

**Estudio de la Incidencia del Dengue en el  
Departamento del Quindío durante los años 1999 a  
2010.**

**Propuesta de Especialización en Epidemiología**

**Luis Gabriel Duque Muñoz**

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Especialización en Epidemiología

Bucaramanga, Colombia

2015

## Contenido

1. RESUMEN .....	3
2. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN: .....	5
3. PLAN DE TABULACIÓN: .....	5
4. PLAN DE ANÁLISIS: .....	5
5. DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	6
5.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	6
5.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	13
5.3 JUSTIFICACIÓN .....	13
5.4 MARCO TEÓRICO .....	15
5.4.1 DENGUE .....	15
5.4.2 Macrodeterminantes de la transmisión del dengue .....	17
5.4.3 Microdeterminantes de la transmisión del dengue .....	18
5.5 CAMBIO CLIMÁTICO .....	19
5.6 VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN COLOMBIA .....	20
5.7 CAMBIO CLIMÁTICO, VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y DENGUE .....	22
6. OBJETIVOS .....	25
6.1 OBJETIVO GENERAL .....	25
6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	25
7. METODOLOGÍA .....	26
7.1 METODOLOGÍA OBJETIVO 1 .....	26
7.2. METODOLOGÍA OBJETIVO 2 .....	26
8. CONTROL A POSIBLES SESGOS .....	30
9. CONSIDERACIONES ÈTICAS .....	31
10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	31
11. PRESUPUESTO .....	32
BIBLIOGRAFÍA .....	33

## 1. RESUMEN

El Dengue, enfermedad reemergente y emergente, es una de las prioridades de salud pública en Colombia. El principal vector en las áreas endémicas es el *Stegomyia aegypti*, más conocido como *Aedes aegypti*, que se encuentra distribuido en todo el territorio nacional. La ubicación geográfica, el clima, la urbanización no planificada, la calidad de vida, la vulnerabilidad de la población expuesta, la expansión e intensificación de la infestación del vector y la circulación simultánea de diferentes serotipos son factores determinantes de la enfermedad. El análisis de los efectos del clima en la incidencia del dengue es necesario para establecer lineamientos requeridos por los planes de salud pública y las estrategias de adaptación.

Teniendo en cuenta la influencia de las condiciones locales en el clima, se plantean el caso de estudio en el Centro-occidente Colombiano donde serán analizados los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. Estos casos de estudio, seleccionados por conveniencia dada la localización geográfica del investigador, tienen características geográficas y socioeconómicas diversas que permitirían evaluar no sólo la influencia de las condiciones climáticas, sino también algunas variables socioeconómicas, en la incidencia de la enfermedad.

El estudio comprende el análisis de las estadísticas epidemiológicas en los departamentos objeto de estudio; la evaluación de la influencia de la variabilidad climática en la incidencia del dengue en estas zonas; la estimación de los posibles cambios futuros en el clima que pueden tener influencia sobre la transmisión y el planteamiento de recomendaciones para los planes de salud pública para las regiones analizadas.

En la caracterización de las tasas de incidencia del dengue se utilizará la información epidemiológica disponible en el Ministerio de Salud y Protección Social y el Instituto Nacional de Salud; serán consideradas las estadísticas y proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) y otros indicadores socioeconómicos que permitan caracterizar las regiones objeto de estudio.

El análisis de las condiciones climáticas será realizado a partir de las estaciones meteorológicas disponibles en la zona e información de sensores remotos. Para el análisis de variabilidad

climática será considerado el índice Oceánico el Niño propuesto por la NOAA- National Oceanic and Atmospheric Administration-.

Con respecto a las proyecciones de cambio climático serán estimadas considerando los escenarios planteados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, IPCC. Para el análisis de la información serán empleados los sistemas de información geográfica – SIG-; específicamente el software ArcGis. En el análisis estadístico y de correlación serán utilizados el software Microsoft Excel y SSPS IBM Statistics.

Se espera que los resultados de la investigación permitan una mejor comprensión de las relaciones de los factores climáticos en la incidencia del dengue de tal manera que se brinden lineamientos para los planes de salud pública y de adaptación frente al cambio climático.

## **2. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN:**

La información será recolectada de la siguiente manera; para tener una mejor calidad del dato, se tomará la base de datos de las diferentes Secretarías de Salud las cuales diligencian la información en formatos de Excel, dichos formatos son los oficiales que maneja el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Salud SIVIGILA, quien es la entidad encargada de recolectar la información a nivel nacional esta dependencia pertenece a un grupo de trabajo que se encuentra dentro del Instituto Nacional de Salud INS, la cual depende del Ministerio de Salud y Protección Social MSPS, tanto la información como los formatos se encuentran avalados por las anteriores entidades mencionadas y son los formatos que se manejan para elaborar las estadísticas de las enfermedades a nivel nacional en lo que respecta a salud Humana.

## **3. PLAN DE TABULACIÓN:**

Dentro de las variables que se van a manejar en el proyecto serán cualitativas y cuantitativas rangos de edad, sexo y municipios endémicos. Serán consideradas tanto las estadísticas de morbilidad y mortalidad, como la clasificación de dengue y dengue grave. Para la presentación de gráficas se hará de la siguiente forma: para los grupos de edades se hará la presentación en forma quinquenal y se elaborará una pirámide poblacional en la que se pueda observar y realizar la comparación entre hombres y mujeres en forma piramidal, para municipios endémicos se puede manejar la presentación en tablas con los municipios que se destaquen con casos de presentación de dengue y dengue grave, de igual forma se presentarán datos en formato de tablas para establecer los municipios que se encuentran en zonas que representan un riesgo para la presentación de dengue y dengue grave.

## **4. PLAN DE ANÁLISIS:**

Para los casos de incidencia de dengue en el eje cafetero durante los años 1999 a 2010, se analizará por una parte el número de casos presentados en ese periodo de tiempo y de igual forma se analizará de que forma el cambio climático como puede haber influido teniendo en cuenta la información recopilada por parte de CENICAFE, con sus estaciones meteorológicas

las cuales están distribuidas estratégicamente en estos departamentos que hacen parte del este análisis. Esta información de se explica en la metodología.

## **5. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

### **5.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

El dengue es una de las enfermedades de mayor magnitud e importancia por la carga en salud y el impacto económico que impone a la población expuesta (Padilla et al., 2012), que a nivel global asciende a 2500 millones de personas que viven en zonas endémicas, según las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (2009).

En Colombia, cerca del 75% de los recursos del programa de control de enfermedades transmitidas por vectores (ETV) son asignados al control del dengue y la malaria, que son las enfermedades de mayor interés en salud pública (Gil, 2009; CEPAL, 2013).

Durante el periodo 1971-2010, se registraron epidemias importantes de dengue en Colombia; las principales ocurrieron en los años 1971-1972, 1975, 1977-1978, 1983, 1987, 1990, 1993, 1995, 1998, 2001-2002, 2005 y 2009-2010, como se muestra en la Figura 1; la mayor epidemia histórica registrada en el país fue la que se presentó entre octubre de 2009 y noviembre del 2010 (Padilla et al., 2012).



Figura 1. Epidemias de dengue, en Colombia, 1978-2010

Fuente: (Padilla et al., 2012)

Durante el periodo de 1978-2010 (Tabla 1) se registraron en el país un acumulado de 1.020.637 casos de dengue, que representan un promedio anual de 30.928 casos y una mediana de 22.072 nuevos casos de dengue (Padilla et al., 2012). Según el Sivigila, 758 municipios (93%) han notificado casos de dengue en el país entre 1999-2010.

