

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA OCURRENCIA DE CASOS DE DENGUE Y
SU RELACIÓN CON EL CLIMA EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO
CAUCA, PERIODO 2000-2013**

LEIDY JOHANNA RICAURTE ARCOS

**Trabajo de Grado para optar por el título de
Geógrafa**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA
Santiago de Cali, 2016**

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA OCURRENCIA DE CASOS DE DENGUE Y
SU RELACIÓN CON EL CLIMA EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO
CAUCA, PERIODO 2000-2013**

Director

DANIEL CUARTAS,

**Geógrafo, Estudiante de Doctorado en Ciencias Ambientales, Profesor de la
Facultad de Salud, Universidad del Valle**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA
Santiago de Cali, 2016**

Nota de Aceptación

Firma del Director

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Santiago de Cali, día____ mes____ del 2016

DEDICATORIAS

A Dios por permitirme lograr una meta propuesta hace varios meses y, por la salud para alcanzar mis objetivos.

A mis profesores que en este andar por la vida, brindaron conocimiento y experiencias para formarme ante los retos de la vida, a todos les dedico las páginas de mi trabajo de grado.

A Ramón Serna, Jorge Zapata y Jaime Vásquez, por brindarme su ayuda en el momento que lo necesité para resolver dudas presentadas en la elaboración de este trabajo.

A mi tutor Daniel Cuartas por el apoyo brindado, dedicación y asesorías desde lo lejano y en lo cercano para la culminación de mi proceso formativo.

A mis padres, Olga Arcos y Javier Ricaurte y hermana, Sandra Ricaurte por su apoyo emocional, quienes inspiraron mi espíritu de continuar, porque es una tarea de esfuerzo, constancia y paciencia para concluir con mis estudios.

A mis compañeros que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de grado primeramente lo agradezco a ti Dios por la bendición y permitirme hacer realidad este sueño.

A la Universidad del Valle por la oportunidad de formarme como profesional.

Agradecimientos a mi director de tesis, Daniel Cuartas y a los profesores del departamento de Geografía por su conocimiento y apoyo.

También agradezco al Grupo de Epidemiología y Salud Poblacional –GESP de la Universidad del Valle, a Diana Caicedo y el Doctor Fabián Méndez, por permitirme ser partícipe del grupo, por las experiencias vividas y por la información necesaria para llevar a cabo el trabajo, que por medio de ellos pude contar con los datos para el respectivo análisis. Del mismo modo, agradezco a mis compañeros del Grupo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	3
JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVOS	7
<i>OBJETIVO GENERAL</i>	7
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	7
1 EL CAMINO DE LA GEOGRAFÍA MÉDICA AL SURGIMIENTO DE LA GEOGRAFÍA DE LA SALUD	8
1.1 GEOGRAFÍA	8
1.2 TOPOGRAFÍAS MÉDICAS	9
1.3 GEOGRAFÍA MÉDICA	10
1.4 CAMINO DE LA GEOGRAFÍA MÉDICA A LA GEOGRAFÍA DE LA SALUD	11
1.5 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS (SIG) EN EL CAMPO DE LA SALUD	13
2 CARACTERIZACIÓN DEL DENGUE	14
2.1 VIRUS DEL DENGUE	14
2.2 SEROTIPOS DEL DENGUE	14
2.3 CLASIFICACIÓN DEL DENGUE	15
2.3.1 Dengue no grave	16
2.3.2 Dengue grave	16
2.4 EL DENGUE COMO PROBLEMA	16
3 RELACIÓN ENTRE CLIMA Y DENGUE	18
3.1 VARIABLES CLIMÁTICAS Y EL DENGUE	18
3.1.1 Temperatura y la ocurrencia del dengue	19

3.1.2	Precipitación y la ocurrencia del dengue	20
4	ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA OCURRENCIA DE LOS CASOS DE DENGUE EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA ENTRE 2000-2013	21
4.1	INTRODUCCIÓN.....	21
4.2	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	22
4.3	MÉTODO.....	24
4.3.1	Análisis de tendencia espacial	24
4.3.2	Índice de autocorrelación espacial global de Moran.....	26
4.4	RESULTADOS	28
4.4.1	Análisis de tendencia espacial de los casos de dengue (cuartiles)	28
4.4.2	Análisis de tendencia espacial para la tasa de dengue (cuartiles)	31
4.4.3	Análisis de autocorrelación espacial global para la ocurrencia de los casos y tasa de dengue	34
5	EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE CONGLOMERADOS DE LA OCURRENCIA DE CASOS DE DENGUE EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA ENTRE 2000-2013	37
5.1	INTRODUCCIÓN.....	37
5.2	MÉTODOS	37
5.2.1	Autocorrelación espacial local del índice de Moran con Geoda	37
5.2.2	Análisis de conglomerados con Satscan.....	41
5.3	RESULTADOS	43
5.3.1	Autocorrelación espacial local del índice de Moran con Geoda	43
5.3.1.1	Análisis de autocorrelación espacial local de la ocurrencia de los casos de dengue	43
5.3.1.2	Análisis de autocorrelación espacial local para la tasa de ocurrencia de casos de dengue	46
5.3.2	Análisis de conglomerados con Satscan.....	50
6	ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA OCURRENCIA DE LOS CASOS DE DENGUE Y EL CLIMA EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA ENTRE 2000-2013.....	53

