

**ANÁLISIS DE FACTORES DETERMINANTES PARA PREVENIR Y DETECTAR
ENFERMEDADES DE VECTORES EN LA DORADA, CALDAS**

**ANDRÉS FELIPE BUITRAGO OSORIO
YADI YANETH HERNÁNDEZ ARBELÁEZ**



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
MANIZALES
2021**

**ANÁLISIS DE FACTORES DETERMINANTES PARA PREVENIR Y DETECTAR
ENFERMEDADES DE VECTORES EN LA DORADA, CALDAS**

**ANDRÉS FELIPE BUITRAGO OSORIO
YADI YANETH HERNÁNDEZ ARBELÁEZ**

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar
al título de Ingenieros de Sistemas y Telecomunicaciones

Director

JOSE FERNANDO MEJIA CORREA
PhD. Gestión del conocimiento
Docente Titular Universidad de Manizales

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
MANIZALES
2021**

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Jose Fernando Mejía Correa, PhD en Gestión del conocimiento y profesor de la Universidad de Manizales, por ser quien a lo largo de la formulación y desarrollo de este trabajo, estuvo dando sus aportes y guiando la investigación por la línea correcta.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN

1. ÁREA PROBLEMÁTICA

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3. JUSTIFICACIÓN

4. BASE TEÓRICA

5. METODOLOGÍA

5.1 DESARROLLO DEL TRABAJO

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 Fase 1

5.2.2 Fase 2

5.2.3 Fase 3

6. RESULTADOS

7. CONCLUSIONES

8. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

Pág.

- Figura 1. Ciclo de transmisión desde lo selvático a lo urbano
- Figura 2. Mapa de calor para el Dengue
- Figura 3. Mapa de calor para el Zika
- Figura 4. Capas del Sistema
- Figura 5. Nuevas mapas tras análisis
- Figura 6. SIG en App Builder
- Figura 7. Visualización de opciones de la herramienta de App Builder
- Figura 8. Filtrado de datos
- Figura 9. Mapa con opciones
- Figura 10. Tableros de resultados
- Figura 11. Casos por meses
- Figura 12. Casos por años
- Figura 13. Cantidad por género
- Figura 14. Cantidad de casos presentados
- Figura 15. Cantidad de casos por edad

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Cobertura de acueducto y alcantarillado-2018 del Registro de Estratificación y Coberturas del Sistema Único de Información (REC-SUI).

Cuadro 2. Comparación entre cada software SIG mencionado

Cuadro 3. Resumen de casos para dengue, zika y chikungunya.

Cuadro 4. Variables que inciden en la propagación de las enfermedades transmitidas por vectores

Cuadro 5. Resumen de casos para Dengue, Zika y Chikungunya en el municipio de la Dorada, Caldas. 2015 - 2020

GLOSARIO

Aedes: Para Pérez (2018), los mosquitos del género Aedes, “son importantes vectores de enfermedades víricas, entre ellas Dengue, Zika, Fiebre Amarilla, Chikungunya y fiebre del Nilo Occidental”.

Aedes Aegypti y Aedes Albopictus: Para Rey y Lounibos (2015), estos “son dos de las especies más importantes de mosquitos, en lo que se refiere a la transmisión de enfermedades. Ambas se consideran especies invasoras, ya que han colonizado exitosamente muchos sitios fuera de sus ámbitos nativos”.

Agente Patógeno: Se conoce como agente patógeno a “cualquier microorganismo que sea capaz de causar enfermedad en un organismo hospedador”, lo anterior según Williamson (s.f.)

ArcGIS Pro: Para Morales (2021), “es una aplicación SIG de escritorio para crear y trabajar con datos espaciales. Proporciona herramientas para visualizar, analizar, compilar y compartir datos en entornos 2D y 3D”

Chikungunya: Para Kantor (2016) el chikungunya “es un Alfavirus, que fue descrito por primera vez en el año de 1952 en Tanzania, un país de África Oriental, por W.H.R. Lumsden y transmitido por los mosquitos Aedes aegypti y Aedes albopictus”.

Dengue: Para Ávila-Agüero et al (2019), el Dengue es “una patología viral causada por cuatro serotipos, DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4, siendo endémico en 128 países incluyendo 40 del continente americano”

Enfermedades de Transmisión por vectores o vectorial: La OMS (2020), reconoce esto como “enfermedades humanas provocadas por bacterias, parásitos o virus que son transmitidos por vectores... la mayor carga de estas enfermedades, que afectan de forma desproporcionada a las poblaciones más pobres, corresponde a las zonas tropicales y subtropicales”.

Geolocalización: No es un término que reconozca la Real Academia Española (2018), sin embargo, para ella, Geo se refiere a la tierra y localizar como “Fijar, encerrar en límites determinados”. Con base en las definiciones de las palabras mencionadas que brinda la Real Academia Española, se puede expresar el término geolocalización como la ubicación de algo o alguien en un punto específico de la tierra, lo cual en términos de López (2015, 104), “es un concepto que hace referencia a la situación que ocupa un objeto en el espacio y que se mide en coordenadas de latitud (x), longitud (y) y altura (z)”.

Georreferenciación: ArcGis Resources (2019), señala que es la ubicación espacial de entidades cartográficas haciendo uso de coordenadas de mapa, además reconoce la importancia que tienen al momento de ser representados en cartografía y en Sistemas de Información Geográficas.

OMS: Para Naciones Unidas (2013), la OMS es la “autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria en el sistema de las Naciones Unidas. Es la organización responsable de desempeñar una función de liderazgo en los asuntos sanitarios mundiales, configurar la agenda de las investigaciones en salud, establecer normas, articular opciones de política basadas en la evidencia, prestar apoyo técnico a los países y vigilar las tendencias sanitarias mundiales”

Sistema de Información Geográfica (SIG): MinEducación (2019), señala que un SIG “es un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada”.

Vectores: La OMS (2020), afirma que “Los vectores son organismos vivos que pueden transmitir patógenos infecciosos entre personas, o de animales a personas. Muchos de esos vectores son insectos hematófagos que ingieren los microorganismos patógenos junto con la sangre de un portador infectado (persona o animal) y posteriormente los transmiten a un nuevo portador, una vez replicado el patógeno. Con frecuencia, una vez el vector ya es infeccioso, puede transmitir el patógeno el resto de su vida en cada picadura o ingestión de sangre posterior”.

Zika: Balasubramanian y Chatterjee (2020) expresan que el Zika, “es una infección patógena transmitida por mosquitos del género Aedes (A. aegypti y A. albopictus) que genera trastornos neurodegenerativos graves, como microcefalia congénita, síndrome de Guillain-Barré, neuropatía y mielitis”

RESUMEN

Dado que en la actualidad en varios municipios del departamento de Caldas se presentan casos de enfermedades por vectores, a los cuales se han tratado de contrarrestar con diversas estrategias de prevención, este proyecto, surge como un mecanismo de ayuda para mitigarlas. Este tiene como objeto la construcción de un SIG que contenga información específica sobre Zika, Dengue y Chikungunya en el municipio más afectado del departamento de Caldas, para que los usuarios de diferentes niveles, puedan utilizar recursos geoespaciales que les permitan encontrar, visualizar y acceder a información de interés, por medio de múltiples tipos de consultas para facilitar la atención, mitigación y prevención de estas enfermedades. El trabajo investigativo se realizó bajo la investigación aplicada de tipo científica con tres fases, donde al final, se tendrá como resultado, un Sistema de Información Geográfica que no solo permitirá a los usuarios acceder a la información de interés, sino que ayudará a las entidades gubernamentales a tomar decisiones más asertivas, en cuanto al control y prevención de estos patógenos. Como conclusión al final del desarrollo de este proceso, está la importancia que tiene la información actualizada y bien georreferenciada para realizar análisis geoespaciales, que permitan una mejor y más precisa toma de decisiones

PALABRAS CLAVES: SIG, Dengue, Zika, Chikungunya, Enfermedades por vectores

ABSTRACT

Given that currently in several municipalities of the department of Caldas there are cases of vector diseases which have been tried to counteract with various prevention strategies, this project arises as a mechanism to help mitigate them. This aims to build a GIS that contains specific information on Zika, Dengue and Chikungunya in the most affected municipalities of the department of Caldas, so that users of different levels can use geospatial resources that allow them to find, view and access information of interest, through multiple types of consultations to facilitate the care, mitigation and prevention of these diseases. The investigative work will be carried out under applied research of a scientific type with three phases, where in the end, the result will be a Geographic Information System that will not only allow users to access information of interest, but will help entities governments to make more assertive decisions regarding the control and prevention of these pathogens. As a conclusion at the end of the development of this process is the importance of updated and well georeferenced information to perform geospatial analyzes that allow better and more precise decision making.

KEY WORDS: GIS, Dengue, Zika, Chikungunya, Vector diseases

INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe una variedad de animales que causan gran daño a la población humana, independientemente de su tamaño o su aspecto físico en general; por lo anterior, se puede traer a colación el tipo de animales que provoca muchas muertes al año y con los cuales podemos tener más contacto y cuyo aspecto puede parecer inofensivo, los mosquitos. Estos, son animales que se ven inofensivos, pero que poseen una alta capacidad de transmisión de patógenos como el Zika, Dengue, Chikungunya, y muchas más. Las tres primeras, por ejemplo, tienen en común su vector transmisor¹, los mosquitos *Aedes Aegypti* y *Aedes Albopictus*. Tan solo para el caso del dengue, la OMS notificó que la carga mundial anual es aproximadamente de 390 millones de contagios en 128 países (es de aclarar que este valor es en parte incierto, debido a la falta de notificación de contagios por varios países, además del desconocimiento al valor de los contagiados que no se reportan clínicamente) y un total de 3900 millones de personas en el mundo que se encuentran en un estado de riesgo por infección.

Tras la cantidad de estrategias implementadas por los países del mundo para disminuir la propagación de estas enfermedades, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), surgen como una herramienta de gran utilidad para el descubrimiento de nuevos factores influyentes en su propagación, para el análisis de factores ya conocidos que benefician su expansión y para el reconocimiento de patrones de comportamiento del virus que permiten una intervención rápida para evitar nuevos contagios.

Pese a que en el departamento de Caldas, la situación de estas tres enfermedades no son tan extremas como en otras regiones del país, la Territorial de Salud de Caldas, arroja datos que confirman la existencia de estas enfermedades en municipios como La Dorada, donde el panorama es bastante preocupante; por ello, la investigación tuvo como objeto, la creación de un SIG que permitiera contener información específica sobre las patologías mencionadas, y así facilitar el acceso a información en diferentes niveles, para la toma de decisiones en la atención y prevención de las misma.

Aunque una limitación en el proyecto, es el no poder acceder a datos en tiempo real que ayuden a alimentar las bases de datos espaciales del sistema, para saber el comportamiento de las enfermedades en aquellas zonas más afectadas del departamento de Caldas, -que consecuentemente podrían servir para descubrir patrones de propagación del transmisor y de las enfermedades- se trabajó solo con datos proporcionados por la territorial de Caldas de años anteriores al 2020.

¹ Se entiende por vector a insectos hematófagos que ingieren los microorganismos patógenos junto con la sangre de un portador infectado (persona o animal), y posteriormente los inoculan a un nuevo portador al ingerir su sangre.

1. ÁREA PROBLEMÁTICA

Las enfermedades transmitidas por vectores suponen un problema de salud pública para muchos países en la actualidad, pues anualmente, estas dejan millones de personas infectadas y miles de fallecidos en el mundo.

Así mismo, Colombia no es una excepción ante tal problema, pues al ubicarse en el trópico, la hace propensa a facilitar el desarrollo del vector transmisor (mosquitos *Aedes Aegypti* y *Aedes Albopictus*); y mucho menos lo es el departamento de Caldas, que aunque, se presenta como uno de los menos afectados, en él existen municipios donde la situación es desfavorable, como la Dorada, Viterbo y Norcasia, pese a la incesante ejecución de campañas de prevención por parte de las entidades de salud de cada municipio.

Es importante destacar que la infraestructura de saneamiento básico es además uno de los factores clave en el control de este tipo de enfermedades, pues la falta de alcantarillados y una adecuada administración del agua potable son factores preponderantes para la reproducción de los vectores, por lo anterior, el Cuadro 1 muestra los municipios más afectados en el departamento de Caldas, y la información en cuanto al porcentaje más reciente de coberturas para acueducto y alcantarillado.

Cuadro 1. Cobertura de acueducto y alcantarillado-2018 del Registro de Estratificación y Coberturas del Sistema Único de Información (REC-SUI).

Municipio	Cobertura de acueducto	Cobertura de alcantarillado
Dorada	91,02%	89,62%
Viterbo	90,71%	86,33%
Norcasia	80,88%	60,56%

Fuente: <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/17013>

Aunque los resultados son buenos, estos no están en una cobertura del 100%, convirtiéndolo así, en un factor de estudio.

Según reportes del Instituto Nacional de Salud (INS) de Colombia, las cifras para el dengue se han incrementado respecto a las presentadas en la semana 14 del 2019, pasando de 25.556 casos a 42.348 en el 2020; mientras que, el panorama para el zika y chikungunya es más favorable, con 106 y 118 casos respectivamente, se evidencia una disminución para ambas respecto del año 2019.

Consecuentemente, se aprecia además que en el departamento de Caldas, no se encuentran registros que comprueben la existencia de un SIG, que permita georreferenciar los casos presentados para las enfermedades transmitidas por vectores en los municipios más afectados, para una adecuada estrategia que permita una mitigación y prevención más efectiva sobre estos.

Por ende, la existencia de información georreferenciada en muchos de los casos ha facilitado la localización y la detección de las velocidades y maneras de propagación, por lo cual el manejo, atención y prevención se ve favorecido; de igual manera, los modelos espaciales de reproducción de los vectores permiten su control y eliminación.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son entonces, una herramienta de monitoreo que pueden favorecer la disminución de casos en los municipios afectados, por medio de la identificación de los posibles factores que la provocan, y el suministro de elementos de juicio para las campañas de prevención y mitigación de este tipo de enfermedades, es así, como este proyecto sirve de ayuda para la toma de decisiones asertivas por parte de las entidades gubernamentales relacionadas, en torno al control de estas patologías en los municipios.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Construir un SIG que contenga información específica sobre Zika, Dengue y Chikungunya en el municipio más afectado del departamento de Caldas, para que los usuarios de diferentes niveles, puedan utilizar recursos geospaciales que les permitan encontrar, visualizar y acceder a información de interés, por medio de múltiples tipos de consultas para facilitar la atención, mitigación y prevención de estas enfermedades

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar la información espacial disponible sobre enfermedades de transmisión por vectores como el Zika, Dengue y Chikungunya, suministradas por las secretarías de salud del Departamento y la ciudad de Manizales. Al mismo tiempo sobre la infraestructura de saneamiento básico (acueducto, alcantarillado, entre otras) y centros de atención hospitalaria en todos los niveles.
- Realizar un análisis comparativo de las variables epidemiológicas y otras asociadas, por medio de datos clínicos, geográficos y sociodemográficos, con el fin de establecer las relaciones entre ellas y su incidencia en la propagación de estas.
- Construir un SIG con la información recolectada sobre datos epidemiológicos, clínicos, geográficos y sociodemográficos, con el fin de que el usuario final pueda visualizar, consultar y determinar el comportamiento de las variables más importantes que influyen en la prevención, atención y propagación de las enfermedades mencionadas.

3. JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades transmitidas por vectores (Dengue, Zika y Chikungunya), se han convertido en un tema de sumo cuidado en la salud pública, dado a la correlación de distintos determinantes geográficos, ambientales, culturales y socioeconómicos que influyen en ellas.

Con base en lo expuesto, este proyecto busca crear un Sistema de Información Geográfica que permita contener información específica, sobre estas enfermedades y así facilitar el acceso a los usuarios de diferentes niveles, por medio de consultas y visualizaciones para facilitar la toma de decisiones en cuanto a la prevención, atención y mitigación en el municipio más afectado de Caldas. Su novedad, radica principalmente en la inexistencia de registros que demuestren la creación de un SIG en el departamento para tal fin.

Por tanto, el SIG servirá como herramienta de monitoreo para la prevención de estas enfermedades, permitiendo reconocer en el municipio de mayor incidencia, factores determinantes en la propagación y expansión del vector trasmisor, como también los sitios donde se presentan frecuentemente los casos en cada uno de ellos.

Se destaca como novedad, que en la región de Caldas será el primer SIG enfocado a enfermedades transmitidas por vectores que tendrá la capacidad de ser accedido por cualquier tipo de usuario, que requiera conocer el estado de las enfermedades en los municipios, y sacar inferencias a través de las estadísticas y capas que alimentan previamente al Sistema, a través de diferentes navegadores. De esta forma, el proyecto contribuirá a tener una visión más general de cómo las entidades gubernamentales de los municipios afectados están dando manejo a las enfermedades mencionadas, lo que dará la oportunidad de desarrollar estrategias de prevención mucho más certeras en cuanto a tiempo y espacio.

4. BASE TEÓRICA

Las enfermedades transmitidas por vectores son trastornos causados por agentes patógenos entre personas o, animales a personas. Los problemas que causan éstos, representan “aproximadamente el 17% de todas las enfermedades en el mundo”², gran parte de estos, son insectos hematófagos que ingieren los microorganismos patógenos junto con la sangre de un portador infectado (persona o animal), y posteriormente, los inoculan a un nuevo portador al ingerir su sangre. Entre los vectores más conocidos se encuentran zancudos, mosquitos, pulgas y algunos caracoles de agua dulce, siendo más frecuentes en zonas tropicales y subtropicales y en lugares con problemas de acceso al agua potable y a falta de un adecuado saneamiento; además, otras condiciones que favorecen su propagación son “la globalización, migración humana y animal, movilidad de reservorios silvestres, urbanización no planificada, fragmentación ambiental, y cambio climático”³.

