



Relación entre los casos de dengue y las variables climatológicas y sociodemográficas del municipio de Aguazul, Casanare (Periodo 2015 -2020).

Autores:

Katerine Páez Castillo

Vilma María Burgos Botia

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Civil

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Bogotá, Colombia

2021



Relación entre los casos de dengue y las variables climatológicas y sociodemográficas del municipio de Aguazul, Casanare (Periodo 2015 -2020).

Autores:

Katerine Páez Castillo

Vilma María Burgos Botia

Proyecto de grado presentado como requisito fundamental para optar al título de Especialista en Sistemas de Información Geográfica.

Director:

Vanessa Rodríguez Rueda

MSc Geomática Ambiental

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Civil

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Bogotá, Colombia

2021

## Tabla de Contenido

1.	Resumen.....	6
2.	Abstract.....	7
3.	Introducción.....	8
4.	Objetivos .....	9
4.1.	Objetivo General .....	9
4.2.	Objetivos Específicos .....	9
5.	Planteamiento del Problema .....	10
6.	Justificación.....	12
7.	Marco Conceptual.....	14
7.1.	El Dengue y la Distribución Espacial del Vector.....	14
7.2.	Factores que Pueden Influir en el Desarrollo del Mosquito: Climatológicas y Sociodemográficos .....	17
7.3.	Zonas de Mayor Concentración del Virus .....	18
8.	Estado del Conocimiento .....	19
8.1.	Análisis de la Distribución de los Casos Dengue a Nivel Mundial y Nacional .....	20
8.2.	Comportamiento de las Variables Climatológicas y Factores Sociodemográficos que influyen en el Dengue.....	23
8.3.	Zonas Endémicas para la Transmisión del Dengue que Requieren Mayor Control del Aedes Aegypti.....	25
9.	Metodología .....	26
9.1.	Descripción de la Zona de Estudio.....	26
9.2.	Casos de Dengue en Aguazul y Su Distribución Espacial .....	29
9.3.	Evaluación de las Variables Climatológicas y Factores Sociodemográficos de la Zona de Estudio .....	30
9.4.	Zonas de mayor concentración de transmisión del Dengue.....	31
10.	Resultados y discusión.....	32
10.1.	Casos de Dengue en Aguazul y Su Distribución Espacial .....	32
10.2.	Variables climatológicas y factores sociodemográficos que influyen en el dengue.....	33
10.2.1.	Representación de la precipitación y los casos de dengue .....	33
10.2.2.	Representación de los casos de dengue en relación a los estratos socioeconómicos..	44
10.3.	Identificación de Zonas de mayor concentración del Aedes .....	45
11.	Conclusiones.....	58
12.	Recomendaciones .....	60
13.	Referencias.....	61

## Lista de tablas

Tabla 1. Enfermedades Transmisibles por Vectores, Aguazul – Casanare 2014 – 2019.....	12
Tabla 2. Causas de Morbilidad según Eventos de Notificación Obligatoria, Aguazul 2009 - 2019.....	16
Tabla 3. Dengue en Cuba.....	20
Tabla 4. El dengue en Venezuela.....	21
Tabla 5. El dengue en Colombia .....	22
Tabla 6. Estudio de zonas de alto riesgo de transmisión del dengue en el Valle de Aburrá.....	25
Tabla 7. Extensión municipio Aguazul.....	26
Tabla 8. Datos de entrada .....	29
Tabla 9. Georreferenciación casos notificados Dengue.....	32
Tabla 10. Total casos de dengue por temporadas. ....	35

## Lista de figuras

Figura 1. Ciclo de Infección.....	15
Figura 2. Ubicación municipio de Aguazul. ....	27
Figura 3. Precipitación del municipio de Aguazul, 2015 - 2020.....	34
Figura 4. Casos de dengue vs precipitación año 2015.....	36
Figura 5. Casos de dengue vs precipitación año 2016.....	37
Figura 6. Casos de dengue vs precipitación año 2017 .....	38
Figura 7. Casos de dengue vs precipitación año 2018.....	39
Figura 8. Casos de dengue vs precipitación año 2019.....	40
Figura 9. Casos de dengue vs precipitación año 2020.....	41
Figura 10. Temperatura promedio anual 2016 – 2019. ....	42
Figura 11. Temperatura promedio anual del municipio de Aguazul, 2016 – 2019.....	43
Figura 12. Dashboard. Casos de dengue vs estrato socioeconómico .....	44
Figura 13. Leyenda de identificación de zonas.....	45
Figura 14. Identificación del nivel de mayor concentración del dengue, año 2015. ....	46
Figura 15. Identificación del nivel de concentración, año 2016.....	47
Figura 16. Identificación del nivel de concentración de contagios por dengue, año 2017. ....	48
Figura 17. Identificación del nivel de concentración de contagios por dengue, año 2018. ....	49
Figura 18. Identificación del nivel de concentración de contagios por dengue, año 2019 . ....	50
Figura 19. Identificación del nivel de concentración de contagios por dengue, año 2020 . ....	51
Figura 20. Identificación del nivel de concentración de contagios por dengue, años 2015 – 2020.....	52
Figura 21. Identificación zona sur.. ....	54
Figura 22. Select By Location a Hidrología casco urbano.....	55

## 1. Resumen

Dada la problemática que existe en el mundo y particularmente en Colombia a partir del dengue, se realizó el análisis de los casos notificados en el municipio de Aguazul, del periodo comprendido entre el 2015 al 2020, respecto a variables climatológicas (temperatura y precipitación) y variables sociodemográficas (estrato socioeconómico), aplicando herramientas SIG como lo son: Dashboard (tablero de control), ArcMap con sus herramientas de cálculo de densidades; elaboración de gráficas y cartografía base de la zona de estudio, generando un instrumento que permite encontrar la relación existente entre la incidencia de casos por dengue y el comportamiento de las variables climatológicas y sociodemográficas en la cual se identificó la relación entre los casos de dengue y la precipitación, debido a que se encontró un aumento de los casos notificados por dengue para la temporada de lluvias, la cual genera estancamiento de aguas que favorecen el aumento del mosquito *Ae. Aegypti* y la propagación de los casos de dengue, así mismo, se presenta ausencia de datos de estratificación del Sisbén a nivel municipal que permitan establecer las condiciones socioeconómicas y nivel de vida de los contagiados por el virus del dengue, además de identificar las zonas de alta concentración de transmisión de dengue que requieren mayor control del *Aedes Aegypti* y crear una base de información que sirva como insumo para la toma de decisiones, vigilancia y control de salud pública municipal, toda vez que a la fecha no existe un instrumento que permita identificar el comportamiento de los casos de dengue y evitar posibles epidemias.

**Palabras clave:** sistemas de información geográfica, climatológicas, precipitación, sociodemográficas, *Aedes Aegypti*.

## 2. Abstract

Knowing the problem around the world and particularly in Colombia due to dengue, an analysis of the reported cases of dengue was carried out in the municipality of Aguazul, in a period from 2015 to 2020, taking into account climatological variables such as (temperature and precipitation) and sociodemographic variables such as (socioeconomic level), using SIG tools between them Dashboard (control panel), ArcMap with its density calculation tools; making graphics and cartography of the target area, generating an instrument that allows finding the relationship between the incidence of dengue cases and the behavior of the climatological and sociodemographic variables in which the relationship between dengue cases and precipitation was identified, because an increase in reported dengue cases was found for the rainy season, which generates stagnation of waters that favor the increase of Ae, Aegypti and the spread of dengue cases, likewise, there is an absence of stratification data from Sisbén at the municipal level that allows establishing the socioeconomic conditions and standard of living of those infected by the dengue virus, in addition to identifying areas of high concentration of dengue transmission that require greater control of the Aedes Aegypti and create a data base that can be used as a support for making decisions, watching and control of the public health, it is a very important alternative if we see to the time there is no an instrument that allows to identify the behavior of dengue cases and avoid possible epidemics.

**Keywords:** geographic information systems, climatological, precipitation, sociodemographic, Aedes Aegypti.

### 3. Introducción

Los eventos por dengue se presentan mayormente en zonas tropicales, donde las condiciones sociales y ambientales son escasas. Por ejemplo, en los últimos años se han notificado eventos por casos de dengue en el municipio de Aguazul con un aumento de forma exponencial específicamente en el año 2019.

El uso eficiente de los SIG en los eventos notificados por dengue, permite conocer de una forma más amplia el comportamiento multitemporal y reproducción de los vectores, así como identificar zonas de alta concentración de contagios por dengue; para desarrollar estrategias efectivas de vigilancia epidemiológica contrarrestando así los criaderos del vector transmisor del dengue.

Los sistemas de información geográfica han sido usados a nivel mundial y nacional como herramientas útiles para determinar zonas endémicas que presentan alta concentración de contagios por dengue como por ejemplo: en Cuba (Pérez et al., 2003), Venezuela (Marruffo et al., 2012), Argentina (Carbajo, 2003), Colombia (Padilla et al., 2012) (Londoño et al., 2014).

En el presente estudio se pretende establecer distribución espacial de los casos de dengue en el municipio de Aguazul durante los años 2015 – 2020, donde se evalúan las variables climatológicas y factores sociodemográficos para la identificación de las zonas que presentan alta concentración de transmisión del dengue que requieren mayor control del *Aedes Aegypti*.



## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Estudiar la relación entre los casos de dengue, las variables climatológicas y sociodemográficas del municipio de Aguazul Casanare (periodo 2015-2020).

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Establecer la distribución espacial de los casos de dengue en el municipio de Aguazul durante los años 2015 – 2020.
- Analizar la relación entre los casos de dengue y las variables climatológicas y sociodemográficas en la zona de estudio.
- Identificar las zonas donde se presenta mayor concentración de contagios por dengue, que requieren mayor control del *Aedes Aegypti*.

## 5. Planteamiento del Problema

El dengue es una enfermedad viral, que se transmite por mosquitos del género *Aedes Aegypti* y es transmitida al hombre por medio de la picadura de una hembra infectada, cada año se producen entre 50 y 100 millones de infectados por dengue según la Organización Mundial de la Salud (Ministerio de Salud y Protección Social & Federación Médica de Colombia, 2013), lo cual lo ha convertido en un reto para la salud pública en el mundo (Guzmán & Kourí, 2002).

De las enfermedades transmitidas por vectores ETV, el dengue es la que se transmite con mayor frecuencia a nivel mundial, esta se ha multiplicado hasta 30 veces durante los últimos 50 años, presentándose principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del planeta (WHO, 2012).

Factores como el cambio climático y el aumento de la temperatura se relacionan con crecimiento en los casos por dengue (Guzmán & Kourí, 2002), así mismo, la precipitación, la dirección del viento, el manejo de residuos, aguas estancadas o ríos y caños alledaños (Ministerio de Salud Argentina, 2016), la aparición y distribución del dengue se ve relacionado con los factores ambientales, sociales, demográficos entre otros, dentro del cual el ambiente es el factor más estudiado (Collazos et al., 2017).

Es importante mencionar que los factores socioeconómicos, asociados al tipo de vivienda, pobreza, asentamiento y la densidad de la población juegan un papel importante en la propagación del virus del dengue (Collazos et al., 2017). Aunque se han desarrollado distintas estrategias para prevenir las enfermedades transmitidas por vectores, la OMS sugiere el correcto manejo ambiental como una estrategia de prevención, debido a que la alteración e inadecuada manipulación de los factores en el ambiente pueden influir en el control de vectores, ya que este es el medio en el que se reproducen y se propaga la enfermedad (Penilla, 2007).

Teniendo en cuenta las notificaciones presentadas en el plan territorial de salud 2020-2023; El Municipio de Aguazul durante el periodo 2009 a 2019 se han notificado un total de 9.223 casos y las primeras diez causas relacionadas corresponden al 88,5% del total de casos, estableciéndose para todo el decenio que el dengue es la principal causa con una frecuencia absoluta preponderante, una proporción del 42,61% del total de la notificación y una franca tendencia al aumento a partir de 2014, es de mencionar que en 2019 se presenta una notificación que sobrepasa el 300% de la notificación comparada con el año anterior (Instituto Nacional de Salud, 2020).

Dado al aumento en los casos de dengue de los últimos años y la necesidad de realizar un análisis multitemporal mediante las herramientas SIG que permita analizar los factores que influyen en el crecimiento del dengue, la posibilidad de identificar las zonas de mayor concentración de los casos de dengue por la presencia del zancudo y evitar posibles epidemias, se plantea la siguiente pregunta: ¿Existe una relación entre el aumento de los casos de dengue y los factores ambientales y sociodemográficos presentados en el municipio de Aguazul durante los últimos 6 años?.

## 6. Justificación

Las condiciones geográficas y climáticas del municipio de Aguazul Casanare, así como las variables climáticas y sociodemográficas aumentan los factores de riesgo por enfermedades transmitidas por vectores – ETV, de los cuales, el dengue es el que presenta más casos reportados; para el año 2019 fue del 30,09% de los casos notificados al SIVIGILA, para un total de 1020 casos y de dengue grave del 0,7%, con 148 casos reportados, teniendo un comportamiento creciente y de manera exponencial del 300% respecto de 2018 (Instituto Nacional de Salud, 2020) (Tabla 1).

**Tabla 1.**

Enfermedades Transmisibles por Vectores, Aguazul – Casanare 2014 – 2019

Enfermedades Transmitidas por vectores	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TOTAL
DENGUE	214	218	188	107	236	1020	4784
DENGUE GRAVE	4	4	0	0	3	148	290
ZIKA	0	1	123	3	3	3	133
CHAGAS	26	19	15	11	6	3	100
CHIKUNGUNYA	4	65	27	1	0	2	99
MALARIA VIVAX	1	0	0	0	0	9	18
LEISHMANIASIS	0	1	0	2	0	2	10
MORTALIDAD POR DENGUE	0	0	0	0	1	1	5
MALARIA FALCIPARUM	0	0	1	0	0	2	4
TOTALES	249	308	354	124	249	2019	6272

*Nota.* Tomada de Ministerio de salud y Protección Social. SISPRO – SIVIGILA semana 52 2019.

El dengue es la primera causa de morbilidad de los eventos de notificación obligatoria del Municipio de Aguazul; con una proporción del 42,61% del total de la notificación y una franca tendencia al aumento a partir de 2014 (Secretaría de Salud y Gestión Social Aguazul, 2020). El uso de sensores remotos y los Sistemas de Información Geográfica es descrita como herramientas eficaces para el estudio de la distribución espacial, ideales para determinar áreas de riesgo con presencia de vectores transmisores de enfermedades siendo excelentes herramientas para realizar de acciones de prevención y control (Parra, 2010).

El aumento de casos de dengue en el municipio y el cambio climático nos hace pensar y evaluar si existe una relación entre los casos de dengue, variables climatológicas (Guzmán & Kourí, 2002) y sociodemográficas (Whiteman et al., 2020), además de poder identificar cuáles son las zonas más afectadas por este virus para servir de apoyo a la toma de decisiones de las entidades competentes, que estas intervengan directamente en las zonas de alto riesgo de la enfermedad y llevar a cabo acciones que disminuyan la propagación del mosquito y el virus.

Este trabajo busca identificar los factores y variables ambientales de los hábitats que favorecen el aumento de los vectores con el fin de crear un instrumento de apoyo para la toma de decisiones del área encargada de salud pública del municipio de Aguazul y así implementar estrategias enfocadas principalmente al control del vector y la prevención de la enfermedad, identificando así su entorno y disminuir los casos de dengue.

## 7. Marco Conceptual

### 7.1. El Dengue y la Distribución Espacial del Vector

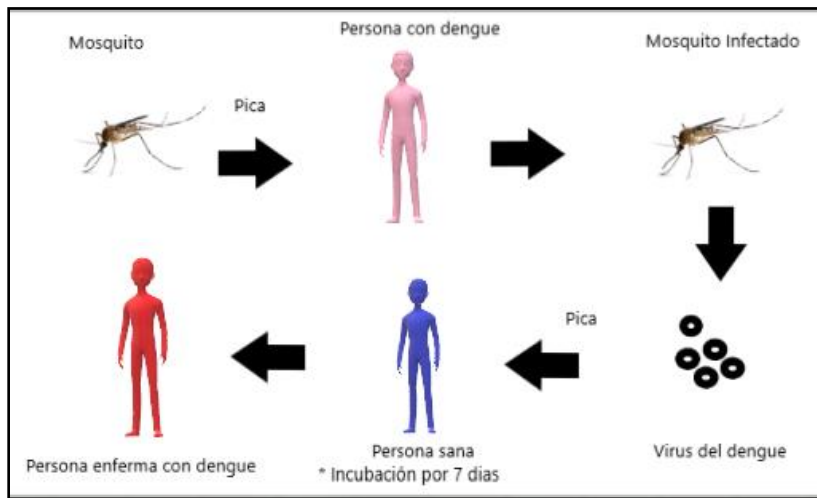
Para realizar un estudio a partir de los casos de dengue y su distribución espacial es importante realizar una descripción de la enfermedad, forma de transmisión e incidencia de los casos, por ejemplo:

La guía de memorias dengue del Ministerio de Salud y Protección Social (2012) afirma que “el dengue es una enfermedad viral aguda, endemo-epidémica, causada por un arbovirus de la familia *Flaviviridae* y transmitida por la picadura de hembras de mosquitos del género *Aedes*, principalmente el *aegypti*” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012, p. 6).

