

**ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR PROLIFERACIÓN DEL VECTOR  
AEDES AEGYPTI EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA – COLOMBIA**



**Hanny Carolina Ospino Weber**

**José David Flórez Castaño**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
MONTERÍA, CÓRDOBA**

**2020**

**ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR PROLIFERACIÓN DEL VECTOR  
AEDES AEGYPTI EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA - COLOMBIA.**

**Hanny Carolina Ospino Weber**

**José David Flórez Castaño**

**Trabajo de grado presentada, en la modalidad de investigación y/o extensión según  
Resolución 060, como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero  
Ambiental.**

**Directora:**

**Zoraya Yasquine Martínez Lara**

**Geóloga. M.Sc. Geomorfología y Suelos.**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
MONTERÍA, CÓRDOBA  
2020**

**La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto, serán responsabilidad de los autores.**

**Artículo 61, acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002 del consejo superior.**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

## **DEDICATORIA**

*A mi madre Alcida Durango, a mis tíos Jacob y María Ospino por su constante apoyo y guía en mi vida enseñándome que siempre se puede llegar un poco más lejos. Agradezco por el mejor compañero que he podido tener en este proceso, José Flórez, y especialmente a Dios, pues en esos momentos donde cerré los ojos suplicando más de algo, él respondió; esta tesis es la expresión de mis mejores sueños y le dedico este logro a mi persona, por el obsequio de comprender que la capacidad de lograr algo es otorgada por la grandeza de nuestros deseos.*

*Hanny Carolina Ospino Weber*

## **DEDICATORIA**

*A Dios por estar siempre presente, a mi familia por siempre darme el apoyo necesario para lograr mis metas, a mi madre María B. Castaño Nieto y mi padre Néstor E. Flórez Doria por enseñarme el valor de la educación y siempre estar presentes en mi formación como persona, a Hanny Ospino por darme su compañía estos últimos 4 años, a mis profesores, amigos y compañeros por ser parte de mi proceso personal y académico.*

*José David Flórez Castaño*

## **AGRADECIMIENTOS**

### ***Agradecimiento especial a:***

*En primer lugar, deseamos expresar nuestro agradecimiento especial a nuestra Tutora, Amiga y directora de tesis, la M.Sc. Zoraya Yasquine Martínez Lara, por la dedicación y el apoyo que nos brindó para el cumplimiento de este significativo proyecto, por el respeto a nuestras sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que muchas veces nos impulsó a pensar más allá.*

### ***Agradecimientos:***

*A los profesionales que colaboraron con el desarrollo metodológico de este significativo proyecto y que formaron parte de nuestra formación académica, siendo íntegros y admirables, Geógrafa Ingris Osorio, M.Sc. Gabriel Campo.*

## RESUMEN

*Aedes Aegypti* es un vector que transmite diversas enfermedades como el Dengue, el Zika y el Chikungunya, alcanzando niveles epidémicos debido a su capacidad de adaptarse y proliferar en condiciones extremas, afectando así a un número creciente de poblaciones por su distribución espacial. El departamento de Córdoba cumple con las condiciones necesarias para la presencia y proliferación del vector, demostrando así la necesidad de estructurar una propuesta de manejo y control basada en la articulación de la zonificación de la amenaza obtenida con la guía de gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión del dengue.

Esta investigación se enfoca en clasificar la amenaza del vector en cinco categorías: Muy Alta, Alta, Moderada, Baja y Muy Baja, a través de la evaluación multicriterio propuesta por Saaty (1990); la evaluación está determinada por las variables que condicionan la presencia del vector, como, temperatura, humedad relativa, precipitación, zonas inundables, centros poblados y cobertura vegetal, obteniendo la representación de la amenaza a través de mapas temáticos por medio del uso de los sistemas de información geográfico (SIG) que facilitan la interpretación y procesamiento de los datos. Los resultados indican que, los municipios con mayor amenaza en el departamento de Córdoba, son los pertenecientes a las zonas inundables de los ríos Sinú y San Jorge; el contraste entre el número de casos y la amenaza permitió validar los resultados de la investigación, sin embargo, también se obtuvieron zonas donde una categoría de amenaza alta no correspondía a un alto número de casos, de esta observación se toma como un hecho de análisis la posible presencia de factores externos no contemplados en la investigación, sin embargo la incoherencia no es relevante en contraste a la coincidencia de la mayoría de los municipios. De lo anteriormente plasmado se demuestra que la propuesta de manejo y control estructurada podría influir en la eficiencia de la disminución de costos y mejora de los índices de salud pública en el departamento de Córdoba, Colombia.



## ABSTRACT

*Aedes Aegypti* is a vector that transmits various diseases such as Dengue, Zika and Chikungunya. Reaching epidemic levels due to its ability to adapt and proliferate under extreme conditions, thus affecting an increasing number of populations by their spatial distribution. The department of Córdoba meets the necessary conditions for the presence and proliferation of the vector, demonstrating the need to structure a management and control proposal based on the articulation of the threat zoning obtained with the management guide for entomological surveillance and control of dengue transmission.

This research focuses on classifying the vector threat into the categories: Very High, High, Moderate, Low and Very Low, through the multi-criteria evaluation proposed by Saaty (1990); the evaluation is determined by the variables that condition the presence of the vector, such as, temperature, relative humidity, precipitation, flood zones, population centres and vegetation cover, obtaining the representation of the threat through thematic maps through the use of geographic information systems (GIS) which facilitate the interpretation and processing of data. The results indicate that, the municipalities with the greatest threat in the department of Córdoba, are those belonging to the flood zone of the river Sinú and San Jorge; the contrast between the number of cases and the present threat allowed to validate the results of the investigation, however, areas where a high threat category did not correspond to a high number of cases were also identified, from this observation the possible external factors not covered by the investigation are taken as a fact of analysis, however the inconsistency is not relevant in contrast to the coincidence of most municipalities, all of the above demonstrates that the proposed management and structured control could influence the efficiency of cost reduction and improvement of public health indices in the department of Córdoba - Colombia.

## Tabla de Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN LITERARIA</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2.1</b> Biología del vector .....	<b>6</b>
<b>2.2.2</b> Enfermedades y peligrosidad relacionadas con el vector .....	<b>7</b>
<b>2.2.3</b> Aedes Aegypti y la salud pública en Colombia y Córdoba .....	<b>8</b>
<b>2.2.4</b> Sistemas de Información geográfico (SIG) aplicados a la valoración de la amenaza 9	
<b>2.3 MARCO LEGAL</b> .....	<b>10</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 TIPO DE ESTUDIO</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2 ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 MATERIALES</b> .....	<b>13</b>
<b>3.3.1</b> Adquisición de los insumos cartográficos. ....	<b>13</b>
<b>3.3.2</b> Software .....	<b>14</b>
<b>3.4 DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>15</b>
<b>3.4.1</b> Recolección de información secundaria.....	<b>15</b>
<b>3.4.2</b> Evaluación multicriterio utilizando el método de Saaty o Proceso Analítico Jerárquico (AHP) .....	<b>15</b>
<b>3.4.3</b> Procesamiento de los datos e insumos. ....	<b>21</b>
<b>3.4.4</b> Modelo cartográfico .....	<b>23</b>
La Ilustración 5 presenta el modelo cartográfico que permite comprender las etapas llevadas a cabo hasta la obtención del mapa de amenazas. ....	<b>23</b>
<b>3.4.5</b> Análisis de mapas temáticos resultantes para el posterior contraste con los registros del MINSALUD.....	<b>23</b>
<b>3.4.6</b> Estructurar una propuesta de Manejo y Control en base al análisis de la amenaza. ....	<b>23</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1 CARACTERÍSTICAS Y RECLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE PERMITEN LA PROLIFERACIÓN, PRESENCIA Y CRÍA DEL VECTOR</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1.1</b> Precipitación.....	<b>25</b>

4.1.2	Temperatura .....	28
4.1.3	Cubierta Vegetal.....	29
4.1.4	Humedad .....	30
4.1.5	Zonas Inundables .....	31
4.1.6	Zonas Urbanas.....	33
4.2	PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP).....	35
4.3	<b>ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR EL VECTOR AEDES AEGYPTI</b> .....	<b>39</b>
4.4	<b>VALIDACIÓN Y CONTRASTE DE AMENAZAS POR NÚMERO DE CASOS MUNICIPALES</b> .....	<b>43</b>
4.5	<b>ELABORACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO Y CONTROL DEL VECTOR CON BASE EN LOS RESULTADOS DE AMENAZA</b> .....	<b>49</b>
4.5.1	Estrategias en zonas con Muy alta amenaza pertenecientes a las zonas inundables. ....	50
4.5.2	Zonas con Muy alta amenaza pertenecientes a la intersección entre zonas inundables y zonas arbóreas o arbustales. ....	51
4.5.3	Zonas con Muy alta amenaza pertenecientes a los centros poblados.....	52
4.5.4	Zonas con Alta amenaza distribuidas en todos los municipios de Córdoba. 52	
5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>53</b>
6.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>55</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>62</b>

## Lista De Tablas

<b>Tabla 1</b> .....	10
<b>Tabla 2</b> .....	14
<b>Tabla 3</b> .....	16
<b>Tabla 4</b> .....	21
<b>Tabla 5</b> .....	27
<b>Tabla 6</b> .....	29
<b>Tabla 7</b> .....	30
<b>Tabla 8</b> .....	31
<b>Tabla 9</b> .....	33
<b>Tabla 10</b> .....	35
<b>Tabla 11</b> .....	37
<b>Tabla 12</b> .....	38

## Tabla de Ilustraciones

<b>Ilustración 1</b> Límite De Zona De Estudio. Nota, Señala El Departamento De Córdoba Como La Zona De Estudio De Esta Investigación. Fuente: Google Earth (2015) .....	13
<b>Ilustración 2</b> Escala De Preferencias De Saaty Fuente: Saaty, T. et al., (1980).....	17
<b>Ilustración 3</b> Matriz De Comparación Por Pares. Fuente: Saaty, T. et al., (1980).....	17
<b>Ilustración 4</b> Datos Normalizados De La Matriz De Comparación Por Pares . Fuente: Saaty, T. et al., (1980). .....	19
<b>Ilustración 5</b> Modelo Cartográfico. ....	24
<b>Ilustración 6</b> Casos por municipios de Dengue en el departamento de Córdoba para los años de 2014 a 2017. Obtenidos de: Secretaria de Salud de Córdoba - SIVIGILA .....	44
<b>Ilustración 7</b> Estrategias De Manejo Y Control Del Vector En Colombia.....	49

## Tabla de Ecuaciones

<b>Ecuación 1</b> .....	18
<b>Ecuación 2</b> .....	18
<b>Ecuación 3</b> .....	19

<b>Ecuación 4</b> .....	19
<b>Ecuación 5</b> .....	20
<b>Ecuación 6</b> .....	20
<b>Ecuación 7</b> .....	20

### **Tabla de Mapas**

<b>Mapa 1</b> Resultado de la Zonificación De La Amenaza Por Proliferación Del Vector Aedes Aegypti En El Departamento De Córdoba – Colombia. Creación: Propia .....	42
<b>Mapa 2</b> Zonificación de casos de dengue en el departamento de Córdoba en los años de 2010-2017. ....	48

### **Tabla de Anexos**

<b>Anexo 1</b> .....	63
<b>Anexo 2</b> .....	64
<b>Anexo 3</b> .....	65
<b>Anexo 4</b> .....	66
<b>Anexo 5</b> .....	67
<b>Anexo 6</b> .....	68
<b>Anexo 7</b> .....	69
<b>Anexo 8</b> .....	70
<b>Anexo 9</b> .....	71
<b>Anexo 10</b> .....	72
<b>Anexo 11</b> .....	73

## 1. INTRODUCCIÓN

El *Aedes Aegypti* o *Stegomyia Aegypti*, en su papel como vector es capaz de transmitir enfermedades con una alta tasa de contagio, como el Zika, Dengue, Chikunguña y Fiebre Amarilla, por lo tanto; para hacerles frente hay que considerar la distribución espacial del vector teniendo en cuenta que su presencia se ve limitada a zonas con específicas condiciones climatológicas y en dependencia con la vulnerabilidad que presenta en ciertas fases evolutivas. No obstante, el vector es conocido por su capacidad de adaptación y evolución ante la variación de estas condiciones climáticas y sociales, que incluso, en algunos casos llegan a ser extremas para el vector; debido a esto, se ha convertido en una problemática de salud pública en Colombia y secuencialmente en Córdoba.

Los productos de este proyecto de investigación serán, una zonificación de amenazas por medio de un mapa temático, además de un modelo de evaluación que puede ser útil con los años tras una actualización de datos, estructurando finalmente estrategias de control y manejo que articulan los resultados de la zonificación de amenazas con la guía de gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión del dengue (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. 2013) teniendo la finalidad de disminuir las zonas con alta amenaza y el número de casos por transmisión en el departamento, logrando así priorizar la aplicación de esfuerzos económicos, técnicos y logísticos a las zonas que más lo necesiten; además de mejorar la efectividad de las estrategias también se incidirá en la disminución de los costos de tratamiento y mitigación, al igual que se logrará disminuir la saturación del sistema de salud a causa de la cantidad de casos. Además, sería un referente útil para el Departamento pues hasta el momento no se ha realizado una zonificación de

amenazas departamentales teniendo solamente en cuenta las variables que condicionan la vida biológica del vector en Córdoba.

El principal objetivo de esta investigación es estructurar una propuesta de control y manejo ante la amenaza por proliferación del vector en el departamento de Córdoba, para esto, es necesario desarrollar como objetivos específicos: 1) identificar y caracterizar las condiciones y variables ambientales necesarias para la presencia y proliferación del vector, 2) clasificar las zonas con Muy Alta, Alta, Moderada, Baja y Muy Baja amenaza según la probabilidad de ocurrencia, validando así los resultados obtenidos con el registro de casos de transmisión de Zika, Chikunguña o Dengue.

Esta investigación es de carácter descriptiva y de correlación, y se desarrolló a través del uso de información secundaria, la jerarquización analítica según Saaty (1990) y herramientas informáticas como los sistemas de información geográfica (SIG), en este caso, el software Qgis utilizado para el geoprocésamiento y obtención de la zonificación de amenazas, el uso de referentes teóricos para caracterizar las condiciones necesarias en la vida del vector, y los datos otorgados por el Ministerio de Salud a través del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública-SIVIGILA de los años 2010-2017, para el desarrollo de la validación de los resultados y consecuentemente la estructuración de las medidas de control.

los resultados de esta investigación están divididas en 4 capítulos, el primer capítulo se enfoca en una caracterización de las variables influyen en la presencia y proliferación del vector por medio de estudios nacionales e internacionales teniendo como resultado un reclasificación de rangos para cada variable, el segundo capítulo se divide en dos sub-capítulos, el primero se enfoca en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) planteando así lo pesos para cada variable según sea su nivel de importancia en la presencia y proliferación de vector; en el segundo sub-capítulo se elabora un mapa temático representando el nivel de amenaza para cada municipio en el departamento de Córdoba, en el tercer capítulo se validan los resultados de la cartografía de amenaza elaborada a través de un contraste entre el valor de la amenaza y el número de casos por municipio, por último, el cuarto capítulo se enfoca en la articulación de la guía de gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión del dengue (Ministerio de Salud y

Protección Social de Colombia. 2013) con el mapa de amenaza y las problemáticas de cada municipio, estructurando así una versión más completa de las estrategias ya planteadas por el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia.



## **2. REVISIÓN LITERARIA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

En Córdoba se han desarrollado investigaciones en el tema, específicamente en el año 2017 se registraron diversas investigaciones sobre el comportamiento epidemiológico de las enfermedades transmitidas por el vector *Aedes Aegypti*, para lograr los alcances utilizaron datos obtenidos en la Secretaría de Salud del Departamento sobre casos de Zika, Dengue y Chikungunya el periodo de 2014-2017 otorgados por el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), identificando así el número de casos por municipio. Los hallazgos evidenciaron que, a pesar de las acciones intersectoriales realizadas, hubo una distribución del vector *Aedes Aegypti*, en todos los municipios que conforman el departamento de Córdoba, reportando un total de 12.373 casos de transmisiones por el vector, obteniendo como producto la observación de la preferencia del vector hacia las zonas urbanas (Rodelo et al. 2017).

Guzmán et al. (2015) determinaron la frecuencia y severidad del Dengue en Córdoba mediante los reportes de casos y registros clínicos, entre los resultados destacó que, para el periodo comprendido entre los años 2003 a 2010, la incidencia del virus fue de 36.5 casos por cada cien mil habitantes, enfatizando en un punto de análisis respecto a la causa del alto número de casos por municipios, exponiendo si es debido a una mayor cantidad de habitantes o a las características climáticas de la zona, eliminando la incertidumbre sobre si el principal medio de transmisión de las enfermedades es el vector o si es posible que hayan otras variables fuera de las consideradas en la investigación, incidiendo en el

comportamiento del vector y a su vez en la escasa eficiencia de las estrategias de control implementadas.

El estado de las investigaciones relacionadas al vector a nivel nacional, demuestran la profunda gama de herramientas utilizadas para lograr el alcance propuesto, comúnmente en la estructura metodológica se utilizan las herramientas SIG, para espacializar las variables obtenidas luego de la revisión secundaria o primaria y con el uso de variadas herramientas se logra la zonificación de la amenaza. El trabajo realizado por Niño (2018), espacializa la distribución espacial del vector utilizando SIG en la Macarena, Colombia, a través de las condiciones de vida del vector y una superposición de capas que representan las variables que determinan la existencia del vector en la zona de estudio obteniendo magnitudes de amenaza y vulnerabilidad; a través de los resultados logró determinar el riesgo, el cual manifiesta que las áreas circundantes a centros poblados, vías y ríos presentan la mayor categoría de riesgo.

A nivel nacional hay un mayor número de investigaciones, enfocados a analizar la incidencia de los diferentes virus y enfermedades transmitidas por el vector, permitiendo entender que se ha convertido con el tiempo en una problemática de salud pública, una de las investigaciones es la planteada por Valiente y González (2017) quienes demuestran el comportamiento de estas enfermedades en el periodo 2010 a 2015, con el fin de proponer estrategias a futuro para el fortalecimiento de las medidas de prevención de los brotes en el barrio “el centro” del municipio de Villeta-Cundinamarca. Los autores señalan las condiciones meteorológicas que permiten la presencia y proliferación del mosquito, los datos fueron obtenidos a través de una estación meteorológica de la zona de estudio, además se identificaron los factores de riesgo sociales y ambientales influyentes en el desarrollo de los eventos asociados al vector Aedes; siendo este autor un referente indispensable en el diseño de lineamientos para mejorar la efectividad y aplicación de las estrategias disminuyendo los gastos nacionales en salud pública.

A nivel internacional se toman como referente a Santos y Meneses (2017) quienes evaluaron las condiciones climáticas de las diferentes áreas donde se ha registrado el virus del Zika, estas son cabeceras urbanas consideradas zonas con gran número de población del vector, a partir de los criterios climáticos y densidad de población se analizó la

distribución espacial global del mosquito *Aedes Aegypti*, las variables físicas se tomaron del proyecto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) y las climáticas de WorldClim, el modelo de susceptibilidad se desarrolló utilizando un modelo de distribución espacial que utilizó como entrada las referencias espaciales de ambos vectores. Los resultados demuestran la importancia de cada variable para la presencia del vector obteniendo que el *Aedes Aegypti* posee mayor dispersión global que otras especies de su misma familia “Culicade” mostrando una mayor presencia en áreas con mayor población como India, China, Estados Unidos y Brasil, sugiriendo así mayor control sobre el vector ya que podrían repetirse los brotes de estas enfermedades a gran escala si no se toman las medidas correspondientes.