4.1 Mosquito Aedes

Según señala Luna, Gómez y Cando⁴, este es un mosquito doméstico y/o peridoméstico, donde la hembra requiere para su reproducción sangre humana, y sus huevos son depositados en zonas de aguas limpias o semi-limpias. Lopez, Torres y López⁵ brindan datos muy interesantes sobre este; por ejemplo, en su proceso de reproducción afirman, que al momento del depósito de huevos, estos pueden durar desde días hasta meses en incubar, sin embargo, cuando la incubación se logra, el mosquito se convierte en adulto entre 7 y 10 días aproximadamente.

Chico, Hidalgo y Ochoa⁶ en su artículo, brindan un panorama más específico, de cómo es el ciclo de vida del mosquito Aedes en su especie *Aegypti*, reconociendo a partir del huevo, cuatro estadios larvales, uno de pupa y finalmente el de adulto:

- En el ciclo del huevo, este es depositado por encima del nivel del agua de las paredes del recipiente, presentándose inicialmente blancos y cambiando rápidamente a color negro; en ambientes húmedos y cálidos son fecundados en 48 horas, pero si la temperatura baja esta se puede prolongar a cinco días.

² LUGO TRAMPE, José de Jesús. DIAGNÓSTICO MOLECULAR Y CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR ARTRÓPODOS VECTORES, EN PACIENTES CON SÍNDROME FEBRIL EN LA REGIÓN FRONTERIZA DEL SUR DE MÉXICO, 2019, p. 16.

³ULLOA GARCIA, Armando. Biodiversidad de mosquitos y vectores de enfermedad, 2019, p. 1.

⁴LUNA RODRÍGUEZ, Hugo; GÓMEZ PELÁEZ, Glubis; CANDO CALUÑA, Wilson. Factores epidemiológicos asociados a dengue en pacientes adultos, 2018, p. 6.

⁵LÓPEZ, Ana Mercedes; TORRES M, Luz Estela; LÓPEZ, Lersy. Análisis morfológico del mosquito *Aedes aegypti* y nivel de conocimiento de la enfermedad producida por el virus del dengue en las sede de la CURN Cartagena, 2019, p. 14-15.

⁶CHICO ALDAMA, Patricia; HIDALGO GARCÍA, Felipe De Jesús; OCHOA ESQUIVEL, Rosa Del Carmen. Ciclo de vida del *Aedes aegypti* y manifestaciones clínicas del dengue, 2001, p. 115

Su eclosión puede darse en los primeros 15 minutos en contacto con agua. Resisten además hasta un año en periodo de desecación, es decir, de sequía o de humedades inexistentes, motivo por el cual se considera un inconveniente al momento del control

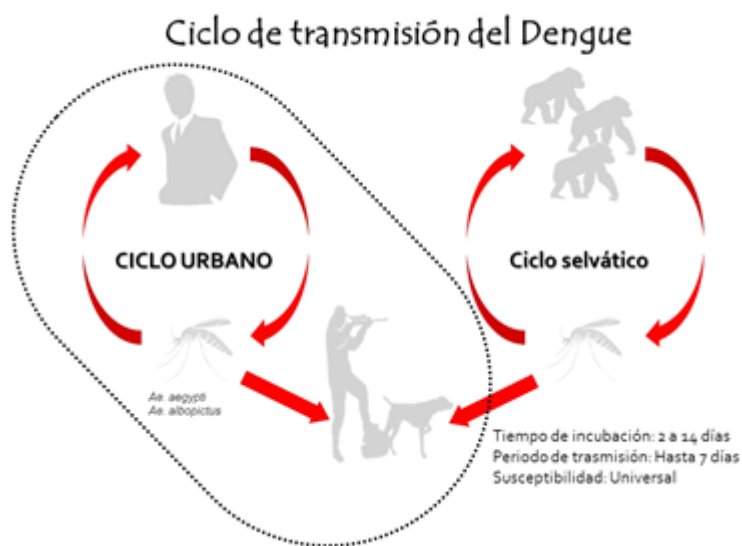
- En el periodo de la larva, esta es 100% acuática, siendo diferente a los demás géneros por su posición casi vertical y su nado particular en movimiento serpentino. En el desarrollo de la larva influyen factores como la temperatura, la disponibilidad de alimento y densidad de estas en un recipiente; por lo que, en condiciones ideales este periodo, desde la eclosión hasta la fase de pupa, puede reducirse de 7 a 15 días, que normalmente es el proceso, a simplemente cinco días.
- Al igual que en la fase anterior, el periodo de pupa es acuático, con una duración de dos a tres días aproximadamente, donde no se alimentan, pasan parte del tiempo flotando y su función principal es la transformación del estadio larval a su etapa adulta.
- En la etapa adulta, es donde se desarrolla la fase reproductora, su aspecto físico es de mosquito oscuro con los segmentos torales de bandas blancas y una forma de lira en la sección del tórax del mosquito. Con un porcentaje diario del 10% la mitad de los mosquitos moriría durante la primera semana y el 95% durante el primer mes.

Hay que tener claro, que solo los mosquitos hembras son hematófagos, alimentándose de esa forma, con sangre animal o humana, mientras que la alimentación de los machos es exclusivamente de néctar; la vida de la hembra suele ser de un mes y la del macho de una semana aproximadamente.

Otro dato importante que brindan Lopez, Torres y López⁷, que se muestra en la Figura 1, es el proceso de evolución de la transmisión tanto en lo selvático como en lo urbano, reconociendo agentes reservorios urbanos a los humanos y en lo selvático a los monos. Básicamente, la forma de contagio inicia cuando el mosquito *Aedes* obtiene la enfermedad al picar a una persona o animal en su etapa de viremia, (3 a 5 días de la enfermedad), y este luego pica a alguien transmitiendo el virus.

Figura 1. Ciclo de transmisión desde lo selvático a lo urbano

⁷ Op.cit. Análisis morfológico del mosquito *Aedes aegypti* y nivel de conocimiento de la enfermedad producida por el virus del dengue en las sede de la CURN Cartagena



Fuente: López, Ana Mercedes; Torres M, Luz Estela; Lopez, Lersy. Análisis morfológico del mosquito *Aedes aegypti* y nivel de conocimiento de la enfermedad producida por el virus del dengue en la sede de la CURN Cartagena, 2019, p. 16.

Para Lugo⁸, algunos de los virus causados por este vector son el virus de Mayaro (del género de Alphavirus), la fiebre amarilla, Dengue, Zika (los tres del género de Flavivirus) y Chikungunya (del género de Alphavirus); siendo los tres últimos interés para este caso de estudio. Tales virus, tienen en común el vector transmisor, mosquito Aedes, específicamente, A. Aegypti y A. Albopictus.

Aedes Aegypti se encuentra en las zonas tropicales y subtropicales de las Américas, y el *Aedes albopictus*, se encuentra en áreas más templadas, extendiéndose desde la costa este y estados del sudeste de Estados Unidos hasta las provincias del norte de Argentina.

4.1.1 Dengue

Con base en lo dicho por Esmeraldas et al⁹ sobre el origen de esta enfermedad, expresan que se describió por primera vez como epidemia en el siglo XVIII en una enciclopedia de medicina China de la Dinastía Jin, pese que al inicio se entendía su origen como africano. Esta enfermedad de vectores es causada principalmente por el mosquito del género Aedes, específicamente por el *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* (el último con capacidad de sobrevivir en temperaturas frías).

El Dengue, es una patología viral causada por cuatro serotipos, DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4, siendo endémico en 128 países incluyendo 40 del continente

⁸ LUGO TRAMPE, Op. cit., p. 16.

⁹ESMERALDAS VÉLEZ, Esther Elizabeth; FALCONES CENTENO, Mariana Rosalía; VÁSQUEZ ZEVALLOS, Mariángel Gabriela; MOREIRA VÉLEZ, María Gabriela. La epidemia de Dengue: Generalidades de su control y tratamiento, 2019, p. 5.

americano, como lo reporta Ávila-Agüero et al¹⁰. Generalmente los síntomas comunes presentados por éste, abarcan “desde fiebre indiferenciada (frecuente en niños) y fiebre con cefalea, gran malestar general, dolores osteomioarticulares, con o sin exantema, leucopenia y algún tipo de sangrado hasta formas graves que habiendo comenzado con lo anterior presenta choque hipovolémico por extravasación de plasma, con trombocitopenia moderada o intensa y con grandes hemorragias en aparato digestivo y otras localizaciones”¹¹. Respecto a las etapas del virus, Frantchez et al¹², reconoce tres:

- Etapa febril: Dura entre 4 a 7 días y es el periodo de viremia con altas probabilidades de transmisión del virus si la persona portadora es picada por un mosquito vector. En esta etapa suele presentarse dolor muscular y articular, cefalea, dolor retro-orbitario, astenia, exantema predominantemente máculo-papular con o sin prurito, discreto dolor abdominal, náuseas, vómitos y diarrea.
- Etapa crítica: Al llegar a esta etapa la persona sufre extravasación de plasma que puede producir un shock hipovolémico, este último puede llevar al paciente a la muerte en un lapso de 24 a 48 horas. Como complicaciones graves adicionales están la neumonitis, distrés respiratorio, afectación cardíaca grave, hepatitis y encefalitis.
- Etapa de recuperación: Es notoria la mejoría, puede aparecer exantema en el 6 y 9 días que afecta palmas y plantas, existe una reposición intempestiva y reabsorción de líquidos.

Al superarse el virus, la persona infectada desarrolla inmunidad frente al serotipo causante del problema; no obstante, si esta es picada por un mosquito vector con un serotipo diferente al padecido anteriormente, el virus regresa de nuevo al cuerpo. Esta enfermedad se ha clasificado en dos tipos, dengue normal y dengue grave; Frantchez et al¹³ expresa que este último trae como consecuencias principales, la extravasación de plasma con shock hipovolémico, hemorragias graves y afectación de órganos por hepatitis, encefalitis y miocarditis.

Pese a que son muchos los factores que inciden en la proliferación del virus y del vector, como los ya mencionados en apartados anteriores, también existen otros que colaboran en la incitación a la picadura de este vector, por tal motivo Lopez, Torres y López¹⁴ listan aquellos ítems responsables de tal estimulación, siendo

¹⁰ÁVILA-AGÜERO, María L.; CAMACHO-BADILLA, Kattia; BREA DEL CASTILLO, José; CEREZO, Lizbeth; DUEÑAS, Lourdes; LUQUE, Marco; MELGAR, Mario; ROCHA, Crisanta. Epidemiología del dengue en Centroamérica y República Dominicana, 2019, p. 1.

¹¹ LUNA RODRÍGUEZ; GÓMEZ PELÁEZ; CANDO CALUÑA, Op. cit., p. 5.

¹²FRANCHEZ, Victoria; FORNELLI, Richard; PÉREZ SARTORI, Graciela; ARTETA, Zaida; CABRERA, Susana; SOSA, Leonardo; MEDINA, Julio. Dengue en adultos: diagnóstico, tratamiento y abordaje de situaciones especiales, 2016, p. 2-4.

¹³Ibid., p. 4.

¹⁴LÓPEZ; TORRES M, LÓPEZ, Op. cit., p. 16.

estos, la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) que emite la víctima, el ácido láctico producido al sudar o al respirar, el olor corporal que sirve como repelente natural y que se representa como genética, tipo sanguíneo o son los blancos ideales, perfumes y finalmente la ropa de color negro.

Un tema importante a tratar es lo que sucede en la actualidad con la presencia de una nueva enfermedad que azota al mundo entero, el COVID-19. Y es que la detección del dengue y del COVID puede llegar a complicarse un poco, pues como lo expresa Saavedra et al¹⁵ el dengue y el COVID-19 presentan una similitud con relación a los eventos fisiopatológicos, al igual que en signos y síntomas tal como es el caso de la erupción maculo-papular, que caracteriza al dengue y que se incluye como uno de los síntomas en pacientes reportados por el SARS-CoV-2; así mismo, el problema se incrementa mucho más ya que la infección por COVID puede influir en falsos positivos en las pruebas de cribado del dengue, conllevando de esa forma a un retraso en el diagnóstico de la infección por COVID-19 y una mayor propagación del virus, debido a que en la mayor parte de los casos de Dengue no se presentan signos de alarma y el control es ambulatorio.

Sumado a ello, algunos virus como el COVID-19 y el Dengue pueden provocar una linfocitosis hemofagocítica secundaria, llevando a los pacientes a presentar shock hipovolémico, vasoplejía y colapso cardiopulmonar debido a la hiperinflamación e hiperactivación del sistema inmunológico. Un claro ejemplo de ello es lo sucedido en febrero del 2020 en Tailandia donde se confirmaron 35 casos de Covid-19; entre los que reportó un caso de un paciente que presentó la coinfección entre estos dos virus, con un desenlace fatal.

Lo anterior, es sustentado también por Harapan et al¹⁶, quien además de coincidir con lo dicho, explica la razón por la que se podría influir en diagnósticos erróneos, llevando como resultado a contemplar la reactividad cruzada (reacción entre un antígeno y el anticuerpo que se generó contra un antígeno diferente pero similar) serológica entre el SARS-CoV-2 y el DENV como la causa de ello. Se planteó la hipótesis de que los pacientes con exposición previa al dengue poseen anticuerpos a este que presentan reactividad cruzada con los antígenos del SARS-CoV-2; alternativamente, pueden existir similitudes antigénicas entre las dos enfermedades, de modo que tras una infección por COVID-19, el cuerpo se activa para crear anticuerpos contra el dengue derivados de las células B de memoria; y por ello, podrían haberse causado los fenómenos de falsos positivos en pruebas serológicas rápidas del dengue. Esta situación se presentó por primera vez en Singapur, donde pacientes que tenían inicialmente dengue (como resultado de pruebas serológicas rápidas IgM e IgG), resultaron positivos para COVID-19 a través de pruebas RT-PCR; es de aclarar que particularmente esto sucede en

¹⁵ SAAVEDRA VELASCO, Marcos; CHIARA CHILET, Christian; PICHARDO RODRIGUEZ, Rafael; GRANDEZ URBINA, Antonio; INGA BERROSPI, Fiorella Sandra. Coinfección entre dengue y covid-19: necesidad de abordaje en zonas endémicas. 2020. p. 52-53

¹⁶ HARAPAN, Harapan; MIRZA, Ryan; BENEDIKTUS, Yohan; RUFIKA, Shari; FIRZAN, Nainu; AHMED, Rakib; ISRAT, Jahan; TALHA, Bin; IRFAN, Ullah; KRITU, Panta; KULDEEP, Dhama; TEDJO, Sasmono. Covid-19 y dengue: golpes dobles para los países asiáticos donde el dengue es endémico. 2020. p. 2

pruebas serológicas rápidas, ya que los análisis de PCR posteriores no detectaron DENV en muestras de orina y sangre, confirmando la ausencia de infección por dengue en los pacientes.

Según la Organización Mundial de la Salud¹⁷, para el caso del dengue, 2016 fue uno de los años con más brotes en el mundo, notificándose 2.380.000 casos en las Américas con 1.032 muertes, en el Pacífico Occidental se notificaron más de 375.000 casos, en las Islas Salomón 7.000 casos sospechosos y en África, Burkina Faso 1.061 casos probables; mientras que, en 2017 hubo una reducción significativa del número de casos de dengue notificados en las Américas, teniendo solo 584.263 casos, lo que representa una reducción del 73%; en el periodo posterior al brote del zika, es decir, después de 2016, ha habido una disminución de los casos de dengue, desconociéndose los factores implicados en ella.

Así mismo la Organización Panamericana de la Salud¹⁸, ofrece cifras de la situación del dengue a mediados del 2019, notificando 2.029.342 casos en la Región de las Américas, incluidas 723 defunciones; en Colombia se reportaron 71.736 casos probables, clasificando 36.858 como dengue con signos de alarma y 768 como dengue grave; dentro de los departamentos más afectados se encuentran Amazonas, Meta, Casanare, Guainía, Putumayo, Huila, Arauca, Guaviare, Vichada, Tolima y Boyacá.

Al final del 2019, el Instituto Nacional de Salud¹⁹, notificó que durante el año en el país, se presentaron en total 127.553 casos donde:

- El 48.2% no tuvieron signos de alarma, el 50.7% con signos de alarma y el 1.1% con dengue grave
- El 51,4% de los casos es de sexo masculino
- El 53,6 % pertenece al régimen subsidiado y 3,9% refiere no afiliación
- El 15,2 % de dengue y el 22,5% de dengue grave se presentó en menores de 5 años
- Existe 1,3% en población indígena, 1,7% en afrocolombianos, 0,3% ROM-Gitano, 0,1% raizal y 0,02% palenquero
- El 2,4% de los casos en mujeres en edad fértil se encuentra en gestación.

4.1.2 Chikungunya

¹⁷ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Dengue y Dengue grave, 2019, <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>

¹⁸ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Todos a prevenir la transmisión del virus del dengue, 2019, https://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=3253:todos-a-prevenir-la-transmision-del-virus-del-dengue&Itemid=487

¹⁹ INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Boletín Epidemiológico Semanal, 2019, p. 11.