Para la transmisión de esta enfermedad, la hembra del mosquito *Aedes Aegypti* debió haberse contaminado del virus al picar una persona anteriormente contagiada de dengue, como se muestra a continuación (Figura 1).

**Figura 1.**

Ciclo de Infección.



*Nota.* Adaptado de *Ciclo de Infección*, de MinSalud, Memorias Dengue.

El *Ae. Aegypti* es un mosquito doméstico y sus hábitats larvarios están en estrecha asociación con el hombre en recipientes donde se acumula agua, el cual sirve para su ciclo biológico (Organización Mundial de la Salud, 2017). “El dengue es un evento de interés en salud pública y por lo tanto es de notificación obligatoria”(Ministerio de Salud y Protección Social, 2012, p. 17), en el municipio de Aguazul según lo reportado al SIVIGILA Casanare por la Unidades Notificadoras, durante la vigencia 2009 a 2019 el dengue ocupa el primer en las causas de morbilidad, con una frecuencia absoluta preponderante del 42,61% del total de la notificación y una franca tendencia al aumento a partir de 2014, es de mencionar que en 2019 se presenta una notificación que sobrepasa el 300% de la notificación comparadamente con el año anterior (Secretaría de Salud y Gestión Social Aguazul, 2020) (Tabla 2).

**Tabla 2.***Causas de Morbilidad según Eventos de Notificación Obligatoria, Aguazul 2009 – 2019*

EVENTO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	FRECUENCIA	FRECUENCIA
												ACUMULA	RELATIVA
210 - DENGUE	504	449	158	502	672	214	218	188	107	236	1.020	4.268	42,61%
300 - AGRESIONES POR ANIMALES POTENCIALMENTE TRANSMISORES DE RABIA	11	87	156	155	168	151	167	135	158	169	151	1.508	15,06%
875 - VCM, VIF, VSX					37	86	154	196	247	133	140	993	9,91%
831 - VARICELA INDIVIDUAL	154	82	60	72	32	41	62	41	66	47	37	694	6,93%
360 - INTOXICACIÓN POR PLAGUICIDAS	25	15	17	13	9	21	21	12	11			144	1,44%
895 - ZIKA							1	123	3	3	3	133	1,33%
100 - ACCIDENTE OFIDICO	9	8	14	13	10	11	7	8	14	8	10	112	1,12%
220 - DENGUE GRAVE	62	20	3		4	4	4			3	6	106	1,06%
820 - TUBERCULOSIS PULMONAR	4	9	3	7	6	12	7	11	18	11	13	101	1,01%
205 - CHAGAS				12	8	26	19	15	11	6	3	100	1,00%

*Nota.* Tomada de Instituto Nacional de Salud (2020).



La información georreferenciada es satisfactoriamente utilizada en múltiples estudios para predecir la distribución de vectores en Colombia y alrededor del mundo como vulnerabilidad espacial del dengue (Pérez et al., 2003). Parra (2010) , afirma que “Los sistemas de información geográfica también permiten analizar interrogantes de naturaleza espacial, en los cuales la localización de una entidad biológica es una función de su relación frente a otros organismos o de influencias ambientales” (Parra, 2010, p. 82).

## **7.2. Factores que Pueden Influir en el Desarrollo del Mosquito: Climatológicas y Sociodemográficos**

La precipitación es el agua líquida o solida que se forma en la atmosfera que viene de la tierra y regresa a ella por medio del ciclo de agua; si las nubes en determinada zona son cálidas (altitudes bajas) caerá lluvia, pero cuando las nubes se encuentran en zonas frías (altitudes altas), el agua se congela y cae en forma de hielo (Geoenciclopedia, 2021).

La distribución anual de lluvias en la zona de estudio, se presentan de forma bimodal por temporada seca y temporada de lluvias distribuida en los meses de abril a octubre de cada año. Otra variable climatológica que puede impactar en los casos de dengue es la temperatura, que es una magnitud de la física que trata la cantidad de calor en el ambiente (Márquez et al., 2019).

La demografía es definida como la ciencia que estudia las poblaciones humanas, tanto cualitativa como cuantitativamente (Balmaceda, 2008), así mismo, cuando se habla de los factores sociodemográficos se tratan características generales de determinado grupo poblacional como cantidad de habitantes, estrato, genero, edad, entre otros (León, 2015).

Dentro de los programas del Departamento Nacional de Planeación – DNP, se encuentra el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (SISBEN), por

medio del cual realiza una clasificación a la población de acuerdo a sus condiciones de vida, ingresos, nivel de escolaridad, estrato, entre otros (DNP, 2021).

### **7.3. Zonas de Mayor Concentración del Virus**

Las zonas de riesgo se presentan al aumentar los elementos afectados expuestos al existir mayor población expuesta o susceptible de daño en un área determinada, a mayor vulnerabilidad, mayor riesgo (Larrea, 1989), para el presente estudio se definirán las zonas de mayor concentración como las zonas donde se encuentre mayor incidencia en los casos de dengue.

Las diferentes variables como la temperatura, precipitación, altura (Chaves & Friberg, 2021), así como disponibilidad de servicios públicos, lugares cercanos a fuentes hídricas y lotes baldíos (Whiteman et al., 2020) que se prestan para generar un hábitat propicio para el ciclo del zancudo transmisor del dengue.

## 8. Estado del Conocimiento

El dengue se ha extendido en más de 100 países, entre ellos se encuentra África, el Mediterráneo Oriental, sudoriente de Asia, Pacífico Occidental y las Américas, previo al 1970 únicamente nueve países habían presentado enfermedad infecciosa de dengue, número que en 1995 se fue multiplicando produciendo brotes contagiosos; en 2007 por ejemplo, en Venezuela se registraron más de 80.000 casos, de los cuales más de 6.000 correspondían a dengue grave (Organización Panamericana de la Salud, 2011), El dengue grave es reconocido por la detección de eventos hemorrágicos, sin que se presenten causas primarias, como lesiones preexistentes en el tubo digestivo (Kuhn & Charrel, 2018).

Desde el año 2000 en Asia, el dengue se ha propagado a nuevas zonas aumentando significativamente en la región asiática, en el año 2003, se produce un aumento a ocho países de Asia suroriental que reportaron casos de dengue, donde la región más afectada es la del Pacífico occidental (Padilla et al., 2012).

Por otro lado, la transmisión reciente del dengue se ha reportado en casi todos los países de las Américas; en 2017 se reportaron 581.268 casos en 44 países, de los cuales el 98% en los siguientes 14 países: Brasil, México, Perú, Nicaragua, Colombia, Ecuador, Bolivia, Panamá, Venezuela, Costa Rica, Honduras, El Salvador, Guatemala y Belice (Guzman, 2019).

En el territorio nacional, el 50% de la carga acumulada de la enfermedad causada por dengue durante el periodo 1999-2010 se focaliza en forma persistente, en 18 municipios endémicos, donde existen 10'079.686 de personas en riesgo de enfermar y morir por dengue grave (Padilla et al., 2012); el cual inicia con un cuadro típico caracterizado por presentar fiebre, cefalea, artralgias, mialgias, y un brote maculopapular, pero aproximadamente a los 6 días de evolución

se evidencia aparición espontánea de petequias y hemorragias que puede presentar pérdida de plasma generando colapso circulatorio (Méndez et al., 2003).

Por último, en el municipio de Aguazul no se encuentran estudios relacionados con el uso de los SIG que determinen las zonas de mayor concentración de contagios por dengue.

### 8.1. Análisis de la Distribución de los Casos Dengue a Nivel Mundial y Nacional

En Cuba, debido a la cantidad de casos reportados el año 1997, se iniciaron controles por parte del sistema de vigilancia en salud, para disminuir y controlar la propagación de dengue, los cuales mostraron resultados positivos año a año, como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3.**

Dengue en Cuba

Episodios En Cuba	Impacto
1977 se registraron 500.000 casos	Infectó aproximadamente el 50% de la población, observándose un cuadro benigno de dengue.
1981 se registraron 344.203 casos y 158 defunciones	Los enfermos presentaron fiebre, vómitos, dolor abdominal y hepatomegalia.
1997 emergió la enfermedad en Santiago de Cuba con 3.012 casos notificados de los cuales hubo 12 defunciones.	Este acontecimiento epidemiológico que mostró la necesidad de mantener las medidas de control vectorial y vigilancia epidemiológica.
2000 se reportaron 138 casos confirmados en la provincia Ciudad de la Habana.	Esta epidemia fue de corta duración porque se detectó muy rápidamente y de inmediato se realizaron varias actividades para el control del vector.

*Nota.* Adaptado de Pérez et al., 2003.

De acuerdo a su investigación, se desarrollaron mapas temáticos que reflejaba la relación entre la infestación por *Aedes aegypti* y la distribución de los casos por manzanas; también, la relación de los resultados por vulnerabilidad a la enfermedad, estrato socioeconómico y las agrupaciones o patrones espaciales frente a los casos en el brote presentados en el año 2000 (Pérez et al., 2003).

En el año 2010, en Venezuela fueron reportados 123.967 casos, de los cuales el 5,52% pertenecían al estado Lara; con el fin de optimizar la vigilancia y las acciones de prevención e inspección, se realizó georreferenciación de los casos de dengue con mapas digitalizados en el Municipio Juan Guillermo Ibarren (Marruffo et al., 2012).

**Tabla 4.**

El dengue en Venezuela

Metodología	Resultados
Elaboraron una base de datos con el programa Excel	Almacenaron y clasificaron datos de: indicadores entomológicos y variables epidemiológicas por caso semanalmente y se clasifico por zona geográfica y división político administrativa del Municipio Juan Guillermo Ibarren.
Usaron ArcCatalog para crear seis capas de los casos de: Fiebre Dengue, Dengue Hemorrágico, nebulización focal, perifocal, promoción de la salud, tratamiento, recolección de criaderos.	Se ingresan los atributos correspondientes, capa, simbología a cada caso, obtuvieron la visualización del comportamiento de los casos de dengue por área georreferenciados del municipio Juan Guillermo Ibarren
Georreferenciaron casos por semana epidemiológica, digitalización con ubicación geográfica, donde se ingresan variables epidemiológicas, género y edad; además de las capas de acciones de prevención y control.	Se observó la distribución espacial, comportamiento de los casos y comparaciones multitemporales por semanas y zonas que presentan alta incidencia de casos, así mismo, los casos repetidos por sectores

Nota. Adaptado de (Marruffo et al., 2012).

Por otra parte, durante el periodo 1971-2010, se registraron epidemias importantes de dengue en Colombia; la mayor epidemia histórica registrada en el país fue la que se presentó entre octubre de 2009 y noviembre de 2010; la primera epidemia de dengue del presente milenio ocurrió entre los años 2001 y 2002 donde se registraron 78.618 casos de dengue, de los cuales, 73.350 fueron casos de dengue y 5.268 de dengue grave (6,7 %), y 25 muertes por esta causa, correspondientes a una letalidad de 0,5 % (Padilla et al., 2012).

La revista de la Asociación Colombiana de Infectología en el año 2019, realizó estudio de análisis de la distribución espacial y temporal de los virus del Dengue en el periodo comprendido entre el 2006 – 2017 en Colombia, donde localizaron espacialmente los casos reportados por SIVIGILA y los Sistema de Información Geográfica - GIS (Triana et al., 2019).

**Tabla 5**

El dengue en Colombia

Metodología	Resultados
Estimaron la prevalencia por unidad espacial de análisis municipal, tomando como referencia el total de eventos de los periodos reportados, realizaron mapeo de la distribución por cuartiles, aplicaron las herramientas de estadística espacial para realizar Análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE).	Se observó un crecimiento de los casos de dengue registrados en 2016, con el pico epidémico de 6.668 casos en el mes marzo; así mismo, se estableció una diferencia espacial entre cada categorización, evidenciando así, un comportamiento independiente en la distribución de los casos de dengue entre la Sabana de la Orinoquia y el bosque de la región Andina.

Nota. Adaptado de (Triana et al., 2019).

## **8.2. Comportamiento de las Variables Climatológicas y Factores Sociodemográficos que influyen en el Dengue.**

Ejemplo de ello, es el país de Argentina en donde a partir de que se presentaron diversos episodios epidemiológicos con casos de alarma, se han desarrollado estudios que muestran la distribución espacio temporal del *Aedes Aegypti* y su asociación con el ambiente (Carbajo, 2003).

Para efectuar el anterior estudio, el investigador utilizó el monitoreo semanal con ovitrampas y monitoreo de criaderos en predios de la ciudad por un periodo de tres años, realizó mapas temáticos utilizando variables ambientales y demográficas respecto a la ubicación de ovitrampas monitoreadas donde se evidenció una representación de distribución heterogénea respecto al tiempo y al espacio, no hubo relación entre la variable de vegetación y variables al nivel social como son: número de habitantes por vivienda, proporción con Necesidades Básicas Insatisfechas (Carbajo, 2003).

Continuando con la idea inicial, se tiene el ejemplo del estudio realizado en Colombia por Gabriel Parra Henao en la revista CES de medicina sobre la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica, que integra a partir del apoyo de sensores remotos aplicados en enfermedades transmitidas por vectores (Parra, 2010).

El autor manifiesta que los Sistemas de Información Geográfica mediante el uso de sensores remotos proveen información sobre tipos de temperatura de la superficie y del aire, vegetación, cuerpos de agua que corresponde a información acerca del medio donde se proliferan los insectos, así mismo, correlaciona la distribución geográfica teniendo en cuenta el cálculo de las variables biofísicas con datos capturados por satélites meteorológicos a escala continental y el efecto de la temperatura (Parra, 2010).

Una de las variables más estudiadas es la temperatura, Márquez Benítez, 2019 afirma que “la temperatura es una variable que influye sobre el mosquito Aedes” (Márquez et al., 2019, p. 46) desde el inicio de su ciclo de vida, por esto se puede afirmar que es la variable climática más importante para transmisión del dengue, la temperatura ejerce gran influencia en la capacidad vectorial, impactando en el ciclo biológico, dinámica poblacional del mosquito y respuesta inmunológica del virus (Márquez et al., 2019) . La prevalencia de Dengue para el 2019 en el municipio de Aguazul fue del 30,09% de los casos notificados, para un total de 1029 casos y de dengue grave del 0,7%, con 148 casos reportados, teniendo un comportamiento creciente y de manera exponencial del 432% respecto de 2018 (Secretaría de Salud y Gestión Social Aguazul, 2020).

El dengue y de acuerdo a sus factores de transmisión se puede relacionar a partir del comportamiento de las variables climatológicas y algunos factores sociodemográficos como: disposición de basuras, servicio de alcantarillado, estrato socioeconómico, entre otros (Jara & Valero, 2017).

Las condiciones geográficas y climáticas del municipio de Aguazul, así como las condiciones ambientales, generan elevados factores de riesgo para que se presenten enfermedades transmitidas por mosquitos. El dengue es sensible a los cambios en las condiciones climáticas ya que la temperatura afecta la fisiología de los mosquitos vectores (Lowe et al., 2018); esta última influye en la transmisión de forma indirecta y directamente, como el ciclo biológico del mosquito hasta su relación con el virus del dengue; el cambio climático, la lluvia, la sequía pueden aumentar la disponibilidad de hábitats de larvas de mosquitos por almacenamiento de agua y la cercanía a cuencas hidrográficas (Márquez et al., 2019).



### **8.3. Zonas Endémicas para la Transmisión del Dengue que Requieren Mayor Control del Aedes Aegypti**

Para establecer áreas de mayor concentración de transmisión de dengue, en Argentina durante el año 2002 usaron SIG teniendo en cuenta las áreas de mayor circulación de personas respecto a las consultas de posibles enfermos para su asistencia y lugares donde se detecta el vector; el cual categorizaron las áreas geopolíticas junto a los grupos poblacionales según factores de riesgo y datos de localización mediante documentos cartográficos logrando así, determinar anticipadamente intervenciones que permitan disminuir el desarrollo de posibles epidemias (Bottinelli et al., 2002).

En Colombia se han empleado los SIG en estudios sobre la identificación de zonas de alto riesgo de transmisión del dengue; en el Valle de Aburrá por ejemplo, estudiaron la distribución espacial de los casos de dengue respecto a un punto de ocurrencia del evento (Londoño et al., 2014).

#### **Tabla 6.**

Estudio de zonas de alto riesgo de transmisión del dengue en el Valle de Aburrá.

<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
Utilizaron el modelo de interpolación espacial, propusieron también el modelo tipo gradiente que les permitió observar las zonas que presentan mayor variabilidad del fenómeno y como caso de estudio tomaron los datos de los casos de dengue notificados por la Secretaría de Salud de Medellín durante los años 2008, 2009 y 2011.	Se encontró que en la temporada de lluvias se presentó variabilidad espacial, el riesgo de transmisión de enfermedades causadas por vectores en diferentes zonas se vería afectado por la distribución espacial y temporal de estos elementos y las condiciones socioeconómicas precarias fueron descritas como factor relevante del dengue en zonas donde se presentó gran cantidad de hogares con necesidades básicas insatisfechas - NBI.

