociodemográfica de la población ¿Considera que sea un problema que le compete a la SMAOT
- 5.- ¿Cómo interviene la SMAOT ante los asentamientos irregulares? ¿Hay algún caso que pueda comentar en León Guanajuato?
- 6.- ¿Considera que la vulnerabilidad socioambiental ante el dengue pueda fungir como indicador de la política de cambio climático? Puesto que los principales factores de vulnerabilidad son el cambio climático de la ciudad y la condición de pobreza de la población.
- 7.- ¿Qué función tiene el Instituto Nacional de Cambio Climático (INECC), organismo descentralizado, sobre la SMAOT?, ¿Cómo es la interacción con este instituto?
- 8.- ¿Considera que conservar los ecosistemas urbanos y su biodiversidad, cuidar los corredores biológicos y rescatar humedales puedan reducir la vulnerabilidad de la población ante el dengue?
- 9.- ¿Considera que conocer la vulnerabilidad socioambiental de población ante el dengue pueda contribuir al diagnóstico que esta política requiere para fortalecer la resiliencia y promover la adaptación ante el cambio climático?
- 10.- ¿Podría decir que las políticas públicas que gestiona la SMAOT son para mitigación o para adaptación al cambio climático?

11.- ¿En qué consiste la Estrategia Estatal de Cambio Climático?

12.- ¿La vulnerabilidad socio ambiental ante el dengue podría contribuir al objetivo IV, del artículo 43 de la sección de adaptación de la Ley Estatal de Cambio Climático, el cual dice: Identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales y aprovechar oportunidades generadas por nuevas condiciones climáticas

Cuestionario para la entrevista al Instituto Municipal de Planeación

- 1.- En el programa de diseño y planeación territorial del IMPLAN ¿usted considera que existan insuficientes criterios bioclimático e integración al entorno de las edificaciones urbanas, en la normativa municipal de León Guanajuato?
- 2.- ¿En el plan municipal de desarrollo Visión 2040 que aspectos incluye la parte de salud en cuanto a vivienda y asentamientos humanos? ¿Se ha considerado la expansión de las enfermedades infecciosas en la ciudad? Si no es así ¿Qué aspectos de salud se consideran?
- 3.- Puesto que la vulnerabilidad socio ambiental ante el dengue se compone de condiciones climáticas, derivadas del cambio climático y condiciones sociopolíticas ¿puede utilizarse como un indicador de entorno adecuado para el desarrollo de una vida digna en la meta “México Incluyente”?
- 4.- ¿Podría ser un elemento o indicador para evaluar las acciones para asegurar la sustentabilidad ambiental de los asentamientos humanos y el programa de vivienda sustentable?
- 5.- En relación a los servicios ambientales de regulación climática en León ¿Cuáles son las principales zonas de regulación climática? Ejemplo: humedales, sumideros de carbono, zonas arboladas, etc.
- 6.- ¿Cuáles son las principales islas de calor en la ciudad? ¿Qué amenazas a la salud o la biodiversidad se han identificado en esas zonas?
- 7.- ¿El IMPLAN tiene identificadas zonas de riesgo para el dengue? Si es así ¿Dónde se encuentran?
- 8.- La población que podría ser más vulnerable al dengue son quienes carecen del servicio de agua potable, por la acumulación de agua en traspatios se trata de asentamientos humanos irregulares ¿Cuál es el principal motivo de la carencia de agua potable? ¿El IMPLAN tiene contribución en esta problemática? Si es así ¿Cómo?
- 9.- ¿En la planeación urbana se han respetado la vocación de las zonas? es decir ¿Se ha hecho una buena planificación en cuanto a la distribución de la población y de las actividades económicas? Si no es así ¿Qué actividades de adaptación o mitigación propone o lleva a cabo el IMPLAN para reestablecer el equilibrio ecológico? Son consideraciones de la LEGEPA en la sección de Ordenamiento Ecológico del Territorio, artículo 19.