Tabla 1. Casos e incidencia de dengue, Colombia, 1978-2010

Año	Casos (n)	Incidencia por 100.000	IC 95%
1978	15.944	143	140.7-145.1
1979	12.134	106	103.7-107.4
1980	8.984	76	74.3-77.5
1981	10.790	89	86.9-90.3
1982	6.760	54	52.7-55.3
1983	14.081	110	107.7-111.3
1984	7.540	57	55.8-58.4
1985	8.272	61	59.8-62.4
1986	7.881	56	54.8-57.2
1987	17.387	119	117.2-120.8
1988	16.308	108	106-1009.3
1989	10.156	65	63.5-66
1990	17.376	107	105.8-109
1991	15.188	91	89.3-92.2

1992	20.603	119	117.7-121
1993	25.864	145	143.4-147
1994	22.072	122	120.4-123.6
1995	36.835	200	197.9-202
1996	31.036	165	163.3-167
1997	24.233	127	125.5-128.7
1998	63.177	326	323.1-328.2
1999	15.976	81	79.3-81.8
2000	23.306	117	115.1-118
2001	65.202	320	317.3-322.2
2002	78.618	380	376.9-382.2
2003	55.812	266	263.5-267.9
2004	23.458	109	108-110.8
2005	41.170	190	187.9-191.6
2006	37.422	170	168.5-171.9
2007	42.072	188	186.3-189.9
2008	38.708	171	169.4-172.8
2009	49.069	213	211.5-215.2
2010	157.203	657	653.6-660.1

Fuente: (Padilla et al., 2012)

En el país, la mayor magnitud de transmisión de Dengue se concentra en 18 focos epidemiológicos importantes que producen el 50% de los casos registrados, los cuales se distribuyen en las regiones eco-epidemiológicas de Colombia, como se observa en la Tabla 2; se presenta una mayor distribución, intensidad y persistencia en las regiones Centro-Oriente, Centro-Occidente y la Costa Pacífica (Padilla et al., 2012).

Tabla 2. Distribución de los municipios endémicos de dengue Colombia 1999-2010

Región	Departamento	ALTITUD (msnm)			Total	
		0-499	500-999	1.000-1.799		1.800 y más
Costa Atlántica	Atlántico	23			23	
	Bolívar	44	1		45	
	Cesar	22	1	2	25	
	Córdoba	27			27	
	La Guajira	15			15	
	Magdalena	29			29	
	San Andrés	1			1	
	Sucre				26	
	<b>Sub Total</b>	<b>187</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>191</b>	
Centro Occidente	Antioquia	22	10	43	17	92
	Caldas	1	1	14	5	21
	Quindío			9	2	11



	Risaralda		1	22	2	14
	<b>Sub Total</b>	<b>23</b>	<b>12</b>	<b>77</b>	<b>26</b>	<b>138</b>
Centro Oriente	Boyacá	3	3	13	8	27
	Cundinamarca	13	7	28		48
	Huila	3	17	16		36
	Norte de Santander	11	4	17	16	34
	Santander	6	11	36	15	68
	Tolima	23	7	9	1	40
	<b>Sub Total</b>	<b>59</b>	<b>49</b>	<b>119</b>	<b>26</b>	<b>253</b>
Orinoquia	Arauca	7				7
	Casanare	13	2	3		18
	Guainía	2				2
	Guaviare	3				3
	Meta	19	7	1		27
	Vichada	4				4
	<b>Sub Total</b>	<b>48</b>	<b>9</b>	<b>4</b>		<b>61</b>
Amazonia	Amazonas	2				2
	Caquetá	15	1			16
	Putumayo	8	1			9
	Vaupés	1				1
	<b>Sub Total</b>	<b>26</b>	<b>2</b>			<b>28</b>
Costa Pacífica	Cauca	3	2	12		17
	Chocó					20
	Nariño					9
	Valle del Cauca					41
	<b>Sub Total</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>87</b>
Total		372	99	234	53	756

Fuente: (Padilla et al., 2012)

Según Padilla et al. (2012) entre los municipios endémicos que registran muy alto riesgo se encuentran: La Tebaida, Montenegro, Calarcá y Armenia en el departamento del Quindío. Por otra parte, La Dorada en Caldas y Dosquebradas en Risaralda son municipios clasificados con riesgo medio. En términos generales se observa que en las ciudades y municipios de la zona cafetera, que tienen gran conectividad, se evidencian altas tasas de transmisión, como se muestra en la Tabla 3 (Padmanbha, 2007)

Tabla 3. Municipios con mayor número de casos de Dengue en el Eje cafetero.

Municipio	Tasa de transmisión	Casos/periodo
<b>Armenia</b>	54,77	173,76
<b>Pereira</b>	50,10	107,83
<b>Calarcá</b>	13,36	39,34
<b>Dosquebradas</b>	6,13	22,24
<b>La Tebaida</b>	6,90	22,06

Fuente: (Padmanbha, 2007)

El dengue presenta variabilidad interanual y sensibilidad al clima y por tanto, se encuentra entre el grupo de enfermedades transmitidas por vectores donde el clima explica su variabilidad espacio-temporal (CEPAL, 2013); esta relación se da porque las condiciones ambientales favorecen la reproducción biológica de *S. aegypti*, vector transmisor del dengue (Vélez, 2006; Padilla et al., 2012). Las variables climáticas que más influyen en la reproducción biológica son la temperatura, la precipitación y la humedad (Kuhn et al, 2005).

La distribución de *S. aegypti* es limitada por la altitud, la cual determina los diferentes climas en las regiones tropicales. En Colombia por ejemplo, se registra infestación de este vector entre 0 y 2200 m.s.n.m (Instituto Nacional de Salud, 2014); el vector se encuentra distribuido en los 811 municipios ubicados a una altitud menor de 1800 m.s.n.m. (Padilla et al., 2012).

Por otra parte, la temperatura influye en el desarrollo larvario y en la replicación del virus en el vector (Padilla et al., 2012). Aunque la temperatura reduce la producción de larvas de *S. aegypti*; influye en el periodo de incubación y por tanto puede permitir el incremento de la población de vectores infectados y la tasa potencial de transmisión (Patz, 2010).

En Colombia, las áreas endémicas tienen temperaturas medias alrededor de 27°C, con humedad relativa alta y pluviosidad variable (IGAC et al., 2008); por debajo de

22°C no se presentan epidemias de dengue porque la temperatura es muy fría para el desarrollo del virus en el mosquito; por tanto, es necesario realizar un monitoreo del clima y la transmisión en las áreas que se encuentran cercanas a este umbral de temperatura (CEPAL, 2013).

La precipitación por su parte afecta la transmisión por la disponibilidad de criaderos; sin embargo, algunos estudios reportan que no se ha encontrado correlación con indicadores de transmisión del dengue (Focks & Alexander, 2006). Es posible que la interacción de diversas causas pueda ser contradictoria al evidenciar los impactos del clima en este tipo de enfermedad transmitida por vectores.

De acuerdo con el IPCC (2007), el cambio climático puede ocasionar un aumento de enfermedades transmitidas por vectores. Estos riesgos climáticos afectan en mayor medida a los países en desarrollo y a la población más vulnerable, como niños, ancianos y enfermos (OMM, 2011).

La Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de la Naciones Unidas para el Cambio Climático (IDEAM, 2010) indica que el cambio climático tendría efectos sobre la salud en Colombia y que las enfermedades de mayor impacto serían las ocasionadas por vectores, tales como el dengue y la malaria.

Las evidencias del impacto de la variabilidad y el cambio climático en la salud en Colombia son limitadas. Los resultados preliminares del análisis de enfermedades transmitidas por vectores indican que los impactos varían dependiendo de la zona y las condiciones locales, los cuales influyen en la sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación.

La CEPAL (2013) realizó una estimación de los efectos del cambio climático en los costos de los eventos de interés en salud pública. Los costos actuales del dengue y la malaria en Colombia, con base en el promedio de casos para el año 2003-2008, estimados por este estudio se resumen en la Tabla 4. Por otra parte esta

investigación proyecta un incremento del 67% en los costos por el posible aumento en el número de casos por efecto del cambio climático para el escenario A2 y del 54% para el escenario B2.

Tabla 4. Costos de Malaria y Dengue en Colombia

Costo	Valor (en pesos corrientes de 2010)
Total costos malaria	13 103 007 948
Total costos dengue	31 393 417 610
Total costos programa ETV (plan de compras y apropiación)	36 263 959 266
<b>Total</b>	<b>80 760 384 824</b>

Fuente: (CEPAL, 2013)

Si bien el SIVIGILA ha avanzado con la recopilación de las estadísticas epidemiológicas de esta enfermedad, los estudios de los factores que afectan la incidencia del dengue en los departamentos de Colombia son limitados.