6.1	INTRODUCCIÓN.....	53
6.2	MÉTODO.....	54
6.3	RESULTADOS	55
6.3.1	Clima y ocurrencia de casos dengue (cluster espacio-temporal mensual).....	55
6.3.1.1	Clima y ocurrencia de los casos dengue en noviembre 2009 - febrero 2011.....	55
6.3.1.2	Clima y ocurrencia de los casos de dengue en noviembre 2012- diciembre 2013.....	57
6.3.1.3	Clima y ocurrencia de los casos de dengue en noviembre 2010- febrero 2003.....	58
7	DISCUSIÓN	62
7.1	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	62
7.2	DISCUSIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	65
8	CONCLUSIONES	67
	BIBLIOGRAFÍA	69
	ANEXOS	86

LISTA DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1. Localización del área de estudio	23
Mapa 2. Ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006 (cuartiles)	28
Mapa 3. Ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013 (cuartiles)	29
Mapa 4. Ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013 (cuartiles)	30
Mapa 5. Tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006 (cuartiles)	32
Mapa 6. Tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013 (cuartiles)	32
Mapa 7. Tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013 (cuartiles)	33
Mapa 8. Cluster de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006	44
Mapa 9. Cluster de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013	45
Mapa 10. Cluster de la ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013	46
Mapa 11. Cluster de la tasa de la ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006	47
Mapa 12. Cluster de la tasa de ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013	48
Mapa 13. Cluster de la tasa de ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013	49
Mapa 14. Cluster espacio-temporal mensual de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca	51
Mapa 15. Cluster espacial mensual de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca	52

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Población anual del valle geográfico del río Cauca, 2000-2013.....	24
Gráfica 2. Correlación espacial I Moran del total de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013	35
Gráfica 3. Correlación espacial I Moran de la tasa de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013	35
Gráfica 4. Relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Jamundí, Santander de Quilichao y Puerto Tejada, noviembre 2009- febrero 2011	57
Gráfica 5. Relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Cali, noviembre 2012- diciembre 2013	58
Gráfica 6. Relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Buga, Palmira, Tuluá y San Pedro, noviembre 2000- febrero 2003	60

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Patrones de contigüidad	26
Ilustración 2. Cuadrantes	27
Ilustración 3. Fórmula del Índice Local de Moran.....	38
Ilustración 4. Matriz de Pesos Espaciales.....	39

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Mapa ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006 (rangos).....	87
Anexo 2. Mapa ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013 (rangos).....	87
Anexo 3. Mapa tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006 (rangos).....	88
Anexo 4. Mapa tasa de ocurrencia de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013 (rangos).....	89
Anexo 5. Gráfica correlación espacial I Moran de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2005	91
Anexo 6. Gráfica correlación espacial I Moran de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2006-2013	92
Anexo 7. Gráfica correlación espacial I Moran de la tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2005	93
Anexo 8. Gráfica correlación espacial del I Moran de la tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2006-2013	94
Anexo 9. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Caloto, Guachené, Villa Rica y Corinto, noviembre 2009- febrero 2011	96
Anexo 10. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Candelaria, Pradera, Florida, noviembre 2009- febrero 2011	98
Anexo 11. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Miranda y Padilla, noviembre 2009- febrero 2011.....	99
Anexo 12. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Bolívar, Roldanillo, Zarzal y Trujillo, noviembre 2000- febrero 2003	103
Anexo 13. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Bugalagrande, Riofrío, Andalucía y Yotoco, noviembre 2000- febrero 2003	104
Anexo 14. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Guacarí, Ginebra, Vijes y El Cerrito, noviembre 2000- febrero 2003 ...	105

INTRODUCCIÓN

Las Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) son trastornos causados por agentes patológicos cuando el hospedador es susceptible a diversos microorganismos como las bacterias, los virus y los parásitos que se transmiten de forma directa o indirecta. Entre las más conocidas son el paludismo, la fiebre amarilla y el dengue (OMS, 2015) que están ocasionando el tercio de las muertes a nivel mundial (Guzmán, 2002).