*Nota.* Adaptado de (Londoño et al., 2014).

## 9. Metodología

### 9.1. Descripción de la Zona de Estudio

El municipio de Aguazul se encuentra ubicado en el departamento de Casanare, al oriente del país en el borde Este de la cordillera oriental en la zona de piedemonte llanero, dentro de la región de la Orinoquia, conocida como llanos orientales. Con una altitud en la cabecera municipal de 300 msnm, limita con los municipios de Tauramena, Maní, Yopal, Recetor y Pajarito (Colombia Turimo Web, 2021) (Alcaldía Municipal de Aguazul, 2021).

#### Tabla 7.

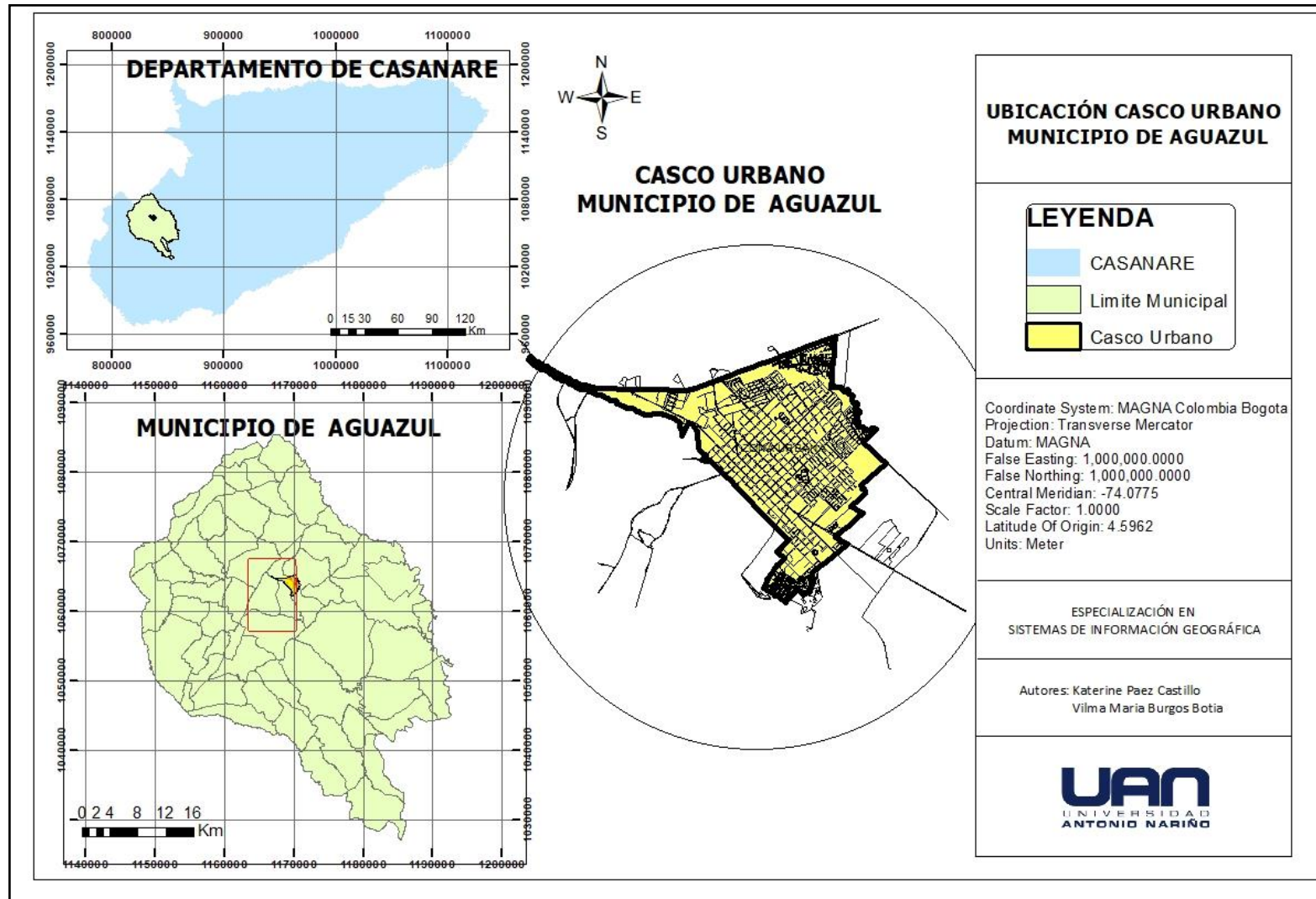
Extensión municipio Aguazul

Extensión	Km2
Total	148
Área urbana	4.23
Área rural	143.77

*Nota.* Tomado de en Página web alcaldía de Aguazul <http://www.aguazul-casanare.gov.co/municipio/geografia>

**Figura 2**

Ubicación municipio de Aguazul.



El municipio de Aguazul al igual que el departamento de Casanare se encuentra en la derivación de la cordillera oriental de los Andes, donde se encuentran zonas planas de gran estabilidad del suelo y altiplanicies, con suelos desde el cretáceo hasta el cuaternario, del cual se desglosan los paisajes características territoriales del municipio, los distintos paisajes que se encuentran en Aguazul y el departamento son consecuencia de la orogenia de la cordillera oriental y de los diferentes movimientos tectónicos que esto implica (Alcaldía Municipal de Aguazul, 2021).

En cuanto a la hidrología, el Esquema de Ordenamiento Territorial Aguazul (2000) describe que el municipio de Aguazul hace parte de la cuenca del río Cusiana con cuencas, subsidiarias las de los ríos Charte y Unete. Aguazul cuenta con tres ríos de la cual el río Únete cubre la mayor parte del área del municipio, recorriendo 39 de las 58 veredas (Alcaldía Municipal de Aguazul, 2021) que componen su territorio actual y un clima determinado por la zona ecuatorial.

Para el presente estudio se solicitó con fines educativos la información cartográfica de Aguazul al área de las TICs de la alcaldía de Aguazul, quienes administran la información SIG existente facilitándonos los *shape* de casco urbano, limite municipal, e hidrografía.

## 9.2. Casos de Dengue en Aguazul y Su Distribución Espacial

Los casos de dengue que se representan en el presente estudio fueron descargados del sistema nacional de vigilancia de salud pública (SIVIGILA), creado por el instituto nacional de salud, con el fin de organizar de forma sistemática y oportuna toda la información de los eventos de interés en salud pública que se presentan en determinada zona (Instituto Nacional de Salud, 2021).

SIVIGILA es administrado por la oficina de salud pública del municipio de Aguazul, el cual ha suministrado la Base de Datos de las notificaciones por eventos de dengue de los periodos comprendidos entre el año 2015 al año 2020 con fines educativos; la Base de Datos cuenta con la siguiente información: código de evento, fecha de notificación, año, código del prestador que reporta, datos personales del paciente, estado clínico y curso de la enfermedad, entre otros.

Como datos de entrada para el presente estudio se tomaron los siguientes:

### Tabla 8.

Datos de entrada

Datos	Tipo de archivo
Casos georrefenciados de dengue	Excel
Hidrología municipal	Shape
límite del casco urbano municipal	Shape

### **9.3. Evaluación de las Variables Climatológicas y Factores Sociodemográficos de la Zona de Estudio**

Para el presente estudio se utilizaron las variables de Temperatura y Precipitación del municipio de Aguazul del año 2015 al año 2020, los cuales fueron solicitados al IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), a estos datos se les realiza una interpolación, convirtiendo un archivo *shape* con el cual se evalúa si existe una relación entre las variables climatológicas y el aumento de los casos de dengue en los últimos 6 años.

La ficha de caracterización socioeconómica es diseñada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) con la cual se aplican las encuestas que alimentan la base de datos del Sisbén y contiene: generalidades (rangos de puntaje, vivienda hogares y personas), caracterización de viviendas (Tipo de viviendas, tenencia de viviendas, servicios públicos, hacinamiento, materiales predominantes en paredes, materiales predominantes en pisos), caracterización de hogares (estado civil, nivel educativo, rango de edades, entre otros), caracterización de personas (población por sexo, educación, salud, afiliación, entre otros).

Para la representación y visualización de los resultados respecto a los casos de dengue según los estratos socioeconómicos y variables climatológicas, se utilizó el Dashboards, herramienta de Esri.

Esri describe el Dashboard como “un cuadro de mando es una vista de información geográfica y los datos que permiten monitorizar eventos, tomar decisiones, informar a otros y ver tendencias. Los cuadros de mando se han diseñado para mostrar varias visualizaciones que trabajan juntas en una sola pantalla”(Esri, 2021).

Por medio de esta herramienta es posible mostrar los resultados del estudio realizado a las instituciones interesadas para la toma de decisiones, además de poder compartir esta información a todo público con fines informativos.

#### **9.4. Zonas de mayor concentración de transmisión del Dengue**

Para lograr identificar las zonas de alta concentración de transmisión del dengue que requieren mayor control del *Aedes Aegypti*, se utilizó la cartografía municipal: división político administrativa y ubicación georreferenciada de los casos de dengue reportados por año. También se necesita la ubicación de elementos ambientales importantes que pueden influir en la transmisión del dengue como:

- Barrios con su respectivo estrato socioeconómico.
- Ubicación de lotes baldíos donde pueden acumularse residuos que sirven como medio para el ciclo de vida del zancudo.
- Hidrografía de la zona, caños ubicados en el municipio.
- Temperatura y precipitación anual que ha variado con el cambio climático y favorece el ciclo del zancudo.

Por medio de las herramientas SIG, en ArcGIS se determinan las zonas que se encuentran en un radio de 100 m de focos de infestación vectorial que pueden ser: caños, ríos, lotes baldíos entre otros. Y por medio del Dashboard de ArcGis Online se presentan a salud pública municipal las gráficas estadísticas de los casos de dengue por año, la precipitación y temperatura anual, con el fin de verificar su variabilidad y que puedan tomar decisiones a partir de estas.

Una vez representada y evaluada la ubicación y relación existente entre las anteriores variables se procede a clasificar e identificar las zonas de acuerdo a cinco (5) niveles: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto, considerando las de mayor concentración como las áreas que presentan posibles endemias, epidemias y que deben ser intervenidas por los entes de salud municipal para disminuir los casos de dengue.

## 10. Resultados y discusión

### 10.1. Casos de Dengue en Aguazul y Su Distribución Espacial

Al realizar un análisis a la base de datos entregada por la oficina de salud pública municipal, de los casos de dengue, se encontró que los casos no estaban georreferenciados, por lo que se procedió a realizar el proceso mediante la consulta masiva en la página web <https://lupap.com/> por direcciones de residencia del área urbana y para el área rural se realizó captura de datos con la herramienta ArcGIS Collector, obteniendo el siguiente resultado (Tabla 9):

**Tabla 9.**

Georreferenciación casos notificados Dengue

AÑO NOTIFICACION	CASOS NOTIFICADOS	CASOS GEOREFERENCIADOS	CASOS GEOREFERENCIADOS	
			CASCO URBANO	CASOS NO GEOREFERENCIADOS
2015	205	149	124	56
2016	220	168	137	52
2017	126	102	76	24
2018	333	256	203	77
2019	977	687	531	290
2020	243	194	127	49

Nota. Adaptación de SIVIGILA 2020.

Para realizar el análisis de la distribución espacial de los casos de dengue notificados entre los 2015 al 2020 fue necesario realizar la preparación de los datos suministrados por la oficina de salud pública del municipio de Aguazul, este archivo se presenta mediante una tabla de Excel que contiene los siguientes atributos: Nombre, código, año de notificación, dirección, estrato socioeconómico y georreferenciación.



## **10.2. Variables climatológicas y factores sociodemográficos que influyen en el dengue**

Se realizó la distribución de los casos de dengue, respecto a la temporada seca y temporada de lluvias, agregando graficas de líneas para presentar la tendencia en los años 2015 al 2020 de los casos de dengue notificados respecto a la precipitación, para el caso de los factores sociodemográficos se realizó el análisis por medio de un Dashboards (tablero de control) de ArcGis Online, haciendo uso de graficas de barras apiladas, para comparar los casos de dengue presentados por año en proporción al estrato socioeconómico.

### **10.2.1. Representación de la precipitación y los casos de dengue**

Teniendo en cuenta los datos suministrados por el IDEAM, la precipitación del municipio de Aguazul se encuentra dentro de los rangos de 100 a 400 mm de agua de lluvia, de acuerdo a la interpolación de las estaciones hidrometeorológicas ubicadas cerca de la zona de estudio.

La precipitación del casco urbano se encuentra dentro del rango de 200 a 250 mm, para el presente estudio se seleccionaron los casos de dengue georreferenciados dentro del casco urbano, debido a que ahí se encuentra la mayor concentración de casos notificados (Figura 3).



Para los casos de dengue se realizó la comparación año a año, desde el 2015 al 2020 de la incidencia de casos presentados en la temporada de lluvias y temporada seca con el fin de representar el comportamiento de casos de dengue respecto a la precipitación (tabla 10).

**Tabla 10.**

Total casos de dengue por temporadas

<b>CASOS DENGUE</b>			
<b>AÑO</b>	<b>TEMPORADA LLUVIAS</b>	<b>TEMPORADA SECA</b>	<b>TOTAL</b>
2015	92	113	205
2016	109	111	220
2017	90	36	126
2018	303	30	333
2019	802	175	977
2020	158	85	243
<b>TOTAL</b>	1554	550	

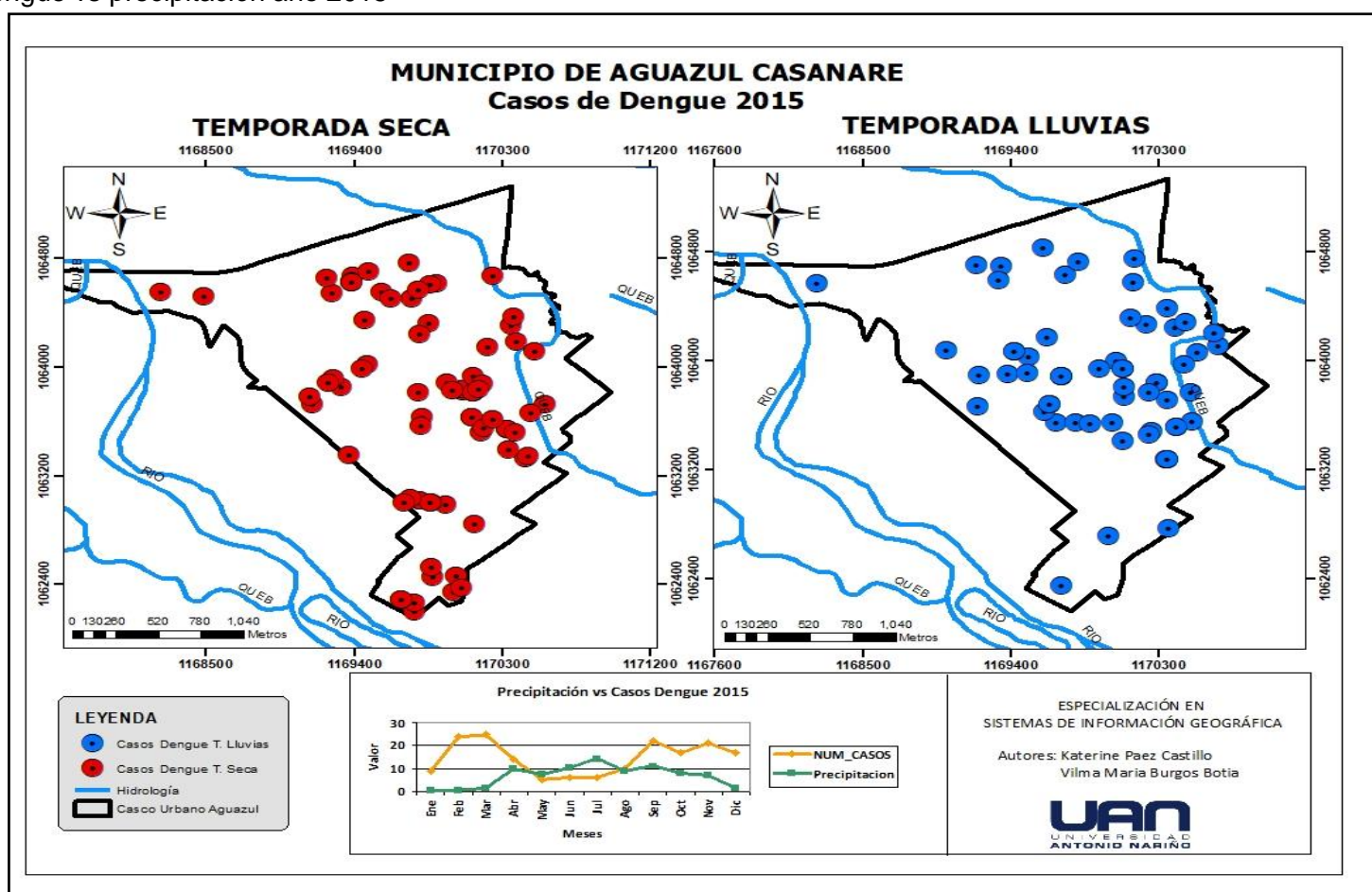
Nota. Adaptación SIVIGILA 2020 vs IDEAM

Del año 2017 al 2020 se observa un aumento significativo de los casos de dengue en la temporada de lluvias, mientras que en los años 2015 y 2016 se presentan más casos en temporada seca (10% y 1% respectivamente).