El cambio climático impone una serie de retos a las regiones (CEPAL, 2013), los cuales deberían ser considerados en los planes de salud pública y adaptación al cambio climático. Los posibles impactos deberían ser evaluados de manera prioritaria en los municipios endémicos con mayores niveles de riesgo.

Lamentablemente en Colombia, el SIVIGILA sólo reporta estadísticas epidemiológicas de períodos cortos de tiempo que no permiten realizar un análisis de la influencia del cambio climático en la incidencia del dengue; esta información sólo podría ser empleada para un evaluación de los efectos de la variabilidad climática. En este sentido, los autores plantean una evaluación de las estadísticas epidemiológicas y de la información climática para algunos departamentos del Centro-Occidente, específicamente, Caldas, Risaralda y Quindío (seleccionados por conveniencia dada la localización geográfica del investigador), los cuales tiene municipios endémicos con niveles de riesgo desde hipo a hiperendémico.

## **5.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la incidencia del dengue y la relación entre los factores climáticos en la presentación del dengue en el departamento del Quindío?

## **5.3 JUSTIFICACIÓN**

Las comunidades necesitan adaptarse a los efectos del cambio climático. La adaptación consiste en reajustar los sistemas naturales o humanos en respuesta al clima existente o previsible (IPCC, 2012). Las medidas de adaptación serán más eficaces en cuanto se comprenda mejor la relación entre el clima y sus efectos, de modo que sea comprensible y útil para adoptar decisiones (OMM, 2011).

La colaboración entre los sectores meteorológico, hidrológico y de salud pública permite identificar el aumento del riesgo por efectos del cambio y la variabilidad climática, adoptar medidas preventivas y planificar respuestas eficaces de adaptación (OMM, 2011).

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático –PNACC- busca incidir en los procesos de planificación ambiental, territorial y sectorial para que se incluyan las proyecciones climáticas en la toma de decisiones, de tal manera que se busque la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones y se incremente la resiliencia para responder a los eventos climáticos (DNP, 2011).

Se requiere por tanto información científica que facilite la elaboración de estrategias eficaces de adaptación (OMM, 2009). Una mejor información sobre el clima constituye un instrumento en este aspecto y es importante para la toma de decisiones (OMM, 2011). Sin embargo, es necesario incorporar esta información en los demás sectores prioritarios y sensibles al clima como la salud.

La Segunda Comunicación Nacional a la CMNUCC (IDEAM, 2010) plantea la necesidad de mecanismos innovadores para hacer frente a los nuevos desafíos que plantean los efectos adversos del cambio climático; en especial en la generación de indicadores que permitan alertar de manera temprana sobre la evolución de la salud de los territorios. En este sentido se requiere la participación de diferentes disciplinas y capacidades que propongan la integración de conocimientos.

Por otra parte, el documento CONPES 3550 (DNP, 2008) presenta los diferentes componentes de salud ambiental que incluyen entre otros aspectos el control de vectores en la salud pública. El Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) 2012-2021 relaciona como componentes de la dimensión salud ambiental: hábitat saludable y situaciones en salud relacionados con condiciones ambientales. Las metas 12 y 13 relacionadas con coberturas en alcantarillado y saneamiento básico presentan como indicadores de resultado las tasas de incidencia de dengue. Por otra parte, la meta 24 del PDSP indica la necesidad de formular el componente de Salud Ambiental del PNACC e implementarlo en el 100% de las DTS en el año 2015.

El análisis de la influencia del cambio y la variabilidad climática en la incidencia del dengue en departamentos del centro-occidente Colombiano es un proyecto pertinente, que está enmarcado en los objetivos del Plan Nacional de Adaptación de Colombia (DNP, 2011), pues pretende generar un mayor conocimiento sobre los potenciales riesgos asociados a la variabilidad y al cambio climático, de tal manera que se puedan implementar proyectos específicos de adaptación, se fortalezca la capacidad de reacción y sirva como insumo para la planificación en el uso del territorio.

Para el investigador, el proyecto es de interés porque involucra la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la especialización en epidemiología, en el análisis de problemáticas nacionales. Se pretende además una socialización de los resultados para facilitar la apropiación del conocimiento y su uso en la toma de

decisiones, específicamente en los planes de salud pública y adaptación al cambio climático en los departamentos objeto de estudio.

## **5.4 MARCO TEÓRICO**

### **5.4.1 DENGUE**

El dengue es una enfermedad causada por un arbovirus (arthropod borne virus), transmitida por la picadura de hembras de mosquitos del género *Aedes*, principalmente por *Aedes aegypti* (Martinez, 2008 en OPS, 2010), que es un miembro del subgénero *Stegomyia* dentro del género *Aedes*. Con técnicas serológicas de anticuerpos monoclonales se han identificado cuatro serotipos: DENV1, DENV2, DENV3, DENV4, que pertenecen al género *Flavivirus* del virus dengue (Leitmeyer et al, 1999); todos los serotipos han sido reportados por el laboratorio de Virología del Instituto Nacional de Salud (Vélez et al., 2006; Padilla et al., 2012).

El espectro de esta enfermedad varía desde una infección asintomáticas hasta la forma severa y a menudo fatal, la FHD/SCD (Guzmán, 2002). Algunos estudios (Guzman & Kouri, 2003) indican que la circulación simultánea de estos serotipos ha influido en el aumento de la frecuencia del dengue.

La OMS reporta que el 40% de la población mundial corre el riesgo de contraer la enfermedad y que aproximadamente el 2.5% de los afectados mueren (OMS, 2009). El Dengue es endémico de las regiones tropicales y subtropicales, donde se han reportado diferentes epidemias de dengue, especialmente en las Américas (Keating, 2001). La distribución mundial del dengue es reportada por la OMS como se observan en la Figura 2, donde las líneas definen los límites de supervivencia del vector y representan las zonas donde la transmisión de la enfermedad es posible.

Esta enfermedad constituye un problema de salud pública porque regularmente se detecta como un brote que puede afectar hasta la cuarta parte de la población de una localidad (Anguino et al., 2011). Las Figura 3 y 4 resumen los macro y microdeterminantes de la enfermedad, respectivamente