En especial, el dengue se convierte en un problema de salud pública porque pone en riesgo la salud de una población en un tiempo y en un espacio determinado, además, varios estudios han encontrado que la enfermedad del dengue provoca un impacto social y económico en cuanto a su tratamiento. Para el caso de Colombia los costos directos e indirectos de la enfermedad giran alrededor de US\$35 y US\$82 millones de dólares en el 2007 considerándose costosa la atención de la enfermedad (Bello, Díaz, Malagón, Romero & Salazar, 2011).

El dengue es característico de las zonas urbanas de Asia del Sudeste, el Pacífico y en las Américas, sin embargo, en las áreas rurales se está desarrollando esta enfermedad (TDR, 2010) por la tendencia a incrementarse el comportamiento de los ciclos epidémicos que ocurren cada dos a tres años, además de los aumentos de casos de dengue grave y la circulación de los cuatro serotipos (Colombia. Instituto Nacional de Salud, s.f.).

Esta enfermedad es transmitida por el vector del dengue es el *Aedes aegypti* originario de África y el *Aedes albopictus* originario de Asia, zancudos que se contagian al ingerir microorganismos patógenos con sangre de una persona o animal infectado (OMS, 2015) que se transmite por medio de la picadura y el virus se replica en los órganos de la persona afectando los tejidos linfáticos, empieza a circular por toda la sangre, luego un vector mediante una picadura se infecta con el virus y se replica en su tubo digestivo y vuelve nuevamente el ciclo. Es una

enfermedad se transmite por cuatro virus: DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4 (OPS, s.f.) donde la infección de un serotipo permite una inmunidad permanente frente a este que causó la infección comparado con los demás serotipos (Ministerio de Salud & Dirección General de Epidemiología, sf.).

Las dinámicas de transmisión del virus del dengue pueden ser producto de factores ambientales, climáticos, interacciones entre patógenos y huéspedes, por factores inmunológicos de la población (OMS & TDR, 2009), las prácticas sociales, los lugares de interés como almacenes temporales donde se acumulan llantas y recipientes que están expuestos a llenarse de agua, el nivel socioeconómico de las familias, el acceso a los servicios públicos como al agua y a la recolección de basuras, resultan ser factores que pueden condicionar en el desarrollo de los criaderos del vector (CENAPRACE, 2014).

En cuanto a los cambios en el clima como el aumento de la temperatura influye sobre la biología de los vectores, porque reduce la duración de los ciclos de reproducción incrementando así la tasa de desarrollo del mosquito (Londoño; Restrepo & Marulanda, 2014) y altera la distribución geográfica del vector llegando a nuevas zonas que habitualmente no son consideradas en riesgo (Escuela de Salud Pública de la Universidad del Valle, 2014). Este problema está dado porque más del 70% de la población está debajo de los 2.000 m.s.n.m. y junto con las condiciones geográficas, climáticas e hidrográficas resulta ser propicio para la distribución espacial del *Aedes aegypti* y *albopictus* (RAAD, s.f.).

En relación con el comportamiento de la enfermedad del dengue, en América Latina en la década de los 50 aumentó la densidad y la distribución espacial del *Aedes* junto con la circulación de los serotipos, y en 1981 en Venezuela y Cuba ocurrió una de las más grandes epidemias (Clark, 1995). No obstante, después de 20 años de inactividad de esta epidemia reemerge nuevamente dando lugar a una reinvasión del serotipo 3 en 1963 afectando a todo el Caribe (OPS, 1997), producto de los continuos viajes de Asia y del Pacífico del Sur (Clark, 1995) lo que

promueve un desplazamiento geográfico del vector (Ocazonez, Gómez & Cortés, 2007).

Este estudio está basado en el marco del proyecto *Cambio Climático y Vulnerabilidad y Salud en Colombia y Bolivia* que lleva acabo el Grupo de Investigación de Epidemiología de la Escuela de Salud Pública de la Universidad del Valle, de donde se obtienen las bases de datos de los casos de dengue y las climatológicas.

En este contexto, este estudio retrospectivo busca tres aspectos: uno, analizar el comportamiento espacio-temporal de la ocurrencia de los casos de dengue y cómo se distribuye en el área de estudio en el valle geográfico del río Cauca durante el periodo 2000-2013. Dos, evaluar áreas homogéneas de la ocurrencia de dengue de acuerdo a sus riesgos. Por último, describir la relación entre las variables climáticas de temperatura y precipitación con la ocurrencia de los casos de dengue porque las variaciones en el clima pueden afectar negativamente la salud de la población.