La palabra chikungunya para Ortigoza, Bauer y Lorandi²⁰ tiene su origen del vocablo makonde del lenguaje africano, cuyo significado es “doblarse por el dolor”, ya que las personas se doblan por el dolor en las articulaciones producida por la enfermedad.

El chikungunya es un Alfavirus, que fue descrito por primera vez en el año de 1952 en Tanzania, un país de África Oriental, por W.H.R. Lumsden y transmitido por los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* (los mismos causantes del virus de Dengue), según señala Kantor²¹. En el continente americano, su aparición se dio en el 2013, en la isla de San Martín (Antillas Neerlandesas); de ese modo para finales del año 2014 en Colombia ya se habían presentado 74.566 casos confirmados, según expresa Zuluaga y Vanegas²². Así mismo, según la OMS²³, expresa que para ese mismo año en Europa, se dio la mayor carga de la enfermedad (1.500 casos), siendo Francia y Reino Unido los países más afectados; para finales de ese año, se notificaron más de un millón de casos presuntos a la OPS. Para el año 2015, en Europa el número de casos de fiebre chikungunya había reducido, bajando hasta 624; en Africa se registró un brote en el Senegal, representada como la primera circulación activada en la zona en cinco años; en las Américas se notificaron ante la OPS 693.489 presuntos casos y 37.480 confirmados, presentándose la gran parte en Colombia, 356.079 presuntos casos. En el 2016, los países con más casos notificados fueron Brasil, Bolivia y Colombia (300.000 presuntos casos), en India hubo casi 65.000 y en Europa la cifra se sostuvo por debajo de los 500 casos. En 2017 en Europa se notificaron 548 casos. En 2018 se notificaron brotes en Sudán, en 2019 se notificaron en Yemen y en 2020 en Camboya y el Chad como los más recientes brotes.

Para la semana 27 del 2020 se habían registrado en lo que llevaba ese año en Colombia 139 casos (127 casos (91,4 %) confirmados por clínica, 7 (5,0 %) sospechosos y 5 casos (3,6 %) confirmados por laboratorio) notándose 159 casos menos, comparado con el mismo periodo de 2019, según INS²⁴ de Colombia

Este para Villa²⁵ es una enfermedad viral aguda que puede afectar a cualquier persona, especialmente a recién nacidos, menores de cinco años, personas con ciertas enfermedades (hipertensión, insuficiencia renal crónica, o enfermedades cardiovasculares), mujeres embarazadas y adultos mayores; su trasmisión se da

²⁰ ORTIGOZA CAPETILLO, Gerardo Mario; BAUER, Fred; LORANDI MEDINA, Alberto Pedro. Modelación matemática de la propagación del Chikungunya: Logros y retos. 2019, p. 6.

²¹ KANTOR, Isabel N. Dengue, Zika y Chikungunya. 2016, p. 3.

²² ZULUAGA GÓMEZ, Mateo; VANEGAS ISAZA, Daniel. El virus Chikungunya en Colombia: aspectos clínicos y epidemiológicos y revisión de la literatura, 2016, p. 5.

²³ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Chikungunya. 2020, <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>

²⁴ INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Boletín Epidemiológico Semanal, 2020, p.13. https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2020_Boletin_epidemiologico_semana_27.pdf

²⁵ TIERRA VILLA, Jessica. Guia ponte pilas con la chikungunya. 2019

cuando el mosquito hembra pica a una persona infectada con éste en los días de fiebre, diez días después el virus puede ser transmitido si el mosquito pica a una persona; la multiplicación se genera una vez llega a las glándulas salivales del mosquito; tres a siete días después de la incubación inician los síntomas en la persona portadora del virus.

La Organización Mundial de la Salud²⁶, expresa que los síntomas suelen ser “aparición súbita de fiebre, generalmente acompañada de dolores articulares. Otros signos y síntomas frecuentes son: dolores musculares, dolores de cabeza, náuseas, cansancio y erupciones cutáneas. Los dolores articulares suelen ser muy debilitantes, pero generalmente desaparecen en pocos días, aunque también pueden durar semanas. Así pues, el virus puede causar una enfermedad aguda, subaguda o crónica”. Si bien la enfermedad pocas veces causa la muerte, los síntomas, en especial el dolor en las articulaciones, suelen ser fuertes y llegar a durar meses e incluso años para algunas personas.

Siendo más específicos en las manifestaciones clínicas que se presentan en esta enfermedad, para_Calvo et al²⁷, en la fase aguda se pueden presentar síntomas como la fiebre mayor a 38.9 °C, artralgias, mialgias, rash cutáneo, dolor de espalda y dolores de cabeza; incluso, como otras manifestaciones menos frecuentes están las gastrointestinales como la diarrea, vómito, náuseas y dolor abdominal y las oculares que pueden incluir conjuntivitis, uveítis, iridociclitis, retinitis y demás. En la fase crónica, inicia el reumatismo inflamatorio crónico post-chikungunya, también la hipertensión es la comorbilidad más prevalente, seguida de diabetes, enfermedad cardíaca y asma

Con relación a los síntomas expuestos, el chikungunya es una enfermedad cuyos signos clínicos llegan a ser iguales al dengue, por lo que puede llegar a existir diagnósticos errados en lugares donde este último sea común.

Es de aclarar que el chikungunya no se transmite por besos, abrazos, alimentos o el aire, para ser transmitido debe existir el vector (*A. Aegypti* o *A. Albopictus*). Además, estudios realizados sobre este, demuestran que una vez obtenido el virus, el cuerpo crea inmunidad de por vida. Al no existir una vacuna para tratarlo, se recomienda guardar reposo y el uso de analgésicos.

4.1.3 Zika

Fue detectada por primera vez en el año 1947 en el bosque Zika en Uganda (África), en un mono Rhesus y en el vector *Aedes africanus*. En humanos se detecta por primera vez en el año 1954 en Nigeria, el ZIKA fue considerada enfermedad en el 2007 cuando se reportó un brote en Micronesia, después de ello en la polinesia

²⁶ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Chikungunya. 2017, <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>

²⁷ CALVO, Eliana Patricia; ARCHILA, Edwin Darío; LÓPEZ, Lady; CASTELLANOS, Jaime Eduardo. Re-conociendo al virus Chikungunya. 2021

francesa por el año 2013 se reportaron 10.000 casos en los cuales algunos presentaron complicaciones neurológicas.

Según Balasubramanian y Chatterjee²⁸ la enfermedad por el virus del Zika es una infección patógena transmitida por mosquitos del género *Aedes* (*A. aegypti* y *A. albopictus*) que genera trastornos neurodegenerativos graves, como microcefalia congénita, síndrome de Guillain-Barré, neuropatía y mielitis. Actúa en las células progenitoras neurales humanas y desencadena muerte celular programada conocida como la apoptosis.

Según la Organización Mundial de la salud²⁹ los síntomas que se presentan al obtener esta enfermedad son “similares a los de otras infecciones por arbovirus, entre ellas el dengue, y consisten en fiebre, erupciones maculopapulares, conjuntivitis, mialgias, artralgias, malestar y cefaleas; suelen durar entre 2 y 7 días” Así mismo, Pierson y Diamond³⁰ reconocen como signos y síntomas en brotes de Polinesia Francesa y América “dentro de los 3-7 días posteriores a la picadura de un mosquito, fiebre (72%), artralgia y mialgia (65%), conjuntivitis (63%), dolor de cabeza (46%), fatiga y / o erupción. Durante las recientes epidemias, la infección por ZIKV también se ha asociado, aunque con poca frecuencia, con una enfermedad grave en adultos, incluida la insuficiencia multiorgánica, meningitis y encefalitis y trombocitopenia. Aunque el ZIKV generalmente no causa una enfermedad mortal en adultos, se ha descrito mortalidad en niños con anemia de células falciformes, adultos con cáncer y aquellos casos que desarrollan el síndrome de Guillain-Barré, una polineuropatía progresiva relacionada con la infección por ZIKV, que ocurrió en 1 / 6.500 a 1 / 17.000 individuos en regiones endémicas”

Los métodos de transmisión se dan por varios factores

- Por la picadura del mosquito
- De madre a hijo: En la etapa del embarazo, la madre puede transmitir el virus al feto o al momento de nacer.
- A través de relaciones sexuales
- Transfusiones de sangre
- En exposición a laboratorios y entornos de atención médica.

Al igual que el chikungunya, no existen vacunas para el tratamiento, por lo cual se recomienda también guardar reposo y el uso de analgésicos. Para las personas que cuidan de alguien contagiado, es recomendado lavar las manos y la ropa antes y después de tratarlo, además de evitar el contacto con sangre y líquidos corporales. Para el 2018 en las Américas se presentaron 31.576 casos, en el cono sur 19777 casos y en América central y México 7494 casos. Para el año 2019, en las Américas,

²⁸ BALASUBRAMANIAN Archana; CHATTERJEE Jhinuk. Targeted Gene Therapy Against Zika Virus: A Bioinformatics Approach, 2020, p.1.

²⁹ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD Enfermedad por el virus del zika , <https://www.who.int/topics/zika/es/>

³⁰ PIERSON, Theodore C; DIAMOND, Michael S. La aparición del virus Zika y sus nuevos síndromes clínicos, 2018, p. 574

en el Cono Sur, y en América Central y México se presentaron 27.728, 25.196 y 1.538 casos respectivamente

Según los boletines epidemiológicos que genera semanalmente el INS³¹ de Colombia, para la semana 27 del 2020 se habían presentado 138 casos, 92 casos (66,7 %) confirmados por clínica, 45 casos (32,6%) sospechosos y 1 caso (0,7%) confirmado por laboratorio

4.2 Campañas de prevención y atención

Las organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), realizan a menudo campañas de prevención en sus páginas oficiales, como también el apoyo a los diferentes gobiernos, en este tema. Un ejemplo de ello, es la campaña realizada por el Ministerio de Salud Pública (MSP) de Uruguay con la ayuda de la OPS, la cual tenía como objetivo hacer que Uruguay siguiera siendo un país libre del Dengue, procurando el reconocimiento de los síntomas por parte de la ciudadanía. En un ámbito general, en el 2018 se crea otra campaña llamada, “Actívate contra el mosquito”, haciendo referencia al vector transmisor de las enfermedades del Zika, Dengue y Chikungunya, *Aedes Aegypti*, por medio de la cual se insta a la población a seguir una serie de normas que evita la propagación de criaderos. Igualmente, en Ecuador, a través de la ayuda de las organizaciones de salud y el fondo de las Naciones Unidas para la infancia (Unicef), en el año 2016, se realizó una campaña contra el Zika dirigida a las mujeres embarazadas, para evitar el nacimiento de niños con microcefalia. La campaña llevaba como lema “Para que tu bebé nazca sano, que no te pique el mosquito” la idea era concientizar a las madres gestantes sobre la importancia de evitar la picadura de mosquitos mediante el uso de repelentes y el uso de preservativos en las parejas en estado de gestación.

Los objetivos de las campañas mencionadas y otros más, son aplicados en países como Uruguay, Honduras, Guatemala, El Salvador y Colombia, donde se implementan estrategias que permiten bien sea, la concientización a la ciudadanía del daño que puede causar este mosquito y/o la forma de evitar su propagación.

En el caso de Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social, hacen pública la información sobre la forma de transmisión del Dengue, la sintomatología y otros datos generales sobre este; además hacen recomendaciones específicas a la comunidad y entidades territoriales. En marzo de 2019, el Instituto Nacional de Salud reportó 15.864 casos de Dengue en todo el país lo que provocó el pronunciamiento del ministro de Salud, Juan Pablo Uribe, durante un balance de la campaña “Córtale las alas al dengue”, haciendo un llamado urgente a todas las entidades territoriales a intensificar aún más las medidas de prevención. Durante ese año, la Secretaría Distrital de Salud de Barranquilla fortaleció sus campañas de prevención del mosquito *Aedes Aegypti* en el mes de junio, debido a las altas

³¹ INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Boletín Epidemiológico Semanal, 2020, p.14.
https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2020_Boletin_epidemiologico_semana_27.pdf

precipitaciones presentadas, a través de visitas a las comunidades para darles las recomendaciones pertinentes.

En cuanto a Caldas, la Territorial de Salud, no es indiferente a este tema, implementando de esa forma, estrategias de prevención como las ya mencionadas.

4.3 Sistema de Información Geográfica (SIG)

Para comprender lo que significa el término Sistema de Información Geográfica, debe considerarse esta como una derivación de los Sistemas de Información, que “por definición es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con un fin común; que permite que la información esté disponible para satisfacer las necesidades en una organización”³². Estos, no siempre requiere contar con recurso computacional, aunque la distribución del mismo facilita el manejo e interpretación de la información por quienes requieran de dicha información, dentro de este interactúan una serie de elementos como lo son: recurso humano, datos o información y el equipo computacional.

Otros definen un Sistema de Información “como el conjunto de elementos interrelacionados con el propósito de prestar atención a las demandas de información de una organización, para elevar el nivel de conocimientos que permitan un mejor apoyo a la toma de decisiones y desarrollo de acciones”³³, es decir, que los sistemas de información son un conjunto de elementos que interconectados sirven para el tratamiento y la administración de los datos y todo esto para llegar a una toma de decisiones.

“Un sistema de información como un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar los procesos de toma de decisiones y de control en una organización”³⁴ Además de ayudar con la toma de decisiones, los sistemas de información pueden ayudar a analizar problemas, visualizar temas complejos y a crear nuevos productos.

Un sistema de información “es el conjunto formal de procesos que operando sobre una colección de datos estructurada de acuerdo con las necesidades de una empresa, recopila, elabora y distribuye la información necesaria para la operación de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando, al menos en parte, los procesos de toma de decisiones necesarios para

³² INCAP. Sistema de Información. <http://www.incap.int/sisvan/index.php/es/acerca-de-san/conceptos/797-sin-categoria/501-sistema-de-informacion>

³³ PEÑA, Alejandro. Ingeniería de Software: Una Guía para Crear Sistemas de Información. 2006. p. 25-100. https://luismejias21.files.wordpress.com/2015/05/ingenieria_software.pdf

³⁴ LAUDON, Kenneth. LAUDON, Jane. Sistema de información gerencial. 2012. p 640. ISBN 978-607-32-0949-6

desempeñar las funciones de negocio de la empresa de acuerdo con su estrategia”³⁵

4.3.1 Componentes de los sistemas de información. Según Lapiedra, Devece y Guiral³⁶, los sistemas de información cuentan con los siguientes componentes:

- Equipos Informáticos: Por lo general se utilizan ordenadores o Pc estos tienen un componente central que es el procesador y este ejecuta las funciones de un programa. Además, también cuenta con dispositivos que se pueden conectar como lo son el teclado y el mouse.
- Telecomunicaciones: Son las redes por donde se encuentran interconectados los sistemas computarizados, el tipo de red depende de las necesidades de la empresa.
- Bases de datos: Son varios datos de un mismo tipo y que son almacenados sistemáticamente.
- Recurso Humano: Son las personas que interactúan con el sistema, se divide en dos: los analistas, programadores que son los encargados de velar por el correcto funcionamiento y los usuarios finales, estos son quienes tendrán un contacto directo.
- Procedimientos: Son todas aquellas políticas y métodos que se deben de utilizar para el manejo de un sistema de información geográfico

Mientras que Peña³⁷ considera que los componentes que conforman un sistema de información son los siguientes: Financieros, administrativos, humanos, materiales y tecnológicos.

4.3.2 Sistema de Información Geográfica. En 1962 se crea el primer SIG, con similitud al actual, su origen fue en Ottawa, Canadá, denominado Geographic Information System of the Canada Land Inventory. Fue creado por el Geógrafo Roger Tomlinson empleado para almacenar, analizar y manipular datos recolectados para el inventario de tierras Canadá³⁸

En la época actual los SIG permiten la apreciación e interpretación de la realidad de una manera global e integradora. Fomenta las capacidades personales de apreciación, ubicación, sistematización y percepción del espacio en distintas escalas. También se define a un SIG como “Cualquier cosa que funciona como un mapa, al comunicar geográficamente la información solicitada por los usuarios del sistema”.(Dacey 1970, citado por Sánchez, 2014)³⁹

Básicamente, un SIG permitir realizar de las siguientes acciones:

³⁵ LAPIEDRA, Rafael; DEVECE, Carlos; GUIRAL, Joaquín. Introducción a la gestión de sistemas de información en la empresa. 2011. p.13-72 ISBN 978-84-693-9894-4

³⁶ *Ibíd.*, p. 15

³⁷ PEÑA, Op. cit., p. 25

³⁸ SIABATO, Willington. 2018 "Sobre la evolución de la información geográfica: las bodas de oro de los sig." Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía.p1-9.

³⁹ SÁNCHEZ, pablo. Tic y didáctica de la geografía: el papel del sig en la educación secundaria. 2014. P 13-60

- Lectura, edición, almacenamiento y, en términos generales, gestión de datos espaciales.
- Análisis de dichos datos. Esto puede incluir desde consultas sencillas a la elaboración de complejos modelos, y puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial de los datos (localización de cada valor o elemento) como sobre la componente temática (el valor o el elemento en sí).
- Generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos⁴⁰ todo esto facilita el análisis de la información geográficamente referenciada teniendo como la finalidad la solución de problemas para la gestión geográfica

Pero también se puede decir que un SIG es una base de datos georreferenciada, creada para analizar y visualizar con el fin de ayudar en la toma de decisiones, sin olvidar que son una herramienta importante para la investigación y la planificación. Cabe resaltar que existen un sin número de definiciones acerca de los sistemas de información Geográfica en donde se complementan cada uno.