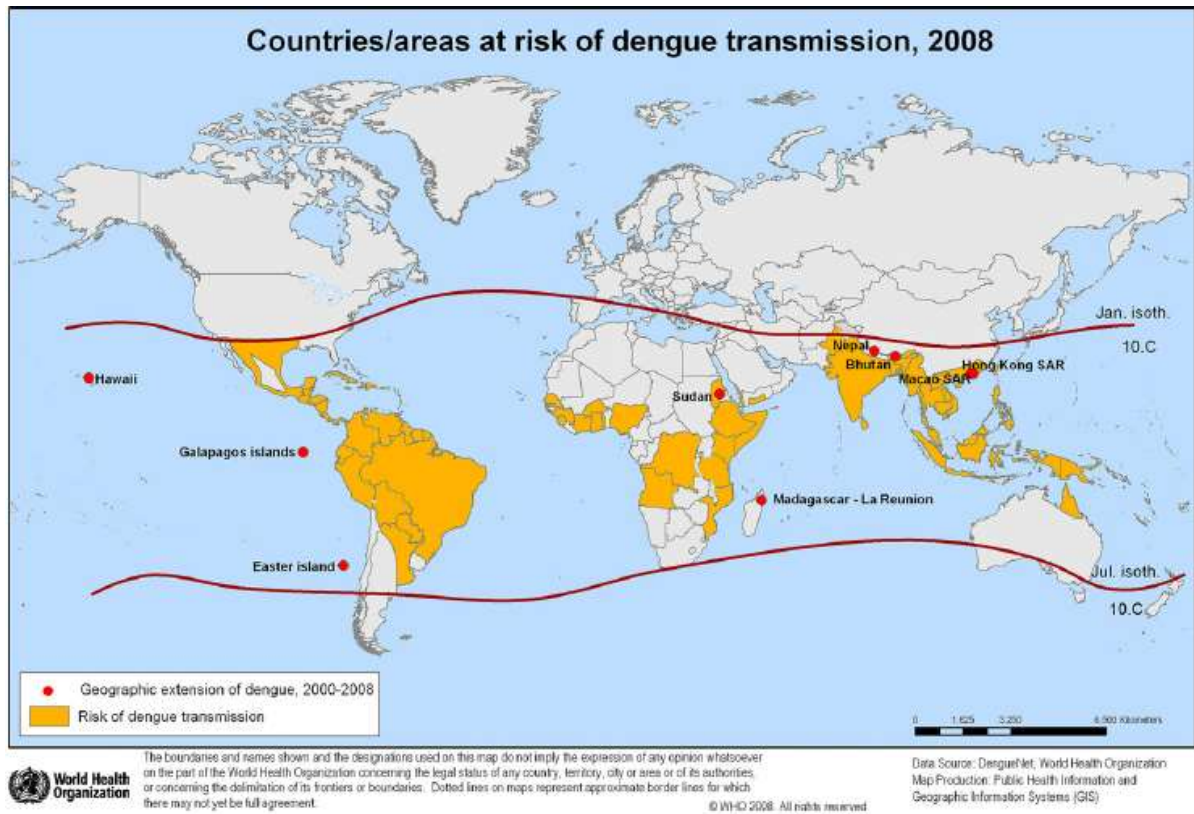


Figura 2. Distribución Mundial del dengue, 2008

Fuente: (OMS)

### Factores Macrodeterminantes

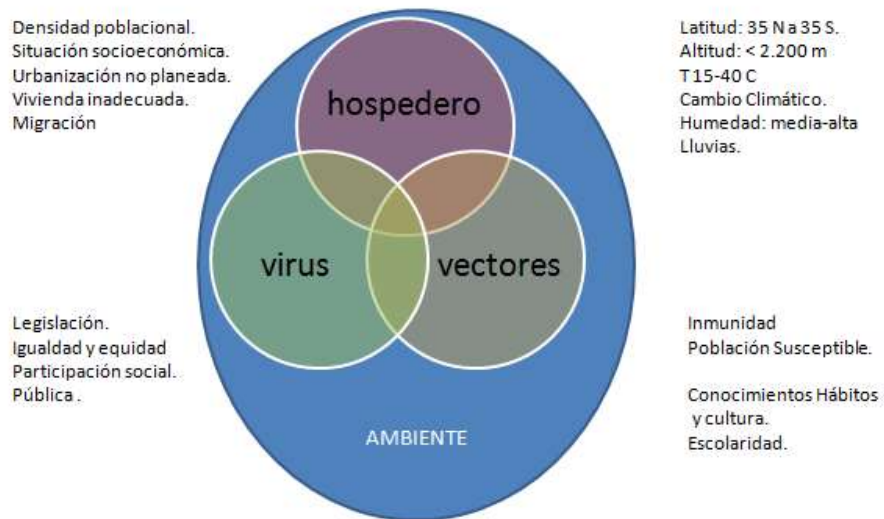


Figura 3. Macrodeterminantes del dengue

Fuente: Adaptada (Rodríguez, 2010)



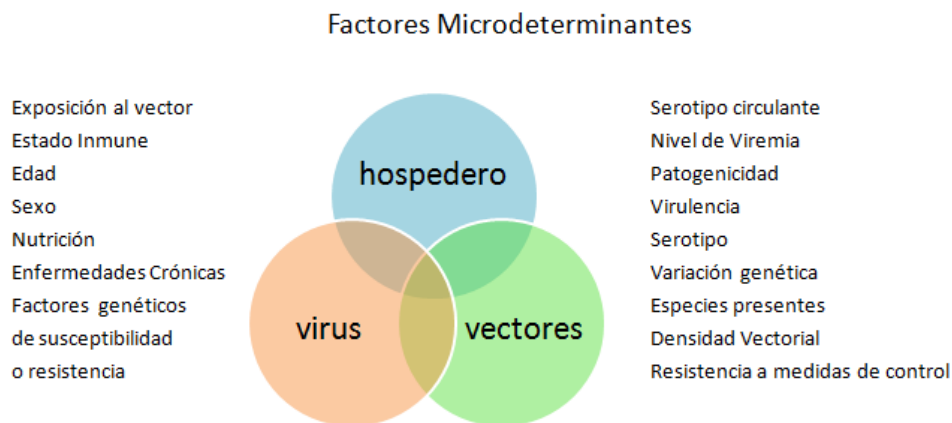


Figura 4. Microdeterminantes del dengue  
Fuente: Adaptada (Rodríguez, 2010)

#### 5.4.2 Macrodeterminantes de la transmisión del dengue

Los macrodeterminantes de la transmisión del dengue están influenciados por los factores sociales, económicos, culturales, políticos y ambientales (Padilla et al., 2012).

Los factores ambientales son determinantes; en este sentido hay influencia del clima sobre el vector y la distribución de la enfermedad (Aguilera et al., 2012). La localización geográfica determina el clima en una región por tanto, la latitud y la altitud favorecen la reproducción biológica del vector en zonas tropicales (Padilla, et., 2012). Diversos autores han demostrado que existe correlación entre los brotes de dengue con los incrementos de temperatura y precipitación; por otra parte, la humedad relativa y la velocidad del viento son variables climáticas que también tienen influencia en los picos de estos eventos (Liang et al 2009; Bambrick et al., 2009; Shang et al., 2010; Wu et al., 2009; En Aguilera et al., 2012).

Entre los factores socioeconómicos que favorecen la transmisión del dengue figuran el deterioro de las condiciones socioeconómicas y culturales, asociadas con el aumento de la población; urbanización de la población; inadecuados patrones de asentamientos humanos; problemas de

saneamiento básico y de necesidades básicas insatisfechas; falta de programa de control del agente transmisor (Rodríguez et al., 2010).

Los problemas de saneamiento básico y de abastecimiento de agua potable obligan a las poblaciones de los municipios endémicos a almacenar agua en diferentes reservorios que se convierten en criaderos potenciales del vector (Sanchez et al., 2010; Padilla et al., 2012).

Existen factores culturales que favorecen la persistencia de la enfermedad como las creencias y conocimientos sobre el dengue que llevan a una baja percepción del riesgo y generan una brecha sobre el conocimiento y aplicación de las medidas necesarias de prevención y control; en especial, en materia de los criaderos potenciales del vector (Vélez, 2006; Mosquera et al., 2006; Padilla et al., 2012).

### **5.4.3 Microdeterminantes de la transmisión del dengue**

Los microdeterminantes son los factores específicos que establecen la dinámica de la transmisión del virus del dengue; incluyen la triada epidemiológica: hospedero-agente viral-vector (OPS, 2010). Entre los factores que contribuyen en la transmisión relacionados con el huésped debe considerarse el sexo, edad, ocupación, estado inmunológico (Ruiz, 2005; Vélez, 2006; INS, 2014). Es importante indicar que la mayoría de las víctimas son menores de 16 años. Con respecto al agente se destaca los serotipos virales y el cambio en la dominancia de estos serotipos (Vélez, 2006; Ocazionez, 2007; INS, 2011). Entre los factores asociados con el vector se encuentran la abundancia del mosquito, la densidad de hembras adultas, la frecuencia de alimentación y la disponibilidad de hospederos (Ruiz, 2005; Vélez, 2006; INS, 2014).

Los indicadores entomológicos como los índices larvarios; el índice de depósitos y el índice de Breteau son empleados para medir el índice de infestación del vector en las viviendas y establecer estrategias de control de la enfermedad (Aguilera 2013).

La carga de enfermedad mide la incidencia de casos de dengue que afecta la población. La estratificación por rangos de edad permite focalizar y priorizar intervenciones por factores de riesgo (INS, 2011).

## 5.5 CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático se define como una modificación identificable y persistente del estado del clima por variabilidad natural o por efecto de la actividad humana (IPCC, 2007). En la actualidad, se emplea este término para referirse al acelerado calentamiento que se produce en la superficie terrestre como resultado de una mayor acumulación de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

El quinto informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2013), un organismo de Naciones Unidas compuesto por científicos de todos los países que desde los años ochenta investiga el cambio climático, sus causas, sus consecuencias y las medidas para hacerle frente, advierte que cada uno de las tres últimas décadas ha sido sucesivamente más cálida que cualquier otra década desde 1850.