En la representación de la gráfica del año 2015, se evidencia que en el primer trimestre del año se presentó alta incidencia por dengue, mientras que la precipitación inicia a partir de abril; en este año se evidencia que, a menor precipitación, mayores casos de dengue (figura 4).

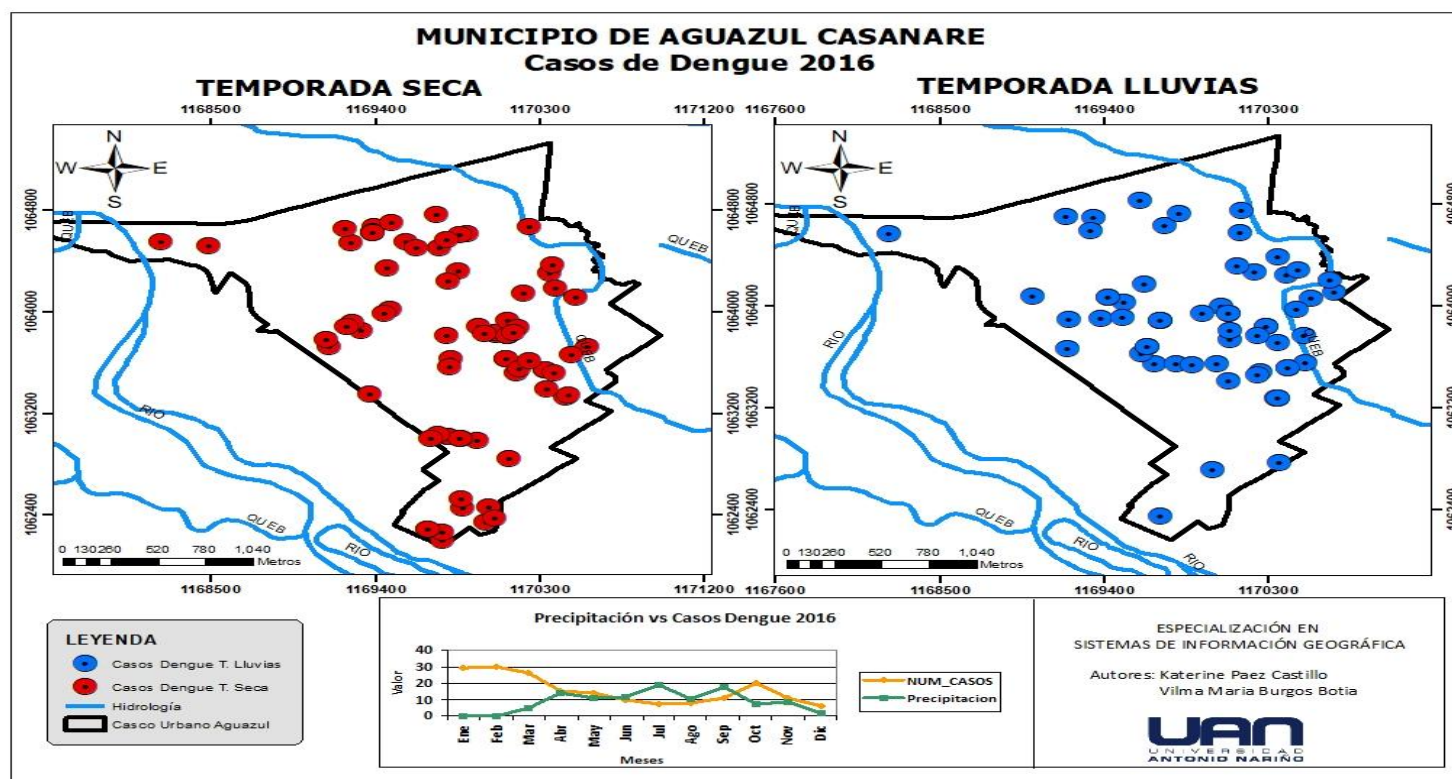
**Figura 4**

Casos de dengue vs precipitación año 2015



Para el año 2016, se evidencia que en los meses de febrero a abril a medida que la precipitación aumentaba los casos de dengue presentaron una disminución y a partir del mes de agosto los casos de dengue aumentan a medida que la precipitación aumenta. No se observa mayor variación de los casos de dengue y esto puede presentarse debido a que en este año hubo fuertes y constantes precipitaciones, que no permitieron un estancamiento de las aguas hasta la temporada seca, como se presenta en la figura 5.

**Figura 5.**  
Casos de dengue vs precipitación año 2016

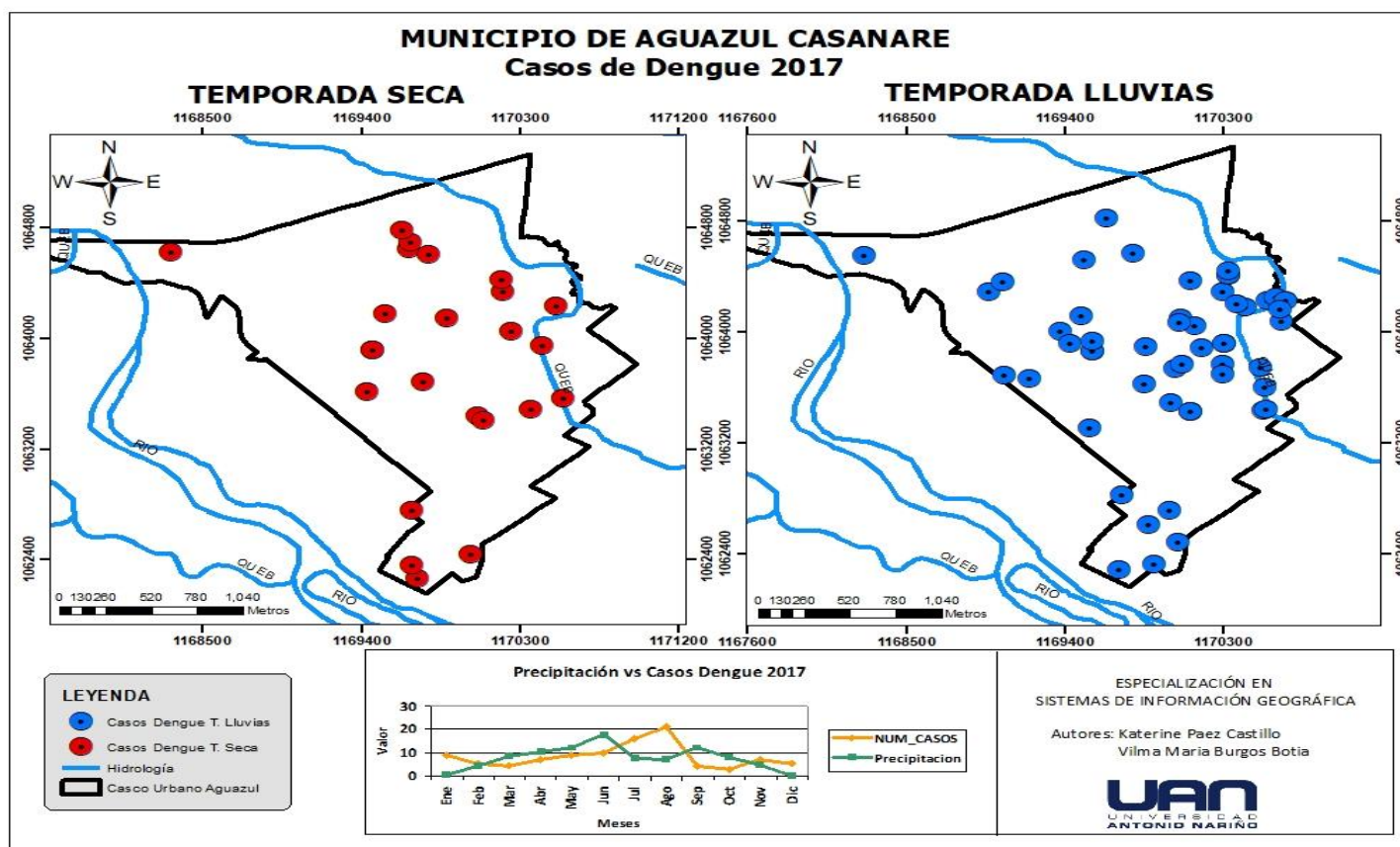




A partir del año 2017, se evidencia un aumento de casos de dengue para la temporada de lluvias respecto a la temporada seca, donde para temporada de lluvias se presenta el 71% de los casos de dengue de este año. La relación entre la precipitación y los casos de dengue reportados son relativos, debido a que a medida que aumenta la precipitación, aumentan los casos de dengue.

**Figura 6.**

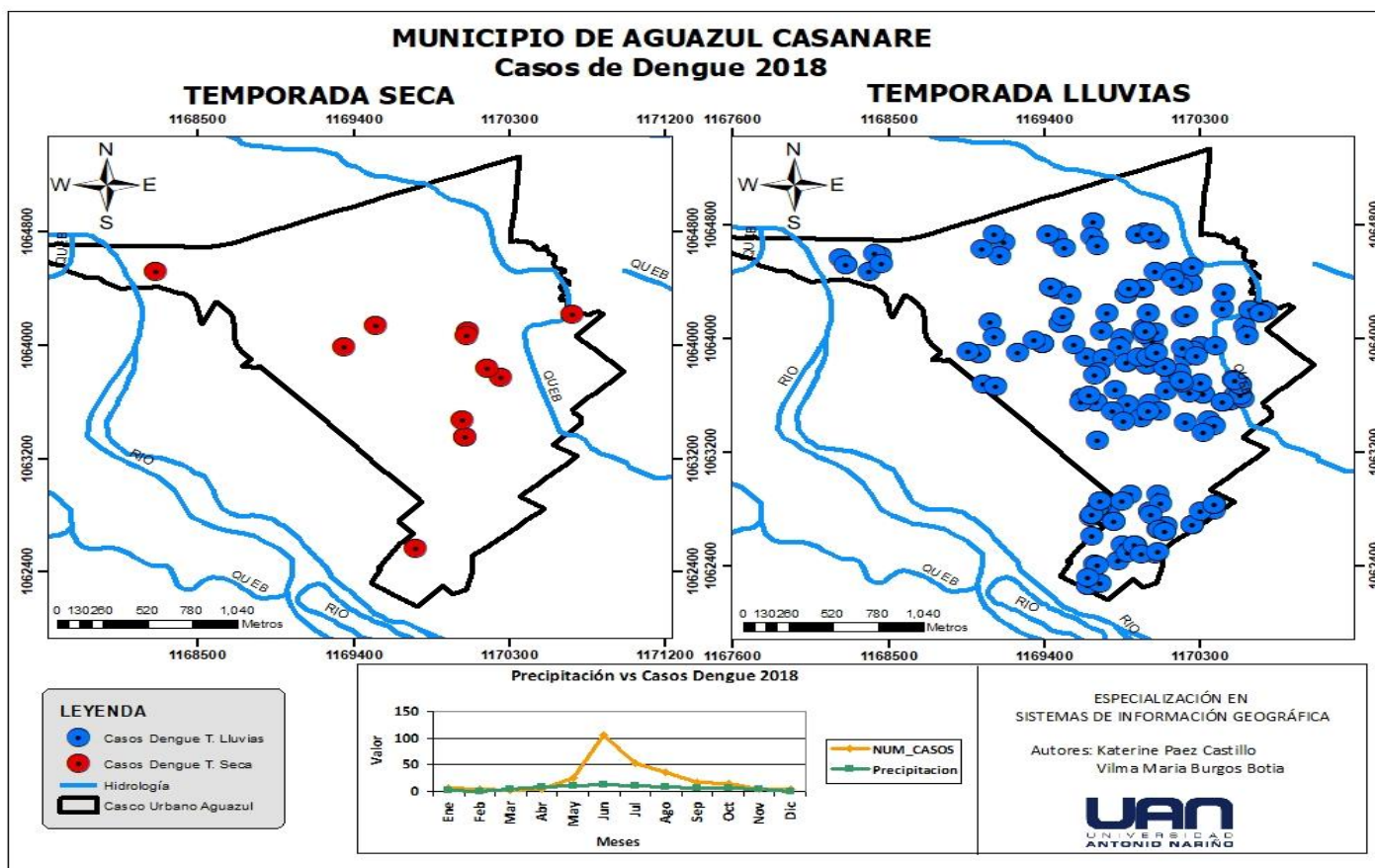
Casos de dengue vs precipitación año 2017



Para el año 2018, se mantiene el mismo patrón de comportamiento, presentándose un aumento significativo del 91% de los casos de dengue en temporada de lluvias; donde aumentaron de 21 a 256 casos, es decir, un aumento 12 veces mayor por las lluvias, donde en los meses mayo a junio se presentó mayor precipitación y un aumento de los casos de dengue (Figura 7).

**Figura 7**

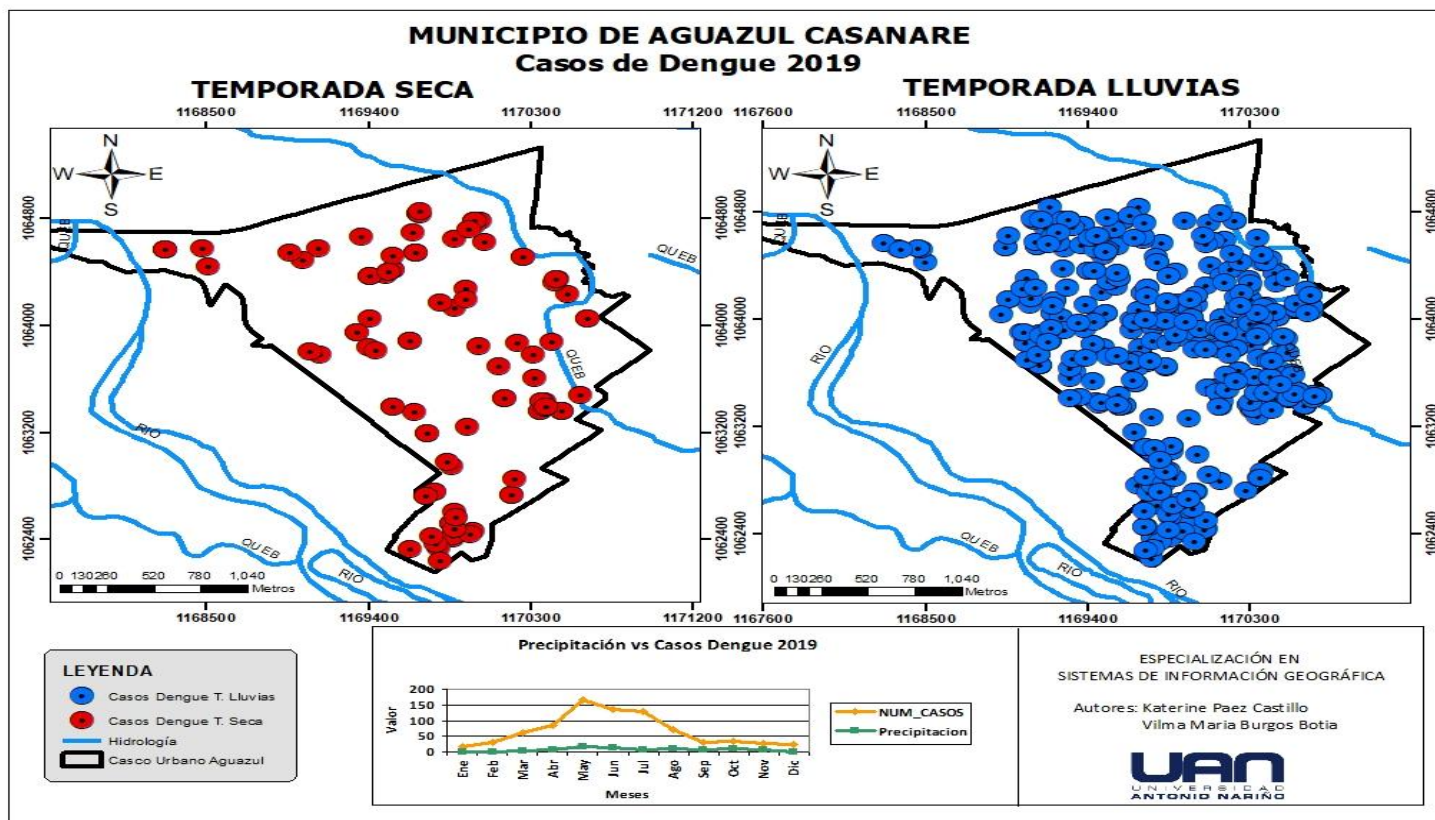
Casos de dengue vs precipitación año 2018



Para el año 2019, se evidencia que respecto al año anterior (2018) se presenta un aumento de los casos de dengue de casi un 300%, además de repetirse el patrón de comportamiento respecto a la temporada de lluvias, donde se observa que los casos de dengue aumentaban a medida que la precipitación incrementaba con una relación de 8% a 81% de los casos de dengue de la temporada seca a la temporada de lluvias (Figura 8).