Araujo et al. (2015) afirmaron que a fin de lograr controlar la propagación del Dengue es necesario atacar al vector directamente. Para elaborar sus estrategias primero analizaron la historia del plan nacional de control del Dengue de Brasil vigente desde 2002, describiendo su establecimiento y operación: Con la persistencia de las epidemias de dengue, las estrategias actuales fueron reevaluadas para poner en primer plano una discusión sobre la posible implementación de nuevas tecnologías en el programa de control de vectores de Brasil, teniendo en cuenta las variables ambientales y la logística de la distribución del vector para posteriormente aplicar las medidas de contención.

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Biología del vector**

Es importante conocer las 4 fases que el vector experimenta en su desarrollo, pues estas influyen en su vulnerabilidad, su dinámica y su preferencia de hábitat; según Sánchez (2017), las hembras sobreviven a base de alimentación sanguínea, en cada ovoposición colocan entre 50 y 150 huevos pequeños (de 0.8 mm) en las paredes de los recipientes, normalmente sobre el nivel del agua; se ha visto que, en condiciones ecológicas particulares, las hembras colocan un 10-20% directamente en el agua y el resto pegado a la superficie del recipiente. Sin embargo, la manera cómo distribuyen sus huevos hace parte de sus estrategias de supervivencia, ya que cada vez que sube el nivel del agua en el

recipiente eclosiona un grupo de huevos, de este modo, se asegura una eclosión escalonada que permite la supervivencia aún en condiciones desfavorables.

Luego los huevos eclosionan dando lugar a formas larvarias, acuáticas, nadadoras, de respiración aérea, estas larvas son fotosensibles (sensibles a la luz), al iluminarlas se desplazan al fondo del recipiente; la fase larval es el período de mayor alimentación, crecimiento y vulnerabilidad en el ciclo de vida del *Aedes Aegypti* (Sánchez 2017)

Las larvas mudan al estado de pupa, las cuales no se alimentan y tienden a moverse poco, suelen mantenerse en la superficie del agua debido a su flotabilidad. El último estado es el adulto alado, dentro de las 24 horas siguientes, machos y hembras se aparean, generalmente por única vez en el caso de las hembras y se inicia la etapa reproductiva, la hembra además hematófaga (necesita de proteínas disponibles en la sangre para la producción de sus huevos), y se mantienen siempre en las cercanías de las viviendas del hombre.

### **2.2.2 Enfermedades y peligrosidad relacionadas con el vector**

La razón por la que el vector ha tomado tanta importancia en la actualidad es debido a la gravedad de las enfermedades que tiene la capacidad de transmitir, cada una tiene una mortalidad diferente con similar sintomatología, dichas enfermedades inciden en altos costos para los planes de salud pública implementados por los gobiernos, que van desde la prevención hasta el tratamiento de los contagiados. En la investigación realizada por Sánchez (2017) se describe la evolución social y sintomatológica de las enfermedades transmitidas por el vector, una de ellas es el Dengue, la enfermedad arboviral más importante en todo el mundo, que ha registrado el mayor aumento en los últimos 20 años. El *Aedes aegypti* actúa como vector para los cuatro serotipos del virus en especial el DEN 1-4, siendo el vector primario asociado con la mayoría de epidemias; en los últimos 50 años, la incidencia se ha multiplicado por 30, permitiendo la trascendencia del vector de entornos urbanos a medios rurales.

Otra de las enfermedades es el Zika, tratándose de un flavivirus que se identificó por primera vez en Uganda, 1947 (WHO. 2006). Se han registrado brotes de enfermedad por este virus en África, América, Asia y el Pacífico. En julio de 2015, Brasil notificó una

asociación entre la infección por el virus de Zika y el síndrome de Guillain-Barré, y en octubre del mismo año su asociación con la microcefalia en niños de madres gestantes infectadas. En la actualidad no hay vacunas por lo que la protección contra las picaduras de mosquitos es fundamental para prevenir la infección; las condiciones climáticas adecuadas de las zonas donde se ha reportado el virus Zika, se caracterizan por tener una alta densidad de población, siendo una de las variables causal principal del actual brote y de la propagación de la enfermedad (WHO 2016).

Una de las enfermedades más recientes es el Chicungunya, registrada por primera vez durante un brote ocurrido en el sur de Tanzania en 1952. No existe ningún antivírico específico para tratar la fiebre Chicungunya (Pyszczek y Saez 2016). El tratamiento consiste principalmente en aliviar los síntomas, entre ellos el dolor articular con analgésicos debido a la falta de vacuna. La Fiebre Amarilla es otra enfermedad vírica aguda, hemorrágica, transmitida por mosquitos de los géneros *Aedes* y *haemogogus*. El término "amarilla" alude a la ictericia que presentan algunos pacientes; las grandes epidemias de fiebre amarilla se producen cuando el virus es introducido por personas infectadas en zonas muy pobladas, con gran densidad de mosquitos y donde la mayoría de la población tiene escasa o nula inmunidad por falta de vacunación (Sánchez 2017).

### **2.2.3 Aedes Aegypti y la salud pública en Colombia y Córdoba**

Actualmente, el Dengue es considerado como una de las enfermedades más importantes transmitidas por mosquitos y uno de los principales problemas de salud pública en el mundo, se estima que cerca de 2.500 millones de personas distribuidas en más de cien países están en riesgo de contraer la infección y se han reportado hasta 50 millones de infecciones anuales, de las cuales, 500.000 son casos de dengue hemorrágico con 22.000 muertes, representando una letalidad del 2.5% , principalmente en niños (WHO 2006).

En Colombia los brotes de Dengue son cíclicos y son reportados principalmente en los departamentos del Norte de Santander, Santander, Huila, Tolima, Valle del Cauca y Antioquia. A pesar de que se ha reportado la existencia de los cuatro serotipos de Dengue, ninguno de ellos es dominante (Castrillón et al. 2015). Es de suma importancia considerar

que la mortalidad por dengue es evitable, y que en parte lo que dificulta la funcionalidad de las estrategias es la falta de conocimiento de la población y la no atención médica, o la atención inoportuna de los síntomas, en consecuencia, la pérdida económica puede llegar a millones de dólares anualmente debido al alto gasto que implica la atención de estas enfermedades, sumada a la poca efectividad de las estrategias aplicadas; de ahí la necesidad de diseñar estrategias eficaces para la lucha contra el Aedes en zonas donde se reporta los mayores casos de dengue.

El evento Dengue es endémico en el departamento de Córdoba, de acuerdo con la información registrada en la base de datos del SIVIGILA, el año 2014 fue el más incidente, registrando 4.050 casos de la enfermedad lo que significó una incidencia de 2.4 casos por cada cien mil habitantes.

Durante los años 2014 a 2017, los hallazgos evidencian que, a pesar de las acciones intersectoriales realizadas y la aplicación de diferentes estrategias de control, se identificó la distribución del vector Aedes Aegypti en el departamento de Córdoba notificando un total de 12.373 casos de Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) de los cuales, el 59% correspondió a Dengue, 28% a casos de Zika y 13% a Chikunguña (Minsalud 2019), además, el municipio de Montería notificó la mayoría de casos de ETV representado un 42% de los casos totales del departamento, seguido por Montelíbano con 7% y Cereté con 5%. Con relación a las características sociodemográficas, según la base de datos del SIVIGILA la mayoría de los pacientes, eran de sexo femenino, pertenecientes al régimen subsidiado (38.3%) y en su mayoría vivían en la cabecera municipal (69.6%).

#### **2.2.4** Sistemas de Información geográfico (SIG) aplicados a la valoración de la amenaza

La amenaza según Cardona (1993) es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado. Los SIG, son considerados Sistemas de Información Geográfico cuyo diseño y concepción permite recoger toda la riqueza de matices de la información (Burstein 2002). Los SIG pueden ser usados en cualquier aplicación cuyo objetivo principal sea gestionar algún tipo de

información geo-referenciada referida a los elementos o fenómenos que tienen lugar sobre la superficie terrestre.

Los SIG son una herramienta especializada esencial para poder manipular con eficacia la información geográfica porque aumentan su accesibilidad, su exactitud y, en general, garantizan la eficacia de los resultados de las decisiones a tomar; en salud pública, los SIG son herramientas importantes ya que son capaces de combinar datos demográficos (edad, sexo, distribución, etc.), con datos de salud (tipos de enfermedades, incidencias, prevalencia, características clínicas o patológicas, etc.), características del medio natural (clima, altitud, precipitación, etc.) y cualquier otra información que el especialista considere necesaria. Además, el empleo de esta herramienta ayuda a lograr una visión integral y real de lo que ocurre en la salud pública de nuestro país, así como la posibilidad de prevenir lo que podría ocurrir en el futuro.

### 2.3 MARCO LEGAL

La amenaza se define como el peligro latente producto de acciones físicas de origen natural o antropogénica (Ministerio de Medio Ambiente. 2020), estas amenazas son afrontadas a través de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones. La Tabla 1 muestra las legislaciones referentes a los temas de gestión de riesgo y salud pública en Colombia vigentes en el país, las cuales se adoptan en esta investigación para entender el proceder del Estado ante eventuales casos de transmisión por vectores.

**Tabla 1**

*Marco Legal Referente a Gestión de Riesgo y Salud Pública en Colombia.*

Normas	Descripción
Ley 9 de 1979	“Por la cual se dictan Medidas Sanitarias”, en el Título VII se establece la “Vigilancia y control epidemiológico”.
Ley 1523 de 2102	“Por la cual se adopta la política nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”.
Ley 1751 de 2015	“Por medio de la cual se regula el derecho fundamental a la

Ley 1753 de 2015	salud y se dictan otras disposiciones”.
Decreto 3842 de 1949	“Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo”.
	“Por el cual se organizó la salubridad nacional con el objetivo de asegurar la salud física y mental de la población del país”.
Decreto 3518 de 2006	“Por el cual se crea y reglamenta el sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) y se dictan otras disposiciones”.
Decreto 3518 de 2006	“Por el cual se crea y reglamenta el sistema de Vigilancia en Salud Pública y se dictan otras disposiciones”.
Decreto 4107 de 2011	“Por el cual se define la estructura y funciones del Ministerio de Salud y Protección Social”.
Resolución 0412 del 2000	“Reglamenta las Normas Técnicas y Guías de Atención para el desarrollo de las acciones de detección temprana y protección específica y la atención de las enfermedades de interés en salud pública”.
Resolución 1841 de 2013	“Por la cual se define el Plan Decenal de Salud Pública 2012 – 2021 y en la dimensión Vida Saludable y Enfermedades Transmisibles la Estrategia de Gestión Integrada de las enfermedades transmitidas por vectores”.
Resolución 2909 de 2015	“Por la cual se efectúa una asignación de recursos de la vigencia fiscal 2015, para el Programa de Enfermedades Transmitidas por Vectores – ETV”.
Circular 040 de 2014	“Por la cual se establece la articulación y participación del sector salud en el Sistema de Gestión de Riesgos de Desastres”.

---

Fuente: Elaboración Propia



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

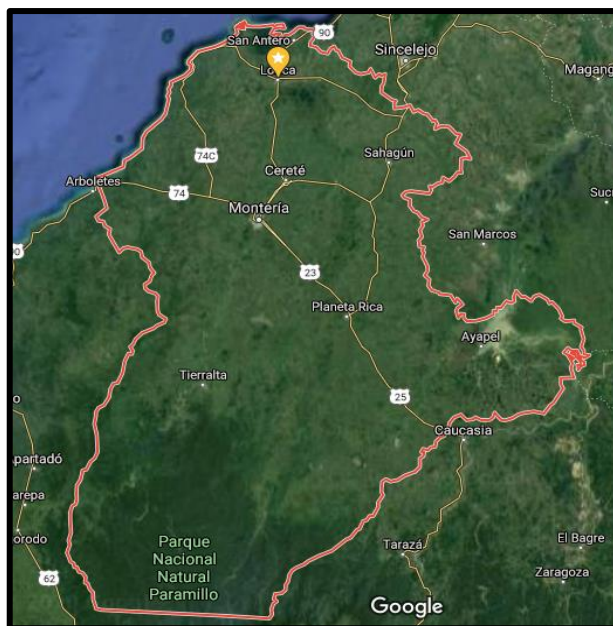
#### **3.1 TIPO DE ESTUDIO**

Esta investigación es de carácter descriptiva y de correlación, ya que fueron identificadas las variables y condiciones necesarias para la presencia del vector en una zona determinada, logrando comprender su conducta e identificando la categoría de amenaza en diferentes zonas del Departamento mediante el LOEtos e insumos cartográficos con la ayuda de herramientas SIG.

#### **3.2 ÁREA DE ESTUDIO**

El departamento de Córdoba (Ilustración 1) está conformado por 30 municipios, se encuentra ubicado al norte del país, en la región Caribe, limitando al norte con el mar Caribe (océano Atlántico), al este con Sucre y Bolívar, y al sur y oeste con Antioquia. La Ilustración 1 delimita el área de estudio para esta investigación.

En el área de estudio según el IDEAM (2010) se presenta una temperatura promedio de 27,5° C, con precipitaciones promedio de 1253,3 mm en el Bajo Sinú al igual que la Zona Costanera y hasta 4000 mm al sur del Departamento, y una evaporación promedio de 1007,1. La economía regional se basa en dos grandes pilares que son la ganadería y la agricultura, a través de cultivos autóctonos de la región.



**Ilustración 1** Límite De Zona De Estudio. Nota, Señala El Departamento De Córdoba Como La Zona De Estudio De Esta Investigación. Fuente: Google Earth (2015)

### 3.3 MATERIALES

Al tomar como área de estudio al Departamento de Córdoba, se trabajó con las variables climáticas: humedad relativa media anual, temperatura media anual, precipitación media anual, centros poblados, zonas inundables y cobertura vegetal, obteniendo los insumos de diferentes bases de datos nacionales en el periodo comprendido entre los años 2010-2017, además se utilizaron datos estadísticos de los casos de Dengue en el Departamento otorgados por la Secretaría de Salud a través de su extensión SIVIGILA.

#### 3.3.1 Adquisición de los insumos cartográficos.

Los insumos cartográficos fueron obtenidos a través de las bases de datos nacionales como el IDEAM, IGAC, DANE, MINISALUD y SIAC. La Tabla 2 presenta la información de los insumos cartográficos utilizados en el proyecto, identificando características de cada insumo como escala, formato, autor, año de publicación e información de la proyección utilizada.

**Tabla 2**  
*Insumos Cartográficos*

Nombre	Escala	Formato Y Modelo	Año	Autor	Descripción
Mapa base	1:25000	Shapefile; Vectorial; Polígonos	2017	DANE	EPSG : 4686 MAGNA- SIRGAS
Centros poblados	1:25000	Shapefile; Vectorial; Polígonos.	2017	DANE	EPSG : 4686 MAGNA- SIRGAS
Cuerpos de agua	1:25000	Shapefile; Vectorial; Polígonos.	2015	IGAC	EPSG : 4686 MAGNA- SIRGAS
Zonificación hidrográfica de Colombia	1:500000	Shapefile; Vectorial; Polígonos.	2005- 2008	IDEAM	EPSG : 4686 MAGNA- SIRGAS
Humedad	1:500000	Shapefile; Vectorial; Polígonos	2015	IDEAM	EPSG : 4686 MAGNA- SIRGAS
Precipitación	1:500000	Shapefile; Vectorial; Polígonos	2015	IDEAM	EPSG : 4686 MAGNA- SIRGAS
Cobertura Córdoba	1:25000	Shapefile; Vectorial; Polígonos	2015	SIAC	EPSG : 4686 MAGNA- SIRGAS
Temperatura	1:500000	Shapefile; Vectorial; Polígonos	2010	IDEAM	EPSG : 4686 MAGNA- SIRGAS
Zonas de inundación	1:500000	Shapefile; Vectorial; Polígonos	2010	IDEAM	EPSG : 4686 MAGNA- SIRGAS

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3.2 Software

Para el procesamiento de estos insumos presentados en la Tabla 2 se utilizó el software QGis, Sistema de Información Geográfica (SIG) de software libre y de código abierto para plataformas.

## **3.4 DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.4.1 Recolección de información secundaria**

Para obtener la información sobre la identificación de las variables que permiten la proliferación y temáticas relacionadas a la biología del vector, se consultaron diversas bases de datos privadas, como SCOPUS, ProQuest Natural Science Collection, ScienceDirect, como también se utilizaron bases de datos abiertas o libres, como Scielo, Dialnet, REDALyC y Springer; los artículos son de escala internacional, nacional y local, de diferentes regiones que son afectados por el vector, con la finalidad de identificar las condiciones climáticas y otros aspectos que condicionan el desarrollo y la proliferación del *Aedes Aegypti*.

### **3.4.2 Evaluación multicriterio utilizando el método de Saaty o Proceso Analítico Jerárquico (AHP)**

El método A.H.P fue desarrollado por el Doctor en Ciencias Matemáticas Thomas Saaty a fines de la década de los ochenta, para resolver el tratado de reducción de armamento estratégico entre Estados Unidos y la Unión Soviética.

Según Ollaguez (2006) este método desmenuza un problema en subproblemas y luego une todas las soluciones de estos en una conclusión; el fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por los decisores, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende, llegando a obtener una síntesis como resultado final, que da una noción al decisor de la alternativa que debería de elegir, como también un análisis de la sensibilidad de los datos, para provisionar una posible variación en los juicios dados por los decisores.

Una de las características principales de la metodología de evaluación multicriterio (EMC) es la diversidad de factores que se logran integrar en el proceso de evaluación. Por medio de la EMC es posible comprobar hipótesis, establecer relaciones de causa y efecto, utilizar métodos estadísticos para el tratamiento y análisis de datos, estudiando de manera retrospectiva el fenómeno en cuestión, pero siendo posible realizar predicciones

o pronósticos, con base en la estadística.

La particularidad de cada metodología multicriterio está en la forma de transformar las mediciones y percepciones en una escala única, de modo de poder comparar los elementos y establecer ordenes de prioridad. Una de las metodologías multicriterio más utilizadas, con fundamentos matemáticos, es según Pietri et al. (2011), el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Los métodos de evaluación multicriterio provienen fundamentalmente del área de Investigación de Operaciones (IO).

De acuerdo con Shankar y Sammilan (2006) el análisis de jerarquización analítica es una metodología útil para la EMC y que ha tenido un amplio uso en ella, el que toma la decisión provee sus preferencias relativas (en términos de asignación de pesos de importancia) a las distintas alternativas por medio de una serie de comparaciones entre pares de factores, con las que se forma una matriz de comparación. Es decir, se establecen las prioridades o importancia relativa ya sea de las alternativas o de los factores comparándolos en un juicio de valor; para este caso se tendrán en cuenta los criterios que van a ser calificados y valorados de conformidad con la Tabla 3. En esta se presenta una escala para los pares que evaluarán cada uno de los 6 criterios para la toma de decisiones, esta escala permite transformar aspectos cualitativos en cuantitativos, facilitando notablemente la comparación entre las distintas alternativas y dando lugar a resultados más objetivos y fiables.

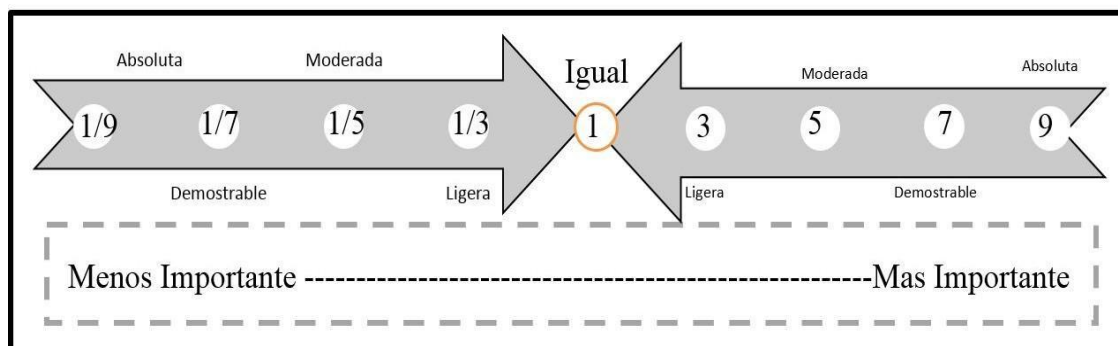
**Tabla 3**  
*Escala Fundamental De Comparación Por Pares.*

Nivel de importancia	Definición	Descripción
1	Igual Preferencia	Los dos criterios (x, j) contribuyen de igual manera a presencia del vector Aedes Aegypti.
3	Ligera Preferencia	Pasadas experiencias favorecen ligeramente al criterio (x) sobre el (j) para favorecer la presencia del vector Aedes Aegypti.
5	Moderada Preferencia	La experiencia y juicio favorece fuertemente el criterio (x) sobre el (j) está demostrada para favorecer la presencia del vector Aedes Aegypti.
7	Demorable Preferencia	Prácticamente la dominancia del criterio (x) sobre el (j) está demostrada para favorecer la presencia del vector Aedes Aegypti.