10.- De acuerdo a un análisis propio del clima de León, efectuado con datos de las estaciones meteorológicas de la ciudad se observa que el clima ha cambiado y ha permitido la presencia de dengue, en relación a esto ¿Cuáles son las actividades de adaptación o mitigación que lleva a cabo o que propone el IMPLAN ante esta situación climática? Son consideraciones de la LEGEPA en la sección de Ordenamiento Ecológico del Territorio, artículo 19.

11.- ¿Los programas de desarrollo sustentable del municipio de León (o de planeación territorial) consideran la vulnerabilidad de la población ante enfermedades infecciosas transmisibles por vectores y su relación con el clima de la ciudad y con la condición sociodemográfica de la población?

12.- ¿Desde su punto de vista, considera posible que una vez determinada la vulnerabilidad y el riesgo a adquirir dengue pueda plasmarse en el atlas de riesgo? la pregunta se basa en que el atlas de riesgo evalúa los riesgos de asentamientos humanos, regiones o zonas geográficas vulnerables, así como los actuales y futuros escenarios del cambio climático, y la vulnerabilidad ante el dengue se relaciona con todos ellos.

13.- Si este fuera un indicador ¿podría reflejar la manera como se está abordando la resiliencia al cambio climático entre instituciones y entre los tres órdenes de gobierno?

14.- Determinar la vulnerabilidad socio ambiental ante el dengue ¿Puede contribuir al índice de ciudades resilientes para León Guanajuato?

Cuestionario para la entrevista a la Secretaría de Salud

- 1.- ¿Cuáles son y en qué consisten los programas de prevención de dengue? (Fumigación, descacharrización, tira, tapa, voltea, etc.).
- 2.- ¿Existen lugares de recurrencia de la enfermedad?
- 3.- ¿Los registros o estudios de dengue muestran alguna relación con la pobreza y la enfermedad?
- 4.- ¿Quiénes son las personas más vulnerables en León Gto? ?, (por edad, por situación económica, por género, etc.) ante el dengue?
- 5.- ¿Qué incidencia se ha observado en lugares vulnerables como asentamientos irregulares que carecen de servicios básicos y qué acciones se llevan a cabo en éstos para combatir al dengue?
- 6.- ¿Cómo deciden en qué colonia aplicar los programas de prevención y control de dengue (nebulizar o aplicar los programas de descacharrización, etc.)?
- 7.- ¿Se han detectado criaderos permanentes?
- 8.- ¿Se realiza alguna otra alternativa de control de vector (por ejemplo, control con mosquitos modificados)?
- 9.- ¿Qué orientación (consejo) podría darme para comprender la aplicación de los programas o políticas públicas que atienden el problema de dengue?
- 10.- ¿Los casos de dengue grave en América latina muestran disminución, lo mismo estará pasando para León o para el estado de Guanajuato? ¿A qué cree que se deba esto?
- 11.- De acuerdo a la información que se tiene sobre la sintomatología de la enfermedad, es probable que haya casos asintomáticos y aun así ser portadores, ¿Cómo se manejan estos casos y como se manejan los casos que sí son sintomáticos?
- 12.- ¿Cómo se sabe cuándo un caso es local o es importado?
- 13.- El dengue es una enfermedad que se relaciona con el cambio climático, ¿En León Guanajuato que acciones se están llevando a cabo para mitigar ese riesgo? Y si no se están realizando, ¿Qué acciones o programas cree usted que deberían implementarse?
- 14.- Bajo el entendido que el dengue tiene relación con el cambio climático y con la condición sociodemográfica de la población ¿Considera que haya programas o políticas transversales entre secretarías, como la SMAOT (secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial), el

IMPLAN (Instituto Municipal de Planeación) y la Secretaría de Salud, que estén atendiendo este problema? Si es así ¿cuáles son? y si no las hay ¿considera que deberían existir?