**Figura 8.**

Casos de dengue vs precipitación año 2019

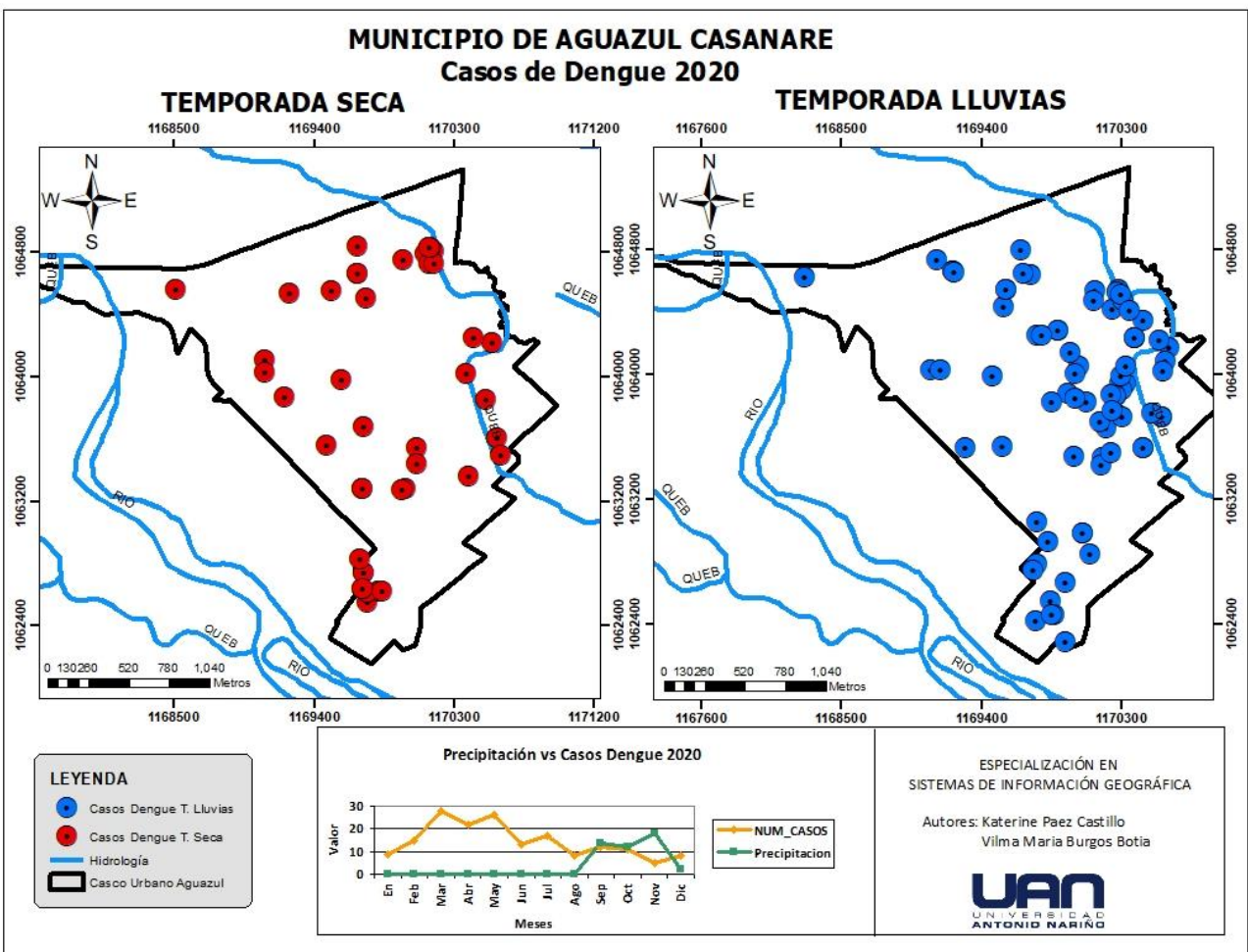




Los datos de la precipitación en los meses de abril a mitad de septiembre del año 2020, se encuentran con valor cero (0) en los datos suministrados por el IDEAM, es decir, no se recolectaron datos durante estos meses, lo que pudo haberse presentado por el confinamiento que existió en el país por el virus del Covid, porque estos meses al igual que en los años anteriores, se encuentran dentro de la temporada de lluvias, por otro lado, se observa que la representación de los casos de dengue presentó un aumento de los casos a partir del mes de marzo (Figura 9).

**Figura 9**

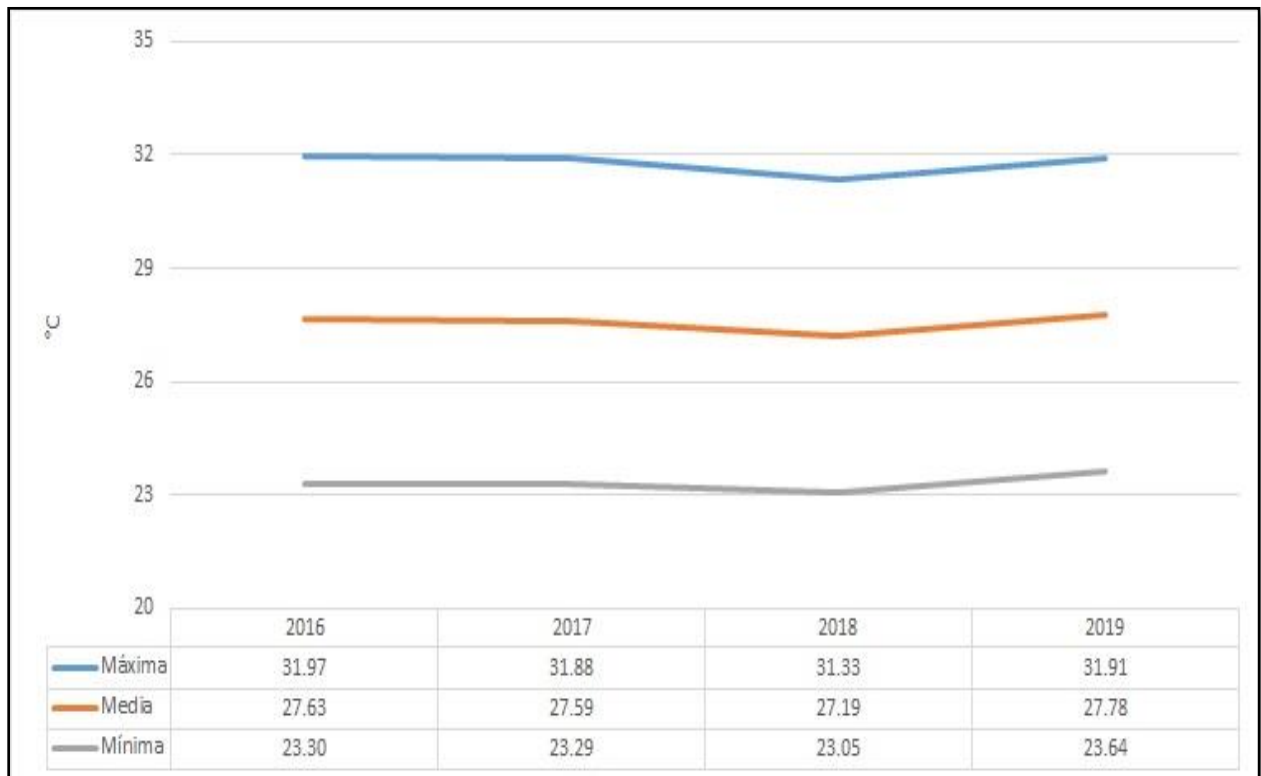
Casos de dengue vs precipitación año 2020



En cuanto a la temperatura, en el periodo de los años 2016 a 2019, se utilizaron los datos suministrados por IDEAM de la temperatura máxima promedio anual y la temperatura mínima promedio anual para determinar la temperatura media presentada año a año, donde la temperatura promedio de la zona de estudio de los últimos 4 años, fue de 27.55°C, en el cual para el año 2018 se presentó una temperatura un poco más baja, comparada con los años de estudio.

**Figura 10.**

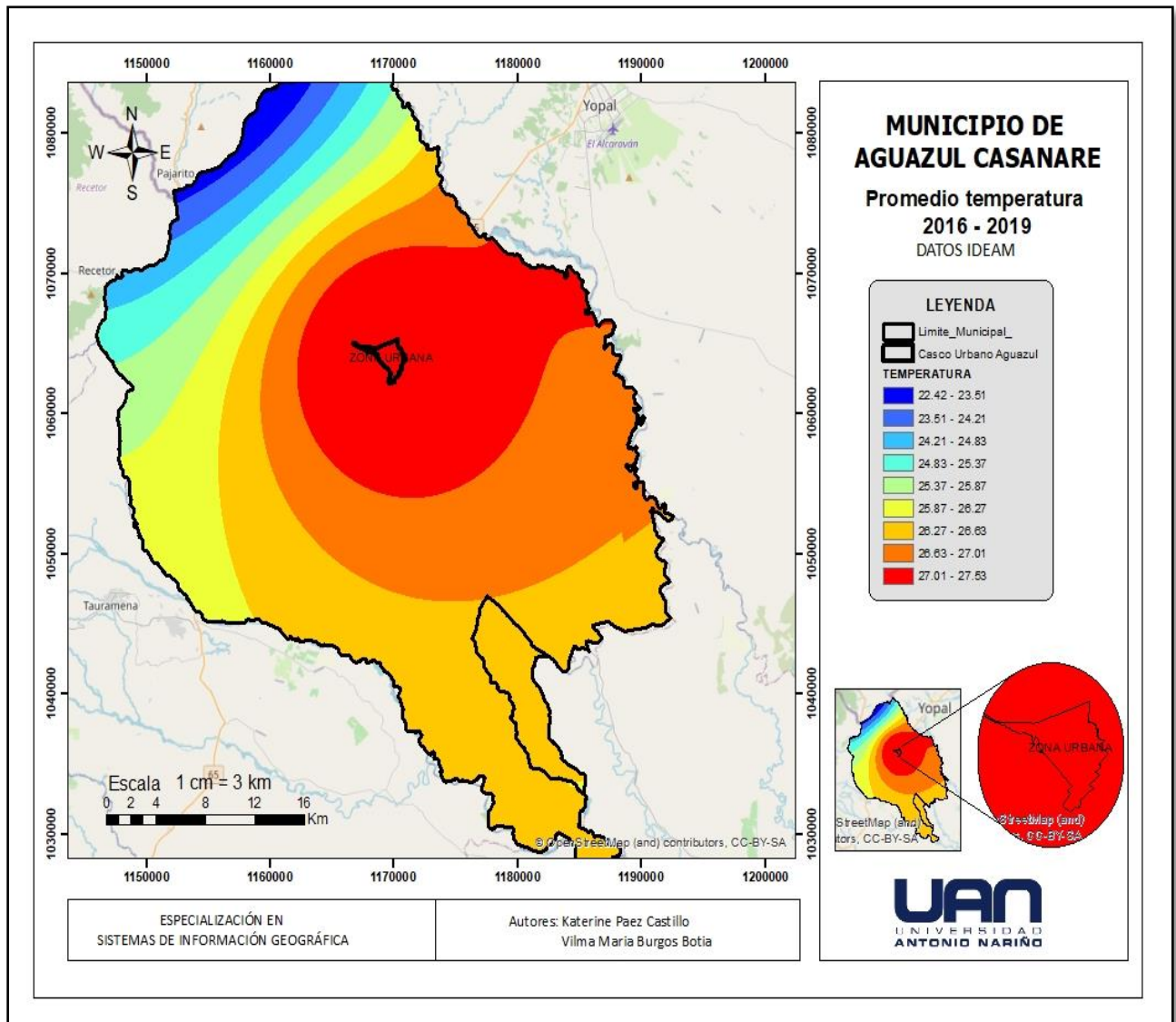
Temperatura promedio anual 2016 – 2019



Nota. *Adaptado de datos meteorológicos IDEAM.*

Figura 11.

Temperatura promedio anual del municipio de Aguazul, 2016 – 2019



Nota. Adaptado de datos meteorológicos IDEAM.

### 10.2.2. Representación de los casos de dengue en relación a los estratos socioeconómicos.

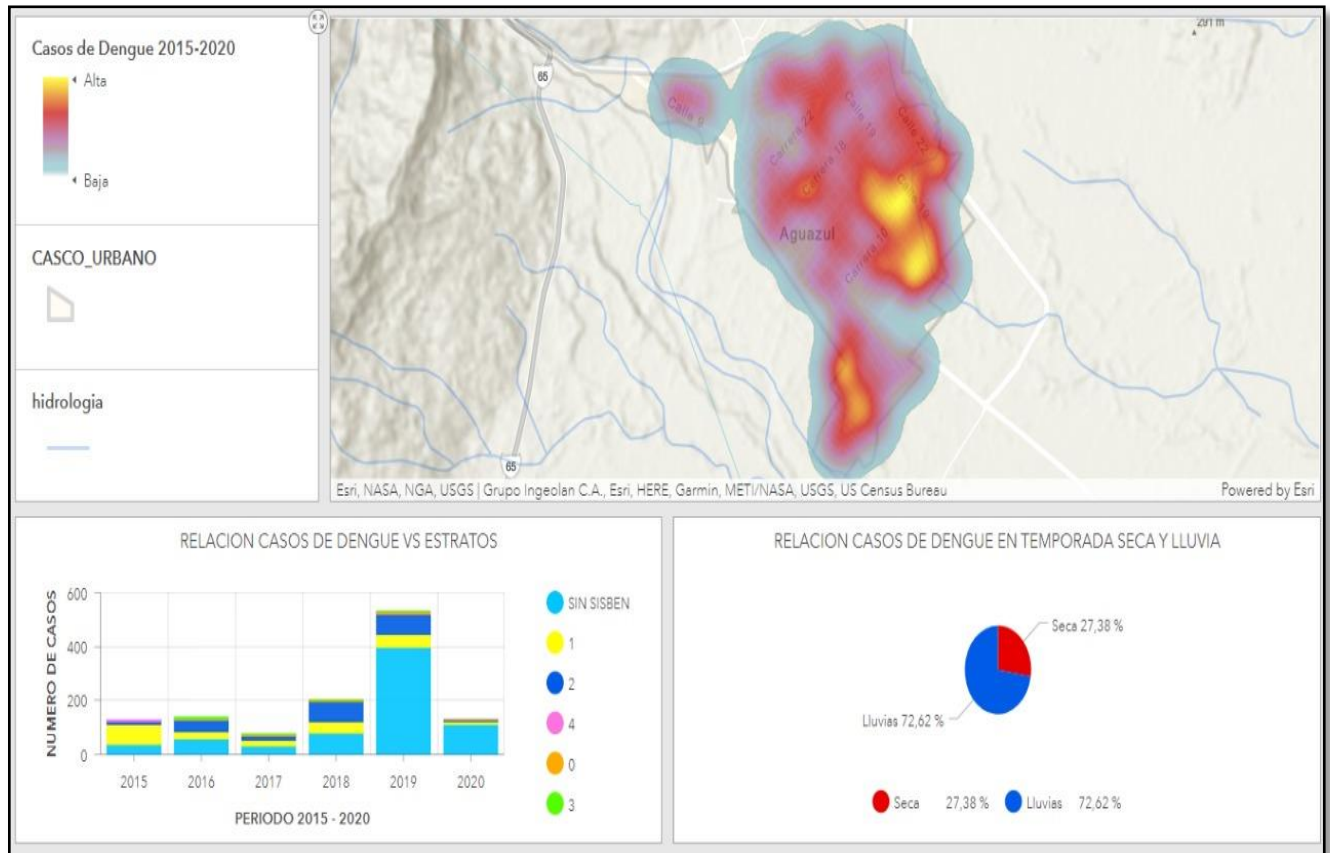
Para la representación de los casos de dengue respecto a los estratos socioeconómicos, se utilizó la herramienta de ArcGis Online (Dashboard) como se muestra en la figura 12, donde se evidencia que, durante los años de estudio, aproximadamente el 59.7% no se encontraba sisbenizado, el 18.9% se encuentra dentro del estrato 1 y 2, el 1.42% estrato cero (0), el 0.67% pertenecía al estrato 3 y el 0.5% a estrato mayor a 3.