9	Absoluta Preferencia	Existe evidencia que determina la supremacía del criterio (x) para favorecer la presencia del vector <i>Aedes Aegypti</i> .
---	-------------------------	---

Fuente: Saaty, T. et al., (1980)

En la ilustración 2 se da a entender con mayor precisión lo presentado en la Tabla 3, teniendo un mejor manejo sobre la matriz de comparación por pares (Ilustración 3), disminuyendo así los posibles errores que se puedan generar al momento de evaluar el fenómeno por parte de los expertos.



**Ilustración 2** Escala De Preferencias De Saaty Fuente: Saaty, T. et al., (1980)

La Ilustración 3 representa la matriz de comparación por pares propuesta por Saaty. et al. (1980) la cual es utilizada como un instrumento usado para la toma de decisiones determinando qué variable influye con mayor peso en la presencia y proliferación del vector estudiado, esta matriz será realizada por expertos en el tema con ayuda de la Tabla 3 y la Ilustración 2 los cuales representan los criterios que se deben tener para evaluar las variables.

Variabes	A	B	C	D
A	1	AB	AC	AD
B	1/BA	1	BC	BD
C	1/CA	1/CB	1	CD
D	1/DA	1/DB	1/DC	1

**Ilustración 3** Matriz De Comparación Por Pares. Fuente: Saaty, T. et al., (1980)

### 3.4.2.1 Comparación por pares

Se seleccionaron 5 expertos en el tema, quienes debatieron cada una de las variables y así determinaron qué importancia tiene cada una en el fenómeno a estudiar, para esto se realizó por cada uno de los expertos la matriz de comparación por pares (Ilustración 3) teniendo en cuenta los aspectos mencionados en la Tabla 3.

### 3.4.2.2 Normalización

Una vez obtenidas las matrices de comparación por pares, se procedió a calcular las prioridades de cada criterio y/o alternativa comparada. El proceso matemático de calcular las prioridades es llamado síntesis, dicho proceso implica el cálculo de valores y vectores característicos. La manera de sintetizar juicios es la siguiente:

- Primero se suman todos los valores en cada columna de la matriz de comparación por pares (Ilustración 3), teniendo en cuenta la Ecuación 1.

$$\Sigma_A = \left( 1 + \frac{1}{BA} + \frac{1}{CA} + \frac{1}{DA} \right) \quad \text{Ecuación 1}$$

- Luego se divide cada valor de la Ilustración 3 entre la sumatoria resultante obtenida en cada columna correspondiente a dicho valor como lo muestra la Ecuación 2. El resultado de esta división produce la llamada matriz de comparación por pares normalizada como lo muestra la Ilustración 4

$$\frac{1}{\Sigma_A} ; \frac{BA}{\Sigma_A} ; \frac{CA}{\Sigma_A} ; \frac{DA}{\Sigma_A} \quad \text{Ecuación 2}$$

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>A</i>	NAA	NAB	NAC	NAD
<i>B</i>	NBA	NBB	NBC	NBD
<i>C</i>	NCA	NCB	NCC	NCD
<i>D</i>	NDA	NDB	NDC	NDD

**Ilustración 4** Datos Normalizados De La Matriz De Comparación Por Pares . Fuente: Saaty, T. et al., (1980).

- Por último, se calculó el promedio aritmético utilizando la Ecuación 3 con los valores presentes de cada fila de la matriz normalizada (Ilustración 4) y así para cada una de las filas. De esa manera se obtiene una matriz con las prioridades de cada criterio y/o alternativa.

$$\Sigma PA = (NAA + NAB + NAC + NAD) \quad \text{Ecuación 3}$$

- Para verificar si el proceso es correcto se realizó la sumatoria de todos los promedios aritméticos con los valores de cada columna y esta tiene que ser igual a 1 (Ecuación 4) y así para cada una de las columnas de la matriz normalizada (Ilustración 4.).

$$\Sigma VA = (NAA + NBA + NCA + NDA) = 1 \quad \text{Ecuación 4}$$

#### 3.4.2.3 Definición de pesos de las variables seleccionadas.

Se hizo un análisis otorgándole pesos a cada variable según criterios de los expertos y profesionales del tema, clasificando la amenaza de 1 a 5, siendo el valor de 1 la amenaza muy baja, 2 baja, 3 moderada, 4 alta y 5 muy alta como lo muestra la Tabla 4.

Con el cálculo del promedio aritmético de la Ecuación 3 se determinó la importancia de cada variable, luego para calcular el peso se realiza la suma de todos los promedios aritméticos utilizando la Ecuación 5.



$$\Sigma P = \Sigma PA + \Sigma PB + \Sigma PC + \Sigma PD \quad \text{Ecuación 5}$$

Luego para generar un valor en unidades de porcentaje para cada variable determinado en la ecuación 6

$$Peso(\%)_A = \frac{\Sigma PA * 100}{\Sigma P} \quad \text{Ecuación 6}$$

Teniendo los pesos de cada una de las variables utilizadas se procedió a utilizar el software QGis, mediante una suma ponderada, lo que genera un mapa de amenaza por proliferación del vector *Aedes Aegypti*. En el proceso fue necesario hacer una reclasificación de las fuentes en atributos, convirtiéndolos de vector a ráster, y cada elemento con la asignación de un valor en una escala de 1 - 5, que indica su grado de incidencia en la distribución espacial de dicho fenómeno, teniendo los insumos cartográficos reclasificados y utilizando la calculadora ráster con la Ecuación 7.

$$(Peso(\%)A * Capa A) + (Peso(\%)B * Capa B) + (Peso(\%)C * Capa C) + (Peso(\%)D * Capa D)$$

**Ecuación 7**

Se otorgó mayor ponderación a aquellas variables consideradas con mayor influencia en la presencia del vector, siendo las zonas con alta amenaza aquellas con un mayor número de variables en rangos ideales para el vector, otorgando una categoría de acuerdo a la reclasificación de la amenaza establecida en la Tabla 4. Representando clase, valor, clasificación según la amenaza y de esta deriva las características de presencia y proliferación del vector *Aedes Aegypti*.

**Tabla 4***Reclasificación Por Proliferación Del Vector Aedes Aegypti.*

Clase	Valor	Clasificación	Características
1	1 - < 1.8	Muy Baja	No hay correlación con las variables climatológicas que posibilitan la presencia del vector, y no hay casos registrados de contagiados.
2	1.8 - < 2.6	Baja	Se observa la correlación positiva de algunas variables que posibilitan la presencia del vector, pero se encuentran casos de contagio registrados.
3	2.6 - < 3.4	Moderada	Correlación positiva de la mayoría de las variables facilitando la presencia, reproducción y proliferación del vector, pero pocos números casos de contagio registrados.
4	3.4 - < 4.2	Alta	Correlación positiva de la mayoría de las variables facilitando la presencia, reproducción y proliferación del vector, sumado a la presencia de altos números casos de contagio registrados.
5	4.2 - 5	Muy Alta	Ocurrencia de numerosos casos registrados, sumado a la presencia de todas las variables climatológicas que posibilitan la presencia del, reproducción y proliferación del vector.

Fuente: Saaty, T. et al., (1980).

### 3.4.3 Procesamiento de los datos e insumos.

Luego de obtener las variables, estas fueron sometidas a geoprocésamiento para que representarán correctamente la información espacial.

#### 3.4.3.1 *Reproyección de insumos cartográficos*

Se determinó el sistema de referencia 3115 MAGNA SIRGAS/Colombia West Zone, para representar la zona de estudio y para cada uno de los insumos cartográficos utilizados en la investigación y así tener una representación gráfica que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la tierra y los de una superficie plana (mapa).

#### *3.4.3.2 Buffer*

Esta es una herramienta del software QGis que permite delimitar una zona aproximada al área de estudio de interés, este geoproceso se realizó en la capa de centros poblados debido a que el vector puede trasladarse hasta 400m de su fuente de alimentación, utilizándose con el fin de especificar un área de influencia alrededor de los centros poblados.

#### *3.4.3.3 Reclasificación*

Se realizó una reclasificación interna de las variables utilizadas, determinando así la influencia de estas en la zona de estudio, una primera reclasificación es realizada a los insumos cartográficos, abarcando los rangos que influyen positiva y negativamente a la presencia y proliferación del vector, esta reclasificación se da de 1 a 5 para determinar la importancia de los atributos de cada capa, siendo 1 muy bajo y 5 muy alto, generando así una nueva columna de atributos para cada uno. Luego de la calculadora ráster se hace una segunda reclasificación de los valores como lo muestra la Tabla 4.

#### *3.4.3.4 Rasterización*

Al tener los insumos en formato vectorial (puntos, líneas y polígonos) se presenta la necesidad de tener esta información en formato ráster para así realizar análisis y procesos más complejos dentro del software Qgis, al realizar esta conversión se le da un tamaño de píxel de  $0.001^2$  para minimizar la pérdida de información por la conversión y cada píxel tendrá un valor dependiendo a la reclasificación de las variables.

#### *3.4.3.5 Calculadora ráster*

En este punto se tiene sólo información de las variables, pero es necesario unificarlas para así llegar a los objetivos planteados, la calculadora ráster permite crear y ejecutar una expresión algebraica (Ecuación 7) de mapas, generando una sola cartografía que contenga toda la información, a través de los valores y pesos otorgados para cada variable.

#### **3.4.4** Modelo cartográfico

La Ilustración 5 presenta el modelo cartográfico que permite comprender las etapas llevadas a cabo hasta la obtención del mapa de amenazas.

#### **3.4.5** Análisis de mapas temáticos resultantes para el posterior contraste con los registros del MINSALUD.

Una vez obtenido el resultado del cálculo de amenaza y para validar la veracidad de la investigación, los resultados se contrastaron con los datos solicitados a la Secretaría de Salud de Córdoba sobre el registro de casos de enfermedades transmitidas por el vector durante el periodo comprendido entre 2010 y 2017, a través de la base de datos “SIVIGILA” logrando identificar y analizar si esas zonas que cuentan con una amenaza alta, también corresponden a las que poseen un alto número de casos por transmisión de Dengue, Zika y Chikungunya.

#### **3.4.6** Estructurar una propuesta de Manejo y Control en base al análisis de la amenaza.

Posterior al análisis de los resultados del cálculo de amenaza, se tomó como referencia lo establecido por el Ministerio de Salud y Protección Social (2013) a través de “la Guía gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de dengue”, en la cual exponen cada una de las estrategias de control que maneja el país para disminuir el número de casos, con esta información se estructuraron medidas de control y manejo del vector articuladas, y con lo concluido en la investigación se elaboraron recomendaciones para la aplicación de estas medidas según la zona y la condición de amenaza, esperando incidir en una mayor efectividad en la lucha contra el vector.

Se realiza una revisión literaria identificando las variables que tienen un papel en la biología del vector



X	Humedad Relativa (desarrollo)	Temperatura ambiental (reproducción)	Centros Poblados (zonas urbanas)	Precipitación en Meses anual	Zonas de inundación	Cobertura Vegetal
Humedad Relativa (desarrollo)	1	3	3	1/3	1/5	3
Temperatura ambiental (reproducción)	1/3	1	7	3	1/3	5
Centros Poblados (zonas urbanas)	1/3	1/7	1	1/3	1/3	1/3
Precipitación en Meses anual	3	1/3	3	1	6	7
Zonas de inundación	5	3	3	1/6	1	9
Cobertura Vegetal	1/3	1/5	3	1/7	1/9	1

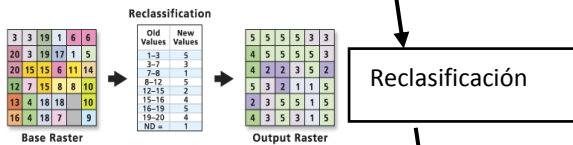
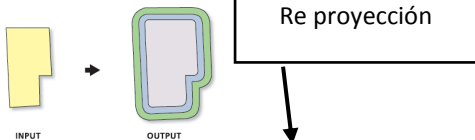


Obtención de insumos cartográficos de plataformas IGAC - IDEAM - DANE - SIVIGILA

Se aplica la Evaluación multicriterio utilizando el método de saaty o A.H.P. con la intención de que el censo de expertos le otorgue un peso a cada variable de acuerdo a la importancia que estos reconocen sobre la vida del vector.



Procesamiento de insumos cartográficos



Reclasificación

Contraste entre número de casos obtenidos del SIVIGILA y la categoría de Amenaza



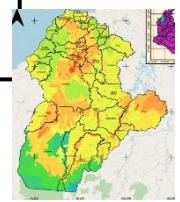
Elaboración de propuestas de control y manejo para el vector Aedes Aegyptys.



Calculadora Raster



Elaboración del mapa final



**Ilustración 5** Modelo Cartográfico.  
Creación: Propia

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 CARACTERÍSTICAS Y RECLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE PERMITEN LA PROLIFERACIÓN, PRESENCIA Y CRÍA DEL VECTOR.**

El registro de casos por transmisión de Zika, Chikunguña, Fiebre amarilla y Dengue delatan la presencia del vector, pero para poder conocer qué zonas son susceptibles a convertirse en hábitat para el *Aedes Aegypti* es importante comprender cómo las condiciones del medio permiten su desarrollo y proliferación. Esto se logra al tener en cuenta la ecología del vector debido a que la vida de este cuenta con varias fases que se ven condicionadas a las variables climáticas del medio, desde su fase inicial en estado de huevo, hasta su fase final cuando llega a ser un mosquito adulto; permitiendo conocer a través de esta contextualización las zonas de Córdoba mayor probabilidad de ocurrencia ante la presencia del vector, obteniendo así a través de distintos autores y enfoques, esas variables que definen la presencia del vector en el Departamento.

Según distintos autores las variables más destacadas que inciden en la presencia del vector son las siguientes:

#### **4.1.1 Precipitación.**

Hacia el sur del departamento de Córdoba se encuentran precipitaciones entre los 1000 mm a 2000 mm de lluvia anuales, mientras que hacia el sur y el este suele haber precipitaciones medias anuales de 1500 mm a 4000 mm y las áreas cercanas al Parque Nacional Natural Paramillo puede llegar hasta los 5000 mm de lluvia anuales, siendo estas

zonas montañosas, existen dos períodos estacionales: uno de lluvias de seis meses comprendido entre mayo y diciembre y otro seco, de diciembre a abril.

Los niveles de precipitación inciden en el desarrollo de las diferentes etapas del vector, debido a que en su etapa como huevo, pupa y larva, las condiciones de lluvia son indispensables para su evolución a mosquito adulto, sin embargo, muy contrario a lo que se cree, la precipitación pluvial abundante poco influye en los índices de infestación, ya que, según Betancourth et al. (2017) en su estudio realizado en Camagüey, Cuba, afirma que las abundantes precipitaciones pluviales barren y dispersan los huevos y larvas del mosquito impidiendo su desarrollo completo.

En la variable de la precipitación se considera un rango inicial, que según diversos estudios experimentales demuestra la presencia del vector en espacios o zonas que alternan precipitaciones medias anuales con rango entre 0-500 mm, pues de todas las ovitrampas utilizadas en el experimento, el 68% resultaron tener huevos y algunos especímenes del vector, sin embargo, Wiwanitkit (2006) también concluyó que en el vector destacó la propensión a desarrollarse mejor ante precipitaciones mayores.

Morales et al. (1984) afirma según diversos resultados experimentales que ante precipitaciones medias anuales de 500-1000 mm, la mayor parte de los especímenes encontrados estaban en su fase adulto. Ngugi et al. (2017) establecen que en la fase experimental de su investigación en la cual analiza la productividad de los hábitats de reproducción de *Aedes aegypti* en paisajes rurales y urbanos en el oeste y la costa de Kenia ante variadas condiciones climáticas, determina que a valores de precipitación próximos al rango promedio anual entre 1200 - 1500 mm más del 70% de la población del vector encontrada se caracteriza por estar en la fase de larvas y pupas, indicando la alta tasa de reproducción del vector en este rango de precipitación. No obstante, se resalta también según Rodríguez et al. (2007) una alta tasa de vectores adultos analizados en un ambiente experimental a una precipitación anual promedio cercana a 1.620 mm.

Las lluvias torrenciales incitan en un aumento del número de casos por transmisión de Dengue, por medio de la creación de más sitios que sirven de criaderos (Mercado 1999); la evaluación de las condiciones climáticas de los sitios de ocurrencia, reveló que A.

Aegypti puede encontrarse en sitios con precipitación anual acumulada  $>2000$  mm, sin embargo, el porcentaje de mosquitos encontrados no fue superior o considerable ante valores de precipitaciones más bajos (Morales et al. 1984), apoyando esta afirmación, Cabrera y Celvaraj (2020) determinan un límite climático de lluvias óptimas entre 1000 mm a 2000 mm anuales.

Se consideran los valores de precipitación  $>2,000$  mm como poco favorables o poco incidentes en la presencia del vector, ya que, además de lo expuesto por Morales et al. (1984), también se considera a Lepe et al. (2017), quienes manifiestan que la evaluación de las condiciones climáticas en los sitios de ocurrencia reveló que Aedes aegypti puede encontrarse en sitios con precipitación anual acumulada de  $>2,000$  mm solo cuando otras variables presentan rangos positivos para la presencia, desarrollo y proliferación del vector.

Para esta investigación, con base en la literatura revisada, los valores de precipitación que se tendrán en cuenta se presentan en la Tabla 5. En la cual se muestra una reclasificación de la variable precipitación, representada en rangos de precipitación media anual que van de 0 mm a mayores que 2000 mm de lluvia anual según la influencia que ejerzan en la presencia y proliferación del vector. La cartografía de precipitación se presenta en el Anexo 6.

**Tabla 5**  
*Reclasificación De La Variable Precipitación.*

Características	Presencia del vector	Alta presencia del vector adulto	Alta tasa de reproducción del vector y presencia del vector adulto	Posible presencia
Precipitación media anual (mm)	0 - $<500$	500 - $<1000$	1000 - $<2000$	$\geq 2000$
Clasificación	3	4	5	3

Fuente: Propia



#### 4.1.2 Temperatura

En Córdoba se encuentran temperaturas promedio entre los 26 °C y 28 °C en gran parte de su territorio, con pequeñas variaciones en algunos puntos de los municipios de Ayapel, Pueblo Nuevo, Buenavista y Planeta Rica, donde las temperaturas superan los 28 °C; hacia el sur del Departamento es posible encontrar temperaturas oscilantes entre los 26 °C a 20 °C exactamente en los municipios de Tierralta, Montelíbano, Puerto Libertador y San José de Uré.

La variable temperatura incide en el desarrollo de las distintas etapas del vector de manera considerable, los valores de temperatura óptimos para su reproducción van de 25 °C a 30°C. Sin embargo, al analizar temperaturas superiores en un rango de 30°C y 40 °C estos disminuyen su actividad poco a poco y tienden a morir por deshidratación. En situaciones de supervivencia los mosquitos adultos se establecen entre 20 y 30 °C con una tasa de supervivencia del 88% (Pacheco et al. 2019)

La temperatura define un factor muy importante en la vida del vector, como es el sexo, ya que según Stein et al. (2005) a una temperatura de 28°C se establece un considerable aumento en la cantidad de hembras que nacen del vector.