En este informe el IPCC (2013) plantea una serie de escenarios futuros posibles para finales del siglo XXI, considerando las trayectorias de concentración representativas (RCP) que se ilustran en la Figura 5. Es probable que el incremento de la temperatura sea superior en 2 °C para los escenarios RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5. Por otra parte se estima que el calentamiento continuará después de 2100 en todos los escenarios de RCP excepto para el RCP2.6.

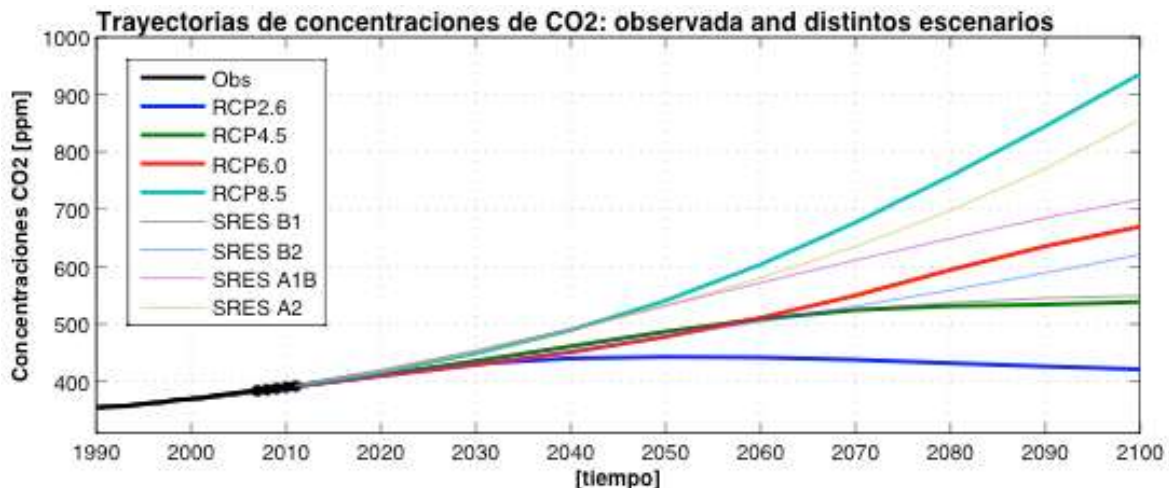


Figura 5. Comparativos entre Escenarios de Cambio Climático ar5 y SRES

Fuente: (Rojas, 2013)

El cambio climático afecta el ciclo del agua y pone en riesgo varios sectores económicos, extremadamente sensibles a los cambios en el clima (IPCC 2007, 2008), como la agricultura, la salud pública, el agua, la energía, el transporte, el turismo (OMM, 2009; 2011), entre otros; los principales efectos se describen en la Figura 6.

## 5.6 VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN COLOMBIA

El clima en Colombia está determinado por la ubicación geográfica y por factores como la altitud, la latitud, la distancia al mar y la continentalidad (IDEAM, 2005). El clima está influenciado por los procesos que ocurren en los océanos Atlántico y Pacífico; la dinámica de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco y las fuertes interacciones suelo-atmósfera (Poveda 2004). Estos aspectos crean una amplio espectro de climas que van desde los más calurosos hasta lo más fríos en los picos de las montañas de las Cordilleras de los Andes (IDEAM, 2010).



## Figura 6. Impactos del cambio climático en algunos sectores

Fuente: (Ocampo, 2013)

En el país predominan los climas cálidos y húmedos que representan un 60.54% del territorio (IDEAM 2005). Sin embargo, las ecoregiones colombianas -Andina, Orinoquía, Amazonía, Pacífica y Caribe- poseen climas diversos y complejos.

La variabilidad climática natural depende de las condiciones atmosféricas, que presentan anomalías frente a la normal climatológica que es una medida utilizada con este propósito y representa el valor promedio de una serie continua de observaciones de una variable climática, durante un periodo de por lo menos 30 años (IDEAM, 2005).

Los fenómenos naturales que producen eventos extremos, son frentes fríos, estacionarios, secos, huracanes, perturbaciones tropicales y células con una humedad desproporcionada, los cuales pueden provocar precipitación excesiva o sequías prolongadas. En Colombia, al igual que en muchas partes del mundo, se considera que tales fenómenos están relacionados con la Oscilación del Sur-El Niño (CEPAL, 2009; IPCC, 2007). Estos fenómenos influyen en la variabilidad climática en Colombia en distintas escalas temporales se describen a continuación (Ocampo, 2012):

- **Intraestacional:** Oscilaciones que determinan las condiciones de tiempo durante semanas. Se destaca una señal de tipo ondulatorio de 30-60 días.
- **Estacional:** Corresponde a la fluctuación del clima a nivel mensual. La migración de la Zona de Confluencia Intertropical- ZCIT-, es considerada como una de las más importantes fluctuaciones climáticas de la escala estacional y su dinámica explica, en un alto grado, la variabilidad de la precipitación en Colombia.
- **Interanual:** A esta escala corresponden las variaciones que se presentan en las variables climatológicas de año en año. La variabilidad climática, enmarcada dentro de esta escala, podría estar relacionada con alteraciones en el balance

global de radiación. Un ejemplo típico de la variabilidad climática interanual corresponde a los fenómenos El Niño - La Niña - Oscilación del Sur.

- **Interdecadal:** En esta escala se manifiestan fluctuaciones del clima a nivel de décadas. Comparativamente con la variabilidad interanual, la amplitud de estas oscilaciones es menor. Sin embargo, estas fluctuaciones de largo plazo influyen notablemente en las actividades humanas y resultan muy importantes en la determinación de posibles tendencias en las variables climáticas.

## 5.7 CAMBIO CLIMÁTICO, VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y DENGUE

De acuerdo con las investigaciones reportadas por el IPCC (2007), el cambio climático puede ocasionar un aumento de infecciones respiratorias, enfermedades transmitidas por vectores así como muertes y lesiones por desastres naturales.

La emergencia y re-emergencia de algunas enfermedades han sido asociados con un número de factores que incluyen entre otros el cambio climático; tal es el caso del dengue y sus categorías, ahora consideradas endémicas (Decker, 2012).

El cambio climático juega un rol en la re-emergencia del dengue. El calentamiento global puede afectar la transmisión, la incidencia y el área geográfica de la enfermedad. El aumento de la temperatura eleva el riesgo de exposición; mientras que una mayor precipitación propicia el hábitat para los vectores y el incremento de la transmisión estacional. Los brotes usualmente ocurren en los períodos secos, los cuales dependen del clima de la región. Por otra parte los picos de la enfermedad están relacionados con fenómenos como El Niño- Oscilación del Sur que tiene una periodicidad de ocurrencia con eventos cálidos del El Niño y fríos de La Niña.

El Dengue es una enfermedad sensible al clima y es confinada a áreas urbanas. Según el IPCC (2007), el aumento de la temperatura y de las lluvias son los causantes más probables del incremento de la población de insectos vectores, lo cual trae implicaciones serias para la población por el aumento de riesgo de epidemias. Sin embargo, algunos estudios sugieren que en las épocas de sequía se incrementa el almacenamiento de agua lo cual favorece la reproducción del vector (Depradine & Lovell, 2004). En Colombia, por efecto del incremento de

la temperatura, se evidencia presencia del vector en rangos altitudinales hasta de 2.200 msnm (Padilla et al, 2012).

Según el IPCC (2007), diferentes investigaciones (Cazalles and Hales, 2006; Hales et al., 2002) que reportan relaciones espacio-temporales de los patrones de dengue y el clima. Sin embargo, estas relaciones por si solas no pueden explicar la distribución del vector, la cual también depende de las tendencias de urbanización, el saneamiento básico, las condiciones socioeconómicas y los programas de control; por otra parte, es necesario considerar que los factores culturales juegan un papel importante en la presencia y abundancia del *A. aegypti* (Jasen & Beebe, 2010).