Usuarios. En el manejo de un SIG se identifican tres usuarios, señala Hernández⁴¹:

- el observador quien necesita la información de forma gráfica como modo de información o insumo para la toma de decisiones;
- el Usuario general quien utiliza un SIG para negocios, suelen ser administradores, políticos, directores de planeación, entre otros; y finalmente,
- el Especialista encargado de manejar la información y adecuarla a las necesidades de los dos interesados mencionados en líneas anteriores.

Componentes SIG. Otra manera diferente de ver los SIG es conociendo los elementos básicos que lo componen. Dentro de este se encuentran los principales elementos que se contemplan tradicionalmente en este aspecto

Puebla⁴², añade a cada uno de estos componentes, lo siguiente:

- Hardware: Reconoce los ordenadores personales como la herramienta física más utilizada por su facilidad de acceso, asimismo, las tabletas e impresoras.
- Software: Se evidencia gran cantidad comercial y no comercial de este software. Estando divididos en dos familias de acuerdo a la forma de modelar el espacio, sistemas vectoriales y sistemas raster.
- Datos: Identifica dos formas en que se pueden obtener, la primera y más tediosa, la captura de información propia y la segunda pero no muy confiable, la que se obtiene en el mercado, que prácticamente es muy poca y costosa. Sin embargo, gracias a las nuevas técnicas de captura de datos como la teledetección, los drones, el GPS permiten agilizar esta tarea.
- Personal: La formación de personal especializado en esta área es fundamental, la gran ventaja es la facilidad de manejo del software actual.

⁴⁰ *Ibíd.*, p. 14

⁴¹ HERNÁNDEZ HINCAPIÉ, Federico. *Tecnologías de Información Geográfica para el seguimiento estratégico de la gestión pública en Antioquia*, 2015. p. 19.

⁴² PUEBLA, Javier Gutiérrez. *Sistemas de Información Geográfica: funcionalidades, aplicaciones y perspectivas en Mato Grosso do Sul*, 2016. p. 3.

Características. Los sistemas de información geográfica permiten alcanzar una mayor cobertura en el momento de acceder a la información, por ello ahora se dará a conocer su principal característica:

La característica esencial de los sistemas de información geográficos es que intentan capturar en su modelo de datos la realidad, y no una imagen determinada de ésta.

BDG (Base de Datos Geográfica)

“Es una colección de datos organizados de tal manera que sirvan efectivamente para una o varias aplicaciones SIG. Esta base de datos comprende la asociación entre sus dos principales componentes: datos espaciales y atributos o no datos espaciales”⁴³, las cuales se implementan para poner en funcionamiento los servicios geográficos asociados a los datos espaciales, para mejorar los desarrollos cartográficos.

Georreferenciación

Según Arcgis⁴⁴ la georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella. La capacidad de localizar de manera precisa las entidades geográficas es fundamental tanto en la representación cartográfica como en SIG

Con la georreferenciación lo que hace los SIG es tomar los datos demográficos en donde se encuentran los datos personales de personas que en algún momento fue encuestada, y así con esto realizar comparaciones.

Mapas

Según ArcGIS⁴⁵ “El objetivo de un SIG es crear, compartir y aplicar útiles productos de información basada en mapas que agregan valor al trabajo de la organización, así como crear y administrar la información geográfica básica que se requiere para dichos mapas”. Los SIG permite generar informes y diferentes tipos de información, pero los mapas son relativamente el núcleo de dichos informes puesto que son más fáciles de comprender.

Software SIG para usar. En la gran variedad de programas para manejar Sistemas de información geográfica, los más utilizados en el son GRASS, QGIS, GvSIG y SPRING, en el grupo de software libre, así como Cartographica , ArcGIS, MapInfo Professional , entre los propietarios. En el cuadro 2 se hace una comparación de cada software mencionado respecto a ciertas variables.

Cuadro 2. Comparación entre cada software SIG mencionado

⁴³ DEL RIO, Jorge. Tratamiento de datos espaciales en hidrología. 2010. p 6 ISBN 978-84-9981-141-3

⁴⁴ ArcGIS. Georreferenciación y sistemas de coordenadas.

<https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>

⁴⁵ ArcGIS. Tipos de mapas de ArcGIS. <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000017000000.htm>

	ArcGIS	GRASS GIS	GvSIG	MapInfo Profesional	QGIS	SPRING
Plataformas		GNU/Linux	Plataforma Java		Microsoft Windows, GNU/Linux, macOS, Android	
Modelo de desarrollo	Software Propietario	Software Libre	Software Libre	Software Propietario	Software Libre	Software Libre
Lenguaje utilizado	C++, Python	C++, C y Python	Java		C++, Python, Qt	
Sistema Operativo		Windows/GNU/Linux/Mac OS X/POSIX	Windows/GNU/Linux/Mac OS X	Windows	Windows/GNU/Linux/Mac OS X	Linux, Mac / Os Sierra (10.12) y Windows
Licencia		GNU GPL	GNU GPL v3		GNU GPL	
Bases de datos y tablas	Oracle, SQL Server, PostgreSQL, Informix y DB2	DBF, SQLite, PostgreSQL, MySQL, ODBC	PostGIS, MySQL, ArcSDE, Oracle, JDBC, CSV.	Oracle, PostgreSQL, SQL Server, SQLite y GeoPackage	GeoPackage, Spatialite, PostgreSQL/PostGIS y Oracle Database entre otras.	

Fuente: Construido a partir de ArcGis Resources(2019); GRASS GIS(2018); gvSIG asociación (2019);pitneybowes(2019); QGIS (2019);SPRING (2019)

4.4 Antecedentes del proyecto

Dentro de los antecedentes en los que se fundamenta el proyecto de investigación, se encuentra que:

Según Zambrano et al.⁴⁶, el objetivo de su proyecto, era estimar tasas de incidencia de dengue y chikungunya para Honduras y sus departamentos en el año 2015 y así poder desarrollar mapas epidemiológicos basados en SIG. Para ello, se realizó un estudio observacional retrospectivo, tomando como base, los casos mencionados confirmados por clínica y laboratorio del sistema de vigilancia nacional para el año 2015 de 298 municipios. Se hizo uso del software de Microsoft Access® y Kosmo 3.0. Al final se reportaron 19,289 casos de dengue y 85,386 de chikungunya en Honduras. La mayoría de casos se registraron en las semanas epidemiológicas 25 y 27 respectivamente. Los mapas basados en SIG mostraron que la incidencia del dengue es mayor en el sur, y chikungunya mayor en el centro-norte. Valle tiene la tasa más alta de incidencia de dengue (634 casos/100,000 habitantes); Francisco Morazán tiene 38.4% del total de chikungunya (2,111 caso/100,000 habitantes).

Igualmente con Pisco⁴⁷, su proyecto de graduación tuvo como objetivo cartografiar la concentración de casos de Dengue y Chikungunya en el municipio de San Antonio de Oriente, Honduras; y así identificar las variables de localización que influyen en la incidencia de estas enfermedades. Según los datos del Centro de Salud Integral de El Jicarito, entre 2012 -2016, se presentaron 161 casos de Dengue y 14 de Chikungunya. Para este análisis, se georreferenció el domicilio de cada paciente y se relacionó cada registro con la cercanía a cuerpos de agua, urbanización desorganizada, calles sin pavimentar y pastizales y/o matorrales. En función de estas variables se generó un análisis de agrupamiento espacial en el programa ArcGIS®. Una vez, tabulados y georreferenciados los casos de estas enfermedades, se obtuvo que las comunidades de El Jicarito, Suyatillo y Joya Grande fueron las más afectados en el periodo de estudio. En el análisis de agrupamiento, se evidencia que la presencia de quebradas y urbanizaciones desorganizadas son las variables más influyentes en la incidencia de estas enfermedades en el municipio de San Antonio de Oriente.

⁴⁶ ZAMBRANO Lysien I.; SIERRA, Manuel; LARA, Bredy; RODRÍGUEZ NUÑEZ, Iván; MEDINA, Marco T.; LOZADA RIASCOS, Carlos; RODRÍGUEZ MORALES, Alfonso. Estimación y mapeo de dengue y chikungunya en Honduras 2015 utilizando sistemas de información geográfica, 2016, p. 1.

⁴⁷ PISCO ANCHUNDIA, Emily Massiel. Análisis geográfico de Dengue y Chikungunya en el municipio de San Antonio de Oriente, Honduras, 2017, p. 4-12.

En el artículo realizado por Triana et al.⁴⁸, se describió la distribución espacial y temporal de los virus del dengue, zika y Chikungunya en Colombia y se identificó si existe agregación espacial, temporal y espacio-temporal. En este proceso se desarrolló un estudio descriptivo de la distribución espacial y temporal de los virus del Dengue (2006-2017), Zika (2015-2017) y Chikungunya (2014-2017) en Colombia, utilizando los principios de la estadística espacial. Al final se identificó zonas de Colombia donde se presenta una mayor densidad y prevalencia de casos. Se comprobó con significancia estadística ($p < 0.05$) la existencia de dos conglomerados espacio-temporales, en la zona sur-occidental de la región andina y en la región de la Orinoquia.

Por otro lado, Oriundo⁴⁹, tuvo como objeto en su estudio de investigación, usar sistemas de información geográficas (SIG) para mejorar la vigilancia y monitoreo del *Ae. aegypti* en el distrito de Santa Anita, Lima Perú. Ésta se realizó mediante el sistema de vigilancia por inspección domiciliaria utilizando el Método Aleatorio Sistemático y por el Sistema Georreferenciado de Vigilancia por Ovitrapas (SGVO). Se obtuvieron mapas de la jurisdicción de los establecimientos de salud estandarizadas, con la identificación de las zonas de riesgo y mejor distribución de las ovitrampas. En los meses de enero a junio del 2017, los establecimientos con mayor actividad vectorial fueron: C.S. Chancas de Andahuaylas con 83 ovitrampas positivas y C.S. Cooperativa Universal con 61 ovitrampas positivas.

Márquez y Grajales⁵⁰, desarrollaron una plataforma informática de vigilancia entomológica de larvas y/o pupas de *Aedes Aegypti* para estimar infestación vectorial integrando un SIG y una aplicación móvil. La vigilancia se centró en la ubicación en sus tres fases (zancudo, larva y pupa) y sus criaderos para lograr un mapa de infestación en tiempo real; finalmente se agregó el reporte de síntomas tomando ventaja de la vigilancia entomológica complementando la programación del software.

En otro trabajo de grado, se adaptó e implementó modelos espaciotemporales IDW ((interpolación lineal con ponderación de la distancia inversa) y LUR (Regresión Uso del suelo) para identificar la relación de los factores ambientales y la distribución de las ETV's en las zonas críticas del municipio de Sasaima-Cundinamarca. En él,

⁴⁸ TRIANA VIDAL, Luz Elena; MORALES GARCÍA, Mónica Andrea; ARANGO CÁRDENAS, María Janeth; BADIÉL OCAMPO, Marisol; CUARTAS, Daniel Elías. Análisis de la distribución espacial y temporal de los virus del Dengue (2006-2017), Zika (2015- 2017) y Chikungunya (2014-2017) en Colombia, 2019, p. 352

⁴⁹ ORIUNDO VERGARA, Willy José. Uso del sistema de información geográfica (SIG) para la vigilancia y monitoreo del *aedes aegypti* en el Distrito de Santa Anita – Lima Perú, 2018, p. 5.

⁵⁰ MARQUEZ RIVERA, Angel Ricardo; GRAJALES ZAPATA, Diana Lorena. Sistema de Vigilancia Entomológica Basada en Tecnologías M-HEALTH, WEB GIS Y CROWDSOURCING, 2018, p. 1.

Castañeda⁵¹, clasifica las variables de tipo cualitativas y cuantitativas o escalares, donde ubica variables como la temperatura, precipitación, tipo de material del cual está construido una vivienda, saneamiento básico y uso de suelo.

En otro caso, específicamente para el Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León México, Orta et al.⁵², generaron mapas de casos de dengue mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) indicando las zonas de riesgo de casos de dengue. Se tomaron en cuenta las muestras positivas de las pruebas para dengue, que realiza el Laboratorio Estatal de Salud Pública (LESP). Los casos fueron agrupados en área geoestadística básica (AGEB's). Se definieron AGEB's brote y semana brote. Se presentaron 114 AGEB's Brote y 33 Semanas Brote. Las AGEB's fueron ubicadas en cinco niveles de riesgo: Muy alto, Alto, Mediano, Bajo y en Riesgo. Las AGEB's incluidas en Muy alto y Alto Riesgo abarcaron el 7.9% de las AGEB's y 41.4% casos. Con mayor frecuencia durante las semanas 38–45, temporada de lluvia. Con base en estos resultados el AMMty debe considerarse endémica.

En el trabajo de Aguirre⁵³, se realiza la creación de un mapa interactivo sobre los casos de Dengue en la provincia de Formosa (Argentina), como datos principales se toman los recabados de pacientes positivos en el análisis correspondiente realizados en el Hospital de Alta Complejidad “Presidente Juan Domingo Perón” de Formosa, durante el periodo de enero de 2016. Para realizar el mapa interactivo, se tomaron datos como nombre y apellidos del paciente, domicilio, lugar de procedencia, DNI y fecha de nacimiento.

Por otro lado, en un entorno nacional, en el Valle de Aburra, Londoño, Restrepo y Marulanda⁵⁴, usaron Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el modelamiento de patrones de distribución espacial de enfermedades tropicales.

⁵¹ CASTAÑEDA BECERRA, Stephani Lucero; TUNJANO ARISTIZABAL, Luis Felipe. Implementación de modelos espacio temporales para predecir la distribución de las enfermedades transmitidas por vectores en zonas críticas de Sasaima- Cundinamarca, 2018, p. 1-49.

⁵² ORTA PESINA, Héctor; MERCADO HERNÁNDEZ, Roberto; RODRÍGUEZ CASTRO, Violeta Ariadna; TABITAS AGUILAR, María Isabel; FLORES SUAREZ, Adriana Elizabeth; QUIROZ MARTÍNEZ, Humberto; CHACÓN REYNA, Juana María; PONCE GARCÍA, Gustavo; SAUCEDA GARZA, Jessica Suhail; VARELA ECHAVARRÍA, Adrián; FERNÁNDEZ SALAS, Ildefonso; REBOLLAR TELLES, Eduardo A. Análisis de la Distribución Espacial y Temporal de los Casos de Dengue (2009–2012) Mediante un Sistema de Información Geográfica en el Área Metropolitana de Monterrey, NL, México, 2018, p. 1.

⁵³ AGUIRRE, Jonathan Marcelo. Mapa interactivo sobre casos de Dengue en la Provincia de Formosa Enero de 2016, 2018, p. 1-14.

⁵⁴ LONDOÑO C, Libardo A.; RESTREPO E, Carolina; MARULANDA O, Elisabeth. Distribución espacial del dengue basado en herramientas del Sistema de Información Geográfica, Valle de Aburrá, Colombia, 2014, p. 1-5.

Como caso de estudio, se tomaron los reportes del dengue de los años 2008 al 2011 en dicha zona, jurisdicción de Medellín, Colombia. Se ubicaron espacialmente los casos de dengue notificados a la Secretaría de Salud de Medellín a través de las direcciones de las viviendas de los pacientes. Se ubicaron geoespacialmente utilizando el software ArcGis 10, y las herramientas de análisis espacial IDW y Slope para demostrar que el fenómeno del dengue cumple con el principio de autocorrelación espacial. Como resultado se evidencia como la enfermedad muestra patrones espaciales en el sector suroccidental de Medellín; Corregimiento de Altavista y en las Comunas de Belén y Guayabal.

Mientras tanto, Orta⁵⁵, en su proyecto de tesis, analiza los archivos del Laboratorio Estatal de Salud Pública y del Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica de los Servicios de Salud del Estado de Nuevo León del año 2009 al 2012, para el diseño y evaluación de un SIG para prevenir y controlar el dengue. La base de datos de los casos de Dengue comprende: edad, género, fecha de inicio de los síntomas y la dirección de cada paciente, estos fueron agrupados en unidades de Área Geoestadística Básicas (AGEB), clasificándolos por años. Las capas de mapas se realizaron mediante el programa Arc map v.9x., 2009, ESRI Inc. Se encontró que se presentaron 3391 casos con 1934 (57.0%) del género femenino, 210 Dengue Hemorrágico (DH) (6.3%). El Grupo de edad que presentó mayor frecuencia fue el 11-20 años. El peor brote de casos de la enfermedad fue en el año 2010 (1739 casos), con más casos que la Media más una Desviación Estándar (M+1DE) y el de menos enfermos fue el año 2011 (289 casos). Los meses en que más enfermos se presentaron, durante el periodo de estudio, fueron de agosto a noviembre, que abarca la época de lluvias. Los meses en que tuvieron la mayor Precipitación Acumulada (PA), junio 4082.2, septiembre 3921.3 y julio 2269.5.

A modo de ilustración, la Organización Mundial de la Salud⁵⁶, explica que el virus de Zika es un virus emergente transmitido por mosquitos que se identificó por vez primera en Uganda, en 1947 en macacos de la India a través de una red de monitoreo de la fiebre amarilla selvática. Posteriormente, en 1952, se identificó en el ser humano en Uganda y la República Unida de Tanzania. Se han registrado brotes de enfermedad por este virus en África, las Américas, Asia y el Pacífico. El periodo de incubación (tiempo transcurrido entre la exposición y la aparición de los síntomas) de la enfermedad por el virus de Zika no está claro, pero probablemente sea de pocos días. Los síntomas son similares a los de otras infecciones por arbovirus, entre ellas el dengue, y consisten en fiebre, erupciones

⁵⁵ ORTA PESINA, Héctor. Diseño y evaluación de un sistema de información geográfica, como herramienta, para la prevención y control del dengue en el área metropolitana de Monterrey, N. L. (2009-2012), 2018, p. 1-8.