Cabe anexar que, la estructura del estudio se clasifica así: una primera parte que se refiere al marco teórico; en la segunda parte se desarrollan tres capítulos de acuerdo a cada uno de los objetivos específicos, donde se expone la introducción, la metodología y los resultados obtenidos por cada uno; y la última parte con base a la discusión y conclusiones que se desarrollan de manera general en el documento.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación resulta ser importante porque los estudios de geografía en el campo de salud han sido poco fuertes, además de que la enfermedad del dengue se convierte en un problema de salud pública porque afecta a una población y a un lugar determinado. Donde el analizar de la distribución espacial de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca brinda información sobre los municipios que registran mayores y menores casos de ocurrencia de dengue, de tal forma que, las entidades correspondientes ya sean públicas, privadas u ONG's empiecen a establecer medidas de prevención y promoción en el área de estudio.

Del mismo modo, el análisis de conglomerados permite identificar los municipios que presentan riesgo de la enfermedad, es una forma de focalizar la diseminación de la ocurrencia de casos de dengue y emplear determinadas medidas de prevención en tiempo y espacio. Por último, la relación entre la ocurrencia de los casos de dengue y las variables climáticas (la temperatura y las precipitaciones) permiten observar su influencia en la propagación de la enfermedad.

Es un estudio que de manera general permite dar continuidad a próximas investigaciones avanzando para un mejor seguimiento de la enfermedad como por ejemplo en redistribuir los servicios de salud de acuerdo a la morbilidad, en mantener la informada a las entidades competentes sobre el estado de morbilidad de los municipios y permite ser útil para tener un control con la predicción de la enfermedad en un área específica.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la distribución espacial de la ocurrencia de los casos de dengue y su relación con las variables climáticas en el valle geográfico del río Cauca para el periodo 2000-2013.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la distribución espacial de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca para el periodo 2000-2013.
- Evaluar la presencia de conglomerados de la ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca para el periodo 2000-2013.
- Describir la relación existente entre los conglomerados espacio-temporales de los casos de dengue con la temperatura y las precipitaciones en el valle geográfico del río Cauca durante el periodo de estudio.

1 EL CAMINO DE LA GEOGRAFÍA MÉDICA AL SURGIMIENTO DE LA GEOGRAFÍA DE LA SALUD

1.1 GEOGRAFÍA

La geografía es una ciencia social y de acción que tiene por objeto de estudio el espacio geográfico, busca resolver problemas como la diferenciación del espacio en la superficie terrestre y la relación hombre-naturaleza (Ramírez, 2009).

El espacio geográfico como concepto principal en la geografía es entendido por Santos (2000) como *“la suma indisoluble de sistemas de objetos y sistemas de acciones”*, que está organizado por la sociedad donde hay acumulación de tiempos, es histórico, lo que se refleja en objetos y acciones (Montañez & Delgado, 1998).

Por su parte, el territorio es una estructuración socio-espacial, es el escenario de las relaciones sociales, es delimitado, trazado, tiene fronteras y límites donde las personas de forma individual o colectiva se apropian del espacio ejerciendo poder y control. Por tanto, es la representación social del espacio, un espacio humanizado que comienza a ser modificado por la sociedad creando identidad, significado, sentido de pertenencia y afecto (Segato, 2006).

Ahora para contextualizar el accionar de la geografía en el campo de la salud Luisa Iñiguez subraya: ¿por qué el desinterés de la geografía y los geógrafos por abordar la salud humana?, dentro de sus respuestas, la geografía más bien estaba interesada por ese debate entre lo natural y lo social que por el tema de salud (Iñiguez, s.f.). A continuación, se describen las dinámicas que permiten entender un poco el proceso de cómo la geografía se ha incorporado en la salud.

1.2 TOPOGRAFÍAS MÉDICAS

Las topografías médicas son narraciones que hacen referencia a los lugares geográficos y a su población, describiendo los aspectos físicos (clima e hidrografía), el entorno biológico (flora y fauna), los antecedentes de carácter histórico, las costumbres, las condiciones de calidad de vida y la distribución de las diferentes enfermedades que afectan a un grupo de personas (Casco, 2001).