Se tomó como rango óptimo para la presencia y desarrollo del vector una temperatura entre 25°C y 30°C, considerando las temperaturas entre 20°C y 25°C como favorables para la presencia del vector, sin embargo en este rango se observa la reducción de la actividad y presencia del vector debido a que se mantiene en estado de supervivencia, reacción similar a la observada cuando el vector se ve sometido a temperaturas de 30°C a 40°C incentivando la muerte por deshidratación y desecación, uno de los valores de temperatura considerado mayormente importante es a los 28°C debido a que favorece un género en el sexo del vector, aumentando la cantidad de especímenes hembra por encima de los machos de la misma especie; para Agrelo (1996) las larvas “son incapaces de resistir temperaturas inferiores a 10°C y superiores a 44°C” También se encuentran temperaturas de 13°C a 20°C limitando la supervivencia del vector a un 25% (Tun-Lin et al. 2000).

Para esta investigación, con base en la literatura revisada, los valores de temperatura que se tendrán en cuenta se presentan en la Tabla 6. Encontrando una reclasificación de la variable temperatura, representada en rangos de temperatura media anual que van de

menor a 13°C a 40°C según la influencia que ejerzan en la presencia y proliferación del vector. La cartografía de temperatura se presenta en el Anexo 7.

**Tabla 6**  
*Reclasificación De La Variable Temperatura.*

Características	Muerte del vector	Supervivencia del 25%	Supervivencia	Rango óptimo	Disminuye la actividad Y muerte por desecación
Temperatura promedio anual (°C)	<13 °C	13-<20 °C	20-<25°C	25-<30 °C	30-40°C
clasificación	0	2	3	5	4

Fuente: Propia

#### 4.1.3 Cubierta Vegetal

La cobertura vegetal es aquella que considera el desarrollo de las plantas o cultivos, con la finalidad de mejorar la capacidad productiva de los terrenos y ayudar a disminuir la erosión del suelo (Figueroa y Morales 1992).

En Córdoba se encuentran distintos tipos de cobertura vegetales como cultivos transitorios, cultivos permanentes, pastos (arbolados; enmalezados), mosaicos (cultivos, espacios naturales, pastos, mixtos), Bosque (densos, fragmentados, abierto, galería y ripario), plantación forestal, herbazal, arbustal, vegetación secundaria y suelo desnudo.

En muchas investigaciones se presenta al *Aedes Aegypti* como un vector que se encuentra principalmente en zonas urbanas, sin embargo, recientes artículos demuestran que se han hallado “sitios raros de crías” emergiendo la presencia de este vector en áreas no urbanas (Montanger et al. 2018).

*Aedes Aegypti* se clasificó en un muestreo de hábitat en zonas periurbanas como subdominante y se encontró en cinco de las ocho áreas estudiadas, incluidas tres áreas verdes (Parque, Jardín Botánico), donde predomina la característica del fragmento urbano y arbolados respaldando lo anteriormente expuesto por Montanger et al. (2018).

La dispersión de *Aegypti* es impulsada por la búsqueda de sitios de oviposición debido a las acciones de control de vectores que incluye la supresión del sitio de reproducción, dichas acciones causan que el vector se mueva a las áreas verdes vecinas en busca de sitios de oviposición (Consoli y Oliveira 1994).

Para esta investigación, con base en la literatura revisada, tipos de cobertura vegetal que se tendrán en cuenta se presentan en la Tabla 7. Mostrando una reclasificación de la variable cobertura vegetal, obteniendo así una clasificación de los rangos de tipos de vegetación según su influencia en la presencia y proliferación del vector. La cartografía de cobertura vegetal se presenta en el Anexo 11.

**Tabla 7**  
*Reclasificación De Las Variables Tipo De Cobertura Vegetal.*

Característica	Favorece la presencia del vector	Permanencia del vector en cantidades bajas	Escasa presencia del vector	Poca o nula presencia del vector
Tipo De Vegetación	Bosques naturales, bosque denso, bosque de galería, bosque fragmentado y arbóreos.	Vegetación arbustal	Vegetación herbácea	Poca vegetación y Suelo desnudo
Clasificación	5	3	2	1

Fuente: Propia

#### 4.1.4 Humedad

La humedad relativa no es muy variable en todo el Departamento, se registran valores de 80% en el municipio de Planeta Rica y valores más altos en Montelíbano y San Bernardo del Viento con el 86% y 87% respectivamente (Gobernación de Córdoba 2012).

El rango óptimo de humedad relativa para los adultos de *Aedes Aegypti* es de 70-80%, debido a la necesidad de sobrevivir tiempos mayores, suelen reposar en lugares y zonas de mayor humedad cuando la temperatura ambiente es alta y el aire es muy seco (Daza 2018).

Sin embargo, según Zamora (2016) los valores de humedad relativa más apropiados pueden variar de 70 a 75%, a pesar de esto, pueden tener un mejor desempeño con valores más elevados. Considerando las anteriores referencias se utiliza, la humedad relativa como una variable que le permite sobrevivir bajo condiciones de supervivencia, debido a que cobija la capacidad del vector de sobrevivir aun cuando las condiciones inicialmente establecidas como necesarias no están en su óptimo rango, por lo tanto el rango de 70% – 75% es considerado como óptimo, mientras que 75% – 80% favorece el aumento de la población vector; Juliano et al (2002) determinó que las altas humedades de 80 % a 95% representan una mortalidad baja en huevos del vector.

Según el autor Christophers (1960) los niveles óptimos de humedad oscilan entre el 60% y el 80%, debido a que dicho rango permite que los mosquitos permanezcan vivos y sigan su proceso de desarrollo y reproducción.

Para esta investigación, con base en la literatura revisada, los valores de humedad que se tendrán en cuenta se presentan en la Tabla 8. Esta muestra una reclasificación de la variable humedad, representada en rangos de humedad media anual que van de menor 60% a 95% según la influencia que ejerzan en la presencia y proliferación del vector. La cartografía de humedad se presenta en el Anexo 10.

**Tabla 8**  
*Reclasificación De La Variables Humedad Relativa.*

Característica	Rango óptimo	Presencia y baja tasa de mortalidad en huevos
Humedad (%)	60-80	80-95
Clasificación	5	4

Fuente: Propia

#### 4.1.5 Zonas Inundables

Las zonas inundables o llanuras de inundación son áreas de superficie adyacentes a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza siempre cambiante,

las llanuras de inundación y otras áreas inundables suelen ser examinadas para precisar la manera en que pueden influenciar en la presencia del *Aedes Aegypti* (Leopold et al. 1995).

Las zonas inundables dependen esencialmente del río Sinú, río San Jorge, Ciénaga Grande de Lórica, Ciénaga de Ayapel y Ciénaga de Betancí. Según lo establecido por la Gobernación de Córdoba (2012), se observa que gran parte del territorio cuenta con grandes zonas inundables, estando concentradas en la región del Bajo Sinú, debido a la influencia de la Ciénaga Grande de Lórica, siendo esta una zona amortiguadora del río Sinú en la cual se forman periódicamente inundaciones; mientras que las zonas inundables encontradas al sur del Departamento son provocadas por el desbordamiento del río San Jorge afectando mayormente a los municipios de Ayapel y Buenavista, algunos municipios del Medio Sinú.

Es un dato establecido que el *Aedes* necesita la presencia de agua para completar sus fases de desarrollo, razón por la cual en la literatura se expone como sitio de preferencia a los contenedores de agua artificiales, explícitamente botellas, plásticos, y demás contenedores temporales (Marquetti et al. 2015), sin embargo también se toma como referencia los estudios recientes, en los que el vector ha sido encontrado en diversos lugares de ámbito natural, debido que se ha observado la presencia del vector en su capacidad de superar sus condiciones y limitaciones biológicas y ambientales, como lo son temperatura, alturas sobre el nivel del mar, y el lugar de cría y establecimiento; esta afirmación se fundamenta en diversos estudios que catalogan dichos lugares como “sitios raros de crías”. La anterior afirmación permite considerar a las zonas inundables como una variable fundamental para establecer la distribución espacial del vector, pues según Dieguez et al. (2018) entre la distinción de los “sitios raros de cría” se identifican charcos de agua temporal formado en un piso de cemento, dicho charco tenía un radio de 1.5 m y 1.2 cm de profundidad en su parte central, recibía sol durante dos horas en la mañana en aproximadamente un 5% de su espejo de agua; se pudo determinar que alrededor de este charco no se encontró ningún otro elemento con la capacidad de acumular agua, por lo tanto es factible afirmar que el vector escogió este lugar en condiciones de permanencia o supervivencia.

Así mismo se plantean las inundaciones como un fenómeno que incide directamente en la presencia del vector, pues estos “charcos” temporales permiten que se establezca en

periodos de tiempo cortos, pues según López y Neira (2016) no se puede obviar el efecto que el incremento en la frecuencia de eventos de precipitación extrema puede tener, debido a que los eventos de esa naturaleza generalmente causan inundaciones, y producen el deterioro de estructuras construidas y esto a su vez se traduce en un incremento de sitios de reproducción para mosquitos.

Siendo así se incluye como referente en la investigación la probabilidad de que en temporadas de lluvia extrema esas zonas con tendencia a permitir la acumulación de agua y posterior formación de charcos, influya en la presencia del vector permitiendo al vector establecerse y reproducirse, se toma la zonificación de inundación en Córdoba como insumo para observar las zonas inundables en el departamento, en dicha capa es posible encontrar esas zonas que tienen la facilidad de mantener estos “charcos” ocasionales y que temporalmente pueden permitir la presencia del vector.

Para esta investigación, con base en la literatura revisada, los valores de zonas inundables que se tendrán en cuenta se presentan en la Tabla 9. Encontrando muestra una reclasificación de la variable zonas inundables, clasificados en zonas inundables y no inundables según la influencia que ejerzan en la presencia y proliferación del vector. La cartografía de precipitación se presenta en el Anexo 8.

**Tabla 9**  
*Reclasificación De La Variable Zonas Inundables.*

Clasificación	Valores
Zonas Inundables	5
Zonas No Inundables	1

Fuente: Propia

#### **4.1.6 Zonas Urbanas**

La población urbana se considera, para el operativo censal, a la población que vive en las cabeceras municipales, mientras que la población rural para el operativo censal, se considera a aquella que vive en áreas no incluidas dentro del perímetro de la cabecera municipal (CEPAL 2013)

El departamento de Córdoba cuenta con 30 municipios, 5 en la zona costera, 16 en la cuenca del Sinú y 9 en la cuenca del San Jorge; la zona con mayor presencia del vector

son los centros poblados debido a la preferencia explícita por la sangre humana como fuente de alimento y los contenedores artificiales como sitios de reproducción.

Según Gast (1986), el insecto fue introducido al continente americano en los barcos que transportaban esclavos y atracaban en las costas americanas durante la época de la Conquista y la Colonia, y allí adquirió hábitos domésticos, desarrollándose fundamentalmente en depósitos artificiales fabricados por el hombre, aunque también en depósitos naturales en áreas urbanas

Destacando lo establecido en gran cantidad de artículos e investigaciones que enfocan a los centros urbanos como principal variable espacial para estudiar la amenaza debido a la presencia de edificios y contenedores artificiales, se define el área de dichos centros urbanos como factor incidente que aumenta la presencia del vector.

La dispersión del vector es impulsada por la búsqueda de sitios de oviposición debido a las acciones de control de vectores que incluye la supresión del sitio de reproducción, dichas acciones podrían estar causando que el vector se disperse aproximadamente 400 m alrededor de su hábitat (zonas urbanas) a las áreas verdes vecinas en busca de sitios de oviposición, permitiendo la disponibilidad de sitios de reproducción artificial, como basura y contenedores, especialmente alrededor de los bosques, también puede contribuir a la presencia del vector en parches y fragmentos forestales (Consoli y Oliveira 1994) debido a esto se establece un buffer o zona de influencia de 400 metros alrededor de los centros poblados de tal manera que se tenga en cuenta todos los posibles lugares de proliferación del vector.

Para esta investigación, con base en la literatura revisada, los valores de zonas inundables que se tendrán en cuenta se presentan en la Tabla 10. En la cual se muestra una reclasificación de la variable zonas urbanas, clasificados según la influencia que ejerzan en la presencia y proliferación del vector. La cartografía de precipitación se presenta en el Anexo 9.

**Tabla 10***Reclasificación De Las Variables Zonas Urbanas. Creación: Propia*

Clasificación	Valor
Zonas Urbanas	5
Buffer Zonas Urbanas :400 m	4
Zonas Sin Tejido Urbano	1

#### **4.2 PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)**

Cada categoría de amenaza expuesta en la zonificación realizada tiene una razón lógica, y dicha razón corresponde a la opinión de los expertos y profesionales en diferentes áreas consultados para obtener una percepción de relevancia sobre cada una de las variables que influyen en el vector.

La opinión de los expertos que participaron en esta investigación se describen en los siguientes párrafos:

Experto 1, ingeniero agrónomo, para este experto las variables más influyentes fueron las zonas de inundación, precipitación y temperatura, teniendo como cobertura vegetal la variable que menos influye en la proliferación del vector.

Experto 2, ingeniero ambiental, para este experto las variables que más influyen son las zonas de inundación, precipitación y temperatura, teniendo como centros poblados la variable que menos influye en la proliferación del vector.

Experto 3, Magíster en Salud Pública, siendo para este experto las variables que más influyen las zonas de Centros Poblados, precipitación y temperatura, teniendo como zona de inundación la variable que menos influye en la proliferación del vector.

Experto 4, Biólogo, para este experto las variables que más influyen son zonas de Humedad, Temperatura y Centros Poblados, teniendo como cobertura vegetal la variable que menos influye en la proliferación del vector.



Experto 5, Geógrafa experta en Gestión del Riesgo, siendo para este las variables más influyentes las zonas de inundación, precipitación y Humedad, teniendo como Centros poblados la variable que menos influye en la proliferación del vector.

Analizando todos los resultados arrojados por la matriz de comparación por pares realizada por los expertos según su perspectiva se presenta la Tabla 11 como resultado de una normalización de los datos

**Tabla 11***Resultado Normalización de AHP*

<b>Variables</b>	<b>Humedad Relativa</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Centros Poblados</b>	<b>Precipitación Media anual</b>	<b>Zonas de inundación</b>	<b>Cobertura Vegetal</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Peso (%)</b>
<b>Humedad Relativa</b>	0,1327	0,0854	0,2564	0,3113	0,1795	0,1515	1,1168	<b>18,61343084</b>
<b>Temperatura</b>	0,6637	0,4268	0,5128	0,3113	0,2692	0,2121	2,3960	<b>39,93337706</b>
<b>Centros Poblados</b>	0,0442	0,0711	0,0855	0,1505	0,1795	0,1515	0,6823	<b>11,37187286</b>
<b>Precipitación</b>	0,0664	0,2134	0,0855	0,1556	0,2692	0,2424	1,0326	<b>17,20922393</b>
<b>Zonas de inundación</b>	0,0664	0,1423	0,0427	0,0519	0,0897	0,2121	0,6051	<b>10,08547705</b>
<b>Cobertura Vegetal</b>	0,0265	0,0610	0,0171	0,0195	0,0128	0,0303	0,1672	<b>2,786618258</b>
<b>total</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

Fuente: propia

Como resultado final el peso de cada variable se ve representado en la Tabla 12. Mostrando los pesos de cada una de las variables obtenidas por medio de la opinión de los expertos mostrando el orden de importancia de estas para el desarrollo de la investigación.

**Tabla 12**  
*Peso Otorgado Para Cada Variable.*

Variablen	Humedad	Temperatura	Cobertura	C. Poblados	Precipitación	Z. Inundables
Peso (%)	18	40	3	11	18	10

Fuente: Propia

La distribución del peso para cada una de las variables determina los resultados de la amenaza, logrando incidir en posibles juicios erróneos en la cartografía final o por el contrario en un resultado muy similar a la realidad, diversos autores han logrado establecer el papel de cada variable en la capacidad de proliferación del vector, y así mismo han determinado la magnitud de la importancia de estos. Como resultado de la aplicación de la evaluación multicriterio es posible comprender según el orden de importancia que la temperatura es considerada la variable de mayor influencia con un valor de 40, estando en segundo lugar la humedad y la precipitación al tener un valor de 18, siguiendo con los centros poblados con un valor de 11, y con un poco de menos importancia están las zonas inundables con un valor de 10; la variable con menos importancia para los evaluadores fue la cobertura vegetal con un valor de 3.

Sin embargo, este orden de importancia difiere de lo establecido por otros autores, como es el caso de Sánchez (2017) quien afirma que el vector por ser hematófago demuestra una tendencia a las zonas urbanas donde hay mayor densidad poblacional y acumulación de personas, siendo para él los centros poblados una de las principales variables en la distribución espacial del vector. En los resultados de la EMC se observa la poca importancia que le fue otorgada a la cobertura vegetal, determinando esta como la de menor importancia, a diferencia de lo expuesto por Montanger et al. (2018) quien afirma que cuando las condiciones climáticas no son ideales para el vector, este entra en estado de su supervivencia trasladándose a zonas rurales con presencia de árboles y sombras.

La variable precipitación se considera la segunda con mayor importancia con un peso de 18, sin embargo, según diversos autores (Rodríguez et al. 2007; Rubio et al 2011; OMS 2016) la precipitación no ocupa tanta importancia al momento de condicionar la presencia del vector, y expone que con las mínimas lluvias entre 0-500 mm se puede dar la presencia de este, afirmando que no es importante la cantidad de lluvia que cae, más sí lo es la superficie de agua de lluvia que se puede almacenar en espacios favorables para criaderos en áreas urbanas, siendo para el autor aún más importante la capacidad del suelo de encharcar el agua o las zonas propensas a inundarse, por el contrario, entre los resultados de la investigación como se ha mencionado anteriormente las zonas inundables obtuvieron un peso de 10, teniendo 8 unidades de importancia menos que la precipitación.

La disparidad presente en lo establecido por estos autores y los resultados de la EMC da a entender que puede existir un escenario erróneo en la representación de la amenaza en el Departamento, pues posiblemente se le está disminuyendo la importancia a variables como las zonas inundables o la cobertura vegetal y por el contrario se le puede estar brindando mucha importancia a variables como la precipitación, alterando la real amenaza en esas zonas. No obstante, se coincide con Cruz et al. (2010), quien expone que es de vital importancia en los periodos lluviosos mantener una alerta constante sobre el vector al ser dicha temporada una de las más consecuentes en la distribución espacial.

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre la variable temperatura coinciden con lo expuesto por Stein et al. (2005) quien considera la temperatura como una de las variables con mayor importancia sobre la vida del vector, pues determina el buen o mal desarrollo de sus distintas fases, siendo la de mayor importancia según la EMC.