⁵⁶ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Enfermedad por el virus de Zika, 2019, <https://www.who.int/topics/zika/es/>.

maculopapulares, conjuntivitis, mialgias, artralgias, malestar y cefaleas; suelen durar entre 2 y 7 días.

Condor et al.⁵⁷, llevaron a cabo en Perú el desarrollo y evaluación de un SIG integrado que permitiera reportar y diferenciar las enfermedades de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria, a través de la elaboración de una encuesta virtual con geolocalización. Además del desarrollo del SIG con herramientas de navegación, análisis, capas de mapas, entre otros. Su validación con 915 registros utilizando todas las herramientas desarrolladas. Se concluye que el aporte de visualización en tiempo real puede mejorar la toma de decisión más oportuna.

En otro artículo, Londoño et al.⁵⁸, presentan un modelo computacional para el estudio de fenómenos de propagación epidemiológicos mediante la implementación de la Teoría de Percolación y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se calculan factores críticos de la propagación de una epidemia tales como la tasa de contagio y de recuperación por medio de percolación para simular la fluctuación poblacional en un modelo matemático epidemiológico SIR (susceptible – infectado – recuperado) por medio de funciones de análisis espacial y visualización de los patrones de propagación mediante Sistemas de Información Geográfica. Como caso aplicado se toman los datos de una epidemia de asma, en Manhattan New York, del tutorial de ARCGIS® 8.3.

Trayendo a colación lo expresado por Parra⁵⁹, los sistemas de información geográfica y los sensores remotos son poderosas herramientas para estudiar la distribución actual y predecir áreas de riesgo de presencia de insectos vectores de enfermedades; así mismo, se constituyen en excelentes aliados para la focalización de acciones de prevención y control. Aunque el uso de estas herramientas en investigación de enfermedades transmitidas por vectores se ha incrementado en los últimos años, su aplicación en los programas oficiales de control ha sido limitada. En esta revisión se aborda esta temática de trabajo, se discuten investigaciones con aplicaciones de ambos sistemas en diferentes especies vectores de enfermedades y los retos a futuro de su aplicación potencial en los programas oficiales de control de dichas enfermedades en Colombia. Finalmente, se enfatiza que, para avanzar adecuadamente en los programas de control de las enfermedades, es recomendable el entrenamiento de investigadores y tomadores de decisiones en

⁵⁷ CONDOR CAMARA, Daniel; NOLASCO CARDENAS, Oscar Patricio; CARRASCO ESCOBAR, Gabriel; EGOAVIL AYALA, Miguel. Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria, 2018, p. 1-3.

⁵⁸ LONDOÑO C., Libardo A.; HORFAN A., Daniel; ARROYAVE Z., Juan E.; LONGAS A., Dayro G. Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teoría de Percolación Aplicados al Estudio de Fenómenos de Propagación en Epidemiología, 2007, p. 23.

⁵⁹ PARRA HENAO, Gabriel. Sistemas de información geográfica y sensores remotos. Aplicaciones en enfermedades transmitidas por vectores, 2010, p. 75-76.

estas herramientas, incrementar la colaboración interinstitucional, estandarizar la colecta de datos referentes a la distribución de las especies de vectores y el desarrollo de una plataforma común de datos.

Ledezma, Rodríguez y Ureña⁶⁰ en el estudio que realizaron, tuvieron como objetivo describir el uso práctico de una herramienta geoespacial de acceso gratuito, en la vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp.*, en un sector endémico de Costa Rica para la presencia de este vector. Mediante el estudio de caso sobre la implementación de Herramientas Cartográficas digitales en un Área Rectora de Salud local del Ministerio de Salud, y su uso exitoso para la geo-localización de los casos sospechosos de dengue, zika y chikungunya notificados en esa área entre 2013 y 2016, se logró implementar el mapeo digital de los casos a través de marcas de posición. Con ventajas en la vigilancia epidemiológica, gracias al programa que permitió la identificación rápida de las viviendas, identificación de conglomerados, y selección de zonas prioritarias para intervenir. Además, fue un apoyo en la ejecución de los planes operativos, y en la conducción de actividades de movilización social. Por su calidad de visualización topográfica y la interfaz intuitiva, las Herramientas Cartográficas digitales fueron útiles para la vigilancia epidemiológica de la transmisión de virus por el vector *Aedes spp* en Nandayure de Guanacaste, Costa Rica.

Quintana, Cueto y Del Toro⁶¹, buscaron evaluar el impacto social del proyecto de “Mitigación de la infección por virus del Zika”, que ejecutó Compasión Internacional en las comunidades beneficiarias, para ello se realizó un estudio descriptivo, con enfoque cuantitativo, se seleccionó al azar una muestra de 237 familias a las que se aplicó dos instrumentos: una lista de verificación y una encuesta en donde la mayoría de la población beneficiaria del proyecto estaba comprendida entre las edades de 40-49 años y el 57 % solo había llegado hasta el bachillerato. En sentido general las familias conocen qué es el virus del Zika y las principales medidas que tienen que adoptar para su prevención y control, aunque no tienen conocimiento sobre el tratamiento una vez infectados. El proyecto ejecutado por Compasión internacional tuvo un impacto positivo en la población beneficiaria y las medidas ejecutadas fueron efectivas para que las familias tengan una participación activa en la prevención y control de las enfermedades asociadas al virus del Zika (Quintana Salcedo, Cueto Buelvas, & Del Toro Rubio, 2019)

⁶⁰ LEDEZMA ACEVEDO, Juan Gabriel; RODRÍGUEZ CARDENAS, Natalia; UREÑA PICADO, Johnny. Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por *Aedes spp*; caso en Costa Rica, 2018, p. 1-2.

⁶¹ QUINTANA SALCEDO, Álvaro Enrique; CUETO BUELVAS, Goretty; DEL TORO RUBIO, Moraima. Evaluación de un proyecto de prevención de la infección por el virus del Zika, 2019, p.

Finalmente, por el lado de Vallejo et al.⁶², describen el fenotipo de los pacientes con anomalía congénita del sistema nervioso central y diagnóstico o alta sospecha de infección prenatal por el virus del Zika atendidos en una institución de alta complejidad de Bogotá-Colombia durante los años 2016-2017. Mediante un estudio observacional descriptivo de una cohorte de sujetos con sospecha y/o diagnóstico de síndrome de Zika congénito a los cuales se les realizó dos seguimientos clínicos caracterizando así su fenotipo a través del algoritmo de abordaje para anomalías congénitas y medición de la escala abreviada del desarrollo, durante la realización del proyecto se encontraron características aún no descritas en el fenotipo de sujetos mayores de 30 días de vida, como orejas en pantalla, microstomía y labios pequeños, entre otras. En el neurodesarrollo todos los pacientes tuvieron resultado de "Alerta". Se concluye que se necesita continuar con la descripción del fenotipo de los pacientes que padecieron infección por virus del Zika prenatal que superaron la etapa neonatal (mayores a 30 días de vida), con el fin de que estas descripciones orienten a los profesionales hacia un diagnóstico oportuno y permitan generar pautas de intervención y manejo multidisciplinario.

⁶² VALLEJO URREGO, Michael Alexander; ROA GIRALDO, Juan David; TOLEDO ARENAS, José Daniel; PEÑUELA MURCIA, Rosa Liliana; CASALLAS ZAMBRANO, Daniela; RODRIGUEZ REAL, Sheyla Alexandra. Caracterización de cohorte posneonatal con sospecha de síndrome de Zika congénito, en institución de alta complejidad en Colombia (2016-2017), 2019, p. 1-2.

5. METODOLOGÍA

5.1 DESARROLLO DEL TRABAJO

El proyecto se desarrolló bajo tres fases, distribuidas de la siguiente manera:

5.1.1 Recopilación de la información espacial disponible sobre enfermedades de transmisión por vectores como el Zika, Dengue y Chikungunya. Al mismo tiempo sobre la infraestructura de saneamiento básico (acueducto, alcantarillado, entre otras) y centros de atención hospitalaria en todos los niveles.

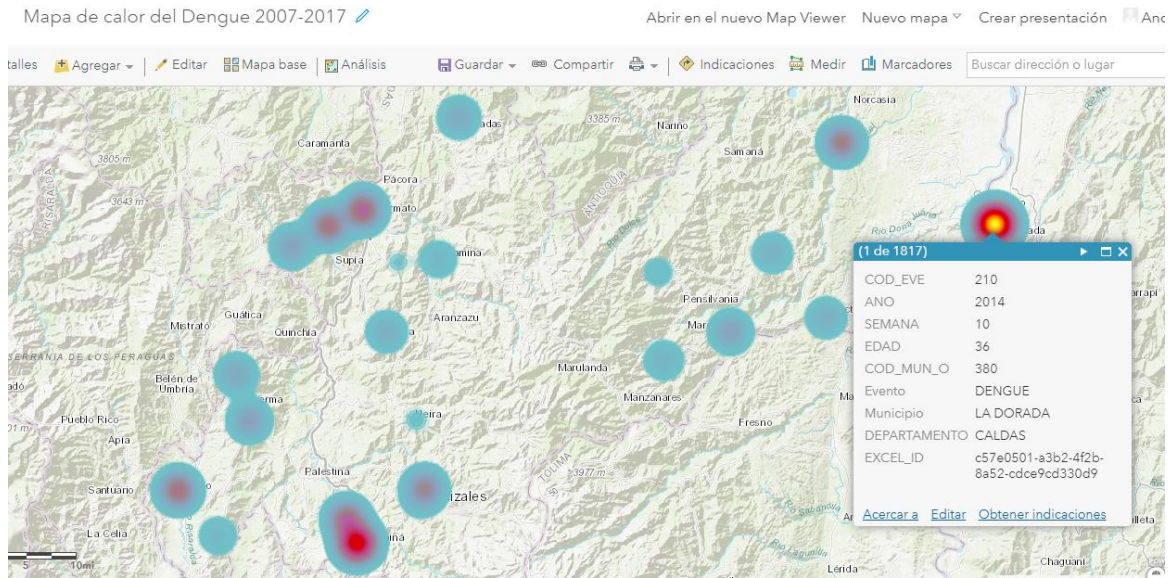
En esta fase, se recolectaron datos espaciales sobre las tres enfermedades de vectores: Dengue, Zika y Chikungunya en el departamento de Caldas. La información fue obtenida a través de la Territorial de Salud de Caldas, la cual proporcionó inicialmente datos de las tres enfermedades. En el cuadro 3, se presenta un resumen con cantidad de datos proporcionados

Cuadro 3. Resumen de casos para dengue, zika y chikungunya.

Enfermedad	Periodo	Cantidad
Dengue	2007 – 2017	6407
Zika	2015 - 2017	18
Chikungunya	2014 – 2015	355

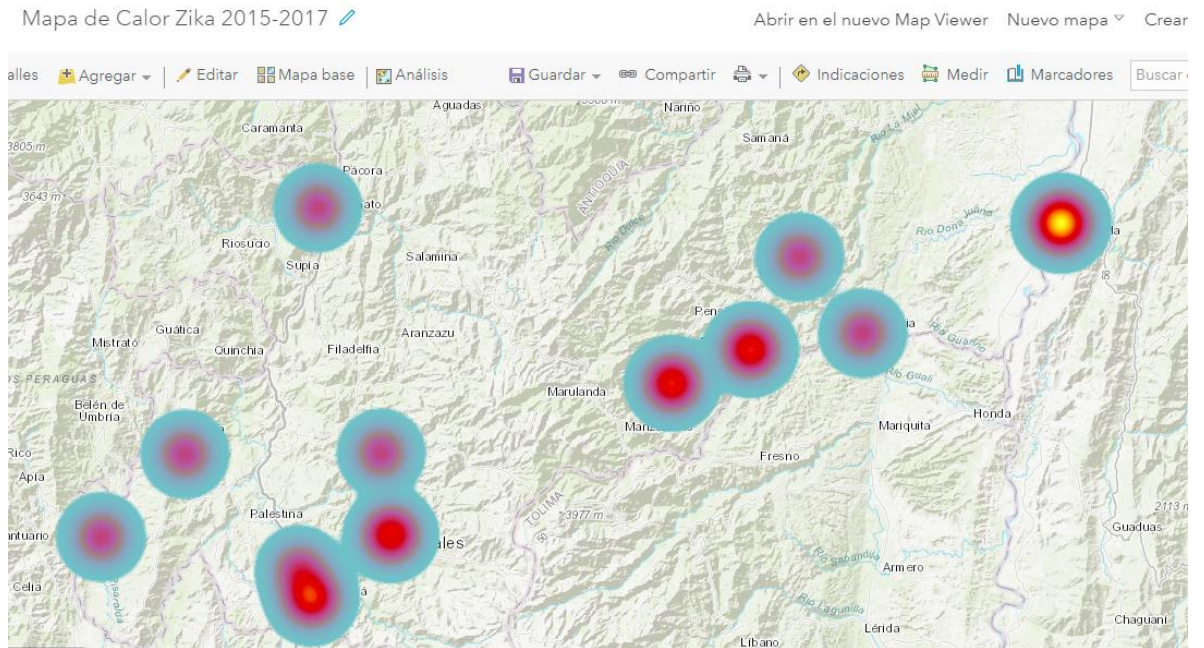
Una vez se obtuvo la información, se procedió a ser analizada, para determinar el municipio con mayor afectación en el departamento de Caldas. Para lo anterior, se hizo uso de mapas de calor implementados en ArcGIS Online. En la Figura 2, se pueden ver la distribución de los casos de dengue por municipios, entre los años 2007 y 2017, donde claramente el mapa de calor, muestra la mayor concentración de esta enfermedad en el municipio de la Dorada.

Figura 2. Mapa de calor para el Dengue



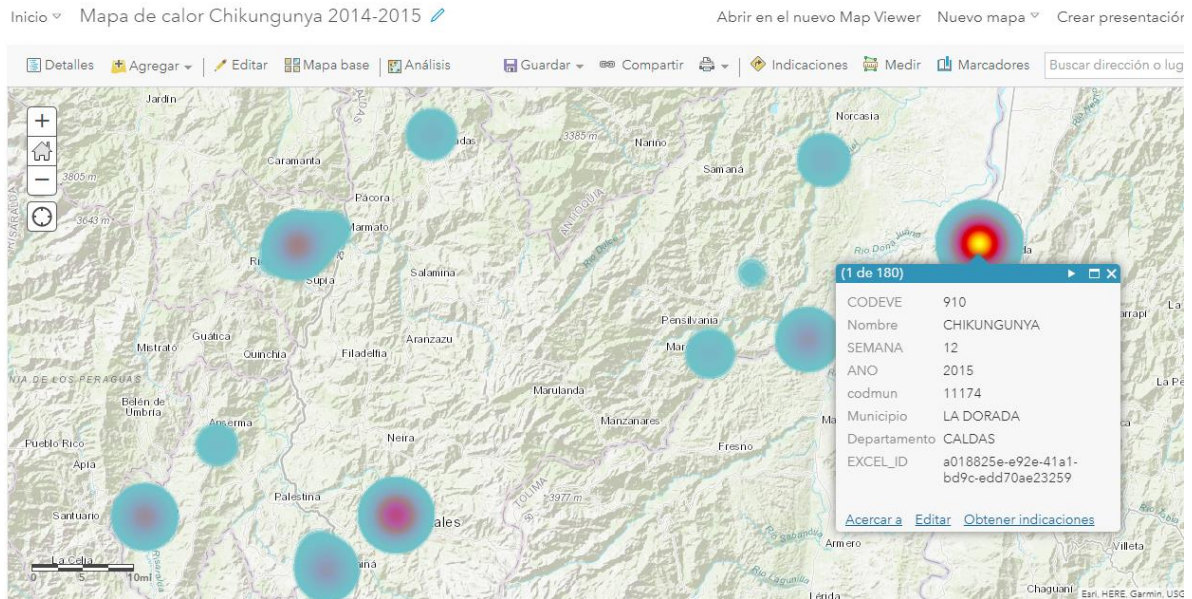
Así mismo, en la Figura 3, se muestra la misma distribución de mapas de calor, pero en esta oportunidad para el Zika, la cual, se atribuye como otra enfermedad en temas de concentración a la Dorada. No obstante, para esta patología, se ven grandes concentraciones también en el municipio de Chinchiná, siendo el segundo más afectado después de la Dorada

Figura 3. Mapa de calor para el Zika



Finalmente, para terminar el análisis de las variables, se realizó otro mapa de calor para el chikungunya, el cual muestra una vez más, altas concentraciones de casos en la Dorada.

Figura 4. Mapa de calor para el Chikungunya



Con base en lo expuesto, se toma el municipio de la Dorada Caldas, como factor de estudio debido a sus altas concentraciones de casos en las tres enfermedades, esto ayuda además, a limitar el alcance en el proyecto.

El próximo paso, fue el de obtener información sobre el estado del saneamiento básico (Acueducto y alcantarillado), el cual fue consultado en el portal de terridata por el Registro de Estratificación y Coberturas del Sistema Único de Información (REC-SUI), tal como se observa en el Cuadro 1, expuesto anteriormente. En él, se puede ver el porcentaje de la cobertura para acueducto y alcantarillado de la Dorada, con relación a otros municipios como Viterbo y Norcasia; dicho porcentaje, es relativamente alto conforme a los demás, por lo cual la Dorada cuenta con una buena cobertura de estos servicios de acuerdo a los datos publicados en terridata.