Esta información está abierta al público y se puede observar mediante el link del Dashboard:

<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/89433772eba14981add39a2286584339>

**Figura 12**

Dashboard. Casos de dengue vs estrato socioeconómico



### 10.3. Identificación de Zonas de mayor concentración del Aedes

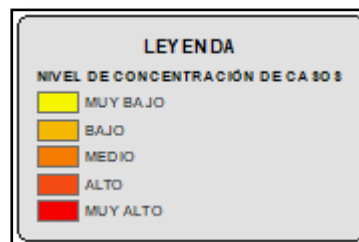
Para determinar la densidad de los casos de dengue, se realizó por medio de la herramienta de análisis espacial: densidad del núcleo (Kernel Density), la cual permite calcular la magnitud de la ocurrencia de los casos a partir de entidades de puntos.

Una vez realizado el análisis de las zonas de mayor concentración de los casos, se procedió a analizar los mapas obtenidos para buscar patrones de comportamiento, zonas con mayor variabilidad del fenómeno año a año y zonas de mayor concentración de contagios por sus condiciones de mayor incidencia de casos.

La herramienta Kernel Density, muestra la magnitud de la ocurrencia de los casos, generando un efecto cluster donde existe mayor concentración. Se realiza el análisis de los años 2015 a 2020 con una clasificación de cinco (5) niveles de concentración de casos de dengue (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo, Muy Bajo), siendo “Muy Alto” las zonas de mayor ocurrencia de casos.

#### Figura 13.

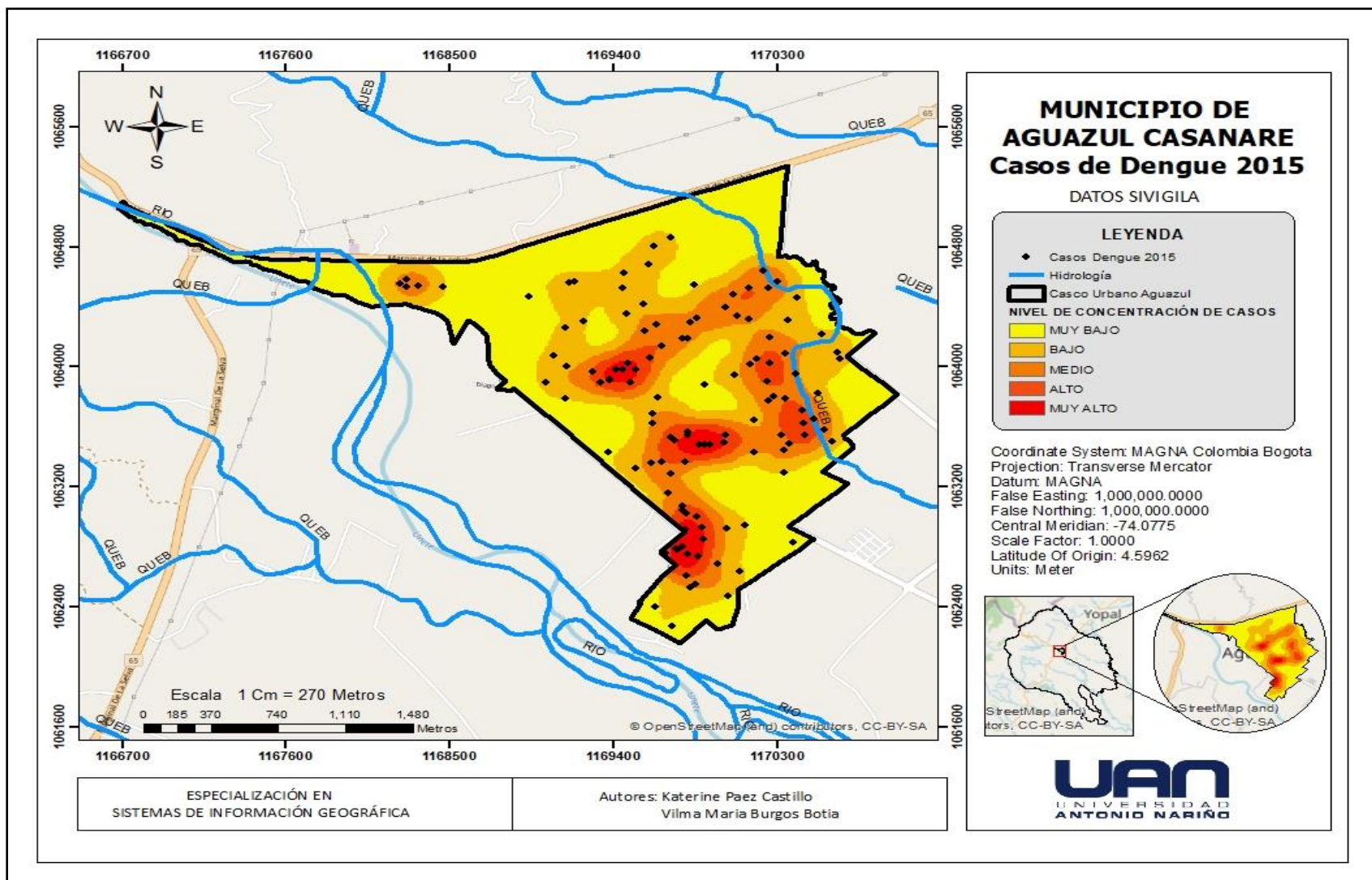
Leyenda de identificación de zonas





**Figura 14.**

Identificación del nivel de mayor concentración del dengue, año 2015



**Figura 15.**

Identificación del nivel de concentración, año 2016

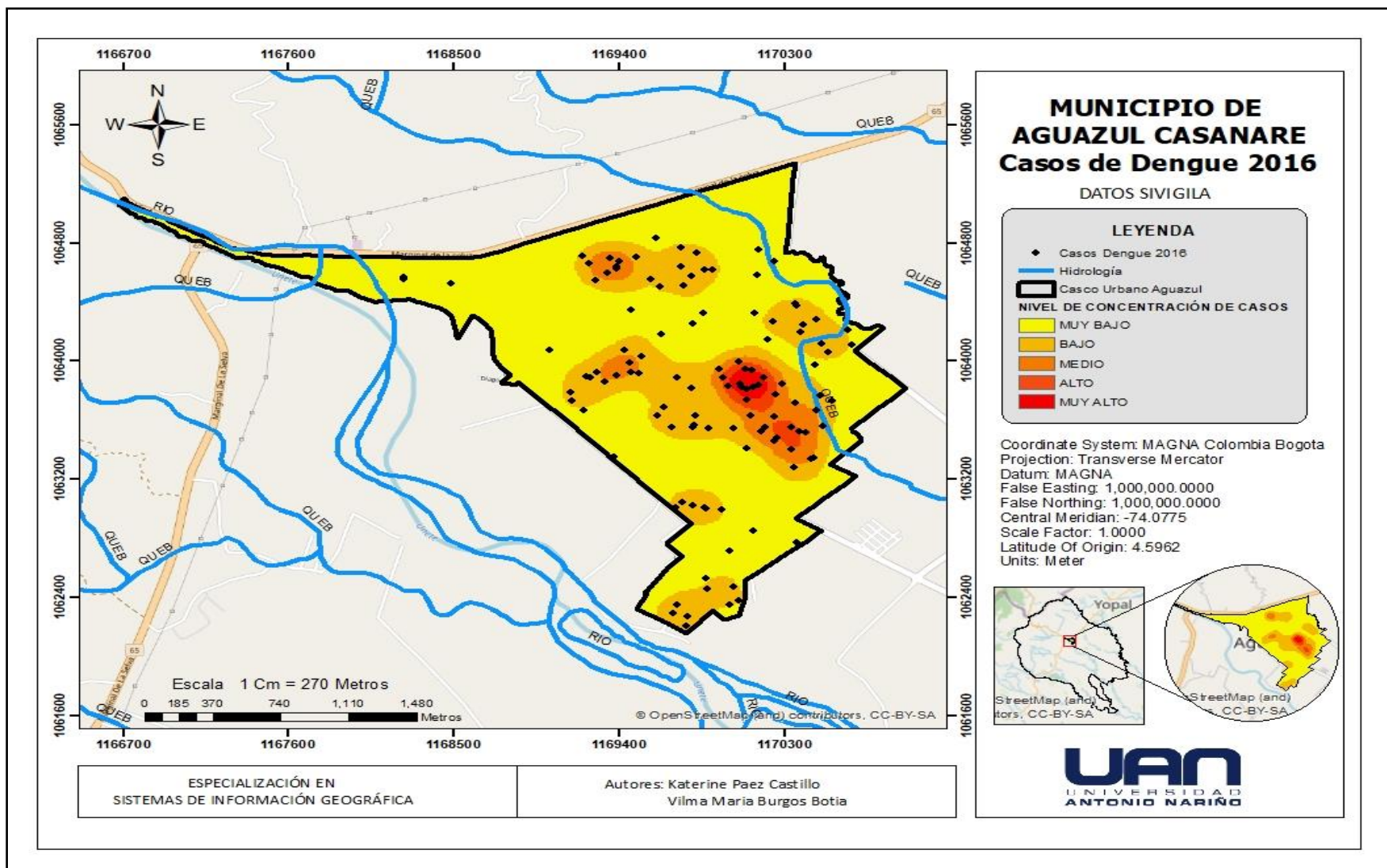
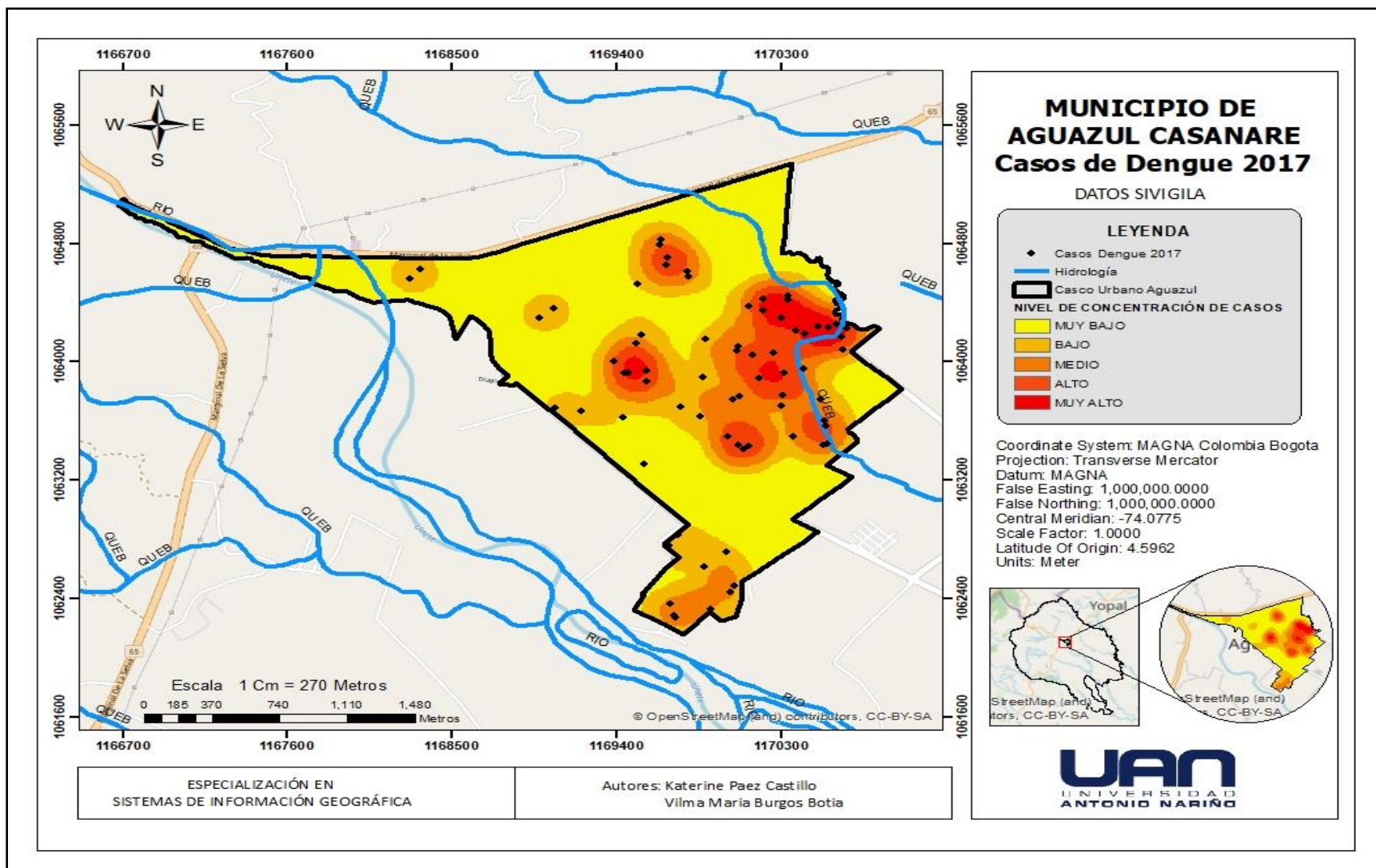




Figura 16.

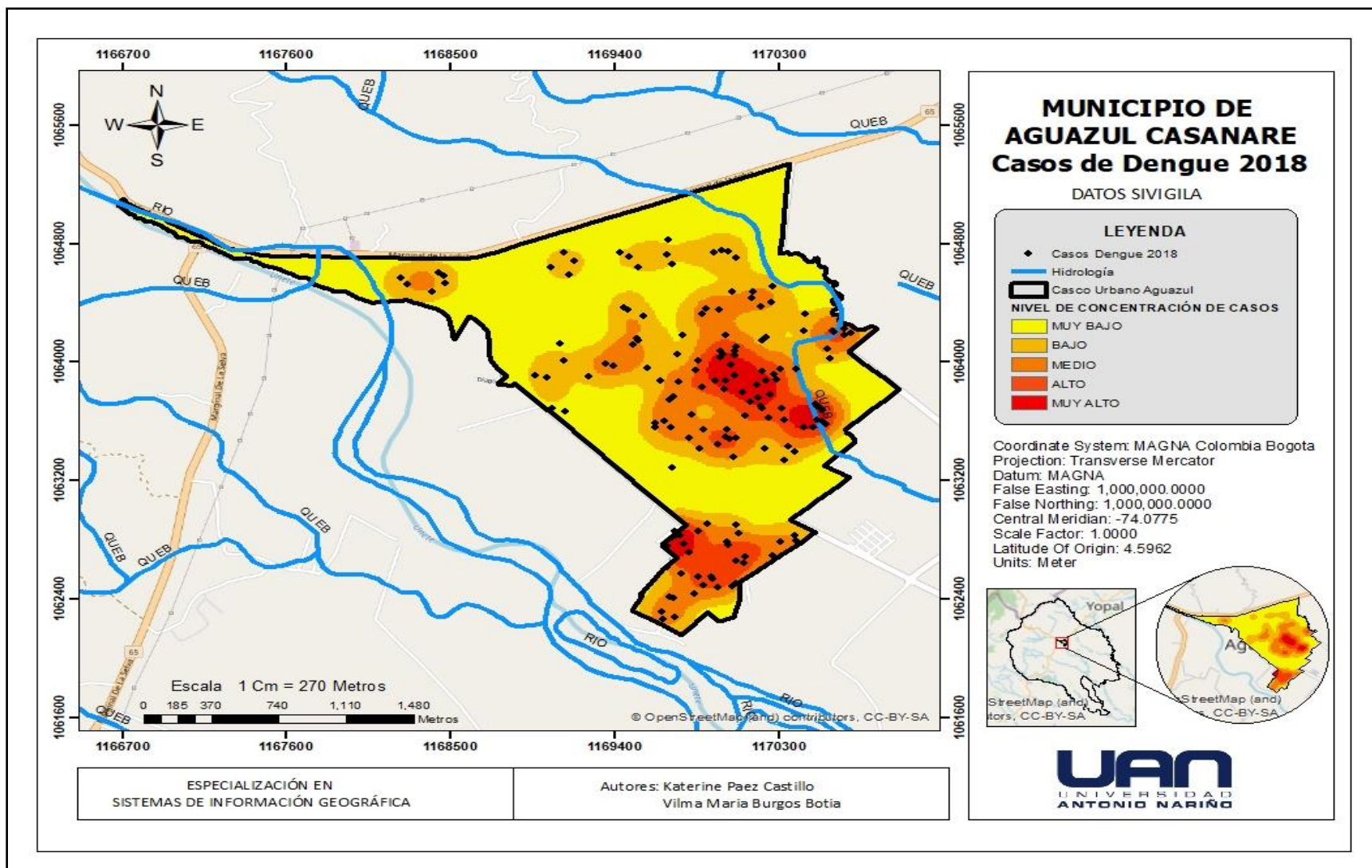
Identificación del nivel de concentración de contagios por dengue, año 2017