### **4.3 ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR EL VECTOR AEADES AEGYPTI**

La zonificación de la amenaza por el vector *Aedes Aegypti* representada en el Mapa 1 expone que la categoría de amenaza alta tiene un área de 15.738,07 km ocupando el 65,63% del Departamento, encontrándose distribuida en todos los municipios, esta categoría indica que en esta zona la temperatura, precipitación y humedad permiten la presencia del vector en su fase adulto, una alta tasa de reproducción, una favorable tasa

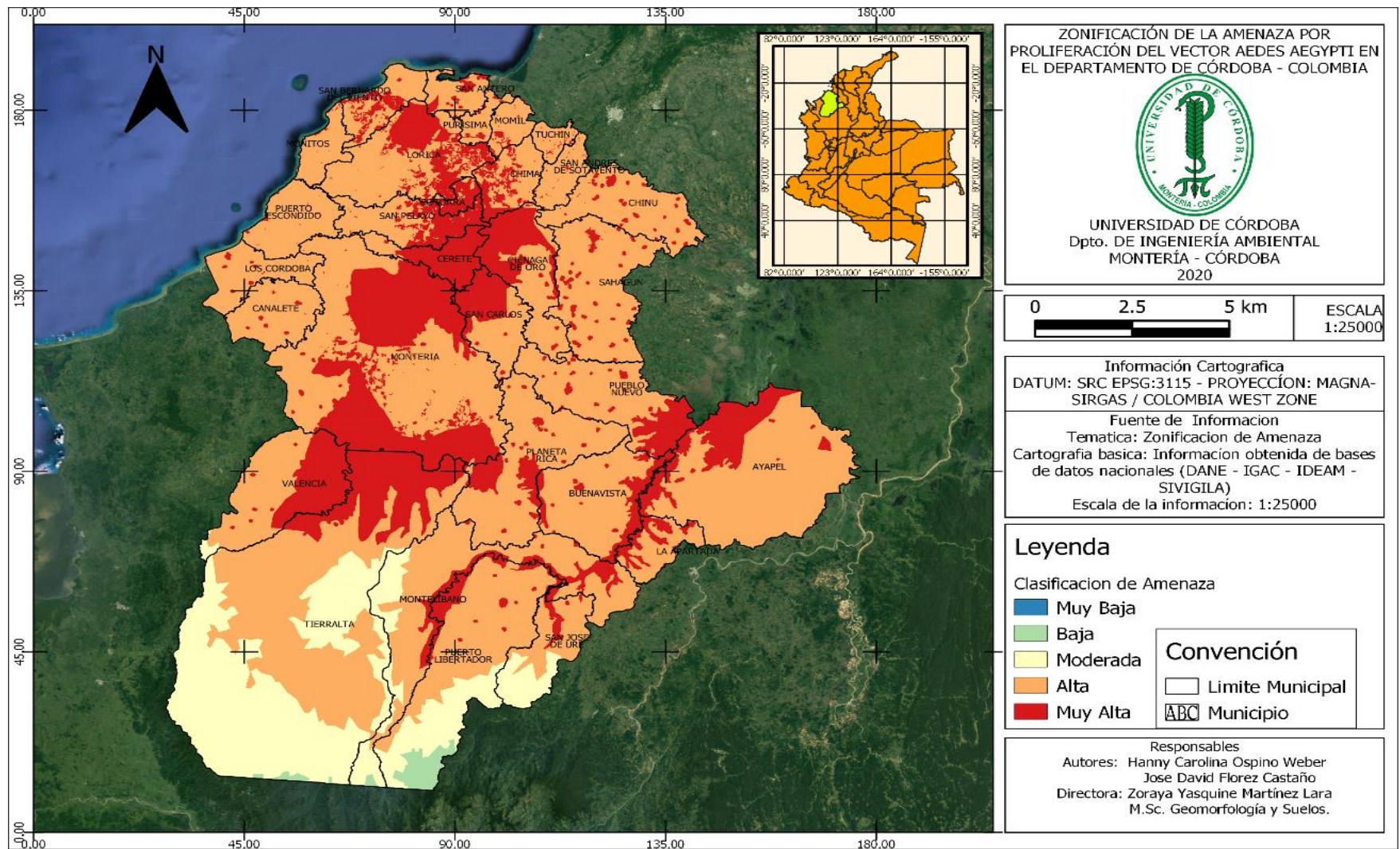
de especímenes hembras y además una baja tasa de mortalidad en huevos, considerándose un ambiente óptimo para el vector; también hacen parte de esta categoría las zonas de influencia que rodean a los centros poblados, zonas que hacen parte de Tuchín, San Andrés De Sotavento, Chimá, San Bernardo Del Viento, Moñitos Y Puerto Escondido, esto sucede por la disminución de las precipitaciones en esta zona a un rango de 500 mm -1000 mm incidiendo en la presencia del vector adulto más no en una alta tasa de reproducción. Entre las variables que no influyen significativamente en esta categoría está la cobertura vegetal por ser la variable de menor peso, mientras que los centros poblados y zonas inundables, solo inciden de manera significativa en la categoría muy alta.

La categoría de amenaza muy alta ocupa el 26,74 % del departamento con un área de 6.412,25 km, esta categoría se encuentra distribuida en todos los municipios de Córdoba, sin embargo toma la forma de las zonas inundables, los centros poblados, y la cobertura vegetal, presentándose en las áreas aledañas a los ríos Sinú y San Jorge, las ciénagas Ciénaga Grande de Lórica y Ciénaga de Ayapel, como se puede observar en San Bernardo Del Viento, Lórica, San Pelayo, Cotorra, Cereté, Ciénaga De Oro, San Carlos, Montería, Valencia, Tierra Alta, Ayapel, Pueblo Nuevo, Buenavista, La Apartada, Montelíbano, San José De Uré y Puerto Libertador; además, también se encuentra en los centros poblados y en la zona de influencia que los rodea. Esta categoría está presente también en zonas de intersección entre las zonas inundables y zonas arbóreas o de arbustales, como se puede observar en los municipios Montería, Lórica y San Bernardo, esto es debido a la presencia de un rango en la precipitación entre 500 mm a 1000 mm, permitiendo que en esas zonas la variable de cobertura vegetal tome un papel decisivo, actuando como la variable que determina la amenaza en estos 3 municipios, siendo la amenaza no solamente el área perteneciente a zonas de inundación. Esta zona representa para el vector condiciones de proliferación ideal, y una alta tasa de desarrollo del vector a estado adulto, más no favorece una alta tasa en la reproducción del vector, aun así, cuentan con la presencia de bosques y arbustales para reproducirse en lugares sombreados y sobrevivir.

En el caso de la amenaza moderada ocupa un porcentaje de 6,99% con 1.676,2 km está distribuida en Puerto Libertador, Montelíbano, Tierralta, San José De Ure y Valencia, hacia el sur del departamento, esta categoría se ve determinada principalmente por la presencia de la variable temperatura con valores entre 22°C y 24°C encontrando al vector

en estado de supervivencia. Dentro de la categoría moderada no se encuentran centros poblados, a excepción del municipio de San José de Ure, en el cual la vereda Versalles y brazo izquierdo se encuentran influenciadas por esta categoría.

La amenaza baja ocupa el 0,62% con 148,67 km y se presenta en Tierralta, Montelíbano y Puerto Libertador, sin embargo, dentro de esta categoría no se encuentran centros poblados, indicando que posiblemente esta categoría de amenaza no afecte significativamente el número de casos en los municipios afectados, siendo Tierralta y Montelíbano incluso representados por un alto número de casos, se puede observar que la variable que mayor influencia tiene en esta categoría son las bajas temperaturas de 16°C - 20°C, impidiendo la abundante presencia y el desarrollo de especímenes hembras del *Aedes Aegypti*, a pesar de que en esta zona se encuentra también una gran cantidad de bosques y arbustales, la influencia de estos sobre el vector no es tan incidente como si lo es la variabilidad en la temperatura; esta zona para el vector representa lo establecido por Tun et al. (2000) quien expone que en dichas condiciones de temperatura la supervivencia del *Aedes Aegypti* disminuye a tan solo del 25% de su población, dificultando totalmente los procesos de reproducción y matando o inactivando las larvas y pupas.



**Mapa 1** Resultado de la Zonificación De La Amenaza Por Proliferación Del Vector Aedes Aegypti En El Departamento De Córdoba – Colombia. Creación: Propia

#### 4.4 VALIDACIÓN Y CONTRASTE DE AMENAZAS POR NÚMERO DE CASOS MUNICIPALES

Al calcular la amenaza producida por el vector en Córdoba, se torna importante validar los resultados obtenidos en el proceso de la investigación, una validación positiva le otorgará a la estructura metodológica de la investigación una distinción de modelo adaptable, pues aún con el paso del tiempo mientras se respete el dinamismo en las variables sería factible actualizar estos datos de manera periódica, prediciendo cada vez con mayor exactitud la dinámica en las condiciones de proliferación que inciden en la presencia del vector. Tomando como base los datos otorgados por el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública - SIVIGILA se logró conocer el número de casos por municipio durante el periodo de 2010 - 2017 (Tabla 13), identificando una relación directa entre la categoría de amenaza y la cantidad de casos; de esta forma fue inicialmente factible validar la zonificación de amenaza por el vector *Aedes Aegypti* en el departamento de Córdoba.

**Tabla 13**

*Casos Por Municipios Durante Los Años 2010-2017.*

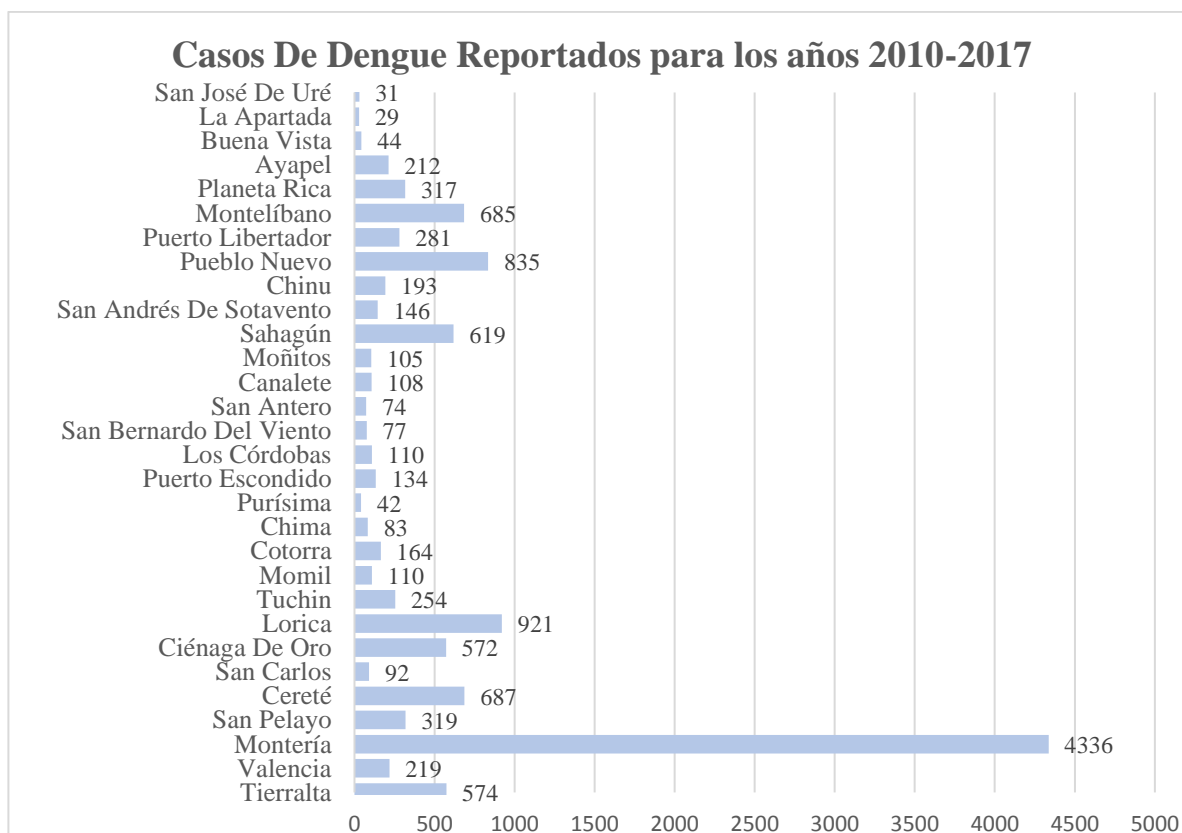
<b>Municipios</b>	<b>Casos De Dengue Reportados</b>	<b>Población</b>	<b>Población Afectada Por Cada 1000 Habitantes</b>
Tierralta	574	102.348	5,6
Valencia	219	30.545	7,1
Montería	4.336	447.716	9,6
San Pelayo	319	44.068	7,2
Cereté	687	92.304	7,4
San Carlos	92	27.486	3,3
Ciénaga De Oro	572	65.471	8,7
Lorica	921	119.061	7,7
Tuchin	254	38.608	6,5
Momil	110	14.962	7,3
Cotorra	164	15.487	10,5
Chima	83	15.165	5,4
Purísima	42	15.114	2,7
Puerto Escondido	134	30.019	0,44
Los Córdoba	110	24.471	4,5
San Bernardo Del Viento	77	35.160	2,1
San Antero	74	31.942	2,3



Canalete	108	22.036	4,9
Moñitos	105	27.859	3,7
Sahagún	619	90.093	6,8
San Andrés De Sotavento	146	43.874	3,3
Chinu	193	48.841	3,9
Pueblo Nuevo	835	39.334	21,2
Puerto Libertador	281	49.179	5,7
Montelíbano	685	83.181	8,2
Planeta Rica	317	67.758	4,6
Ayapel	212	51.156	4,0
Buena Vista	44	21.915	2,0
La Apartada	29	15482	1,8
San José De Uré	31	11.172	2,7
<b>Total</b>	<b>12.373</b>	<b>1.722.807</b>	

Fuente: Secretaria de Salud de Córdoba – SIVIGILA

La Ilustración 6 nos ilustra el panorama del dengue en el departamento de Córdoba mostrando el número de casos por municipios, logrando así identificar los puntos más críticos o focos de infección en dicho departamento para los años comprendidos entre 2010 - 2017.



**Ilustración 6** Casos por municipios de Dengue en el departamento de Córdoba para los años de 2014 a 2017. Obtenidos de: Secretaria de Salud de Córdoba - SIVIGILA

En el Mapa 2 se encuentra la distribución de casos por transmisión del *Aedes Aegypti*, se observa que los municipios con mayor número de casos tienen más de 500 reportes, estos en orden descendente son, Montería, Lorica, Pueblo Nuevo, Cereté, Montelíbano, Sahagún, Ciénaga de Oro y Tierralta, sin embargo, estos hacen parte de los municipios con mayor número de población, por lo tanto para realizar correctamente el proceso de validación es necesario tener en cuenta el porcentaje de la población afectada, y no el número de contagios, pues como lo expone OMS (2018), la manera correcta de hacer la validación es a través del porcentaje de población afectada cada 1000 habitantes, de esta manera las zonas con mayor porcentaje serán el resultado de una mayor presencia del vector, ya que no resulta lo mismo, analizar dos casos de transmisión en un municipio con una población de 12.000 personas, a analizar dos casos en un municipio de 2000 personas, además de que al ser el vector hematófago, donde mayor cantidad de personas vivan, también habrá mayor probabilidad de infectados.

Como se puede observar en la Tabla 13, en orden descendente los municipios con mayor porcentaje de población afectada son, Pueblo Nuevo 21,2%, Cotorra 10,5%, Montería 9,6%, Ciénaga de Oro 8,7%, Montelíbano 8,2%, Lorica 7,7%, Cereté 7,4%, Momil 7,3%, San Pelayo 7,2%, Valencia 7,1%, Sahagún 6,8%, Tuchín 6,5%, Puerto Libertador 5,7%, Tierra Alta 5,6%, Chimá 5,4%, Canalete 4,9%, Planeta Rica 4,6%, Los Córdoba 4,5% y Ayapel 4,0%. Sin embargo, al observar que categoría de amenaza representa a estos municipios en el Mapa 1, se reconoce a todos con una categoría de amenaza Alta y Muy alta, bajo la influencia directa de grandes áreas con zonas inundables, a excepción de Sahagún, Pueblo Nuevo, Canalete, Los Córdoba y Tuchín; para los casos de Pueblo Nuevo y Sahagún cuentan con una temperatura de 28°C y superiores incidiendo en la mayor cantidad de especímenes hembras de *Aedes Aegypti*, y por lo tanto en una alta tasa de contagio.

Se puede observar que, en el caso de Pueblo nuevo, con el más alto porcentaje de población afectada perteneciente al 21,2%, sobresale por tener mínimo 10% más que los demás municipios del Departamento, este comportamiento se le atribuye a que en este municipio se encuentran precipitaciones de 1000 mm a 2000 mm, incidiendo en una alta tasa de reproducción del vector y la presencia de este en estado adulto, esto dice que

posiblemente haya una alta cantidad de especímenes en sus diferentes facetas de desarrollo, sin embargo, al considerar que también se encuentran temperaturas de 28°C y mayores, una gran cantidad de estas larvas terminen desarrollándose como hembras, influyendo en una mayor cantidad de contagios, además de que al estar dentro de una zona inundable posiblemente la disponibilidad de agua retenida aumente la velocidad de la eclosión de los huevo y el desarrollo de larvas y pupas.

La misma relación entre la variable temperatura y precipitación se puede observar en municipios como Montería, Ciénaga de oro, Montelíbano, Cereté, Valencia, Sahagún, Tuchín, Puerto libertador, Planeta rica, Los córdobas y Ayapel. Estando todos representados por un alto porcentaje de población afectada.

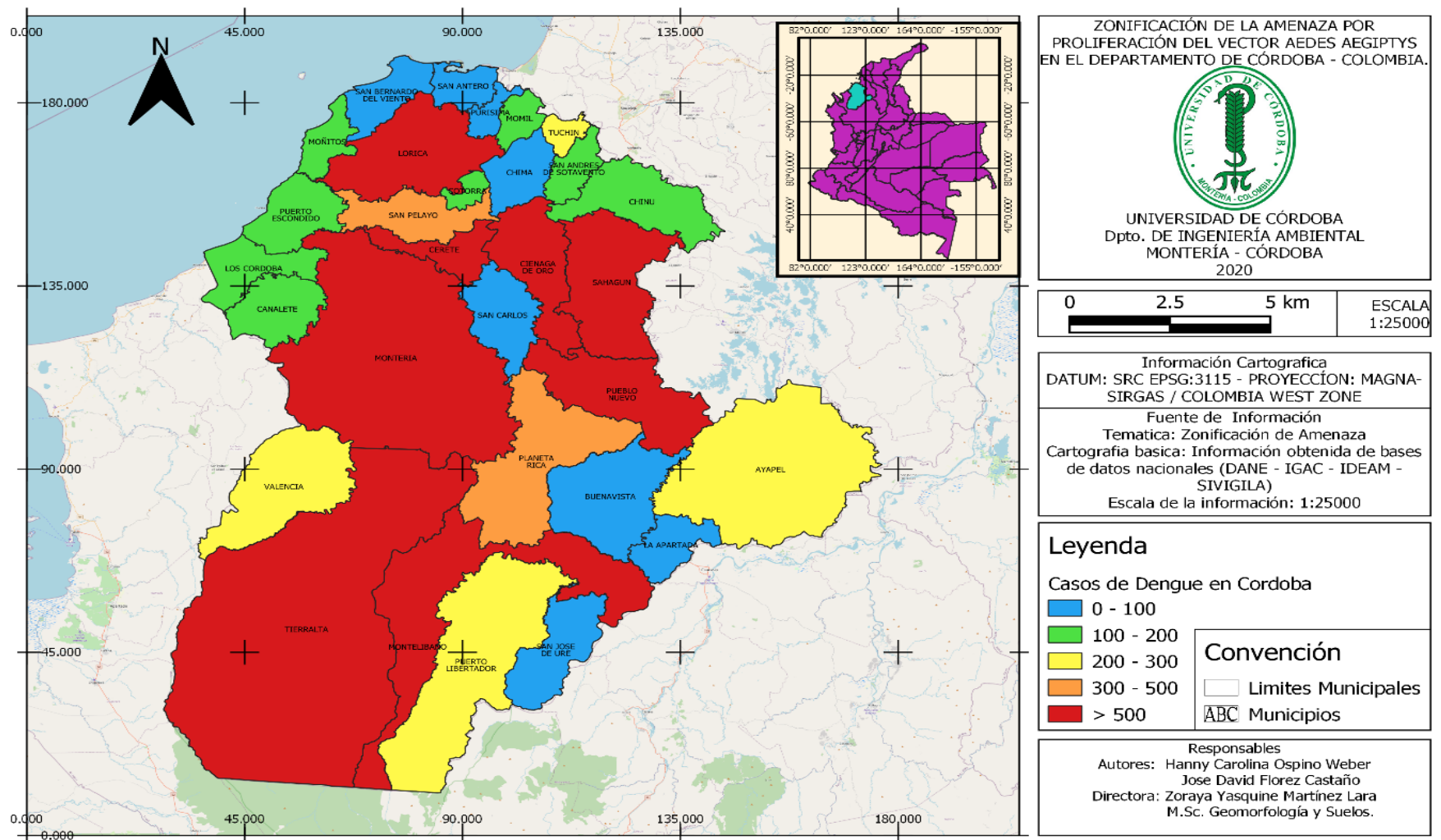
En los casos de Tuchín y Canalete, se le atribuye a que la mayoría de sus centros poblados se encuentran en una zona rural en la cual la cobertura de agua potable no es completa, influyendo en que haya un mayor número de sitios de crías al haber mayor almacenamiento de agua en recipientes artificiales, coincidiendo con lo expuesto por Sáez y Suárez (2013) quienes afirma que para comprender el comportamiento del vector a nivel local es importante considerar la variabilidad de las condiciones climáticas y el estado de los diversos servicios a la población, entre estos a la disponibilidad de agua potable, siendo así posiblemente la escasez del servicio de agua incide en que el almacenamiento de esta en depósitos o recipientes artificiales sea mayor comprobando lo establecido por Rodríguez (2002), quien considera a las comúnmente denominadas “albercas” o tanques de almacenamiento como los principales criaderos del vector en zonas rurales y urbanas incidiendo positivamente en la presencia del vector.