Finalmente, se obtiene a través de las páginas oficiales de la Alcaldía de la Dorada, la distribución de los centros hospitalarios del municipio y nuevamente se solicita a la Territorial de Salud de Caldas, los casos presentados entre el 2015 – 2020 de las enfermedades tratadas en el municipio de la Dorada, solo que en este caso, con la solicitud específica de que permitan cierto tipo de variables como estrato, edad, semana en que se presenta el caso, género, si el paciente está vivo o no y la dirección para georreferenciarlos. Sin embargo, de la información solicitada no se recibe el estrato socioeconómico. De dicha solicitud se obtiene los casos respectivos de los cuales se hace un resumen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Resumen de casos para Dengue, Zika y Chikungunya en el municipio de la Dorada, Caldas. 2015 – 2020

Enfermedad	Cantidad
Dengue	569
Zika	19
Chikungunya	37
Total	625

5.1.2 Análisis comparativo de las variables epidemiológicas y otras asociadas, por medio de datos clínicos y geográficos, con el fin de establecer las relaciones entre ellas y su incidencia en la propagación de estas.

Para el desarrollo de esta fase, se tuvo en cuenta los estudios expuestos en el marco teórico, en proyectos similares que usaron ciertas variables; además, de la ayuda de un profesional de salud, quien por medio de un previo conocimiento del proyecto, ayudó a determinar las variables requeridas para trabajar. En el cuadro 4, se presentan las variables que se consideran importantes para el proyecto

Cuadro 4. Variables que inciden en la propagación de las enfermedades transmitidas por vectores

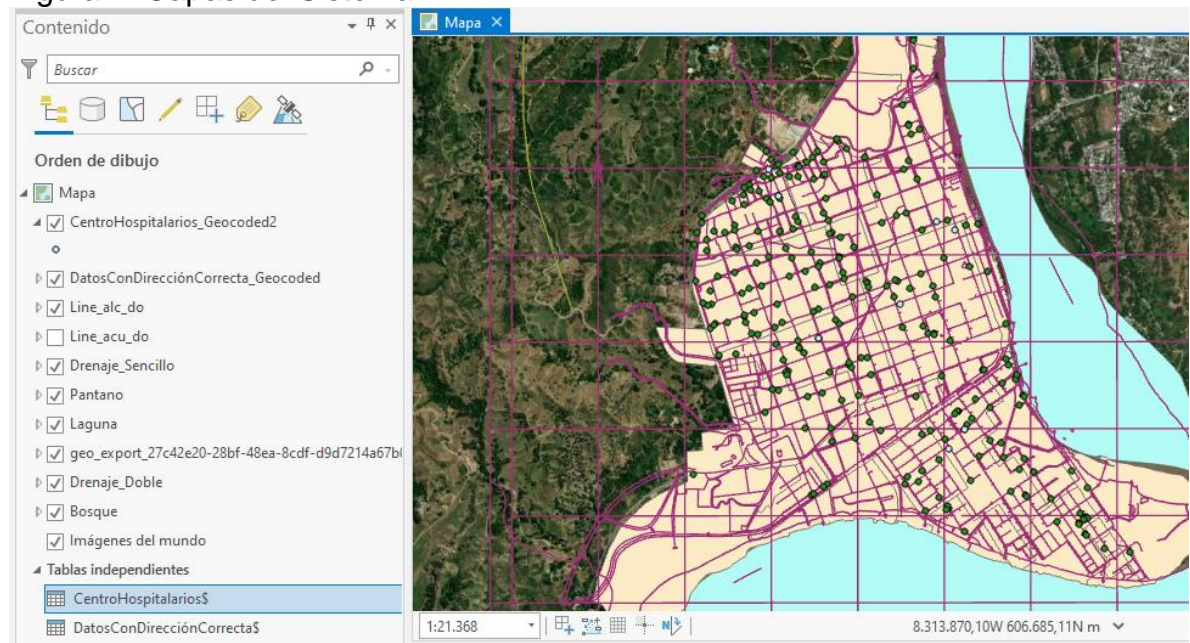
Variables
Cercanía a cuerpos de agua
Cercanía a matorrales y pastizales
Estado de calles
Estado de urbanizaciones
Material de construcción de las casas
Saneamiento básico
Uso del suelo
Temperatura
Precipitaciones

Las fuentes de consultas para las variables presentadas fueron las siguientes: Para las cercanías a cuerpos de agua (ríos, lagunas y pantanos) y cercanía a matorrales (bosques), se obtuvo desde los datos abiertos del IGAC, la cual fue obtenida en formato de shapefile desde su página oficial. Para el saneamiento básico (redes de acueducto y alcantarillado), se solicitó a través de Empocaldas, la cual proporcionó la información en formato .AWG y posteriormente se convirtió al formato de Shapefile para poder ser luego cargada como capa en la próxima fase.

5.1.3 Construcción del SIG con la información recolectada sobre datos epidemiológicos, clínicos, geográficos y geográficos, con el fin de que el usuario final pueda visualizar, consultar y determinar el comportamiento de las variables más importantes que influyen en la prevención, atención y propagación de las enfermedades mencionadas.

Finalmente, ya con los datos consultados por las diferentes plataformas y entidades, se procede a crear un proyecto en la herramienta de ArcGIS Pro, donde se elige un mapa y se cargan los datos obtenidos en las fases anteriores. Para georreferenciar los casos presentados y de los centros hospitalarios se usó el geocodificador propio de ArcGIS Online, usando como campos de georreferenciación, las direcciones de los pacientes, el departamento, el municipio y el barrio; adicionalmente, se hizo reubicación de algunos puntos cuyas direcciones coincidían con otros lugares del país. Para el caso de las demás variables, se realizó la carga de ellas (ya en formato shapefile) al mapa. Al final se tenían varias capas en el proyecto, como se observa en la Figura 4.

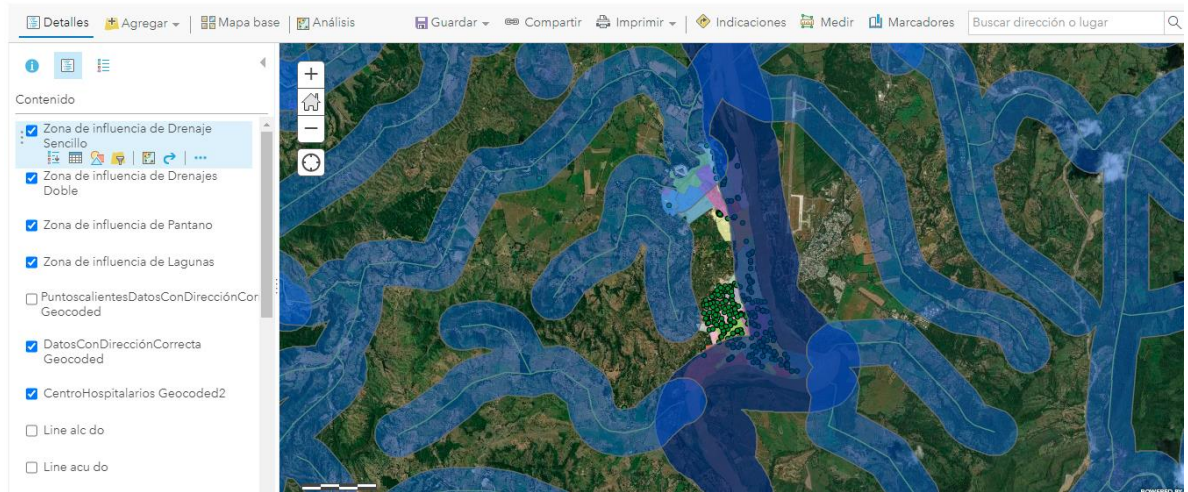
Figura 4. Capas del Sistema



Otro paso que se implementó, fue publicar el proyecto en ArcGIS Online, donde se realizó análisis de mapas de calor, para crear una nueva capa que permitiera ver qué barrios dentro del municipio mostraba mayor concentración de las enfermedades, así mismo, una nueva capa que mostrara la influencia de las zonas como ríos, lagunas y pantanos, para determinar qué casos podrían estar

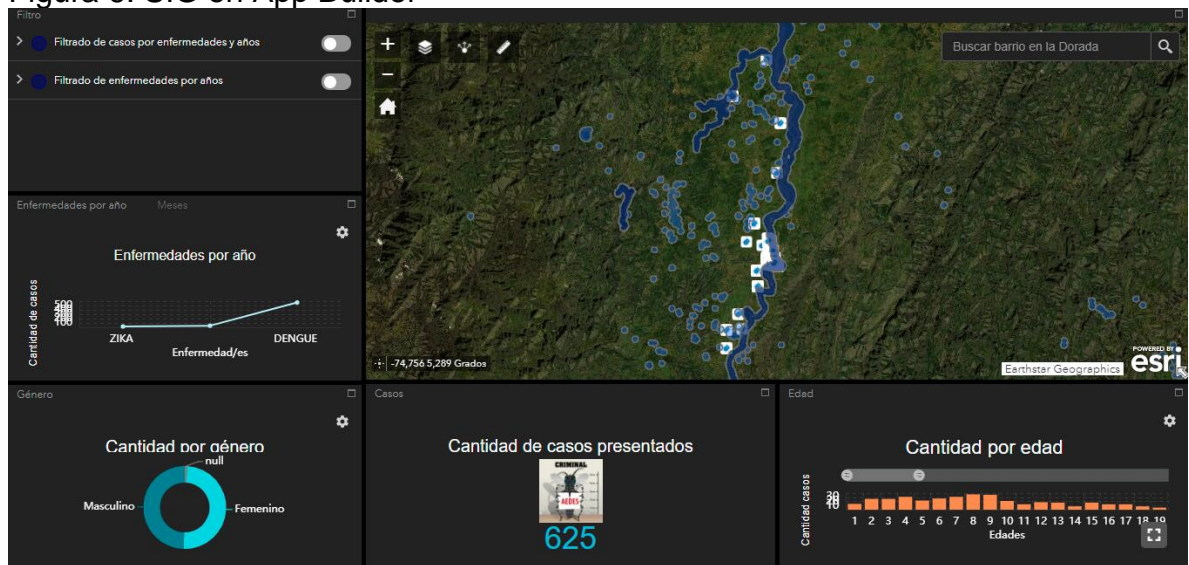
influenciados por estas variables. La figura 5, muestra las capas nuevas aplicadas al mapa.

Figura 5. Nuevas mapas tras análisis



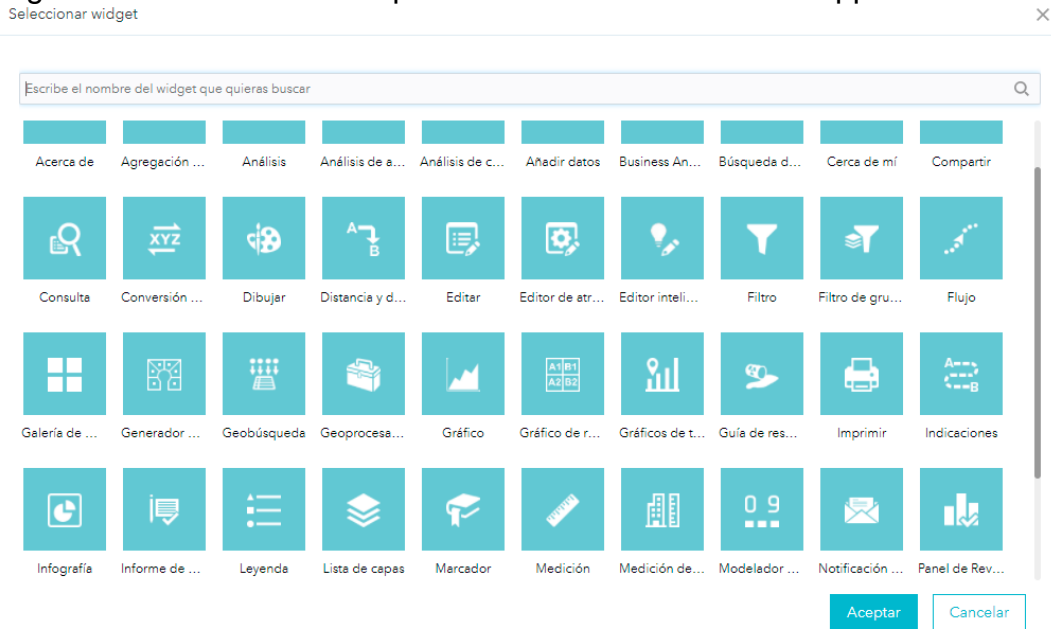
Finalmente, se hace uso de App Web Builder, para crear un dashboard que permita ser visualizado por diferentes usuarios con varias consultas predefinidas, como se puede ver en la Figura 6.

Figura 6. SIG en App Builder



Cada uno de los elementos que aparecen en la pantalla, fueron configurados por las opciones de la Figura 7, que ofrece la herramienta de la App Builder, en este caso, las opciones de Filtro, búsqueda, lista de capas, mapa, infografías y demás.

Figura 7. Visualización de opciones de la herramienta de App Builder



6. RESULTADOS

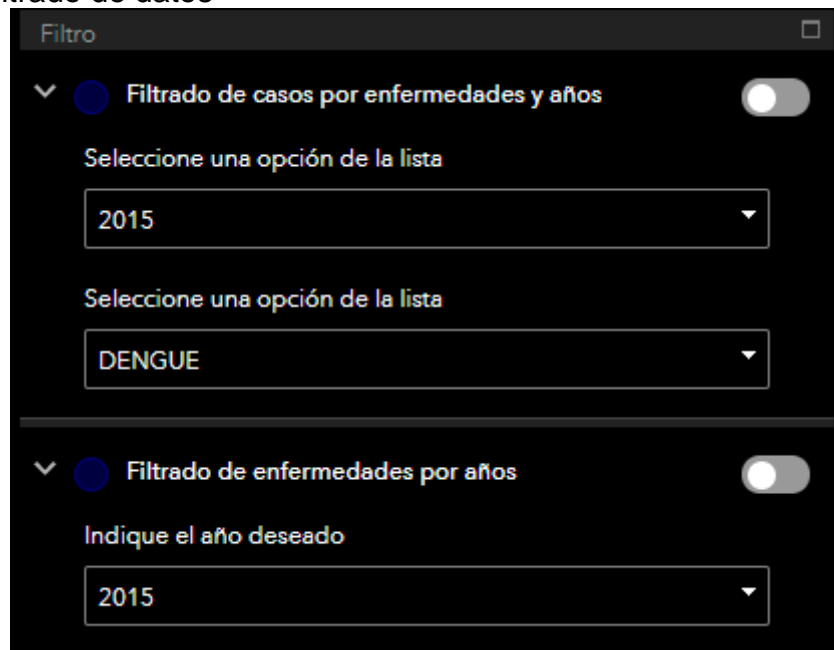
El Sistema de Información Geográfica (SIG) para enfermedades de vectores, le permite a los usuarios encontrar, visualizar y acceder a cierta información de interés, por medio de múltiples tipos de consultas para facilitar la atención, mitigación y prevención sobre las tres enfermedades producidas por el mosquito del género *A. Albopictus* y *A. Aegypti* siendo estos el Zika, el Dengue y Chikungunya.

Dentro del sistema existente tras el desarrollo del proyecto, se pueden encontrar diferentes apartados, como los que se observan en la Figura 6, los cuales se explicaran a continuación:

- En la Figura 8, se presenta la primera pantalla que le permite al usuario, filtrar la información de acuerdo a unos parámetros, por ello, se cuenta con dos filtros de búsqueda:

El primero de ellos, llamado “Filtrado de casos por enfermedades y años”, el cual permite realizar la depuración de acuerdo a un año y enfermedad seleccionada, mientras que, el segundo “Filtrado de enfermedades por años”, permite ver como se presentan las enfermedades durante el año seleccionado. Esto, le posibilita al usuario, identificar la ubicación de los casos presentados durante cierto año, para cierta enfermedad, con el fin de visualizar la cercanía de estos a ciertos elementos o variables, como son ríos, quebradas, lagunas, pantanos, bosques y alcantarillados

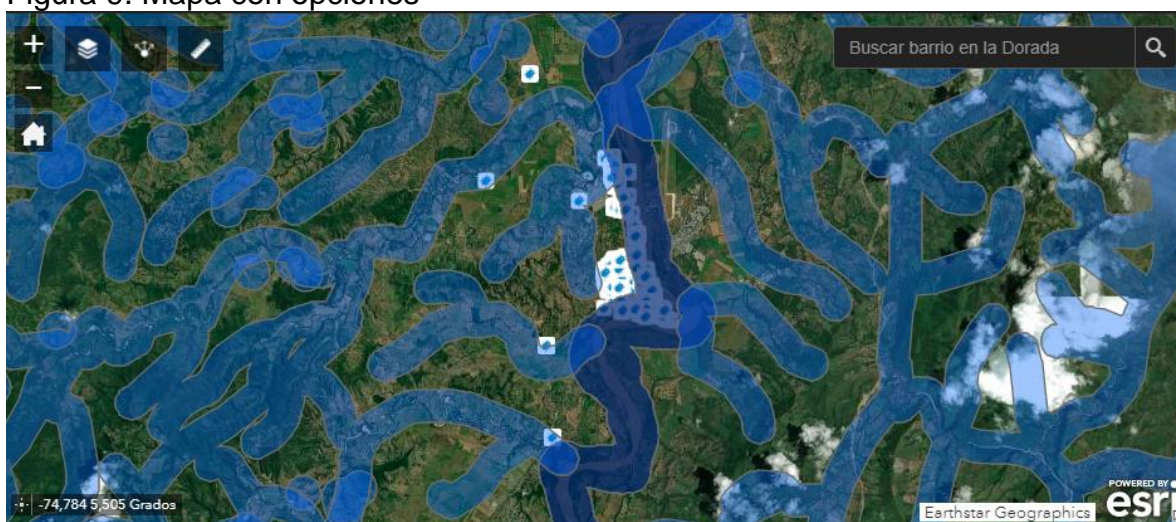
Figura 8. Filtrado de datos



The image shows a dark-themed 'Filtro' (Filter) dialog box. It contains two sections, each with a dropdown menu and a toggle switch. The first section is titled 'Filtrado de casos por enfermedades y años' and has a toggle switch that is turned on. Below the title is the instruction 'Seleccione una opción de la lista' (Select an option from the list), followed by a dropdown menu showing '2015'. The second section is titled 'Filtrado de enfermedades por años' and also has a toggle switch that is turned on. Below the title is the instruction 'Indique el año deseado' (Indicate the desired year), followed by a dropdown menu showing '2015'. The second section's dropdown menu is currently empty, suggesting it might be a placeholder or a different view.