Hales et al. (2002) proyectan impactos globales para el período 2080 donde estiman que de 5-6 billones de personas podrían estar en riesgo de contraer dengue como resultado del cambio climático y el incremento de la población; como se resume en la Tabla 5, donde se presentan además estudios particulares para Nueva Zelanda y Australia.

Tabla 5. Proyecciones del cambio climático en dengue

Aspectos	Dengue Escala Global	Dengue Australia
<b>Alcance</b>	Población en riesgo	Mapa de regiones climáticamente adecuadas para la transmisión del dengue
<b>Modelo</b>	Modelo estadístico basado en la presión de vapor. Número de línea base de las personas en riesgo de 1,5 millones de dólares.	Modelo empírico (Hales et al., 2002)
<b>Escenario Climático y Series de tiempo</b>	ECHAM4, HadCM2, CCSR/NIES, CGCMA2 y CGCMA1 conducidos por escenarios de emisiones IS92a	CSIROMk2, ECHAM4 Y GFDL IMPULSADOS POR ALTO(A2) y escenarios de (B2) de emisiones bajas y un escenario de estabilización en 450 ppm 2100
<b>Aumento de la temperatura y de la línea de base</b>		1.8 a 2.8°C de aumento de la temperatura media global en comparación con 1961/90
<b>Las proyecciones de población y otros supuestos</b>	Crecimiento de la población sobre la base de proyecciones específicas para cada región	Ninguno

<b>Resultados principales</b>	En 2085, con el crecimiento demográfico y el cambio climático, la población mundial a riesgo 56.000000.000 con el cambio climático sólo, la población mundial en riesgo de 3,5 mil millones	Regiones con aumento climático adecuado hacia el sur, el tamaño de la zona adecuada varía según el escenario de altas emisiones, regiones tan al sur como Sydney podrían convertirse climáticamente adecuado.
<b>Referencia</b>	Hales et al, 2002	Woodruff et al., 2005

Fuente: Adaptada (IPCC, 2007)



## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

Establecer la influencia de los factores climáticos determinantes de la incidencia de dengue en el departamento del Quindío.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Describir el comportamiento del dengue en el departamento de Quindío.
- Establecer los rangos de temperatura que se han presentado en el departamento del Quindío en la incidencia del dengue.

## **7. METODOLOGÍA**

A continuación se exponen por objetivos, los aspectos metodológicos para el desarrollo de esta investigación.

### **7.1 METODOLOGÍA OBJETIVO 1**

Para el análisis de estadísticas epidemiológicas se tomará como base la información reportada por el Sistema de Vigilancia Departamental (SIVIGILA), durante el período histórico de registro; igualmente, serán consideradas las estadísticas de la secretaria de Salud departamental.

Será realizado un análisis univariado de las series de tiempo de la enfermedad del dengue para definir y describir su comportamiento, como insumo para establecer su pronóstico. Se realizará un análisis de tendencias y de canales endémicos. Esta información será estratificada por rangos de edad, sexo y municipios endémicos. Serán consideradas tanto las estadísticas de morbilidad, como la clasificación de dengue y dengue grave.

### **7.2. METODOLOGÍA OBJETIVO 2**

Inicialmente se realizará una revisión del estado del arte para identificar las relaciones que han encontrado otros investigadores entre la variabilidad climática y el dengue.

Para determinar la influencia de la variabilidad climática en la incidencia del dengue se tendrá en cuenta la información de las variables climáticas: Temperatura, precipitación y humedad relativa, procedente de las estaciones meteorológicas disponibles en la zona de estudio y administradas por entidades como el IDEAM, La Federación Nacional de Cafeteros, la Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ.

Para el análisis de variabilidad climática, serán evaluadas las series en diferentes escalas temporales (mensual y anual); para el periodo de estudio, pero para un mejor análisis de la información se tendrá en cuenta registros de los últimos 30 años donde se evaluará la

variabilidad interanual y multianual que incluye análisis de estadística descriptiva y de varianza; se emplearan las herramientas de IBM SSPS statistics y Microsoft office Excel 2007.

Se considerará como diferencias estadísticamente significativas ( $\alpha = 0,05$ ). Se empleará análisis de varianza ANOVA y prueba post hoc de Duncan en las series con distribución Normal, previa verificación de los estadísticos de Kolmogorov - Smirnov o Shapiro Wilk (significancia 0,05%)-según el número de datos- y la homocedasticidad de las series-prueba de Levene (significancia del 0,05%). Se utilizarán test no paramétricos de Kruskal Wallis y la prueba U de Man-Whitney (significancia 0,05%), en las series heterocedásticas o que no se ajustan a la función de distribución normal.

Específicamente, será evaluada la incidencia del fenómeno de variabilidad climática de El Niño-La Niña teniendo como base el índice Oceánico El Niño, (ONI), medido como la media móvil de 3 meses consecutivos, de las anomalías de la temperatura superficial en la región central del Océano Pacífico (5°N-5°S, 120°-170°W), para el período de referencia 1971-2000; el cual se presenta en la Figura 7. En los episodios fríos las anomalías son inferiores a -0,5°C y en los cálidos superiores a 0,5°C (NOOA, 2014).

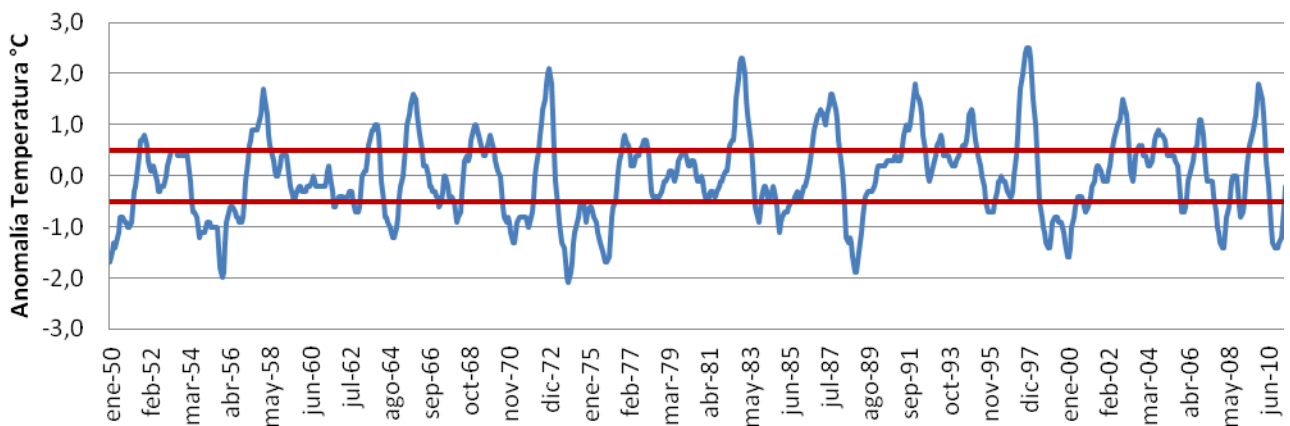


Figura 7. Variación del índice Oceánico El Niño- ONI

Fuente: (Ocampo, 2012).

Finalmente, se empleará el análisis de componentes principales (ACP), análisis multivariado que permite evaluar las variables climáticas de mayor relevancia en la presentación de la enfermedad.

El propósito del ACP es reducir el número de variables de un conjunto a otro con nuevas variables, de tal manera que estas últimas representen la mayor parte de la variabilidad contenida en los datos originales. Es decir, dado el vector de observaciones  $X$  ( $K \times 1$ ) se encuentra un vector  $U$  ( $M \times 1$ ) cuyos elementos son funciones de los elementos de  $X$ , que contiene la mayor parte de la información de los datos originales  $X$ , y cuya dimensionalidad es  $M \ll K$ . Esto se obtiene si existen correlaciones fuertes entre las variables contenidas en  $X$ . Los elementos de los nuevos vectores  $U$  se denominan las componentes principales.