En el caso de los Municipios con menor porcentaje de población afectada, se encuentran en orden ascendente, Puerto Escondido 0,44%, La Apartada 1,8%, Buenavista 2,0%, San Bernardo 2,1%, San Antero 2,3%, Purísima 2,7%, San José de Uré 2,7%, San Carlos 3,3%, San Andrés de Sotavento 3,3%, Moñitos 3,7 y Chinú 3,9; al contrastarlos con el valor de amenaza representado en el Mapa 1. se observa una discrepancia en los municipios costeros, estando categorizados con una amenaza alta y algunos pequeños focos en muy alta, entre estos está San Bernardo del Viento, Moñitos, Puerto Escondido, Los Córdoba y San Antero, lo que indica que hay factores alternos incidiendo sobre la amenaza, ya que,

teniendo en cuenta lo expuesto por Barrera et al. (2015), quien afirma que *Aedes aegypti* se cría en cuerpos de agua almacenada en distintos tipos de contenedores artificiales dentro y alrededor de las viviendas humanas, es de esperar que, en las zonas costeras donde se dan las condiciones climáticas necesarias y donde se da el turismo como una actividad que genera desechos y contenedores artificiales, haya un mayor porcentaje de casos, tras esta discrepancia se analiza la coincidencia con la investigación realizada por Arduino et al. (2010) quien afirma que los ambientes salinos no son favorables para el desarrollo del vector, disminuyendo su capacidad de desarrollarse correctamente.

En el caso de La Apartada, Buenavista, Purísima, San José de Uré, San Carlos, San Andrés de Sotavento y Chinú, caracterizados con una amenaza Alta y Muy alta, a pesar de contar con un menor porcentaje de casos por transmisión, se analiza el reporte de datos otorgados por el SIVIGILA, en el cual especifican el lugar de residencia del paciente, interpretando que algunos de los pacientes atendidos en Montería, Cereté Sahagún, Ciénaga de Oro e incluso de Lorica pertenecían a estos municipios; esto significa que hay zonas en las cuales estos valores se ven alterados debido a que las personas reciben atención médica en municipios vecinos, esa sería una posible explicación para las zonas que aún categorizadas con una amenaza alta tienen un bajo número de casos.

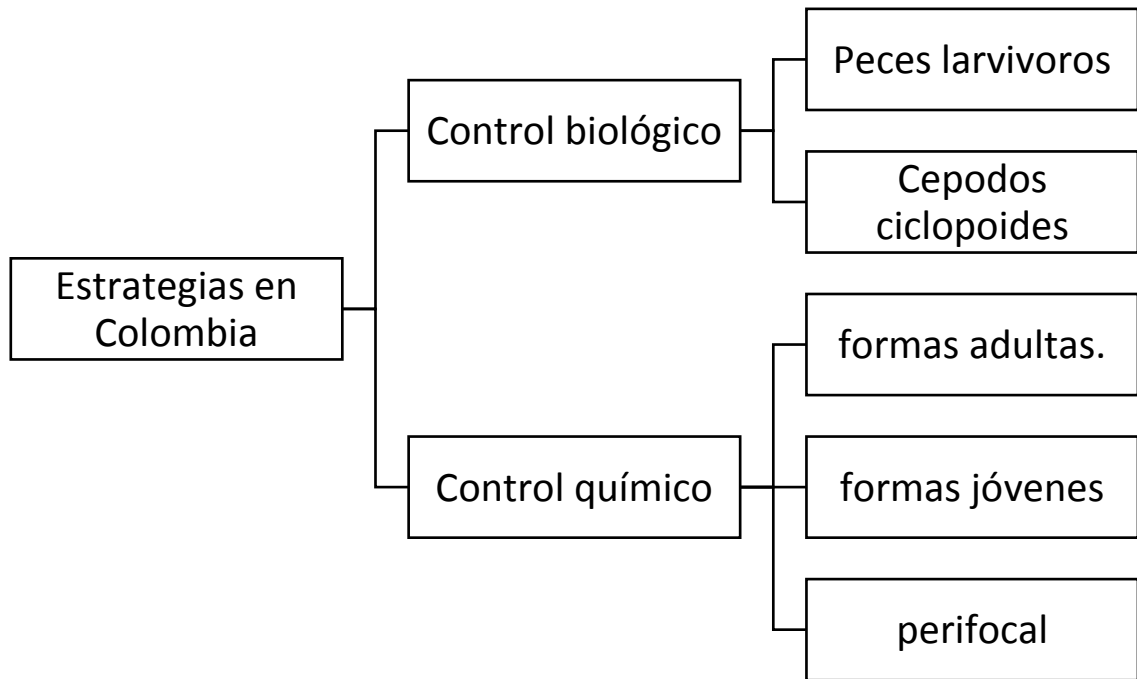
En conclusión, se observa que las zonas con muy alta amenaza coinciden con los municipios considerados donde se encuentra el mayor porcentaje de población afectada, afirmando así, que el resultado cartográfico es válido y representativo de la realidad.



Mapa 2 Zonificación de casos de dengue en el departamento de Córdoba en los años de 2010-2017.

#### 4.5 ELABORACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO Y CONTROL DEL VECTOR CON BASE EN LOS RESULTADOS DE AMENAZA

En Colombia se maneja la guía de gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de dengue, en el cual se definen las diferentes estrategias de manejo y control del *Aedes Aegypti* que se aplican a nivel nacional en la lucha contra el Dengue y demás enfermedades transmitidas por el vector, centrándose en el control rutinario con actividades permanentes durante todo el año, a través de actividades como la educación sanitaria individual, familiar, comunitaria e institucional para el cambio de conductas de que incentivan un aumento del riesgo (Minisalud 2013) las medidas consisten netamente en acciones a nivel domiciliario, y urbano, los métodos se clasifican según la ilustración 7.



**Ilustración 7** Estrategias De Manejo Y Control Del Vector En Colombia

Sin embargo, al analizar la zonificación de amenaza por *Aedes Aegypti* en Córdoba, es factible afirmar que se puede lograr un aumento en la efectividad de las estrategias y la posterior reducción de los casos de enfermedades transmitidas por el vector, si se tiene en cuenta el valor de amenaza para cada una de las zonas del Departamento, estructurando medidas de control que articulen la guía de la gestión para la vigilancia entomológica y

control de la transmisión de Dengue, con la zonificación de la amenaza por la presencia del *Aedes Aegypti* en Córdoba, logrando definir qué estrategias son adecuadas para ser implementadas las siguientes zonas:

- Zonas con Muy alta amenaza pertenecientes a los centros poblados.
- Zonas con Muy alta amenaza pertenecientes a las zonas inundables.
- Zonas con Muy alta amenaza pertenecientes a la intersección entre zonas inundables y zonas arbóreas o arbustales.
- Zonas con Alta amenaza distribuidas en todos los municipios de Córdoba.

#### **4.5.1 Estrategias en zonas con Muy alta amenaza pertenecientes a las zonas inundables.**

La guía establece que, entre las estrategias biológicas, están los Cepodos ciclopoideos depredadores, siendo pequeños invertebrados, presentes en una gran variedad de cuerpos de agua dulce. Estos organismos limitan por medios naturales la abundancia de las larvas de *Aedes Aegypti*. La eficacia y sostenibilidad del control biológico en el control de larvas de *Aedes Aegypti*, ha sido demostrada en varias localidades en Colombia y en otros países. (Minisalud, 2013). Debido a los beneficios que este método ha demostrado en el proceso de limitación del vector, se recomienda la aplicación de cepodos ciclopoideos depredadores, en zonas inundables temporales.

Al articular el resultado de la zonificación de amenazas con la guía se tiene en cuenta que:

Los municipios categorizados con muy alta amenaza (San Bernardo del Viento, Lórica, San Pelayo, Cotorra, Cereté, Ciénaga de Oro, San Carlos, Montería, Valencia, Tierra Alta, Ayapel, Pueblo Nuevo, Buenavista, La Apartada, Montelíbano, San José de Uré y Puerto Libertador) se encuentran condicionados por las zonas inundables, por lo tanto la medida ideal para estos municipios caracterizados con una alta tasa de reproducción y las condiciones ideales para el desarrollo del vector, consisten en la aplicación de esta especie en los cuerpos de agua temporales en la etapa de invierno, ya que tiene la finalidad de controlar la tasa larvaria producida por el vector, teniendo en cuenta que según Dieguez et al. (2018) el vector utiliza esta facilidad de agua en muchas ocasiones estancada con la finalidad de llevar a cabo el proceso de ovoposición, sin embargo para aumentar la

efectividad de estas estrategias, se prioriza la aplicación en las riveras de estos cuerpos de agua temporales, de manera que se elimine eficazmente las larvas del vector disminuyendo posteriormente el desarrollo de vectores adultos.

#### **4.5.2 Zonas con Muy alta amenaza pertenecientes a la intersección entre zonas inundables y zonas arbóreas o arbustales.**

Según la guía se manejan distintos insecticidas como control químico, uno de ellos es *Bacillus thuringiensis var. israelensis* H-1, este produce protoxinas y esporas vivas letales que las larvas consumen al alimentarse normalmente. Actúa sobre larvas de primero, segundo y tercer estadio, es inocua para peces, animales superiores y seres humanos en dosis normales y, según la formulación usada, puede ser apropiada para usarse en agua potable (Minisalud, 2013) .

Al articular el resultado de la zonificación de amenazas con la guía se establece que:

En el Mapa 1. se observa que en Montería, Loricá y San bernardo el área categorizada con amenaza Muy alta, pertenece a la intersección de zonas arbóreas e inundables, por esta razón se priorizará la aplicación de este insecticida con la intención de eliminar las larvas y demás estados inmaduros del vector aplicándola en zonas arbóreas densas, dentro y cercanas a lugares que suelen inundarse o retener espejos de agua, en especial al inicio y final de la temporada de lluvias, ya que aunque las precipitaciones descenden y también el nivel de las zonas inundables.

Es probable que el vector permanezca en esas zonas, debido que uno de los sitios “raros” de cría que este ha adoptado son los pequeños charcos o espejos de agua, además, según Consoli y Oliveira (1994) el vector inicia la búsqueda de sitios de oviposición debido a las acciones de control que incluyen la supresión del sitio de reproducción inicial, causando que el vector se disperse a las áreas verdes vecinas en busca de sitios de oviposición, permitiendo la disponibilidad de sitios de reproducción artificial, como basura y contenedores, especialmente alrededor de los bosques, también puede contribuir a la presencia del vector en parches y fragmentos forestales, por lo tanto estas zonas le proporcionan al vector las condiciones ideales para su supervivencia.



#### **4.5.3 Zonas con Muy alta amenaza pertenecientes a los centros poblados.**

Según la guía, otra medida efectiva es el uso de adulticidas, el cual incide en la reducción de la población de Aedes adultos y su longevidad de manera veloz y efectiva. (Minisalud, 2013).

Al articular el resultado de la zonificación de amenazas con la guía se establece que:

En Córdoba gran parte del área categorizada con Muy alta amenaza pertenece a los Centros poblados, lo ideal para esta zona es la aplicación del adulticida, ya que es donde mayor cantidad de vectores en estado adulto se encuentran debido a su alimentación hematofaga, este se aplicaría en todos los municipios y en un área de 400 m, alrededor de estos centros poblados.

#### **4.5.4 Zonas con Alta amenaza distribuidas en todos los municipios de Córdoba.**

En la zona categorizadas con amenaza alta encontramos zonas con diferentes coberturas vegetales, las medidas ideales sería que en las zonas arbóreas se aplique el insecticida Bacillus que actúa sobre las etapas jóvenes del vector, teniendo en cuenta que en estas zonas se encontrará al vector en estado de huevo, pupa o larva en su mayoría, este control químico sería ideal realizarlo a inicio y finales del invierno.

Mientras que, en zonas rurales, y centros poblados donde no cuentan con servicio de agua potable, lo ideal sería aplicar los Cepodos en los recipientes de almacenamiento de agua, evitando así establecer sitios de crías para el vector. Además, los Cepodos tienen la característica de poder habitar también en lagunas temporales y en el suelo húmedo, entre el musgo u hojas caídas, han colonizado aguas de prácticamente todas las salinidades y temperaturas (Miracle 2015).

## 5. CONCLUSIONES

Según los expertos la variable con mayor incidencia en la determinación de la amenaza alta son las zonas inundables y los centros poblados, por lo tanto, los centros poblados que se encuentren dentro del área que corresponde a zonas inundables deben tratarse con la mayor prioridad al momento de aplicar las estrategias y medidas de control.

En el marco de la investigación, San José De Uré representa una zona de interés futuro, pues los resultados lo sitúan como un municipio donde los centros poblados se encuentran en diferentes categorías de amenaza, convirtiendo en una incertidumbre el contraste entre el número de casos en Versalles Y Brazo Izquierdo expuestos a una categoría de amenaza moderada, con los demás centros poblados representados por una muy alta amenaza.

La variable temperatura demostró que influye significativamente en la presencia y proliferación del vector, pues las zonas donde el rango presente es de 28°C se ven caracterizadas con un alto porcentaje de población afectada, en especial, cuando este valor de temperatura coincide con un rango de precipitación entre 1000-2000.

El Departamento presenta una alta peligrosidad por tener el 65,63% de su área categorizada con una amenaza alta, las variables que definen esta categoría son principalmente la humedad y la temperatura, pues se encuentran en rangos ideales en de todo el Departamento. Esto afirma la necesidad de un monitoreo constante de todas las variables conocidas que inciden en la biología del vector.

Es importante tener en cuenta la dinámica del vector en los municipios costeros, debido a que su categoría de amenaza Alta y Muy alta, indicando condiciones propicias para la

presencia y desarrollo del vector, no concuerda con un alto número de casos, como se observa en otros municipios con un similar comportamiento de la amenaza.

La utilidad de esta investigación como referente teórico para futuras trabajos sobre el vector será útil no solo para el enfoque ambiental a través de la distribución espacial del vector en Córdoba, también permitirá enfatizar las medidas de control en las zonas con mayor amenaza, así como monitorear la capacidad de adaptación del vector a ambientes más extremos, la validación positiva del resultado de amenaza con el número de casos Departamental indica que la aplicación de estos resultados a los planes establecidos por el Gobierno Colombiano podrían disminuir costos aumentando la efectividad de las estrategias y disminuyendo la tasa de transmisión de Dengue, Zika, Chicungunya y Fiebre Amarilla.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Alvis, N., Zakzuk, J., Vargas, R., Alcocer, A., & Parra, D. (2017).** Dengue, Chikunguña y Zika en Colombia 2015-2016. *Revista MVZ Córdoba* 22(supl): 5994-6003.
- Agrelo, S. (1996).** *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) y su papel como vectores en las Américas. La situación de Uruguay. *Rev Med Uruguay* 12(5): 28-36.
- Araújo, H., Carvalho, D., Ioshino, R., Costa-da-Silva, A., & Capurro, M. L. (2015).** *Aedes aegypti* control strategies in Brazil: incorporation of new technologies to overcome the persistence of dengue epidemics. *Insects* 6(2): 576-594.
- Arduino, B., Marques, G., & Serpa, L. (2010).** Registro de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em recipientes com água salina em condições naturais. *BEPA. Boletim Epidemiológico Paulista (Online)* 7(83): 22-28.
- Barrera, M., Pavía, N., Mendoza, J., Torres, N., Hernández, R., Castro, F., & Gómez, H. (2015).** Control of *Aedes aegypti* breeding sites with the program Recicla por tu bienestar in Merida, Mexico. *salud pública de méxico* 57(3): 201-210.
- Barrera, R., Delgado, N., Jiménez, M., Villalobos, I., & Romero, I. (2000).** Estratificación de una ciudad hiperendémica en dengue hemorrágico. *Rev Panam Salud Pública* 8(4): 225-233.
- Betancourt, J., Llambias, J., Pestano, E., & León, C. (2017).** Interacción de variables climáticas con el dengue y el mosquito *Aedes aegypti* en el municipio Camagüey. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 69(1): 1-10.
- Burstein, T. (2002).** Sistemas de información geográfica y su aplicación en la salud pública. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* 19(3): 107-107.
- Cabrera, V., & Selvaraj, J. (2020).** Geographic shifts in the bioclimatic suitability for *Aedes aegypti* under climate change scenarios in Colombia. *Heliyon* 6(1): e03101-e03101.

- Castrillón, J., Castaño, J., & Urcuqui, S. (2015).** Dengue en Colombia: diez años de evolución. *Revista chilena de infectología* 32(2): 142-149.
- Cardona, O. (1993).** Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Los desastres no son naturales, 51-74.
- CEPAL. (2013).** Definición de población urbana y rural utilizadas en los censos de los países latinoamericanos. Comisión Económica Para América Latina y El Caribe 1(76): 4-5.
- Christophers, R. (1960).** *Aedes Aegypti* (L.) the yellow fever mosquito: Its life history, biology and structure. The Cambridge University Press, London: 131-154.
- Consoli R., & Oliveira, R. (1994).** Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil, Brasil. Editora Fiocruz, p156-159.
- Cruz, C., Sebrango, C., Cristo, M., Pina, C., Marquetti, M., & Sánchez, L. (2010).** Comportamiento estacional y temporal de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Sancti Spíritus, 1999-2007. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 62(1): 1-10.
- Daza, O. (2018).** Influencia de las variables climáticas (temperatura y precipitación) en la ocurrencia del *Aedes Aegypti* (Diptera-Culicidae), en los distritos de Calleria y Yarinacocha, región Ucayal, 10-12.
- Diéguez, L., Hernández, J., & Mentor, V. (2008).** Charco de agua de lluvia sin sustrato vertical y otro sitio raro de cría de *Stegomyia aegypti*. *Revista Archivo Médico de Camagüey* 12(4): 2-3.
- Diéguez, L., Hernández, A., Alarcón, P., & San Martí, J. (2018).** Diversidad e importancia de reservorios domiciliarios colonizados por formas preimaginales de *Aedes (Stegomyia) aegypti* en Camagüey, Cuba. *Salud Jalisco* 5(Esp): 37-43.
- Dominguez, M. (1999).** Preferencia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) por sitios para oviposición con diferentes niveles de precolonización y exposición al sol. *Rev. Soc. Entomol* 58(3-4): 159-164.
- Figuroa, S., & Morales, F. (1992).** Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. CREZAS. 272.
- Gast-Galvis, A. (1982).** Historia de la fiebre amarilla en Colombia. Bogotá: Instituto Nacional de Salud 10(4): 1-95.
- Gobernación de Córdoba. (2012).** PLAN DEPARTAMENTAL PARA LA GESTIÓN DE Riesgo de Córdoba, Gobernación de Córdoba, Córdoba, 52-94.