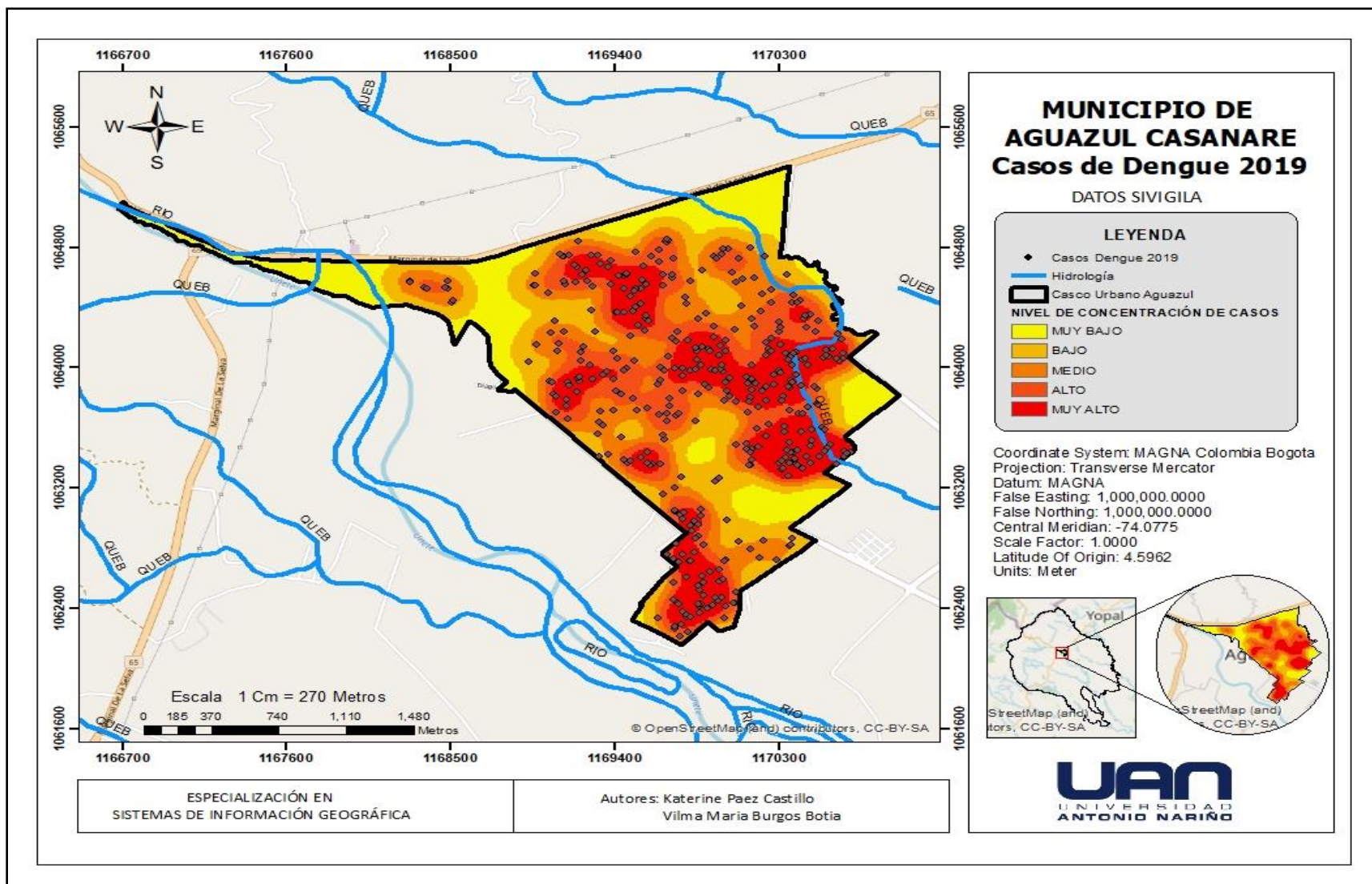
**Figura 17.**

Identificación del nivel de concentración de contagios por dengue, año 2018



**Figura 18.**

Identificación del nivel de concentración de contagios por dengue, año 2019





**Figura 19.**

Identificación del nivel de concentración de contagios por dengue, año 2020

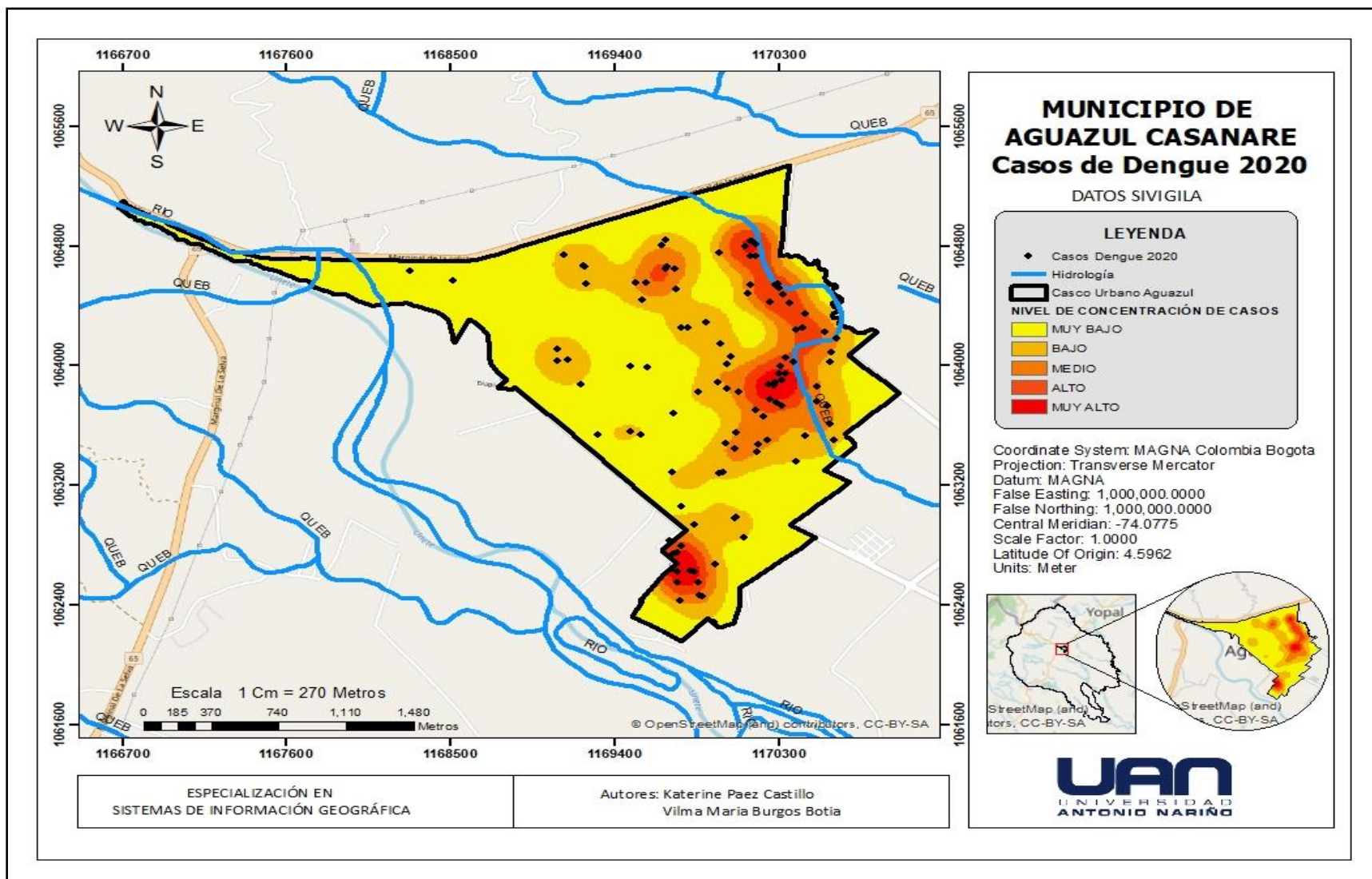
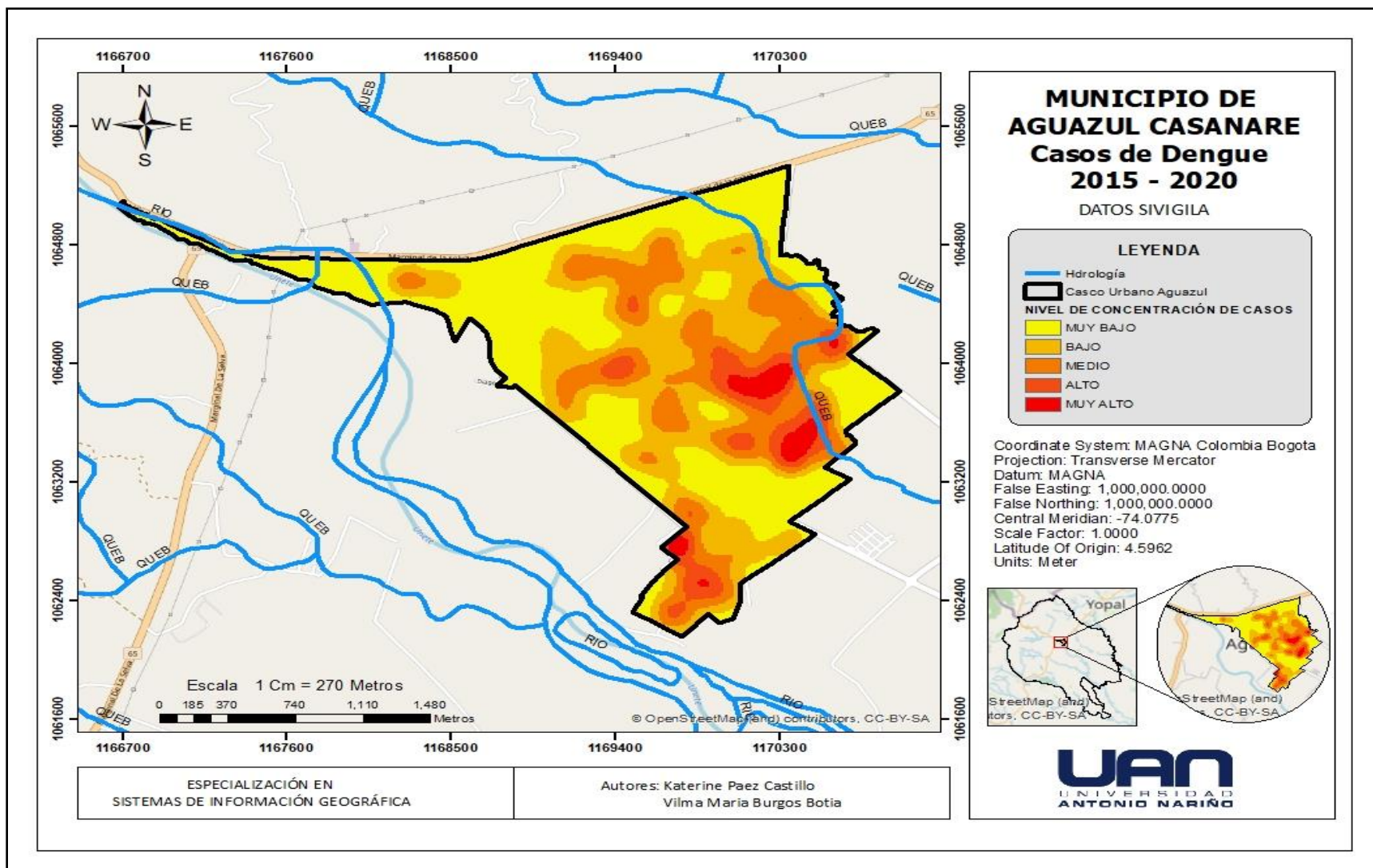


Figura 20.

Identificación del nivel de concentración de contagios por dengue, años 2015 – 2020



Al realizar el análisis de la densidad de los casos de dengue, se identificaron las zonas que presentan un mismo patrón de comportamiento año a año, donde existe una mayor concentración de contagios e incidencia de casos, las cuales se encuentran cerca a la hidrología que pasa por la parte derecha del casco urbano, en la quebrada y en la zona sur, cerca al río. Por ejemplo, en el año 2020 se observa que la zona de Muy alta concentración muestra una figura muy similar a la de la hidrología (Figura 19).

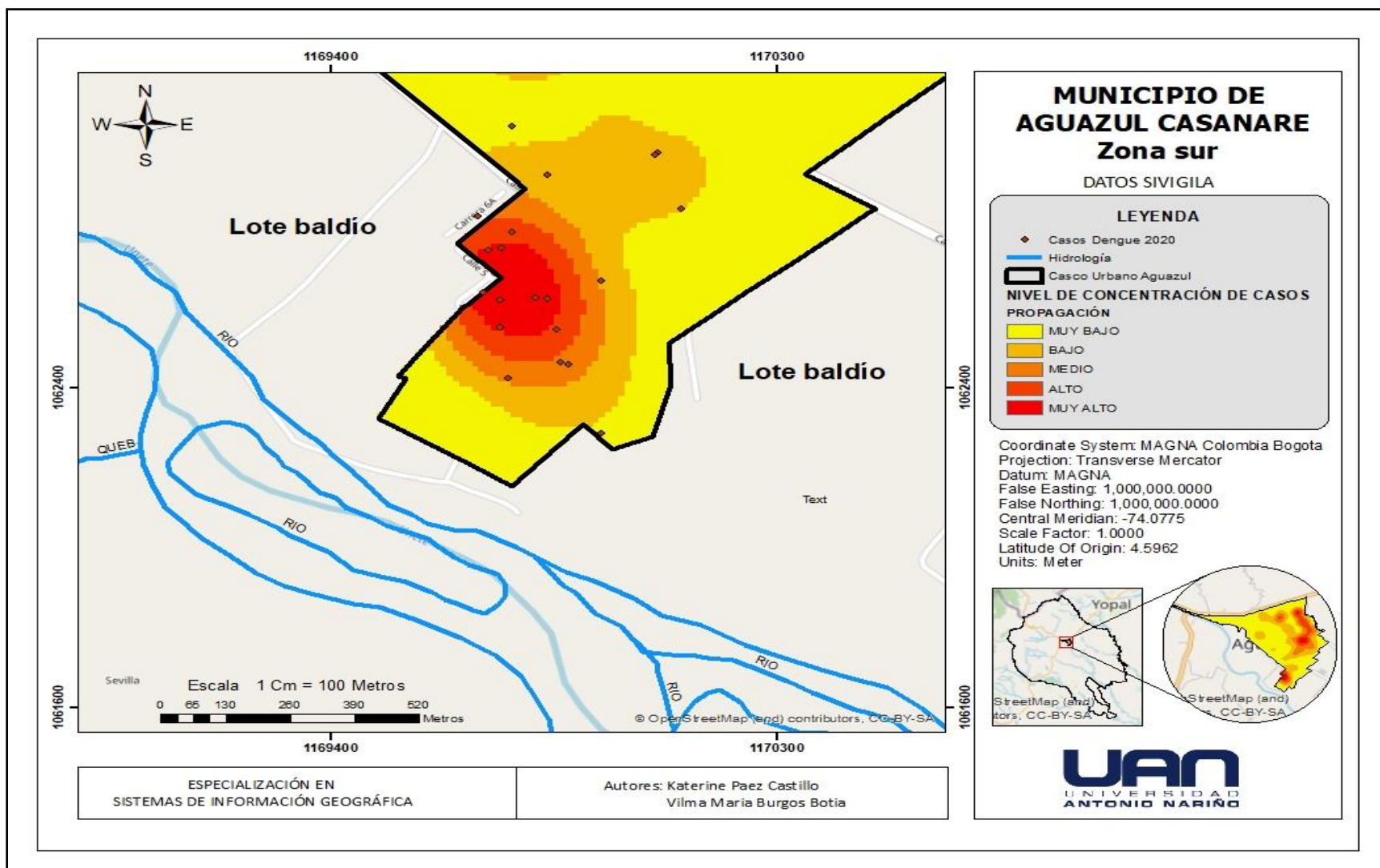
Al realizar un análisis más detallado a una de las zonas de Muy alta incidencia de casos, como lo es la zona sur que presenta un comportamiento repetitivo de los casos de dengue, se identifica que está se encuentra cercana al río y rodeada de lotes baldíos que se prestan para acumulación de residuos donde se estancan aguas y benefician el desarrollo del zancudo (Figura 21).

En el año 2019, se visualiza el aumento de los casos de dengue, de hasta un 300% respecto al año anterior (Instituto Nacional de Salud, 2021), debido que este año fue un año endémico del serotipo DEN1 del dengue (Figura 18), así mismo, en el año 2020 vuelven a disminuir los casos de dengue, pero se presenta el mismo patrón de comportamiento con las zonas de mayor incidencia de los casos de dengue.

Finalmente, se realizó un buffer de 100 m de distancia alrededor de la hidrología, para identificar los casos que se encuentran dentro de esta distancia y luego con "Select By Location", se seleccionan los casos que se encuentran dentro de este perímetro para identificarlos, con el fin de que los entes de salud puedan intervenir primeramente en estas zonas y controlar el vector para evitar más contagios de dengue, se toma como ejemplo los años 2017 y 2020 (Figura 22).

Figura 21.