Además de constituir una representación compacta de los datos originales  $X$ , las nuevas variables de  $U$  deben tener una característica muy deseable: que no estén correlacionadas entre sí. El ACP es muy potente en el análisis de las variaciones temporal y espacial de los campos analizados (Wilks, 1995; Boshell et al., 2001).

Las posibles alteraciones por cambio climático se consideradas con base en los escenarios climáticos del IPCC del reporte 4, para el período 2010-2039. Los escenarios son alternativas de lo que podría pasar en el futuro y son de utilidad para el análisis del cambio climático, la evaluación de los impactos, las iniciativas de adaptación y mitigación; brindan a los responsables de políticas un contexto de largo alcance en el tiempo para realizar un análisis de corto plazo (IPCC, 2000). El conjunto de escenarios se compone de seis grupos tomados en cuatro familias: A1, A2, B1 y B2, cuyas características generales se presentan en la Figura 8 (Ocampo, 2013).

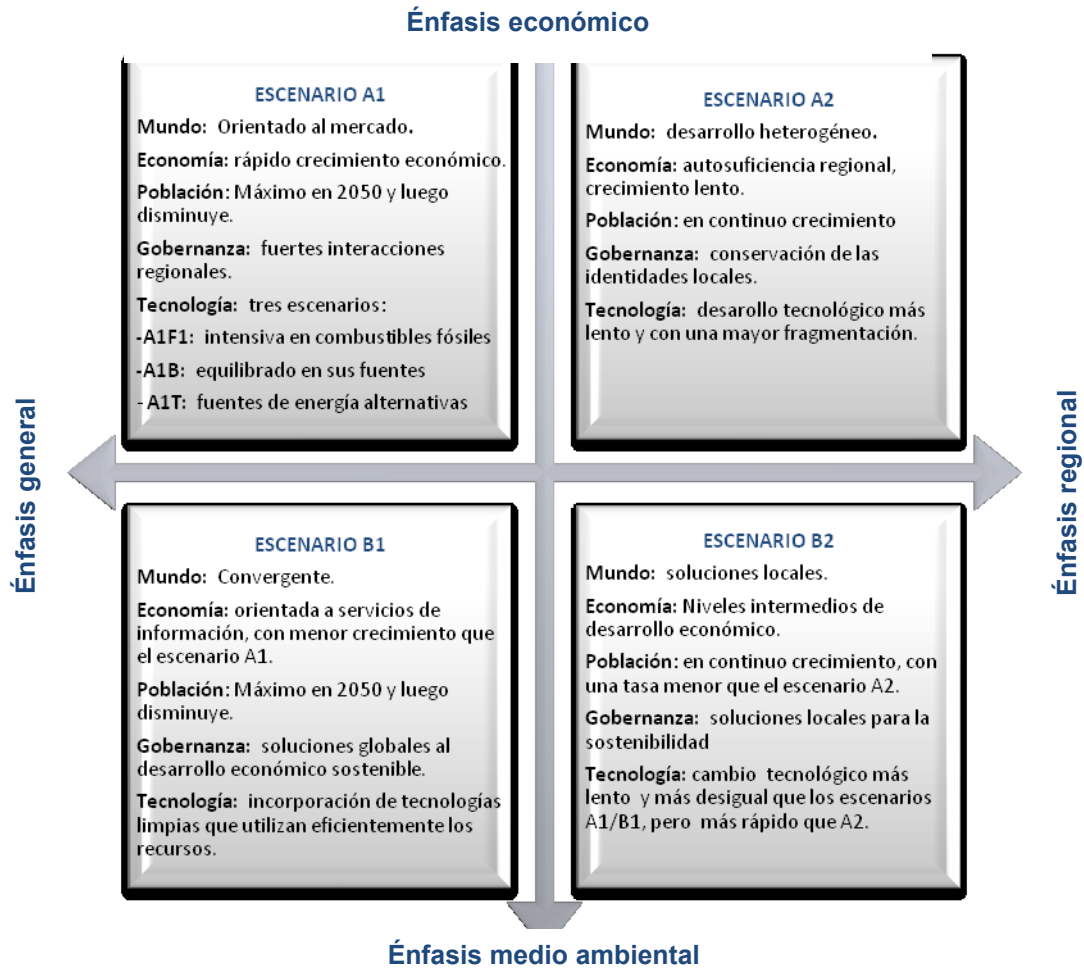


Figura 8. Escenarios de Cambio Climático

Fuente: (Ocampo, 2013)

Para el estudio se considerará el peor escenario. Los modelos climáticos futuros se tomarán con base en el downscaling o reducción de escala realizada por CIAT que consisten en un método simple de reducción de escala (llamado método delta), basado en la suma de las anomalías interpolados a las superficies de alta resolución mensuales para clima de WorldClim (Hijmans et al., 2005). El método, básicamente, produce una superficie suavizada (interpolación) de los cambios en los climas (deltas o anomalías) y luego, se aplica esta superficie interpolada al clima de referencia teniendo en cuenta el posible sesgo debido a la diferencia en las líneas de base. Cada conjunto de datos (escenario SRES - GCM - intervalo de tiempo) se compone de las variables temperatura media y Precipitación; sobre una resolución espacial de 30 arcosegundos (Ramírez y Jarvis, 2010) que corresponde a 1 km x 1 km. Para la espacialización de la información serán empleados los sistemas de información Geográfica.

Finalmente, se obtendrán una serie de mapas de temperatura y precipitaciones de los departamentos objeto de estudio donde se ubicarán las áreas geográficas que tengan las condiciones más propicias para el vector, considerando únicamente estas variables climáticas.

## **8. CONTROL A POSIBLES SEGOS**

Los posibles sesgos que podemos encontrar, tenemos que no necesariamente pudieran estar incluidos todos los casos en los reportes del SIVIGILA, este no se puede controlar.

Otro sesgo que podemos encontrar es duplicidad en la información suministrada, este se puede controlar filtrando las bases de datos por diferentes variables tales como: número de identificación, apellidos y combinaciones de los mismos.

## 9. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

Debido al tipo de estudio que se plantea considero que las consideraciones éticas están en término de no divulgación de nombres, ya que solamente se va a dar el dato por departamento o municipio y de hecho son datos que ya se encuentran en bases de datos, esto iría encaminado más a el manejo de la confidencialidad de la información sobre los pacientes que se encuentran en la base de datos

## 10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**Tabla 10.** Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	2014						
	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Propuesta	■	■					
Estado del Arte	■	■					
Recolección de estadísticas epidemiológicas	■	■	■				
Recolección de información climática		■	■				
Recolección de información DANE		■	■				
Recolección de información secretarías de Salud- EGI		■	■				
Análisis de estadísticas epidemiológicas			■	■			
Análisis de información climática			■	■			
Análisis de programas y planteamiento recomendaciones				■	■		
Elaboración de trabajo final				■	■	■	
Elaboración de artículo						■	■

## 11. PRESUPUESTO

**Tabla 11.** Presupuesto

<b>RUBROS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Recurso humano</b>	1,000
<b>Viajes y Gastos de Viaje</b>	1,000
<b>Equipos</b>	200
<b>Materiales y Software</b>	500
<b>Bibliografía</b>	100
<b>Prestación de servicios Técnicos</b>	500
<b>Publicaciones</b>	500
<b>Salidas de Campo</b>	1,000
<b>TOTAL</b>	<b>4,800</b>



## BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, Quesada, Rodríguez (2012). Diferentes enfoques para la estratificación Epidemiológica del dengue. Archivo Médico de Camagüey. Disponible en: <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=211121511014>

Anguiano, M; Angel, M; Alvarez, C; Torres, P; Lara, A. (2011): Estrategia Estatal de combate al dengue en Colima . Med Int Mex 2011;27(2):131-140.

Bambrick HJ, Woodruff RE, Hanigan IC. (2009). Climate change could threaten blood supply by altering the distribution of vectorborne disease: an Australian casestudy. Glob Health Action.

Boshell, Molina, Herrera (2001). Una primera visión sobre el impacto del cambio climático en la epidemiología de las infecciones respiratorias agudas en Colombia. Meteorología Colombia. No 4. pp 77-86. Bogotá.