- Gómez, H., Martín, J., Danis, R., & Manrique-Saide, P. (2011).** La estrategia para la prevención y el control integrado del dengue en Mesoamérica. *salud pública de méxico* 53: s349-s357.
- Gómez, H. (1991).** El dengue en las Américas: un problema de salud regional. *Salud Pública Mex* 33: 347-355.
- Gómez, M., Cano, B., & Ignaciocoaut, J. (2006).** Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Madrid.
- Gubler, D. (2011).** Prevention and control of Aedes aegypti-borne diseases: lesson learned from past successes and failures. *AsPac J Mol Biol Biotechnol* 19(3): 111-4.
- Hsieh, Y., & Chen, W. (2009).** Turning points, reproduction number and impact of climatological events for multi-wave dengue outbreaks. *Trop Med Inter Health* 14(6):628-638.
- IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (En Línea), 2010,** ATLAS CLIMATOLÓGICO DEL IDEAM. <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>, Accesado:[2017, 14/05].
- Juliano, S., O'Meara, G., Morrill, J., & Cutwa, M. (2002).** Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. *Oecologia* 130(3): 458-469.
- Lepe, M., Dávila, M., Canet, M., López, Y., Flores, E., Dávila, A., & Escobar, E. (2017).** Distribución de Aedes aegypti y Aedes albopictus en Guatemala 2016. *Ciencia, Tecnología y Salud* 4(1): 21-31.
- Liborio, M., Tomisani, A., Moyano, C., Salazar, R., & Balparda, L. R. (2004).** Estrategias de prevención de dengue: Rosario, Argentina. *Revista Brasileira de Epidemiologia* 7(1):11-327.
- López, A., & Neira, M. (2016).** Influencia del cambio climático en la biología de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) mosquito transmisor de arbovirosis humanas. *Revista Ecuatoriana de medicina y ciencias biológicas* 37(2): 35-42.
- Marquetti, M., Suárez, S., Bisset, J., & Leyva, M. (2005).** Reporte de hábitats utilizados por Aedes aegypti en Ciudad de La Habana, Cuba. *Revista cubana de medicina tropical* 57(2): 159-161.
- Mercado R. (1999).** Estudio espacial y temporal de los índices larvales de Aedes aegypti y su relación con los casos de dengue en Guadalupe, NL, durante 1994-1997, mediante un sistema de información geográfica. Tesis doctoral en ciencias biológicas con énfasis en ecología, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Sede principal.

- Michael, N. (1986).** Aedes Aegypti: Biología Y Ecología. Organización Panamericana De La Salud 1(525): 12-34.
- MINSALUD, Ministerio de salud (En Línea). (2016).** Casos de Chikunguña en Colombia.  
<https://www.ins.gov.co/buscadoreventos/IQEN/IQEN%20vol%2020%202015%20num%205.pdf>, Accesado: [2017, 14/05/].
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2013).** Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de dengue. Dirección general de salud pública grupo salud ambiental enfermedades transmitidas por vectores, Colombia, 32-65.
- Ministerio de Salud de la Nación. (2016).** Directrices para la prevención y control de Aedes aegypti. Dirección De Enfermedades Transmisibles Por Vectores - Argentina 1(1): 10-16.
- Minambiente, Ministerio de Medio Ambiente (En Línea). (2020).** Gestión del Riesgo de Desastres. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-del-riesgo-de-desastres#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20Ley,del%20riesgo%20y%20para%20el>, Accesado: [2020, 25/08/]
- Miracle, M. (2015).** Orden Cyclopoida. Revista IDE@ 95(1): 1–19
- Montagner, F., Silva, D., & Jahnke, S. (2018).** Mosquito species occurrence in association with landscape composition in green urban areas. Brazilian Journal of Biology 78(2): 233-239.
- Morales, A., De Carrasquilla, C., De Rodríguez, C., & Cura, E. (1984).** Búsqueda de mosquitos del género Haemagogus en el departamento de la Guajira, Colombia, Sur América. Biomédica 4(1): 25-36.
- Ngugi, N., Mutuku, M., Ndenga, A., Musunzaji, S., Mbakaya, O., Aswani, P., & LaBeaud, D. (2017).** Characterization and productivity profiles of Aedes aegypti (L.) breeding habitats across rural and urban landscapes in western and coastal Kenya. Parasites & vectors 10(1): 331-332.
- Niño, L. (2018).** La zonificación del riesgo en salud: la fiebre amarilla desde una perspectiva geográfica en La Macarena, departamento del Meta, Colombia. Salud colectiva 14(1): 19-32.
- Organización Mundial De La Salud (OMS). (2016).** Dengue, Zika Y Chikungunya. Medicina (Buenos Aires) 76(2): 10-15.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2018).** Indicadores de salud. Aspectos Conceptuales Y Operativos. Washington, D.C., p (19-22)

- Ollaguez, D., & Diego, E. (2006).** Criterios de Selección de Personal mediante el uso del proceso de análisis jerárquico. Aplicación en la selección de personal para la Empresa Exotic Foods SAC. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 3(1): 1-4.
- Pacheco, R., Álvarez, E., Ferrer, J., Bonilla, H., Gómez, J., Hernández, M., & Artilles, L. (2019).** Acumulación de grados días y su efecto sobre el potencial de rendimiento de 15 accesiones de berenjena (*Solanum melongena* L.) en el Caribe Colombiano. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 72(3): 89-117.
- Parra, G. (2010).** Sistemas de información geográfica y sensores remotos. Aplicaciones en enfermedades transmitidas por vectores. CES Medicina 24(2): 75-89.
- Pietri, D., Dietrich, P., Mayo, P., & Carcagno, A. (2011).** Evaluación multicriterio de la exposición al riesgo ambiental mediante un sistema de información geográfica en Argentina. Revista Panamericana de Salud Pública 30(1): 377-387
- Reiter, P., Lathrop, S., Bunning, M., Biggerstaff, B., Singer, D., Tiwari, T., et al. (2003).** Texas lifestyle limits transmission of dengue virus. Emerg Infect Dis 9(1): 86-89.
- Rincón, M., & Londoño, E. (2009).** Mapping malaria risk using environmental and anthropic variables. Revista Brasileira de Epidemiologia 12(1): 338-354.
- Rodelo, A., Arrieta, I., & Rivero, M. (2017).** Comportamiento epidemiológico del Dengue, Chikungunya y Zika. Córdoba-Colombia. 2014-2017. Revista Colombiana Salud Libre 12(2): 7-14
- Rodríguez, I., Sáez, V., Palis, Y., & Vásquez, M. (2007).** Estudio preliminar: zonas de amenaza epidemiológica de dengue bajo condiciones de estacionalidad de la lluvia (1997-2002). Área Metropolitana de Maracay, estado Aragua, Venezuela. Terra Nueva Etapa 1(1): 127-159
- Rodríguez, R. (2002).** Estrategias para el control del dengue y del *Aedes aegypti* en las Américas. REVISTA Cubana de Medicina Tropical 54(3):189-201
- Rubio, Y., Pérez, L., Infante, M., Comach, G., & Urdaneta, L. (2011).** Influencia de las variables climáticas en la casuística de dengue y la abundancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela. Bol Mal Salud Amb 51(2): 145-157.
- Ruiz, F., González, A., Vélez, A., Gómez, G., Zuleta, L., Uribe, S., & Vélez, I. (2016).** Presencia de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) y su infección natural con el virus del dengue en alturas no registradas para Colombia. Biomédica 36(2): 303-308.
- Saaty, T. L. (1990).** How to make a decision: the analytic hierarchy process. European journal of operational research 48(1): 9-26.



- Saaty, T. et al. (1980).** Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management science* 26(7): 641-658.
- Sáez, S., & Suárez, A. (2013).** El dengue en el Nororiente de Venezuela y su incidencia en condiciones extremas de las Lluvias durante los años 2009 y 2010. *Investigaciones Geográficas (Esp)* (59): 171-182.
- Sánchez, L. (2017).** Papel vectorial del mosquito aedes. Tesis doctoral en Farmacología, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE, Madrid - España.
- Santacoloma, L., Chave, B., & Brochero, H. (2010).** Susceptibility of *Aedes aegypti* to DDT, deltamethrin, and lambda-cyhalothrin in Colombia. *Revista Panamericana de Salud Pública* 27(1): 66-73.
- Santos, J., y Meneses, B. (2017).** Un enfoque integrado para la evaluación de la distribución espacial global de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* y la determinación de las zonas susceptibles al desarrollo del virus Zika. *Acta tropical* 168(1): 80-90.
- Santos, S., Sierra, M., Oliva, L., Sanchez, A., Suarez, B., Simón, F., & Amela, C. (2014).** Posibilidad de introducción y circulación del virus del dengue en España. *Revista Española de Salud Pública* 88(5): 555- 567.
- Stein, M., Oria, G., Almirón, W., & Willener, J. (2005).** Fluctuación estacional de *Aedes aegypti* en Chaco, Argentina. *Revista de Saúde Pública* 39(4): 559-564.
- Teran, C. A. G., Dangond, H. V., & Rangel, A. C. (2015).** Análisis epidemiológico y clínico de intoxicaciones agudas atendidas en Montería, Colombia. *Revista Médica de Risaralda*, 21(1): 17-21.
- Tun-Lin, W., Burkot, T., & Kay, H. (2000).** Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. *Medical and veterinary entomology* 14(1): 31-37.
- Pyszczyk, L., & Sáez, V. (2016).** Ocurrencia y amenaza de Dengue, Chikungunya y Zika causada por mosquitos del género *Aedes*: La situación en la República Argentina 2015. *Terra*, 32(51), 133-161.
- Valiente, A., & González, P. (2017).** Evaluación Del Comportamiento De Los Eventos De Dengue, Chikungunya y zika asociados al vector *Aedes Aegypti* entre los años 2010-2015 para el fortalecimiento de la prevención de los brotes en el barrio el Centro del Municipio de Villeta Cundinamarca. Tesis de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de la Salle, Bogotá Colombia.
- WHO, Global Alert and Response (En Línea). (2006).** Impact of Dengue. [https://www.who.int/ihr/global\\_alert/en/](https://www.who.int/ihr/global_alert/en/), Accesado: Abril de 2020.
- Wiwanitkit, V. (2006).** An observation on correlation between rainfall and the prevalence of clinical cases of dengue in Thailand. *Journal of vector borne diseases* 43(2): 73.

**Zamora, T. (2016).** Fluctuación de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), susceptibilidad a insecticidas y el efecto de atrayentes, para su posible manejo en Baja California Sur, México. Tesis de Doctorado en Ciencias en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales, Instituto Politécnico Nacional, México, La Paz California Sur.

## **ANEXOS**

**Anexo 1***Matriz De Comparación Por Pares Realizado Por Profesionales Colaboradores #1*

Fecha	30 – abril – 2020
Nombre Y Apellido	Lainer Narvárez Quiroz
Profesión	Ingeniero agrícola - Post grado
Institución donde obtuvo su titulación	Universidad de sucre y Universidad de córdoba

Variables	Humedad Relativa	Temperatura Ambiental	Centros Poblados	Precipitación Media anual	Zonas de inundación	Cobertura Vegetal
Humedad Relativa	1	1/7	1/5	1/7	1/9	1
Temperatura Ambiental	7	1	7	1/3	1/3	7
Centros Poblados	5	1/7	1	1/5	1/7	4
Precipitación Media anual	7	3	5	1	1/5	5
Zonas de inundación	9	3	7	5	1	9
Cobertura Vegetal	1	1/7	1/4	1/5	1/9	1

**Anexo 2**

*Matriz De Comparación Por Pares Realizado Por Profesionales Colaboradores #2*

Fecha: 4/05/2020  
 Nombre Y Apellido: Nadya Janna Lavalle  
 Profesión: Magister en Salud Pública  
 Institución donde obtuvo su titulación: Universidad de Córdoba

Variables	Humedad Relativa	Temperatura Ambiental	Centros Poblados	Precipitación Media anual	Zonas de inundación	Cobertura Vegetal
Humedad Relativa	1	1/7	1/5	1/7	3	1/2
Temperatura Ambiental	7	1	3	1/3	7	5
Centros Poblados	5	1/3	1	1/3	5	3
Precipitación Media anual	7	3	3	1	7	7
Zonas de inundación	1/3	1/7	1/5	1/7	1	3
Cobertura Vegetal	2	1/5	1/3	1/4	1/3	1

**Anexo 3**

*Matriz De Comparación Por Pares Realizado Por Profesionales Colaboradores #3*

Fecha: 1/05/2020  
 Nombre Y Apellido: Jacob Elias Ospino Durango  
 Profesión: Bacteriólogo  
 Institución donde obtuvo su titulación: Universidad de Córdoba

Variables	Humedad Relativa	Temperatura Ambiental	Centros Poblados	Precipitación Media anual	Zonas de inundación	Cobertura Vegetal
Humedad Relativa	1	1/2	2	5	6	9
Temperatura Ambiental	2	1	4	6	5	9
Centros Poblados	1/2	1/4	1	3	4	7
Precipitación Media anual	1/5	1/6	1/3	1	2	5
Zonas de inundación	1/6	1/5	1/4	1/2	1	8
Cobertura Vegetal	1/9	1/9	1/7	1/5	1/8	1

**Anexo 4**

*Matriz De Comparación Por Pares Realizado Por Profesionales Colaboradores #4*

Fecha: 1/05/2020  
 Nombre Y Apellido: Ingris Osorio Martínez  
 Profesión: Geógrafa  
 Institución donde obtuvo su titulación: n/d

Variabes	Humedad Relativa	Temperatura Ambiental	Centros Poblados	Precipitación Media anual	Zonas de inundación	Cobertura Vegetal
Humedad Relativa	1	3	5	1/5	1/5	3
Temperatura Ambiental	1/3	1	5	1/7	3	3
Centros Poblados	1/5	1/5	1	1/3	1/5	3
Precipitación Media anual	5	7	7	1	5	7
Zonas de inundación	5	1/3	5	1/5	1	5
Cobertura Vegetal	1/3	1/3	1/3	1/7	1/5	1

**Anexo 5**

*Matriz De Comparación Por Pares Realizado Por Profesionales Colaboradores #5*

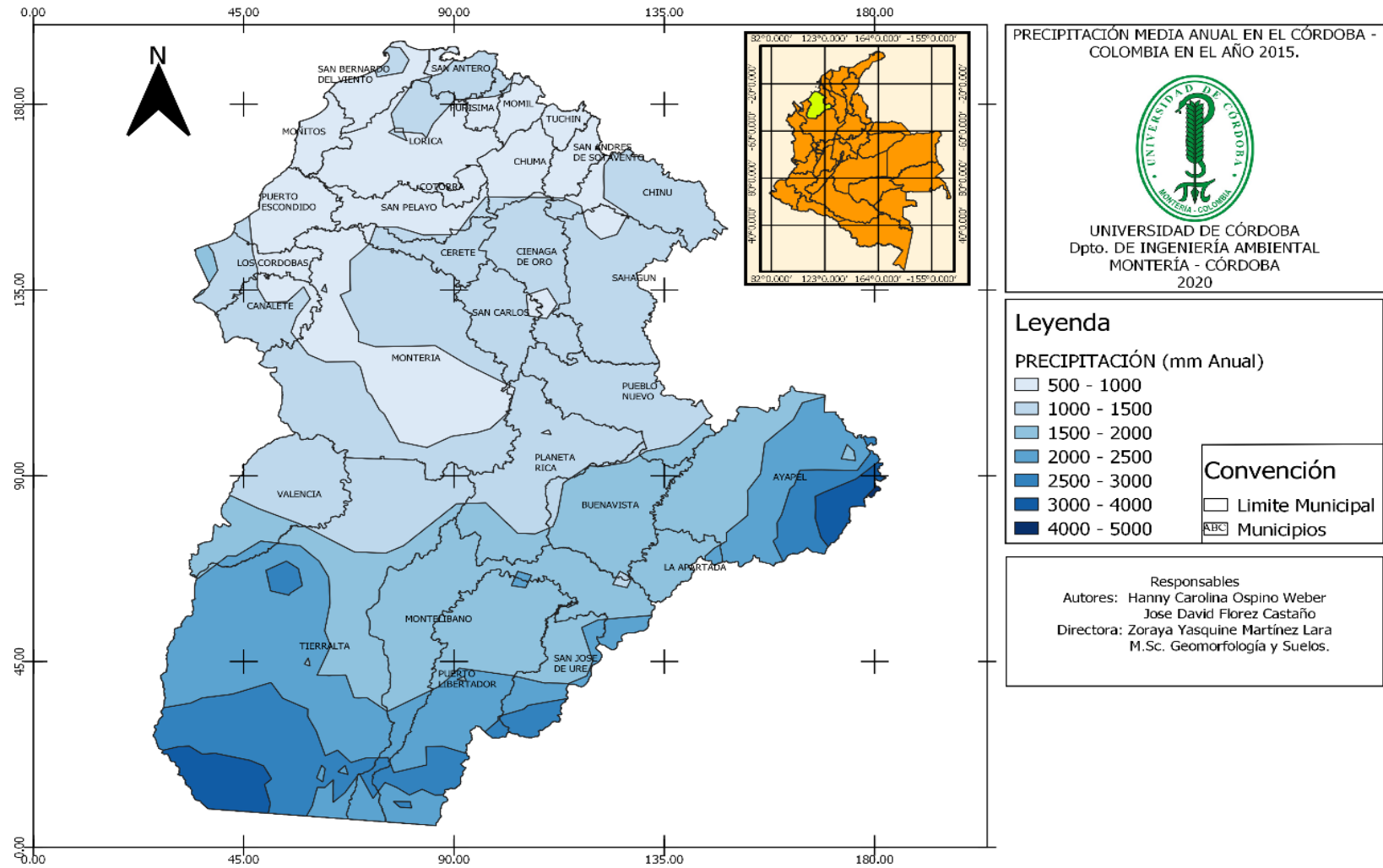
Fecha: 1 MAYO DE 2020  
 Nombre Y Apellido: Gabriel Campo Daza  
 Profesión: Ingeniero del Medio Ambiente MSc  
 Institución donde obtuvo su titulación: Universidad de la Guajira

Variables	Humedad Relativa	Temperatura Ambiental	Centros Poblados	Precipitación Media anual	Zonas de inundación	Cobertura Vegetal
Humedad Relativa	1	3	3	1/3	1/5	13
Temperatura Ambiental	1/3	1	7	3	1/3	5
Centros Poblados	1/3	1/7	1	1/3	1/3	1/3
Precipitación Media anual	3	1/3	3	1	6	7
Zonas de inundación	5	3	3	1/6	1	9
Cobertura Vegetal	1/3	1/5	3	1/7	1/9	1