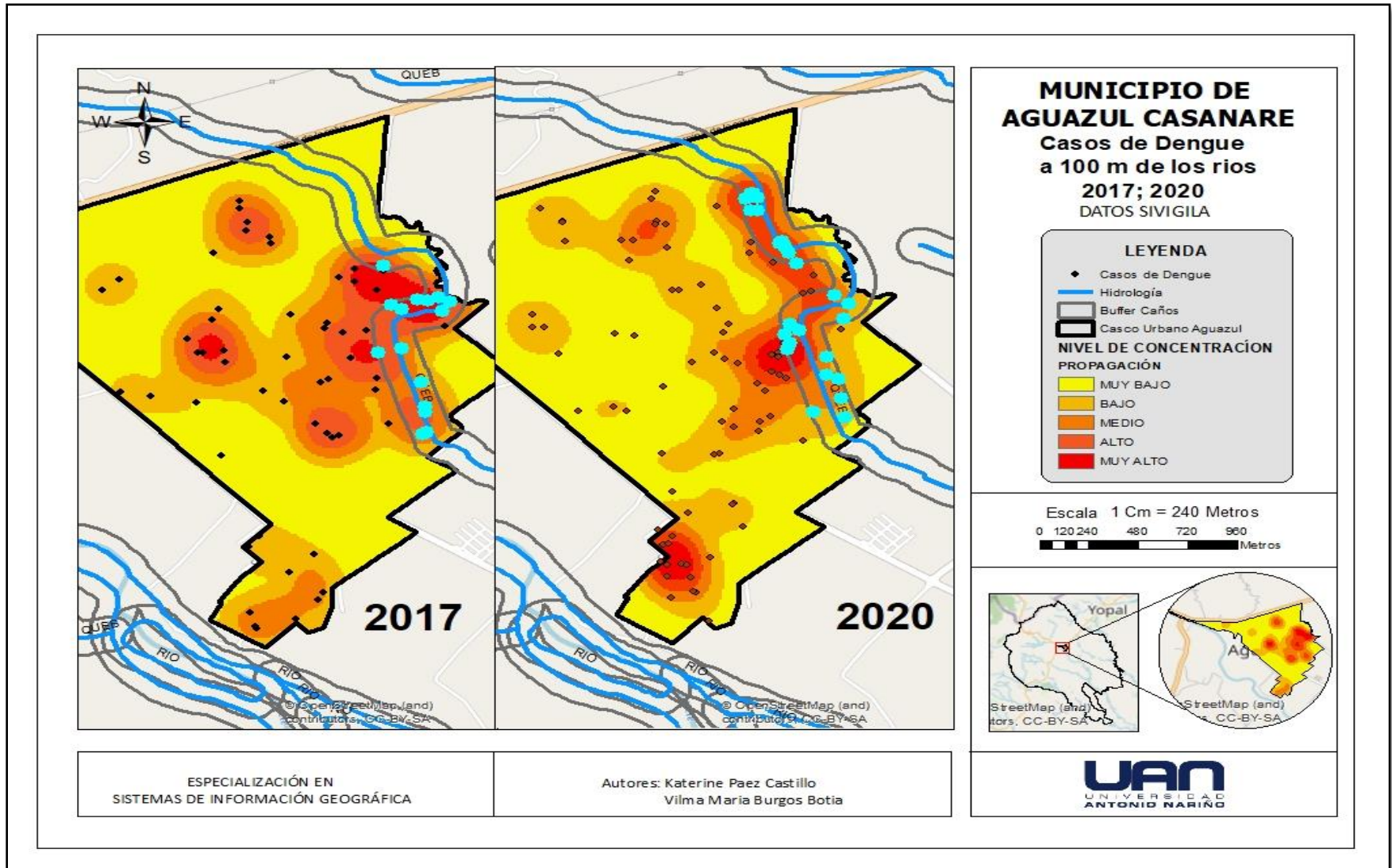
Identificación zona sur.





**Figura 22.**

Select By Location a Hidrología casco urbano



Se puede establecer la importancia de tener la captura de datos de nomenclatura estandarizada, toda vez que del 100% de los casos notificados por dengue al municipio de Aguazul en el periodo comprendido entre el 2015 – 2020; el 26% no fue posible georreferenciar debido a inconsistencias en las direcciones registradas, dificultad que se ha presentado en otros estudios similares como en el estudio realizado por Londoño et al., 2014 a partir de la distribución espacial del dengue basado en herramientas del Sistema de Información Geográfica, Valle de Aburrá – Colombia, en donde encontraron que el 8,7% de los casos confirmados, no fueron incluidos en el análisis, debido a que las direcciones no pudieron ser geocodificadas por errores en la nomenclatura o simplemente porque las personas no la suministraron correctamente.

En cuanto a los casos de dengue respecto a las variables climatológicas, donde el presente estudio expuso la relación entre los casos de dengue y la precipitación, al presentarse la mayoría de los casos durante la temporada de lluvias, ya que en estas épocas se presenta estancamientos de aguas cercana a la hidrología y zonas donde se presenta acumulación de residuos sólidos que sirven como hábitat larvarios para el mosquito, sumado a que la temperatura presentada en la zona de estudio favorece al ciclo biológico del zancudo, se relaciona con el estudio realizado por Márquez et al., 2019, quien demostró la equivalencia entre la temperatura y la humedad relativa con la ovoposición del *Ae. Aegypti*; es decir, cuando se presenta aumento en la presión de vapor de agua se registra un aumento en el número de huevos y viceversa.

Retomando el estudio realizado por Londoño et al., 2014 para realizar la relación entre las variables sociodemográficas, encontraron zonas de la ciudad donde la mayor concentración de casos por dengue se presentaban en comunas donde se encontraban hogares con necesidades básicas insatisfechas; sin embargo, en el estudio realizado para el municipio de Aguazul se tomó como variable el estrato socioeconómico según ficha social del Sisben, donde el 59.7% no se encontraba sisbenizado, por lo cual no es preciso establecer la relación existente entre la incidencia de casos por dengue respecto a las variables sociodemográficos.



De acuerdo a los resultados obtenidos con la metodología para establecer las zonas que presentan mayor concentración de contagios por dengue se asimila al estudio realizado por Bottinelli et al., 2002, el cual realizaron estratificación de las áreas que presentaban focos donde el vector transmisor del dengue estuviera circulando, el cual puede determinar la probabilidad de transmisión viral y su reproducción hacia otras áreas donde el mosquito transmisor está presente.

## 11. Conclusiones

Por medio de las herramientas SIG se puede realizar un análisis espacial e identificar anticipadamente las zonas de mayor concentración de contagios por dengue, que puedan ser priorizadas e intervenidas por los entes de salud pública para desarrollar estrategias de prevención, control y evitar o disminuir posibles epidemias.

En cuanto a las variables climatológicas, se observó una relación entre éstas y el aumento de casos de dengue, ya que el municipio de Aguazul por encontrarse en zona intertropical, presenta una temperatura promedio de 27.55°C que favorece la fisiología de los mosquitos vectores, además, se identificó que el 72,62% de los casos de dengue en el periodo de 2015 a 2020 se presentaron durante la temporada de lluvias, esto debido a la acumulación y estancamiento de aguas que favorece el incremento en los sitios de cría, así mismo, se evidencio que el 59.7% del total de casos notificados no se encontraban sisbenizados, el 18.9% estaban clasificados en los estratos 1 y 2, el 1.42% en estrato cero (0), el 0.67% al estrato 3 y el 0.5% a estrato mayor a 3.

Se identificaron como zonas de alta concentración de contagios por dengue de transmisión del dengue, las clasificadas en los mapas de densidades con nivel de concentración de propagación de “Alto” y “Muy Alto”, dentro de las cuales se ubican en su mayoría cerca a la quebrada que pasa dentro del municipio y en la zona sur del casco urbano municipal, la cual también se encuentra cercana a un rio y a lotes baldíos que se prestan para acumulación de residuos donde se estancan aguas y benefician el desarrollo del zancudo.

En la zona de estudio, durante el periodo comprendido entre los años 2015 a 2020, se evidencio que existe una relación entre los casos de dengue y las variables climatológicas, ya que el aumento de los casos de dengue se presentó en su mayor parte en la temporada de lluvias, en cuanto a las variables sociodemográficos no se puede establecer una relación debido

a que la mayoría de los casos no presentan una estratificación que permita determinar su nivel socioeconómico y así mismo, determinar las condiciones en las cuales viven las personas contagiadas con el virus del dengue; es importante realizar esta relación para la toma de decisiones y de actividades enfocadas al control y eliminación de los posibles criaderos de zancudos antes de iniciar las temporadas de lluvias con el fin de prevenir y disminuir los casos de dengue.

## 12. Recomendaciones

Se recomienda que para próximos eventos notificados por dengue al SIVIGILA, se realice una correcta captura de datos de georreferenciación al momento de realizar la visita de campo, con el fin de realizar en futuros estudios la distribución espacial del 100% de los eventos notificados a nivel municipal, donde se pueda observar también el comportamiento en la zona rural dispersa, centros poblados y casco urbano.

Se recomienda realizar estrategias de prevención, vigilancia, control y campañas de sensibilización en los hogares para evitar la acumulación de residuos y objetos que permitan el estancamiento de agua durante la temporada de lluvias, evitando así el crecimiento de la población de *Ae. Aegypti*.

Se recomienda a los entes de salud pública municipal el uso constante de las herramientas SIG aplicadas en el presente estudio, para determinar anticipadamente las zonas con mayor concentración de contagios por dengue y así poder realizar intervención oportuna y prevenir, evitar o disminuir posibles endemias y/o epidemias, controlando la propagación del *Aedes Aegypti* desde el inicio de su ciclo biológico, de igual manera, este estudio es aplicable a otros eventos de salud como publica como el Chagas, Zika, Chikunguya, Covid-19, rabia animal, entre otros.

### 13. Referencias

- Alcaldía Municipal de Aguazul. (2021). *Geografía - Alcaldía Municipal de Aguazul en Casanare*. <http://www.aguazul-casanare.gov.co/municipio/geografia>
- Balmaceda, L. (2008). *Conceptualización de la Demografía*.
- Bottinelli, O., Marder, G., Ulón, S., Ramírez, L., & Sario, H. (2002). Estratificación de áreas de Riesgo-Dengue en la ciudad de Corrientes mediante el uso de los ( SIG ) Sistemas de Información Geográfico. *Facultad de Cs. Veterinarias - UNNE.*, 3400. <https://hum.unne.edu.ar/investigacion/geografia/labtig/publicaciones/public09.pdf>
- Carbajo, A. E. (2003). *Distribución espacio-temporal de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae): su relación con el ambiente urbano y el riesgo de transmisión del virus dengue en la Ciudad de Buenos Aires*. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_3605\\_Carbajo.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3605_Carbajo.pdf)
- Chaves, L. F., & Friberg, M. D. (2021). Aedes albopictus and Aedes flavopictus (Diptera: Culicidae) pre-imaginal abundance patterns are associated with different environmental factors along an altitudinal gradient. *Current Research in Insect Science*, 1, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.cris.2020.100001>
- Collazos, D., Macualo, C., Orjuela, D., & Suarez, A. (2017). *Determinantes Sociodemográficos Y Ambientales En La Incidencia De Dengue En Anapoima Y La Mesa Cundinamarca 2007-2015*. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/824/1/TRABAJO DE GRADO DENGUE.pdf>
- Colombia Turismo Web. (2021). *CASANARE-AGUAZUL*. <http://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/CASANARE/MUNICIPIOS/AGUAZUL/AGUAZUL.htm>
- DNP. (2021). *¿Qué es el Sisben?* <https://www.sisben.gov.co/Paginas/que-es-sisben.aspx>
- Echemendía, B. (2011). Definiciones acerca del riesgo y sus implicaciones. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 49(3), 470–481. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1561-30032011000300014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1561-30032011000300014)
- Esri. (2021). *Qué es un cuadro de mando—ArcGIS Dashboards | Documentación*. <https://doc.arcgis.com/es/dashboards/get-started/what-is-a-dashboard.htm>
- Geoenciclopedia. (2021). *Precipitación - Información y Características*. <https://www.geoenciclopedia.com/precipitacion/>
- Guzmán, M. G., & Kourí, G. (2002). Dengue: An update. In *Lancet Infectious Diseases* (Vol. 2, Issue 1, pp. 33–42). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(01\)00171-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(01)00171-2)
- Guzman, R. (2019). *Dermatología. Atlas, diagnostico y tratamiento* (7th ed.). <https://ezproxy.uan.edu.co:2105/content.aspx?bookid=2775&sectionid=233197705>
- Instituto Nacional de Salud. (2020). *Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública -SIVIGILA*.
- Instituto Nacional de Salud. (2021). *Vigilancia SIVIGILA*. <https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/Paginas/SIVIGILA.aspx>
- Kuhn, J. H., & Charrel, R. N. (2018). Infecciones por virus transmitidos por artrópodos y roedores. In *Principios de Medicina Interna* (pp. 1–36).

- Larrea, C. (1989). *Pautas y Criterios para la Definición de Zonas de Riesgo* (p. 4).
- León, L. A. (2015). *Análisis Económico de la Población Demográfica*.
- Londoño, L. A., Restrepo, C., & Marulanda, E. (2014). Distribución espacial del dengue basado en herramientas del Sistema de Información Geográfica, Valle de Aburrá, Colombia. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 32(1), 7–15.
- Lowe, R., Gasparrini, A., Van Meerbeeck, C. J., Lippi, C. A., Mahon, R., Trotman, A. R., Rollock, L., Hinds, A. Q. J., Ryan, S. J., & Stewart-Ibarra, A. M. (2018). Nonlinear and delayed impacts of climate on dengue risk in Barbados: A modelling study. *PLoS Medicine*, 15(7), e1002613. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002613>
- Márquez, Y., Monroy, K. J., Martínez, E. G., Peña, V. H., & Monroy, Á. L. (2019). Influencia de la temperatura ambiental en el mosquito *Aedes* spp y la transmisión del virus del dengue. *Ces Medicina*, 33(1), 42–50. <https://doi.org/10.21615/cesmedicina.33.1.5>
- Marruffo, M., Bullones, X., Ontiveros, Y., Chirinos, D., Colmenarez, W., & Cárdenas, G. (2012). Aplicación de un sistema de Información Geográfica para la vigilancia y prevención de dengue: Municipio Juan Guillermo Iribarren, estado Lara, Venezuela 2010 - 2011. *Comunidad y Salud*, 10(1), 69–74.
- Méndez, J. A., Bernal, M. del P., Calvache, D., & Boshell, J. (2003). *Genotipificación y análisis filogenético de cepas colombianas del virus Dengue Tipo 2*. Laboratorio de Virología, Grupo Arbovirus, Instituto Nacional de Salud (I.N.S.). <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/download/7/13?inline=1>
- Ministerio de Salud Argentina. (2016). *Salud, comunicación y desastres*.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). *Dengue Memorias*. [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/Memorias\\_dengue.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/Memorias_dengue.pdf)
- Ministerio de Salud y Protección Social, & Federación Medica de Colombia. (2013). Memorias Dengue. *Ministerio De Proteccion Social, la malaria en colombia*, 7–46. [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/memorias\\_malaria.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/memorias_malaria.pdf)
- Organizacion Mundial de la Salud. (2017). El mosquito. *WHO*. <http://www.who.int/denguecontrol/mosquito/es/>
- Organización Panamericana de la Salud. (2011). *Sistematización de lecciones aprendidas en proyectos de comunicación para impactar en conductas (COMBI) en dengue en la Región de las Américas*.
- Padilla, J. C., Rojas, D. P., & Saenz, R. (2012). *Dengue en Colombia: epidemiología de la reemergencia a la hiperendemia 1*.
- Parra, G. (2010). Sistemas de información geográfica y sensores remotos. Aplicaciones en enfermedades transmitidas por vectores. *CES Medicina*, 24, 75–89. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=261119512006>
- Penilla, P. (2007). *Estrategias de control de las enfermedades transmitidas por vector*. Salud Pública de México. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10649118>
- Pérez, T. T., Iñiguez, L., Sánchez, L., & Remond, R. (2003). *Vulnerabilidad espacial al dengue:*

*Una aplicación de los sistemas de información geográfica en el municipio Playa de Ciudad de La Habana.* Revista Cubana de Salud Pública.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662003000400009&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662003000400009&lng=es&tlng=es)

Secretaria de Salud y Gestion Social Aguazul. (2020). *Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021.*

Triana, L. E., Morales, M. A., Arango, M. J., Badiel, M., & Cuartas, D. E. (2019). Analysis of the spatial and temporal distribution of the Dengue virus (2006-2017), Zika (2015-2017) and Chikungunya (2014-2017) in Colombia. *Infectio*, 23(4), 352–356.  
<https://doi.org/10.22354/in.v23i4.810>

Whiteman, A., Loaiza, J. R., Yee, D. A., Poh, K. C., Watkins, A. S., Lucas, K. J., Rapp, T. J., Kline, L., Ahmed, A., Chen, S., Delmelle, E., & Oguzie, J. U. (2020). Do socioeconomic factors drive Aedes mosquito vectors and their arboviral diseases? A systematic review of dengue, chikungunya, yellow fever, and Zika Virus. *One Health*, 11(July), 100188.  
<https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2020.100188>

WHO. (2012). Global Strategy for Dengue Prevention and Control 2012–2020. *World Health Organization*, 43. [www.who.int/neglected\\_diseases/en](http://www.who.int/neglected_diseases/en)