Encuesta para el estudio de los casos de dengue en León Guanajuato

*Entre paréntesis se muestran las posibles respuestas

1. ¿Te has enfermado de dengue en los últimos cinco años? (de 2016 a 2020)
2. ¿En qué año te enfermaste? (2016, 2017, 2018, 2019, 2020)
3. ¿En qué mes te enfermaste? (enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre)
4. ¿Qué edad tienes?
5. Sexo (mujer, hombre)
6. ¿Cuándo te enfermaste de dengue vivías en León Guanajuato?
7. Si contestaste que sí vivías en León indica ¿En cuál colonial y calle vivías?
8. ¿Cuándo te enfermaste de dengue contabas con algún seguro médico? (IMSS, ISSSTE, INSABI, otro)
9. ¿Cuándo te enfermaste de dengue acudiste a algún centro de salud, hospital, clínica o consultorio particular? (sí, no)
10. Si contestaste sí en la pregunta anterior, indica ¿a cuál acudiste?
11. ¿Cuántas consultas tuviste para tratar el dengue?
12. ¿Cuánto tiempo haces de tu casa al hospital o clínica más cercana? (menos de 15 min, entre 15 y 30 min, más de 30 min)
13. ¿Cuántas personas viven en tu casa? (1, 2, 3, 4, otra)
14. ¿Tu casa cuenta con mosquitero en puertas y/o ventanas? (sí, no, no sirven, algunas)
15. ¿Hay agua potable en el lugar donde vives? (sí, no, no sé, a veces)
16. ¿Cuántas veces a la semana pasa el camión de la basura por tu calle? (1, 2, 3, más de 3, no pasa)
17. ¿En tu calle o colonia se aplican las campañas de prevención de dengue? (sí, no, desconozco el programa)
18. Si contestaste que sí en la pregunta anterior, menciona ¿Qué tipo de acciones realizan estas campañas en tu hogar? Puedes marcar más de una opción. (Tirar, tapar y voltear recipientes que almacenan agua; Colocar insecticida en el tinaco, aljibe o tanque del baño; Fumigaciones; Nebulizaciones; Descacharrización; Trampas para larvas; Trampas para mosquitos)
19. ¿En tu casa utilizan algún químico que ahuyente a los mosquitos como raidolitos, laminitas, repelentes, raid en aerosol? (sí, no a veces, otra)

20. ¿En tu patio cuentas con recipientes que almacenan agua como botes, cubetas, latas, juguetes, etc.? (si, no, no sé)
21. Si contestaste que sí, menciona ¿Con qué frecuencia se encuentran llenos? (siempre, casi siempre, rara vez, nunca)
22. ¿En tu casa y/o calle, hay agua estancada? (si, no, a veces, no sé)
23. ¿en tu patio, hay hierbas o plantas en maceta? (si, no, a veces, no sé)
24. Si contestaste que sí en la pregunta anterior, indica ¿Con qué frecuencia contienen agua almacenada? (siempre, casi siempre, rara vez, nunca)
25. ¿Qué tan frecuente limpias y barres tu patio? (diario, 2 a 4 veces a la semana, 1 vez a la semana, nunca)