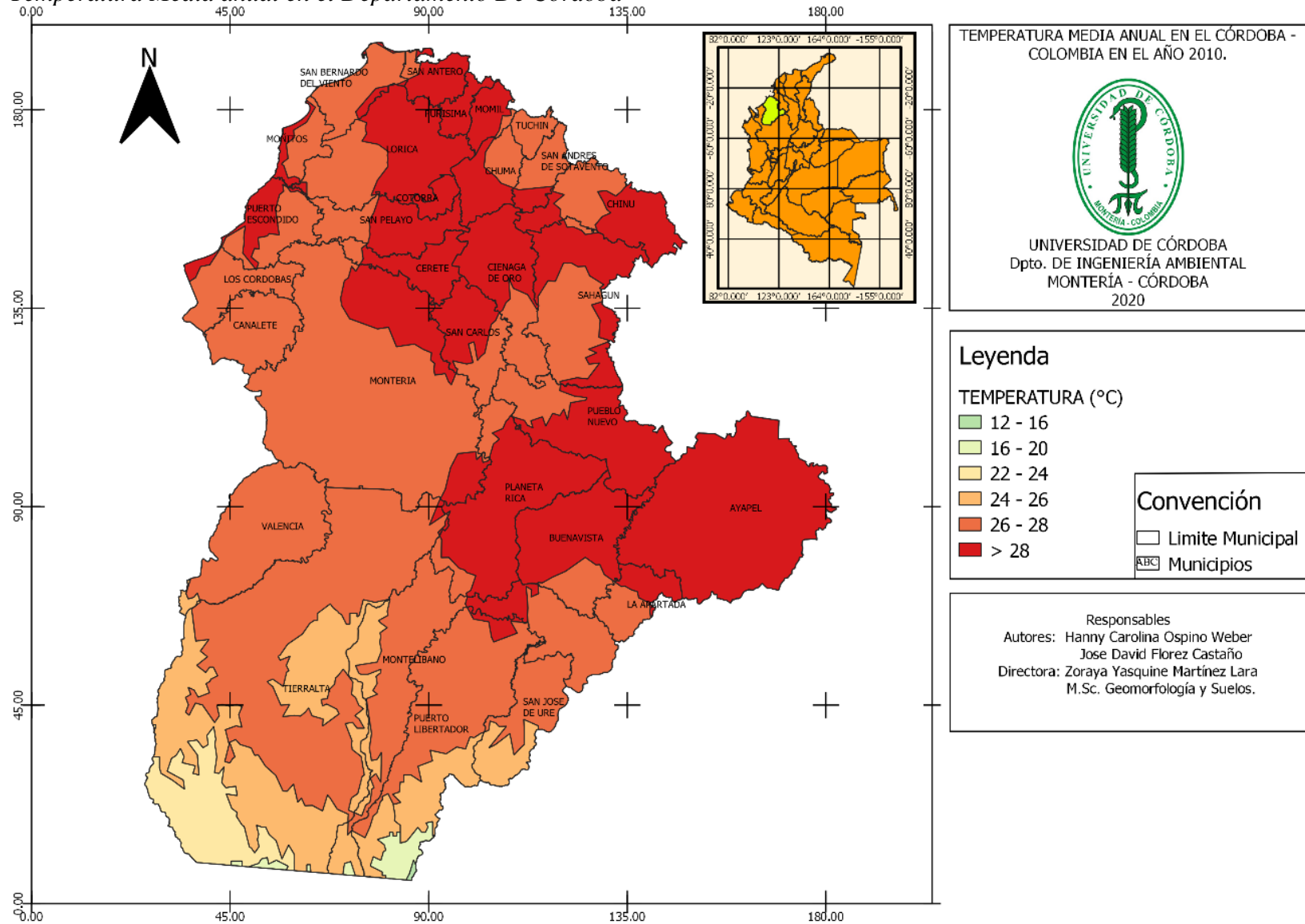
## Anexo 6

### Mapa De Precipitación media anual del Departamento el Córdoba



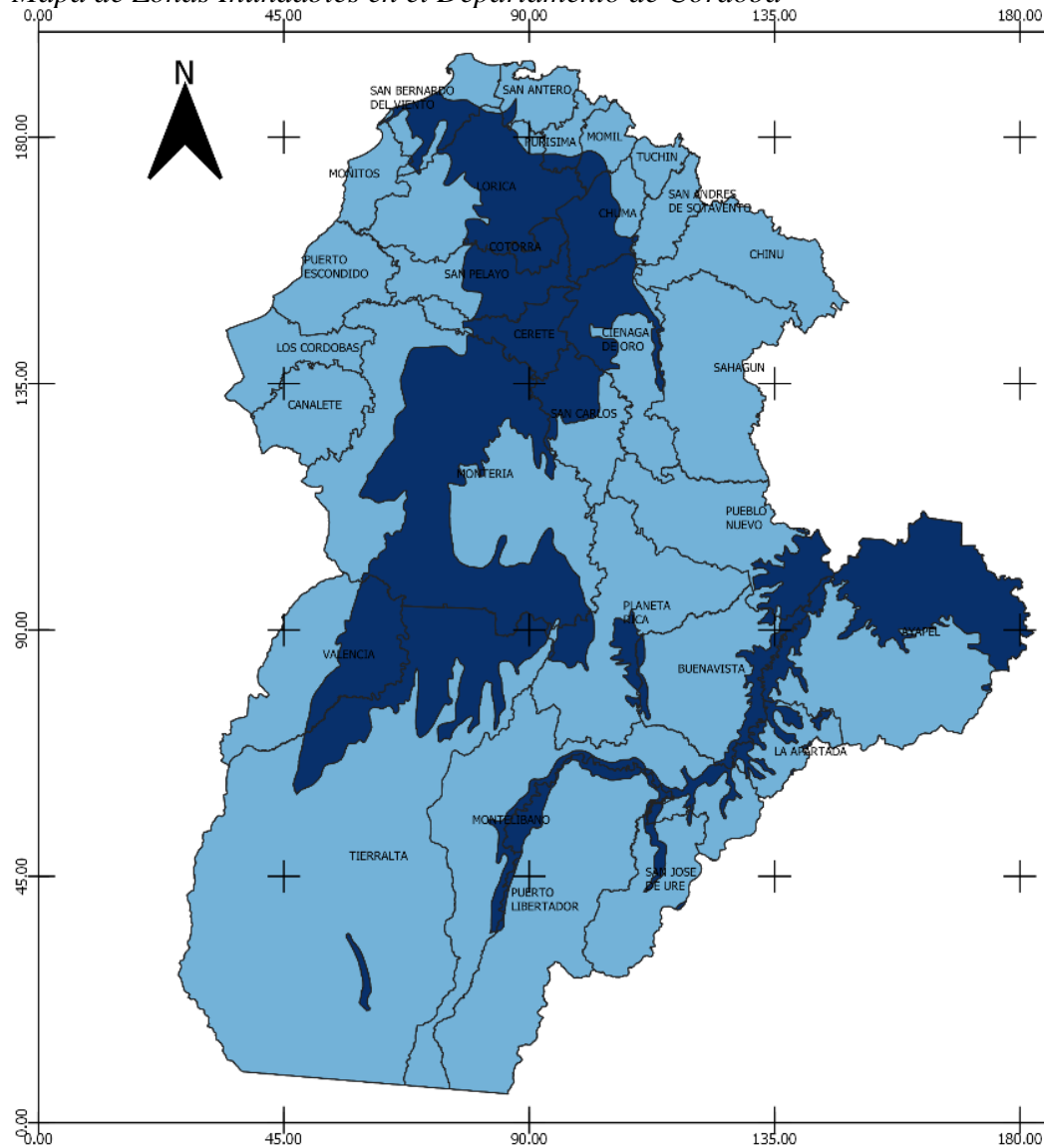
## Anexo 7

### Temperatura Media anual en el Departamento De Córdoba



## Anexo 8

### Mapa de Zonas Inundables en el Departamento de Córdoba

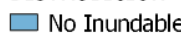



ZONAS INUNDABLES EN CÓRDOBA - COLOMBIA  
EN EL AÑO 2010.





UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
Dpto. DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
MONTERÍA - CÓRDOBA  
2020

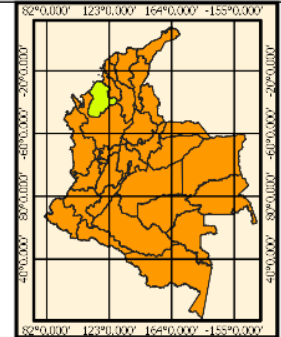
#### Leyenda

DISTRIBUCIÓN  
 No Inundables  
 Inundables

#### Convención

 Limite Municipal  
 Municipios

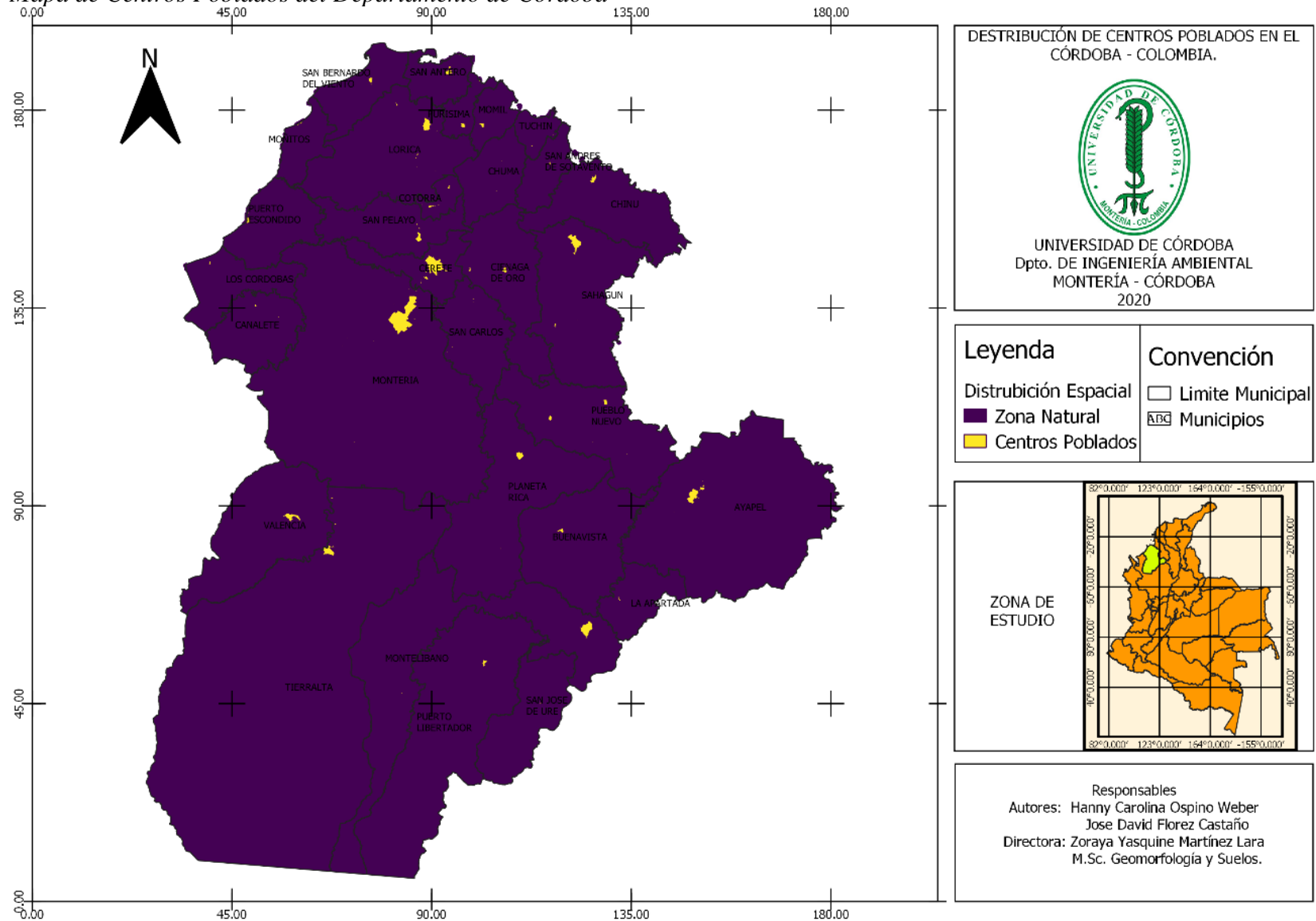
ZONA DE ESTUDIO



Responsables  
 Autores: Hanny Carolina Ospino Weber  
 Jose David Florez Castañó  
 Directora: Zoraya Yasquine Martínez Lara  
 M.Sc. Geomorfología y Suelos.

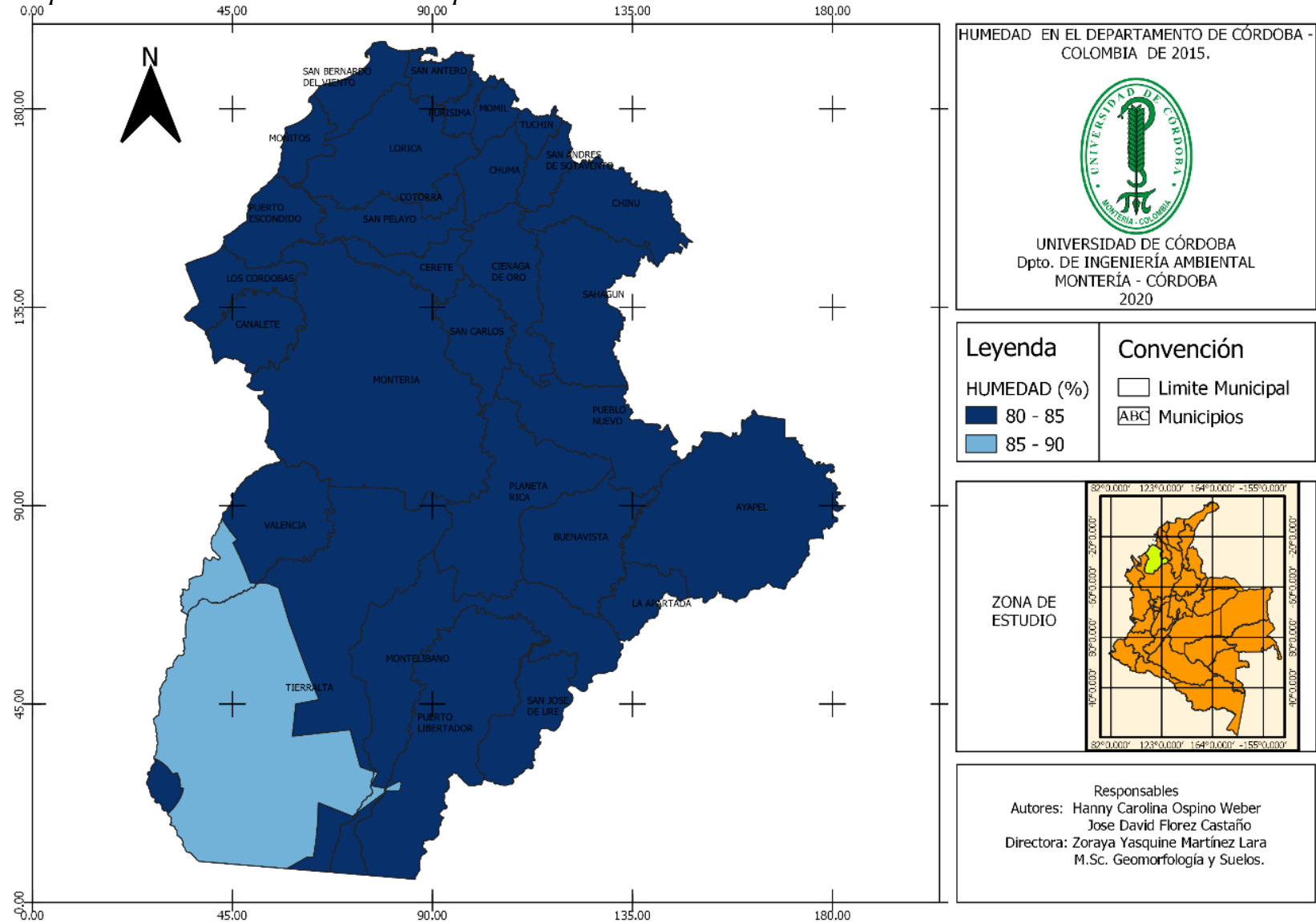
## Anexo 9

### Mapa de Centros Poblados del Departamento de Córdoba



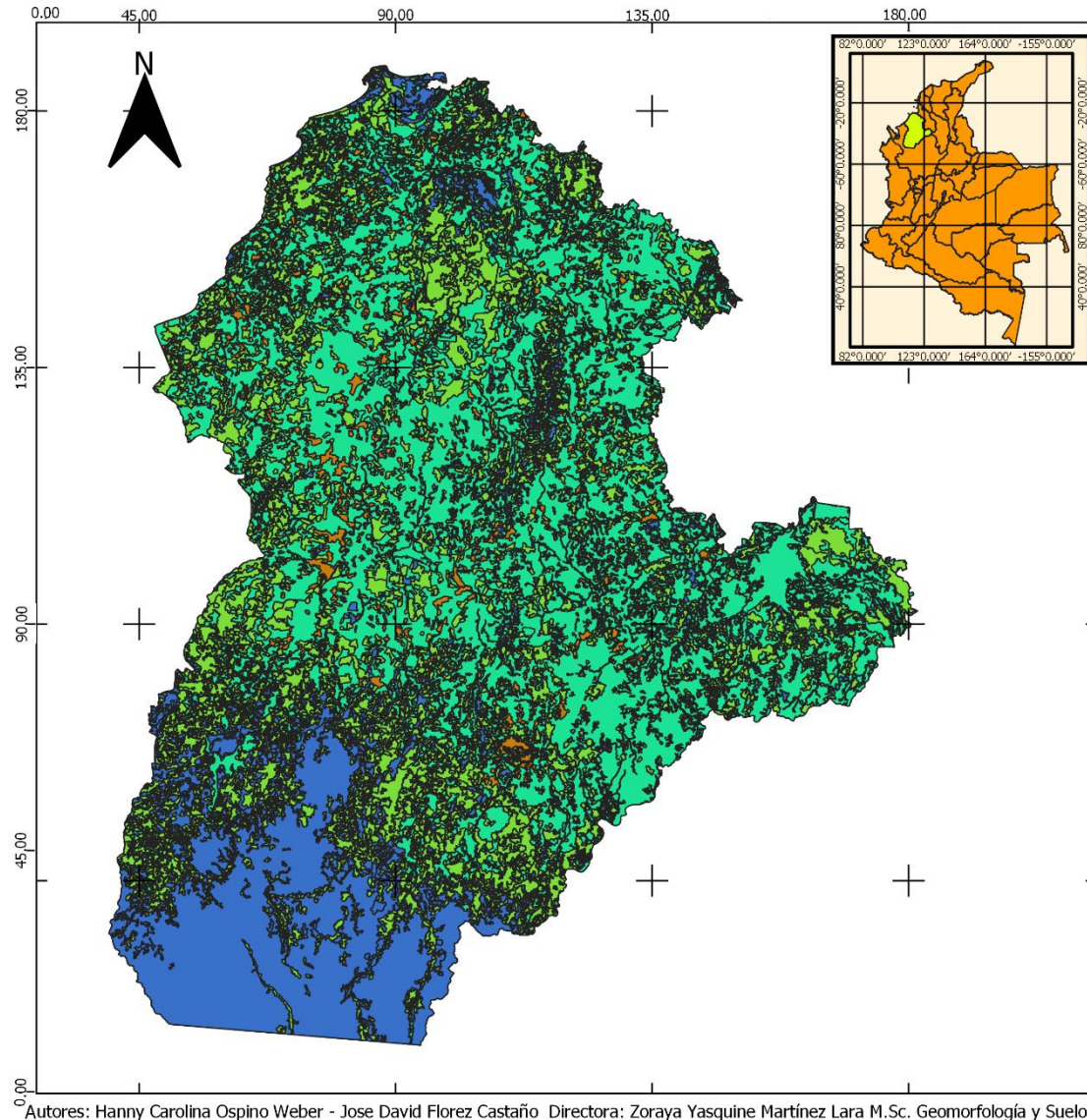
# Anexo 10

## Mapa de Humedad Relativa en el Departamento de Córdoba



## Anexo 11

### Mapa De Cobertura Vegetal En El Departamento De Córdoba



COBERTURA VEGETAL EN EL DEPARTAMENTO DE  
CÓRDOBA



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
Dpto. DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
MONTERÍA - CÓRDOBA  
2020





0 2.5 5 km

ESCALA  
1:25000

Información Cartografica  
DATUM: SRC EPSG:3115 - PROYECCIÓN: MAGNA-  
SIRGAS / COLOMBIA WEST ZONE

Fuente de Información  
Temática: Zonificación de Amenaza  
Cartografía básica: Información obtenida de bases  
de datos nacionales (DANE - IGAC - IDEAM -  
SIVIGILA)  
Escala de la información: 1:25000

#### Leyenda

Cobertura vegetal en Cordoba  
 Poca vegetación y Suelo desnudo  
 Vegetación herbácea  
 Vegetación arbustal  
 Bosques y Zonas arbóreos

#### Convención

 Limite Municipal  
 Municipios