- En la Figura 9, se presenta la segunda pantalla donde está el mapa, en el cual se muestran los casos de enfermedades georreferenciadas, al igual que los centros hospitalarios. Así mismo, se visualiza las demás capas existentes en el Sistema de Información Geográfica y permite ciertas funcionalidades que pueden ser aprovechadas:
 - Filtro de búsqueda: Da la oportunidad a los usuarios de ubicar los barrios del municipio de la Dorada, Caldas en el mapa. Esta opción realiza la búsqueda por defecto de acuerdo a las letras o palabras introducidas en el campo de texto, como también, logra hacer el zoom automático hasta el lugar de búsqueda.
 - Zoom + y zoom -: Posibilita al usuario acercar y alejar cualquier punto en el mapa, actualizando las gráficas e infografías de acuerdo a la cobertura de la pantalla y los mapas presentados en él.
 - Capas: Permite ver las diferentes capas que componen el sistema, entre ellas los mapas de calor, redes de acueducto, redes de alcantarillado, zonas de bosques, centros hospitalarios, casos de las tres enfermedades en los 5 años y las capas de influencia de los cuerpos de agua (ríos, lagunas y pantanos); además da al usuario la posibilidad de encender y apagarlas para que aparezcan o desaparezcan del mapa y así, tener una mejor visualización de la información con la que se cuenta en el sistema.
 - Compartir: Proporciona al usuario la posibilidad de compartir el SIG a diferentes personas a través de diversas redes sociales como Correo electrónico, Facebook, Twitter, Gmail e incluso compartir el vínculo de esta aplicación.
 - Medir: Da al usuario la posibilidad de medir la distancia entre dos puntos de acuerdo a la referencia de medida (Millas, kilómetros y demás), lo que ayudará a los usuarios analizar más el contexto y la influencia en distancia de los casos con ciertas variables que se encuentran en el sistema.

Figura 9. Mapa con opciones



- Finalmente se cuenta con la Figura 10, que presenta los tableros de resultados, que mostrarán conteos de acuerdo a los filtros de búsqueda que se utilicen de la Figura 8.

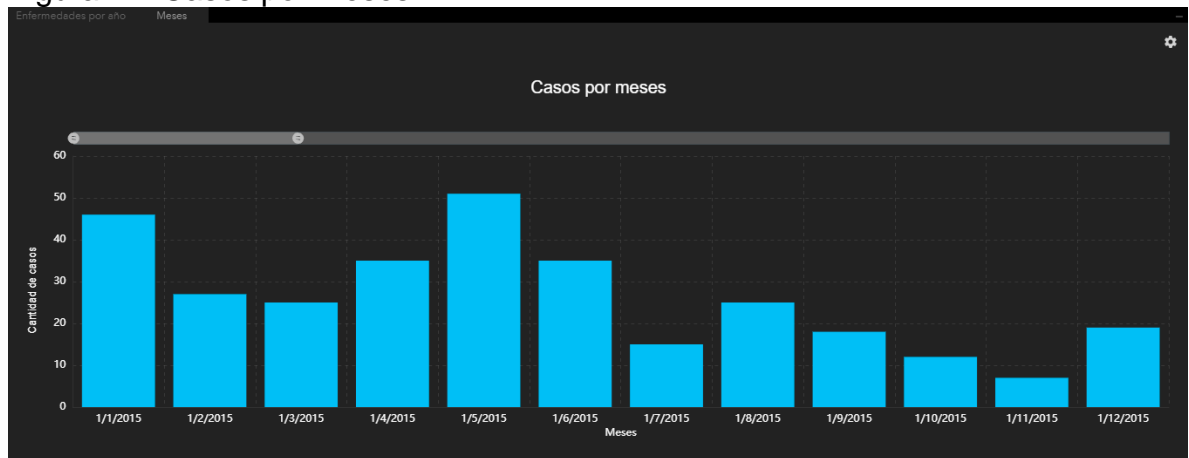
Figura 10. Tableros de resultados



El usuario podrá visualizar diferentes resultados como los que se enseñan a continuación:

- Casos por meses: permite observar la cantidad de casos presentados por meses de las enfermedades o la enfermedad como se puede ver en la Figura 11, de acuerdo a los resultados que se arrojen en los filtros de búsqueda. Esto ayuda a, visualizar cuáles son los meses con mayor tasa en la propagación de las enfermedades, lo cual sirve de ayuda, al momento de analizar otros factores futuros como la incidencia de las precipitaciones por meses en el aumento de los casos.

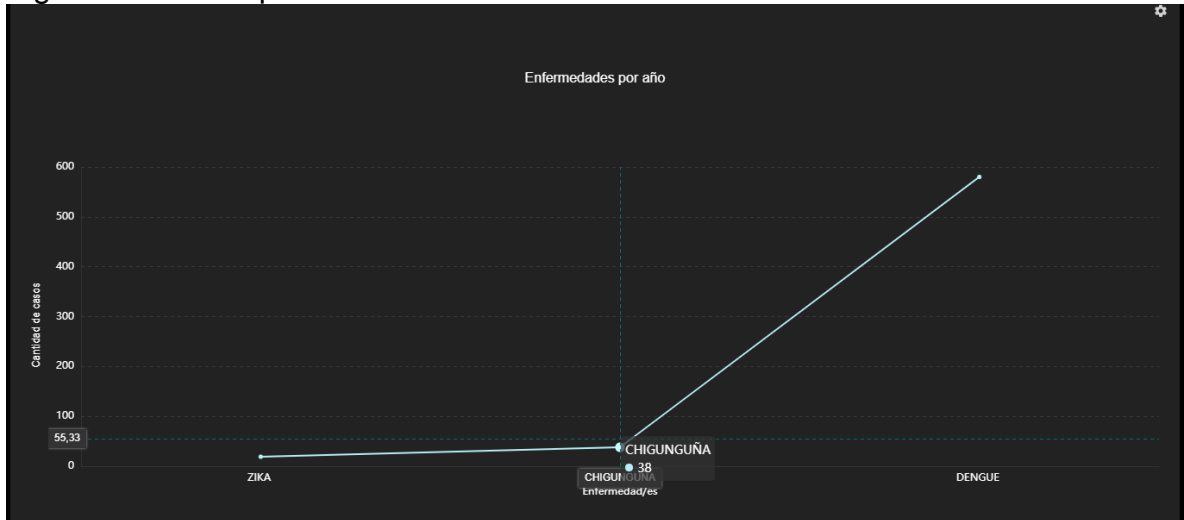
Figura 11. Casos por meses



- Casos por años: Ayuda a observar la cantidad de casos presentados por años de las enfermedades o la enfermedad como se puede ver en la Figura 12, de acuerdo a los resultados que se arrojen en los filtros de búsqueda. Esto ayuda a, visualizar

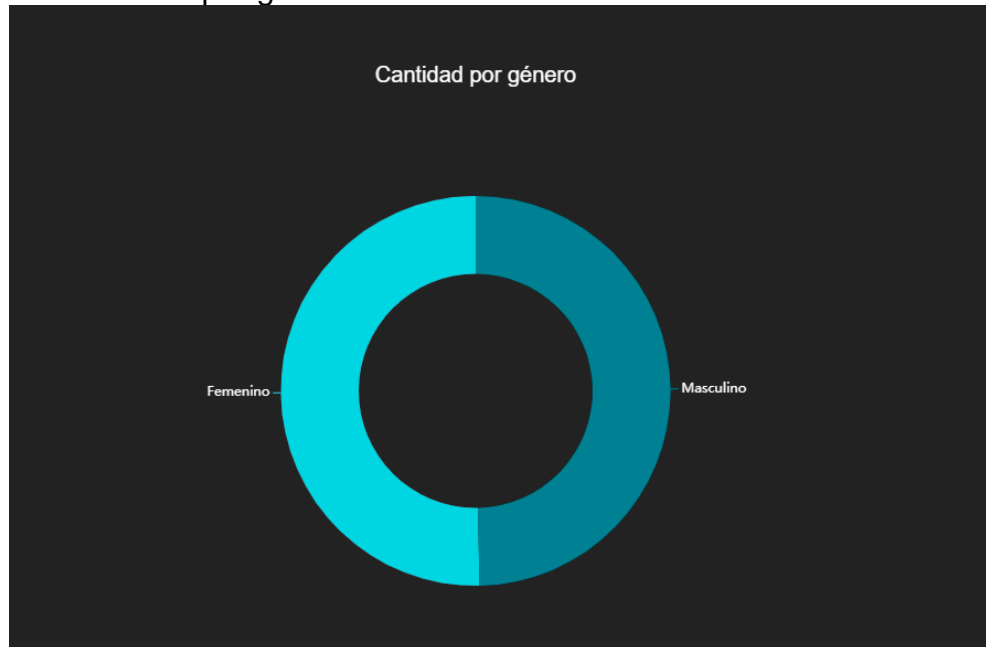
cuáles son los años con mayor tasa en la propagación de las enfermedades, lo cual sirve de ayuda, al momento de analizar otros factores futuros como la incidencia de las precipitaciones por años en el aumento de los casos.

Figura 12. Casos por años



- Cantidad por género: En la Figura 13, se presenta la cantidad de casos de acuerdo al tipo de género de cada persona, lo cual, ayuda a determinar qué población es la más afectada por las enfermedades, o si en su defecto la población es afectada por igual.

Figura 13. Cantidad por género



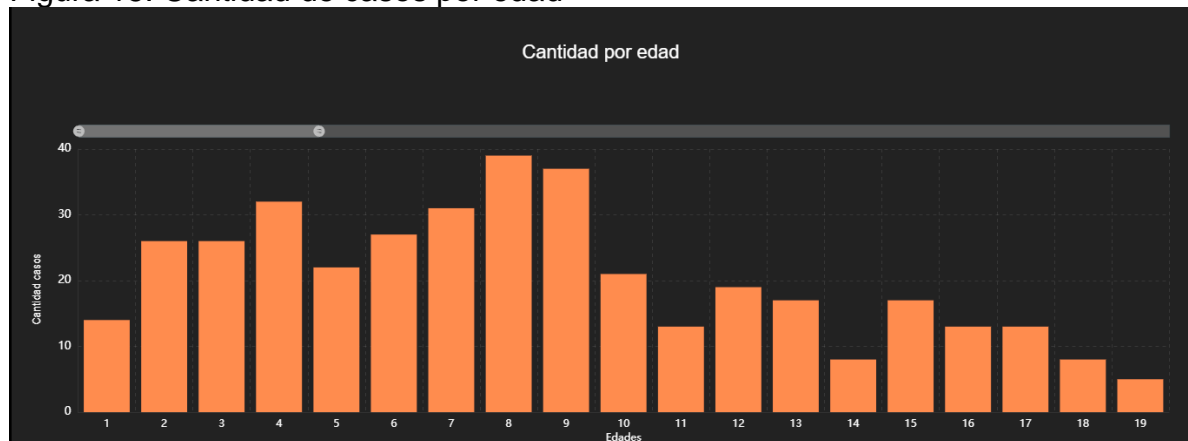
- Cantidad de casos presentados: Muestra la cantidad de casos presentados independientemente de otros factores, como el género y la edad. En la Figura 14, se aprecia un ejemplo de este.

Figura 14. Cantidad de casos presentados



- Cantidad por edad: En la Figura 15, se observa los resultados de casos por edad, lo cual ayuda a identificar en cuáles sectores de la población se presentan más casos.

Figura 15. Cantidad de casos por edad



Con relación a lo visto, el Sistema de Información Geográfica (SIG) en la actualidad, permite a los usuarios de cualquier nivel (Pacientes, agentes de entidades de salud y gubernamentales), realizar diferentes consultas para desarrollar de forma eficaz estrategias de prevención y mitigación de las enfermedades transmitidas por vectores, además de visualizar diferentes conteos por diversas variables que dejaran ver la situación a lo largo de tiempo-espacio.

En comparación con los casos expuestos en el marco referencial, el sistema actual tiene gran similitud con el proyecto de graduación de Pisco⁶³, el cual tuvo como objetivo cartografiar la concentración de casos de Dengue y Chikungunya en el municipio de San Antonio de Oriente, Honduras; y así identificar las variables de localización que influyen en la incidencia de estas enfermedades. La novedad de este SIG, con relación al expuesto en el marco referencial, es su disposición a las personas de diferentes niveles, los cuales podrán hacer consultas y actuar en contra de la propagación de las enfermedades de vectores. No obstante, para el caso de las variables utilizadas por Pisco para su proyecto de graduación, se tuvieron en cuenta algunos como el estado de calles y el estado de las urbanizaciones que no se lograron conseguir para el SIG trabajado en este proyecto, y que claramente son indicadores indispensables al momento de realizar análisis de la forma en cómo se propaga el vector transmisor. Finalmente, es de aclarar que uno de los resultados del SIG coincide con Pisco, al notarse la gran incidencia que tienen los cuerpos de agua con la propagación del vector trasmisor, pues como se visualiza en la Figura 9, la mayoría de los casos en el SIG se encuentran dentro de la zona de influencia de los ríos, lagunas y pantanos o cerca a dichas zonas.

⁶³ PISCO ANCHUNDIA, Emily Massiel. Análisis geográfico de Dengue y Chikungunya en el municipio de San Antonio de Oriente, Honduras, 2017.

7. CONCLUSIONES

- Durante el análisis comparativo de las variables epidemiológicas y otras asociadas, se tuvieron en cuenta aquellas expuestas en otros estudios citados en la teoría, tales como redes de acueducto y alcantarillado, cercanías a cuerpos de agua y bosques. Lo anterior, arrojó como resultado que realmente existe una incidencia entre los casos presentados frente a los cuerpos de agua, convirtiéndose en factores para la propagación, puesto que como se observan en las capas de influencia, el vector transmisor puede recorrer durante toda su vida un total de 500 metros, y los casos presentados por las tres enfermedades, están dentro o muy cerca de esta, lo cual la hace muy probable para que se presenten casos en dichos lugares.
- Se logró construir un SIG con información de interés sobre Dengue, Zika y Chikungunya para el municipio de la Dorada, Caldas; la cual será utilizada por usuarios de diferentes niveles que podrán visualizar a través de consultas previas, el comportamiento de estas enfermedades en los años del 2015 al 2020. Es de resaltar que el proceso de obtención de los datos, fue en cierta parte algo complejo, pues en las diferentes fuentes consultadas, la información proporcionada muchas veces no era brindada con lo que se había solicitado, o en otros casos se encontraba errada. Dado que al inicio del proyecto se contaba con ciertas variables que no pudieron ser obtenidas, la primera versión del SIG es funcional solo para el municipio de la Dorada y puede ser extendida a otros municipios una vez se alimente el SIG con información más actualizada y con una mayor cobertura en variables que en esta ocasión no se lograron obtener.
- De acuerdo a las capas de redes de acueducto y alcantarillado, estas cubren la totalidad de la zona urbana del municipio de la Dorada, lo que quiere decir, que con relación a la información obtenida en el Cuadro 1, ésta es razonable y el 8.98% restante para acueducto y el 10,38% restante de alcantarillado, correspondería a los corregimientos y la zona rural del municipio. Consecuentemente, por el porcentaje de cobertura que tiene la zona urbana en contraste con la cantidad de casos presentados en ella, para la situación de la Dorada, el saneamiento básico no sería una variable que afecte en la actualidad la propagación de las enfermedades.
- Si se realiza una alimentación minuciosa del sistema, se pueden obtener unos resultados mucho más favorables que permitirán una mejor toma de decisiones por parte de las entidades gubernamentales, y el personal de salud en temas de estrategia para la prevención y mitigación de las enfermedades, es así, como la responsabilidad del correcto funcionamiento u obtención de resultados, corresponde en gran medida a personales de salud quienes harán que la herramienta sea de mucha más utilidad para cualquier tipo de usuario.