Cazalles B, and Hales S (2006): Infectious diseases, climate influences and nonstationarity. *PLoS Med.* 3, e328 doi:10.1371/journal.pmed.0030328.

CEPAL. Comisión Económica para el América Latina y el Caribe. (2009): Cambio Climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas.

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2013). Efectos del cambio climático en el costo de los eventos de interés en salud pública en Colombia: estudio de caso sobre malaria y dengue.

Decker (2012). Dengue Fever: Re-Emergence of and old virus. The Journal for Nurse Practitioners – JNP.

Depradine, C. & E. Lovell. 2004. Climatological variables and the incidence of Dengue fever in Barbados. *Int. J. Environ. Health Res.* 14: 429-441.

DNP. Departamento Nacional de Planeación (2011): Documento CONPES 3700. Estrategia Institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia. Bogotá.

Departamento Nacional de Planeación-DNP-. (2008). documento CONPES 3550. Lineamientos para la formulación de la política integral de Salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química. Bogotá.

Focks, D & Alexander, N. (2006) Multicountry study of *Aedes aegypti* pupal productivity survey methodology, findings and recommendations. World Health Organization.

Gil, C. (2009). Estructura del gasto para los programas de control de enfermedades transmitidas por vectores. Informe metodológico INAP-Salud.

Guzmán MG. (2002). El dengue y el dengue hemorrágico ¿una entidad olvidada? *Rev Cubana. Med Trop.* 2002; 54 (3).

Guzman & Kouri, (2003). Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever in the Americas: Lessons and Challenges *Journal of Clinical Virology* 271–13.13.

Hales, De Wet, Maindonald, Woodward (2002). Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *THE LANCET* Published online August 6, 2002 • <http://image.thelancet.com/extras/01art11175web.pdf>

Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones, and A. Jarvis. (2005): Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965.

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales. (2005): Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. IDEAM.

IDEAM. (2010). Instituto Nacional de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. (2010). 2ª Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá.

INS. Instituto Nacional de Salud (2014). Dengue. En: <http://www.ins.gov.co/temas-de-interes/Paginas/dengue.aspx>. Consultado. Enero de 2014.

INS. Instituto Nacional de Salud (2011). Canal Endémico Dengue.

IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi-, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de la Protección Social (2008). Distribución del mosquito *Aedes aegypti* del virus del dengue en Colombia [mapa]. Bogotá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

IPCC. The Intergovernmental Panel on Climate Change (2000): SRES: Special Report on Emissions Scenarios. New York, USA.

IPCC. Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (2007): Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. Ginebra, Suiza.

IPCC. Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (2008). El Cambio Climático y el agua. Ginebra, Suiza.

IPCC. Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. (2012). Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Ginebra. Suiza.

IPCC. Intergovernmental panel on Climate Change (2013). Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5), Climate Change 2013) The Physical Science Basis. Stockholm.

Jansen & Beeve. (2010) The dengue vector *Aedes aegypti*: what comes next. *Microbes Infect.* 2010 Apr;12(4):272-9. doi: 10.1016/j.micinf.2009.12.011. Epub 2010 Jan 22

Keating J. (2001). An investigation into the cyclical incidence of dengue fever. *Soc Sci Med* 53:1587–1597.

Kuhn, et al. (2005). Using climate to predict infectious disease epidemics. *World Health Organization* No 54.

Leitmeyer, K. C., D. W. Vaughn, D. M. Watts, R. Salas, I. Villalobos de Chacon, C. Ramos, and R. Rico-Hesse. (1999). Dengue virus structural differences that correlate with pathogenesis. *J. Virol.* 73:4738–4747.

Liang L, Hualiang L, Linwei T, Weizhong Y, Jimin S, Qiyong L. (2009). Time series analysis of dengue fever and weather in Guangzhou, China. *BMC Public Health*

Martínez, E. (2008) Dengue. *Estudios Avanzados*, V. 22 N. 64, p.52- 33, 2008.

Ministerio de Salud y Protección Social (2012). Plan Decenal de Salud Pública PDSP, 2012-2021. Bogotá, DC.

Ministerio de Salud y Protección Social (2012). Sistema de Monitoreo y Evaluación al Plan Decenal de Salud Pública- PDSP-Bogotá, DC.

Mosquera M, Obregón R, Lloyd L.S, Orozco M, Peña A (2006) Comunicación, participación y movilización: Impacto de una intervención comunitaria para la prevención y control de la transmisión de la fiebre de dengue. *Quór. Acad.* 3: 11-33.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration (2013). National weather service Climate prediction center. Camp Springs, United States.

[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).

Ocampo, O. (2012). Análisis de vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de Cambio Climático. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

Ocampo, O (2013). Modelación hidrológica y agronómica de los efectos del cambio y la variabilidad climática en la productividad cafetera de Caldas. Propuesta de tesis doctoral. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

OMM. Organización Meteorológica Mundial (2011). *El Clima y Tú*. Ginebra, Suiza.

OMM. Organización Meteorológica Mundial (2009). La información sobre el clima, un instrumento para reducir los riesgos de desastres. Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima. Ginebra, Suiza.

OMS. Organización Mundial de la Salud (2009). Dengue y Dengue Hemorrágico. Nota descriptiva No 117. Marzo de 2009.

OPS. Organización Panamericana de Salud (2010). Guía de Atención Clínica Integral del paciente con Dengue.

Padmanbha, H. (2007). Informe Semestral Proyecto INAP- dengue con base en el sistema de vigilancia epidemiológica nacional SIVIGILA 2000-2007.

Padilla, J.C, Rojas, D.P; Sáenz, R. (2012). Dengue en Colombia, Epidemiología de la reemergencia a la hiperendemia. Primera Edición. Guías de Impresión Ltda. Bogotá.

Patz, JA. (2010). Cambio Climático. En: Frumkin. Salud Ambiental: De lo global a lo local. México; Mc Graw Hill.

Poveda, G. (2004): La hidroclimatología de Colombia. Una síntesis desde la década Interdecenal hasta la escala diurna. Rev. Acad. Colomb.Ciencia 28 (107) , 201-222.

Ramirez & Jarvis. (2010). Disaggregation of Global Circulation Model Outputs. Disaggregation of Global Circulation Model Outputs. Disponible en: [http://gisweb.ciat.cgiar.org/GCMPage/](http://gisweb.ciat.cgiar.org/GCMPPage/)

Rodríguez, Cordero, Scull, Boyeros. (2010). Comportamiento de los factores de reemergencia del dengue en América Latina y el Caribe. Policlínico Universitario Luis Li Trejent Guines.

Rojas (2013). Consultoría para la elaboración de un estudio sobre el estado del arte de modelos para la investigación del calentamiento global. Universidad de Chile. 44 p.

Ruiz, D. (2005). Fase de preparación (PDF-B) Proyecto Integrated National Adaptation Pilot (INAP): High mountain ecosystems, Colombia's Caribbean Insular areas, and human health. Grupo de Profundización en Hidroclimatología, Programa Ingeniería Ambiental, Escuela de Ingeniería de Antioquia.

Sanchez, Torres, Segovia, Reyes, Alvarado, Fernández. (2010). Localización de criaderos no-residenciales de *Aedes aegypti* y su asociación con casos de dengue en la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Revista Salud Pública y Nutrición. Vol 11. No 1.

Shang CS, Fang CT, Liu CM, Wen TH, Tsai KH. (2010). The Role of Imported Cases and Favorable Meteorological Conditions in the Onset of Dengue Epidemics. PLoS Negl Trop Dis. 2010; 4(8):77582.

Vélez, S.; Núñez, C.; Ruiz, D. (2006). Hacia la construcción de un modelo de simulación de la transmisión del dengue en Colombia. Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 5 p. 23-43. Junio 2006. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia)

Wilks, D. 1995. Statistical methods in the atmospheric sciences. Academic Press. San Diego. 467 pp

Wu PC, Lay JG, Guo HR, Lin CY, Lung SC, Su HJ. (2009). Higher temperature and urbanization affect the spatial patterns of dengue fever transmission in subtropical Taiwan. Sci Total Environ. 2009; 407(7):222433.