Índice de figuras

FIGURA 1 ECUACIÓN DE RIESGO	9
FIGURA 2. GRÁFICA QUE REPRESENTA LOS CASOS DE DENGUE EN LEÓN DESDE EL AÑO 2007 A 2020.....	14
FIGURA 3. GRÁFICA QUE REPRESENTA LOS CASOS DE DENGUE EN LEÓN GTO. EN LOS AÑOS 2016-2020 ANALIZADOS EN ESTE ESTUDIO.	33
FIGURA 4. GRAFICA DE PROPORCIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL DE LAS PERSONAS QUE ENFERMARON DE DENGUE EN 2016-2020.	34
FIGURA 5 ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.	37
FIGURA 6 GRÁFICA DE COMPARACIÓN DE TEMPERATURA MEDIA EN LEÓN, GTO. 1960-2020	38
FIGURA 7. GRÁFICA DE TEMPERATURA BAJA, MEDIA Y ALTA EN LEÓN, GTO. 1962-2018.....	39
FIGURA 8. GRÁFICA DE PRECIPITACIÓN EN LEÓN GUANAJUATO. 1962-2018	40
FIGURA 9. GRÁFICA DE EVAPORACIÓN EN LEÓN GUANAJUATO. 1962-2018.....	41
FIGURA 10. GRÁFICA DE ANOMALÍAS CLIMÁTICAS EN LA TEMPERATURA MÁXIMA DE LEÓN, GTO. 1962-2018	42
FIGURA 11. GRÁFICA DE ANOMALÍAS CLIMÁTICAS EN LA TEMPERATURA MEDIA DE LEÓN, GTO. 1962-2018.....	43
FIGURA 12. GRÁFICA DE ANOMALÍAS CLIMÁTICAS EN LA PRECIPITACIÓN DE LEÓN, GTO. 1962-2018.	44
FIGURA 13. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA EN LEÓN, GTO. 2016.....	46
FIGURA 14. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA EN LEÓN, GTO. 2016.	47
FIGURA 15. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN LEÓN, GTO. 2016.....	48
FIGURA 16. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA HUMEDAD EN LEÓN, GTO. 2016.....	49
FIGURA 17. MAPA DE PELIGRO, INTERSECCIÓN DE CONDICIONES CLIMÁTICAS, LEÓN, GTO. 2016.....	50
FIGURA 18. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA EN LEÓN, GTO. 2017.....	52
FIGURA 19. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA EN LEÓN, GTO. 2017.....	53
FIGURA 20. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN LEÓN, GTO. 2017.....	54
FIGURA 21. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE HUMEDAD EN LEÓN, GTO. 2017.....	55
FIGURA 22. MAPA DE PELIGRO, INTERSECCIÓN DE CONDICIONES CLIMÁTICAS, LEÓN, GTO. 2017.....	56
FIGURA 23. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA EN LEÓN, GTO. 2018.....	58
FIGURA 24. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA EN LEÓN, GTO. 2018.	59
FIGURA 25. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN LEÓN, GTO. 2018.....	60
FIGURA 26. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA HUMEDAD EN LEÓN, GTO. 2018.....	61
FIGURA 27. MAPA DE PELIGRO, INTERSECCIÓN DE CONDICIONES CLIMÁTICAS, LEÓN, GTO. 2018.....	62
FIGURA 28. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA EN LEÓN, GTO. 2019.....	64
FIGURA 29. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA EN LEÓN, GTO. 2019.	65
FIGURA 30. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN LEÓN, GTO. 2019.....	66
FIGURA 31. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA HUMEDAD EN LEÓN, GTO. 2019.....	67
FIGURA 32. MAPA DE PELIGRO, INTERSECCIÓN DE CONDICIONES CLIMÁTICAS, LEÓN, GTO. 2019.....	68
FIGURA 33. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA EN LEÓN, GTO. 2020.....	70
FIGURA 34. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA EN LEÓN, GTO. 2020.	71
FIGURA 35. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN LEÓN, GTO. 2020.....	72
FIGURA 36. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA HUMEDAD EN LEÓN, GTO. 2020.....	73

FIGURA 37. MAPA DE PELIGRO, INTERSECCIÓN DE CONDICIONES CLIMÁTICAS, LEÓN, GTO. 2020.....	74
FIGURA 38. MAPA DE RIESGO ANTE EL DENGUE EN LEÓN GTO., EN 2016.....	76
FIGURA 39. MAPA DE RIESGO ANTE EL DENGUE EN LEÓN GTO., EN 2017.....	78
FIGURA 40 MAPA DE RIESGO, CON TEMPERATURAS, ANTE EL DENGUE EN LEÓN GTO., EN 2017.....	79
FIGURA 41. MAPA DE RIESGO ANTE EL DENGUE EN LEÓN GTO., EN 2018.....	81
FIGURA 42. MAPA DE RIESGO ANTE EL DENGUE EN LEÓN GTO., EN 2019.....	83
FIGURA 43. MAPA DE RIESGO ANTE EL DENGUE EN LEÓN GTO., EN 2020.....	85
FIGURA 44. ZONA DE MAYOR INCIDENCIA DE DENGUE EN LEÓN, GTO.	86

Índice de tablas

TABLA 1. VARIABLES UTILIZADAS PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL	23
TABLA 2 RANGOS DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL	24
TABLA 3. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE XI CUADRADA.	35
TABLA 4. RANGOS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS DONDE SE DA LA PRESENCIA DE DENGUE EN LEÓN, GTO.....	87