8. RECOMENDACIONES

- Es de utilidad que en un futuro el SIG pueda estar conectado en tiempo real a las entidades de salud inicialmente del municipio de la Dorada Caldas, para que los agentes de salud puedan nutrir el sistema, permitiendo una mejor experiencia en la toma de decisiones para controlar estas enfermedades.
- Como aspecto de mejoramiento se pueden incluir nuevas capas como las precipitaciones anuales o mensuales y el manejo de desechos sólidos y excretos, para estudiar la forma en que estas variables afectan la propagación de la reproducción del vector transmisor.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, Jonathan Marcelo. Mapa interactivo sobre casos de Dengue en la Provincia de Formosa Enero de 2016 [en línea]. Corrientes, 2018, 19 p. Trabajo Final (Especialización en Tecnologías de la Información Geográfica). Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Humanidades. [Fecha de la consulta: 05/11/2019]. Disponible en: <<http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/1573>>

BENÍTEZ PÉREZ, María Obdulia. Papel de los mosquitos del género Aedes en la transmisión de patógenos [en línea] En: Revista Archivo Médico Camagüey. Cuba: Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Vol. 22, No. 5 (2018); p. 1-6. ISSN 1025-0255. [Fecha de la cita: 05/24/2021] Disponible en: <<http://scielo.sld.cu/pdf/amc/v22n5/1025-0255-amc-22-05-634.pdf>>

CALVO, Eliana Patricia; ARCHILA, Edwin Darío; LÓPEZ, Lady; CASTELLANOS, Jaime Eduardo. Re-conociendo al virus Chikungunya. [en línea] En: Revista Biomédica. Bogotá D.C: Laboratorio de Virología, Universidad El Bosque. 2021; p.14. ISSN: 0120-4157. [Fecha de la cita: 05/19/2021] Disponible en: <<https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/5797/4758>>

CASTAÑEDA BECERRA, Stephani Lucero; TUNJANO ARISTIZABAL, Luis Felipe. Implementación de modelos espacio temporales para predecir la distribución de las enfermedades transmitidas por vectores en zonas críticas de Sasaima-Cundinamarca [en línea]. Bogota D.C., 2018, 145 p. Trabajo de Grado (Ingeniero Ambiental y Sanitario). Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería. [Fecha de consulta: 05/11/2019]. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1762&context=ing_ambiental_sanitaria>

CHICO ALDAMA, Patricia; HIDALGO GARCÍA, Felipe De Jesús; OCHOA ESQUIVEL, Rosa Del Carmen. Ciclo de vida del Aedes aegypti y manifestaciones clínicas del dengue [en línea]. En: Acta Pediátrica de México Vol. 22, No. 2 (marzo-abril, 2001); p. 114-116. [Fecha de la cita: 05/19/2021] Disponible en: <http://repositorio.pediatrica.gob.mx:8180/bitstream/20.500.12103/1532/1/ActPed2001_18.pdf>

CONDOR CAMARA, Daniel; NOLASCO CARDENAS, Oscar Patricio; CARRASCO ESCOBAR, Gabriel; EGOAVIL AYALA, Miguel. Sistema de Información basado en Tecnologías de Información y Comunicación para geolocalización de Zika, Dengue, Chikungunya y Malaria [en línea]. En: XVI Coloquio Panamericano de Investigación en Enfermería. (9: 1-8, 2018: Cuba). [Fecha de la cita: 05/11/2019]. Disponible en: <<http://coloquioenfermeria2018.sld.cu/index.php/coloquio/2018/paper/view/440/96>>

ESMERALDAS VÉLEZ, Esther Elizabeth; FALCONES CENTENO, Mariana Rosalía; VÁSQUEZ ZEVALLOS, Mariángel Gabriela; MOREIRA VÉLEZ, María Gabriela. La epidemia de Dengue: Generalidades de su control y tratamiento. [en línea]. En: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento. Vol. 3, No. 1 (2019) p. 108-125. [Fecha de la cita: 24/03/2020] Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6788158> >

HARAPAN, Harapan; MIRZA, Ryan; BENEDIKTUS, Yohan; RUFIKA, Shari; FIRZAN, Nainu; AHMED, Rakib; ISRAT, Jahan; TALHA, Bin; IRFAN, Ullah; KRITU, Panta; KULDEEP, Dhama; TEDJO, Sasmono. Covid-19 y dengue: golpes dobles para los países asiáticos donde el dengue es endémico. [en línea]. En: Revista medical virology. 2021. [Fecha de la cita: 05/19/2021] Disponible en: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/rmv.2161>>

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD (Colombia). Boletín Epidemiológico. [en línea]. Bogotá: Instituto Nacional de Salud. 2020. [Fecha de consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <<https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Paginas/Vista-Boletin-Epidemiologico.aspx>>

LEDEZMA ACEVEDO, Juan Gabriel; RODRÍGUEZ CARDENAS, Natalia; UREÑA PICADO, Johnny. Herramientas Cartográficas digitales en vigilancia de enfermedades transmitidas por Aedes spp; caso en Costa Rica [en línea]. En: Revista Costarricense de Salud Pública. San José. Vol. 27, No. 1 (ene-feb, 2018); p. 87-101. ISSN: 1409-1429. [Fecha de la cita: 05/11/2019] Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292018000100087>

LONDOÑO C., Libardo A.; HORFAN A., Daniel; ARROYAVE Z., Juan E.; LONGAS A., Dayro G. Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teoría de Percolación Aplicados al Estudio de Fenómenos de Propagación en Epidemiología [en línea]. En: Revista Avances en Sistemas e Informática. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Vol. 4, No. 1 (jun., 2007); p. 23-31. ISSN: 1657-7663. [Fecha de la cita: 05/11/2019] Disponible en: <<https://www.redalyc.org/pdf/1331/133116856005.pdf>>

LONDOÑO C, Libardo A.; RESTREPO E, Carolina; MARULANDA O, Elisabeth. Distribución espacial del dengue basado en herramientas del Sistema de Información Geográfica, Valle de Aburrá, Colombia [en línea]. En: Revista Nacional Salud Pública. Valle de Aburrá: Universidad de Antioquia. Vol. 32, No. 1 (ene-abr, 2014); p. 1-9. ISSN: 2256-3334. [Fecha de la cita: 05/11/2019] Disponible en: <<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v32n1/v32n1a02.pdf>>

LÓPEZ, Ana; CASTRO, Jessica; TORRES, Luz; MORALES P., Jeyson; LÓPEZ Lersy. Análisis morfológico del mosquito Aedes aegypti y nivel de conocimiento de la enfermedad producida por el virus del dengue en las sede de la CURN Cartagena.

[en línea]. En: Repositorio Institucional Uninúñez. (2017) p. 1-23. [Fecha de la cita: 23/03/2020] Disponible en: <<http://site.curn.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/152>>

LUGO TRAMPE, José de Jesús. Diagnóstico molecular y caracterización genética de patógenos transmitidos por artrópodos vectores, en pacientes con síndrome febril en la región fronteriza del sur de México. Nuevo León, México, 2019, 144 p. Tesis (Maestro en Ciencias con acentuación en Entomología Médica), Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. [Fecha de consulta: 08/03/2020]. Disponible en: <<http://eprints.uanl.mx/18015/>>

LUNA RODRÍGUEZ, Hugo; GÓMEZ PELÁEZ, Glubis; CANDO CALUÑA, Wilson. Factores epidemiológicos asociados a dengue en pacientes adultos. [en línea]. En: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento. Vol. 2, No. 2 (2018) p. 700-709. ISSN-e 2588-073X. [Fecha de la cita: 23/03/2020] Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6796741> >

MARQUEZ RIVERA, Angel Ricardo; GRAJALES ZAPATA, Diana Lorena. Sistema de Vigilancia Entomológica Basada en Tecnologías M-HEALTH, WEB GIS Y CROWDSOURCING [en línea]. Villavicencio, 2018, 47 p. Proyecto EPI (Enfermería). Universidad de los Llanos, Facultad Ciencias de la Salud. [Fecha de consulta: 05/11/2019]. Disponible en: <<https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1332>>

Ministerio de Educación Nacional (Colombia). SI-GEO: Sistema de Información Geográfica del Sector Educativo [en línea]. Bogotá D.C.: Ministerio de Educación Nacional. (Fecha de actualización: 24/10/2019). [Fecha de consulta: 26/10/2019]. Disponible en: <<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>>

N. KANTOR, Isabel. Dengue, Zika y Chikungunya. [en línea]. Buenos Aires. Vol. 76, No.2, (2016). ISSN 0025-7680 [Fecha de consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <<http://www.medicinabuenaosaires.com/wp-content/uploads/2016/02/Med76-2-6504-Dengue-A-1.pdf>>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Chikungunya. [en línea]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. 2020. [Fecha de consulta: 05/18/2021]. Disponible en: <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya> >

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Dengue y dengue grave. [en línea]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. 2020. [Fecha de consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Enfermedad por el virus de Zika. [en línea]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. 2019. [Fecha de consulta: 05/11/2019]. Disponible en: <<https://www.who.int/topics/zika/es/>>

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Todos a prevenir la transmisión del virus del dengue. [en línea]. Bogotá: Organización Panamericana de la Salud. 2019. [Fecha de consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <https://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=3253:todos-a-prevenir-la-transmision-del-virus-del-dengue&Itemid=487>

ORIUNDO VERGARA, Willy José. Uso del sistema de información geográfica (SIG) para la vigilancia y monitoreo del aedes aegypti en el Distrito de Santa Anita – Lima Perú [en línea]. Lima, 2018, 118 p. Tesis (Maestro en Gestión Ambiental). Universidad Nacional Federico Villarreal. [Fecha de consulta: 05/11/2019]. Disponible en: <<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3062>>

ORTA PESINA, Héctor. Diseño y evaluación de un sistema de información geográfica, como herramienta, para la prevención y control del dengue en el área metropolitana de Monterrey, N. L. (2009-2012) [en línea]. Nuevo León, 2018, 120 p. Tesis (Doctor en Ciencias con Acentuación en Entomología Médica). Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. [Fecha de consulta: 05/11/2019]. Disponible en: <<http://eprints.uanl.mx/16703/1/1080290333.pdf>>

ORTA PESINA, Héctor; MERCADO HERNÁNDEZ, Roberto; RODRÍGUEZ CASTRO, Violeta Ariadna; TABITAS AGUILAR, María Isabel; FLORES SUAREZ, Adriana Elizabeth; QUIROZ MARTÍNEZ, Humberto; CHACÓN REYNA, Juana María; PONCE GARCÍA, Gustavo; SAUCEDA GARZA, Jessica Suhail; VARELA ECHAVARRÍA, Adrián; FERNÁNDEZ SALAS, Ildefonso; REBOLLAR TELLES, Eduardo A. Análisis de la Distribución Espacial y Temporal de los Casos de Dengue (2009–2012) Mediante un Sistema de Información Geográfica en el Área Metropolitana de Monterrey, NL, México [en línea]. En: Southwestern Entomologist. Texas. Vol. 43, No. 3 (sep., 2018); p. 761-771. [Fecha de la cita: 05/11/2019] Disponible en: <<https://bioone.org/journals/Southwestern-Entomologist/volume-43/issue-3/059.043.0321/An%C3%A1lisis-de-la-Distribuci%C3%B3n-Espacial-y-Temporal-de-los-Casos/10.3958/059.043.0321.short?tab=ArticleLink>>

ORTIGOZA CAPETILLO, Gerardo Mario; BAUER, Fred; LORANDI MEDINA, Alberto Pedro. Modelación matemática de la propagación del Chikungunya: Logros y retos. [en línea]. En: Revista de Investigación en Ciencias de la Salud. Mexico: Universidad Veracruzana. Vol 14, No.1 (enero-junio, 2019); p. 1-11. ISSN: 2007-1779. [Fecha de la cita: 05/19/2021] Disponible en: <<https://www.uv.mx/veracruz/uvca281dinamicadesistemas/files/2019/07/ArticuloModelacionMatematicaDeLaPropagacionDelChikungunya.pdf>>

PARRA HENAO, Gabriel. Sistemas de información geográfica y sensores remotos. Aplicaciones en enfermedades transmitidas por vectores [en línea]. En: Revista CES Medicina. Medellín: Universidad CES. Vol. 24, No. 2 (jul-dic, 2010); p. 75-89. ISSN: 0120-8705. [Fecha de la cita: 05/11/2019] Disponible en: <<https://www.redalyc.org/pdf/2611/261119512006.pdf>>

PIERSON, Theodore C; DIAMOND, Michael S. La aparición del virus Zika y sus nuevos síndromes clínicos [en línea]. En: Revista Review Nature. EE.UU: Facultad de Medicina de la Universidad de Washington, St. Louis, Vol. 560, (Agosto, 2018); p. 573-581. [Fecha de la cita: 05/19/2021] Disponible en: <<https://www.nature.com/articles/s41586-018-0446-y.pdf>>

PISCO ANCHUNDIA, Emily Massiel (2017). Análisis geográfico de Dengue y Chikungunya en el municipio de San Antonio de Oriente, Honduras [en línea]. Zamorano, 2017, 62 p. Proyecto especial de graduación (Ingeniera en Ambiente y Desarrollo). Escuela Agrícola Panamericana. [Fecha de consulta: 05/11/2019]. Disponible en: <<https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5972>>

QUINTANA SALCEDO, Álvaro Enrique; CUETO BUELVAS, Goretty; DEL TORO RUBIO, Moraima. Evaluación de un proyecto de prevención de la infección por el virus del Zika [en línea]. En: Revista Cubana de Salud Pública. Cartagena: Corporación Universitaria Rafael Núñez. Vol. 45, No. 3 (2019); p. 1-14. ISSN 1561-3127. [Fecha de la cita: 05/11/2019] Disponible en: <<http://www.revsaludpublica.sld.cu/index.php/spu/article/view/1299/1264>>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (RAE). Diccionario de la lengua española [en línea]. Madrid: Real Academia Española. 2020. [Fecha de la consulta: 26/02/2021]. Disponible en: <<https://dle.rae.es>>

REY, Jorge R; LOUNIBOS, Philip. Ecología de Aedes aegypti y Aedes albopictus en América y transmisión de enfermedades [en línea]. En: Revista Biomédica. Florida: Laboratorio de Entomología Médica de Florida, Universidad de Florida. Vol. 35, No. 2 (2015); p. 177-185. [Fecha de la cita: 05/20/2021] Disponible en: <<https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/2514/3035>>

SAAVEDRA VELASCO, Marcos; CHIARA CHILET, Christian; PICHARDO RODRIGUEZ, Rafael; GRANDEZ URBINA, Antonio; INGA BERROSPI, Fiorella Sandra, 2020. Coinfección entre dengue y covid-19: necesidad de abordaje en zonas endémicas. [en línea]. En: Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba. Córdoba: 77(1); p.52-54. [Fecha de la cita: 05/19/2021]. Disponible en: <<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/med/article/view/28031/29332>>

TIERRA VILLA, Jessica. Guía Ponte pilas con la Chikungunya. [en línea]. En: Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ciencias de la Salud. [Fecha de consulta: 05/03/2020]. Disponible en:

<<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5693/2/Guia%20ponte%20pilas%20con%20la%20chikun.%200026.pdf>>

TRIANA VIDAL, Luz Elena; MORALES GARCÍA, Mónica Andrea; ARANGO CÁRDENAS, Maria Janeth; BADIEL OCAMPO, Marisol; CUARTAS, Daniel Elías. Análisis de la distribución espacial y temporal de los virus del Dengue (2006-2017), Zika (2015- 2017) y Chikungunya (2014-2017) en Colombia [en línea]. En: Infectio. Bogota D.C., Vol. 23, No. 4 (2019); p. 352-356. ISSN: 0123-9392. [Fecha de la cita: 05/011/2019] Disponible en: <<http://www.revistainfectio.org/index.php/infectio/article/view/810/852>>

ULLOA GARCÍA, Armando. Biodiversidad de mosquitos y vectores de enfermedades. [en línea]. En: Revista Biomédica. Tapachula, Chiapas, México. Universidad Autónoma de Chiapas. Vol. 30, No. 3 (2019) p. 103-104. ISSN-e 0188-493X. [Fecha de la cita: 23/03/2020] Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7060849>>

VALLEJO URREGO, Michael Alexander; ROA GIRALDO, Juan David; TOLEDO ARENAS, José Daniel; PEÑUELA MURCIA, Rosa Liliana; CASALLAS ZAMBRANO, Daniela; RODRIGUEZ REAL, Sheyla Alexandra. Caracterización de cohorte posneonatal con sospecha de síndrome de zika congénito, en institución de alta complejidad en Colombia (2016-2017) [en línea]. En: Revista Medicina. Bogota D.C.: Clínica Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Vol. 41, No. 3 (jul-sep, 2019); p. 213-230. ISSN: 0120-5498. [Fecha de la cita: 05/11/2019] Disponible en: <<http://revistamedicina.net/ojsanm/index.php/Medicina/article/view/1448>>

ZULUAGA GÓMEZ, Mateo; VANEGAS ISAZA, Daniel. El virus Chikungunya en Colombia: aspectos clínicos y epidemiológicos y revisión de la literatura. [en línea]. En: Latreia. Medellín: Universidad de Antioquia. Vol. 29, No 1(enero-marzo, 2019); p. 65-74. ISSN: 0121-0793. [Fecha de consulta: 08/03/2020]. Disponible en: <<https://www.redalyc.org/pdf/1805/180543043006.pdf>>

Williamson, Diane. Interacción hospedador-patógeno y evasión inmunitaria [en línea]. En: Revista sociedad británica de inmunología. Reino Unido: Laboratorios de Ciencias de la Defensa y Tecnología [Fecha de la cita: 05/24/2021] Disponible en:<<https://www.immunology.org/es/public-information/bitesized-immunology/pathogens-and-disease/interacci%C3%B3n-hospedador-pat%C3%B3geno-y>>