Las topografías médicas eran desarrolladas por médicos que buscaban optimizar las ciencias de la salud, uno de los principales antecedentes puede identificarse en la obra célebre de Hipócrates “Aires, aguas y lugares”, de donde trasciende la historia de la medicina como una explicación de la relación entre la enfermedad y el ambiente (Casco, 2001), fue el primero en exponer la afección que ejerce el medio ambiente sobre el ser humano (Seguinot, 2012). Además, investigaciones por parte de la geografía, epidemiología y de la salud pública manifiestan que la salud de las personas se ve afectada de acuerdo al lugar que habitan (Tunstall, Shaw & Dorling, 2004).

Por consiguiente, emerge un nuevo abordaje denominado geografía médica, como primer acercamiento para analizar las interrelaciones entre el hombre y el ambiente (vientos, la temperatura, humedad), donde la salud y la enfermedad varían en el espacio (Jori, 2013).

Tanto las topografías como la geografía médica se encargan de los problemas de salud y emplean los mismos métodos a pesar de las diferencias en términos de la escala, por ejemplo, la primera, analiza los lugares, las comarcas o las regiones, mientras que en la geografía médica el análisis es a nivel suprarregional o nacional, además, analiza los factores ambientales que influyen sobre la salud de las comunidades (Urteaga, 1980).

1.3 GEOGRAFÍA MÉDICA

La geografía médica se remonta a Francia en 1843, disciplina que comienza a extenderse por toda Europa, sus estudios que se basaron por la concepción “higienista” o también conocida como “topografía médica” conceptos que hacen referencia a particularidades médicas de un territorio determinado, trabajos que fueron desarrollados y publicados por médicos durante todo el siglo XIX (Ramírez, 2004).

Las primeras iniciativas que surgen por parte de la geografía relacionada con temas de la salud es gracias a Maximilian Sorre, en el momento en el que publicó en los Anales de Géographie los Complexes pathogènes et Géographie Médicale. Sorre promovió la teoría de los complejos patógenos donde explica las relaciones ecológicas entre los lugares y las enfermedades, mediante actores biológicos los cuales actúan como agentes patógenos que se ven influenciados por factores geográficos como el clima (Pickenhayn, s.f.).

La geografía médica es el resultado de la interacción epistemológica entre la geografía y la medicina, saberes que profundizan en la relación que hay entre el ambiente y las diferentes enfermedades, utiliza la cartografía médica, la ecología de las enfermedades, estudia los complejos patógenos y su localización (Pickenhayn, 1999), identificando la distribución espacial de las enfermedades y analizando la manera de cómo los factores ambientales contribuyen a su propagación (Seguinot, 2012).

Su objeto consiste en el análisis de las variaciones espaciales de la salud humana, manifestando cuánto territorio abarca determinada enfermedad (Pickenhayn, s.f.), el estado de la salud de la población y de los servicios de atención médica (Iñiguez & Barcellos, 2003). De esta manera, da inicio a la geografía médica, abordando conceptos y metodologías de la geografía, como el análisis espacial, la distribución y elaboración de mapas (Curto, 2008), una forma de entender y

explicar el por qué determinadas enfermedades suceden en un lugar mientras que en otros no (Curto, 2008).

1.4 CAMINO DE LA GEOGRAFÍA MÉDICA A LA GEOGRAFÍA DE LA SALUD

En el Congreso Internacional de Geografía de Lisboa en 1949 cuando se celebra el primer reconocimiento oficial de geografía médica entre geógrafos, producto del nuevo concepto de la Organización Mundial de Salud (OMS), lo que da lugar a la inauguración de la primera Comisión de geografía médica en la Unión Geográfica Internacional (Ramírez, 2004).

No obstante, surge la preocupación de una visión incompleta desde la geografía médica, lo que permitió a los geógrafos como David Phillips, Peter Haggett, Ana Oliveira, Yola Verhasselt y Rias Akhtar plantear el concepto de geografía de la salud, insistiendo en temas como mantenimiento de la vida, prevención, bienestar junto con las connotaciones que reflejan espacialmente y con base a ello estudiar las relaciones en el territorio (Pickenhayn, s.f.).

Desde la geografía se estudian las desigualdades sociales, la percepción de lugares saludables, el acceso a los servicios sanitarios, la distribución espacial de mortalidad y morbilidad, los flujos y conexiones entre los territorios, se hacen críticas de políticas públicas en salud (Jori, 2013), también se realizan aportes cuantitativos por ejemplo, en la distribución y accesibilidad de los diferentes equipamientos. Éste último, representa el 30% de la visión de las investigaciones, convirtiéndose en el eje fundamental, permitiendo que la Comisión de Geografía Médica de la Unión de Geógrafos Internacionales diera un nuevo concepto el de geografía de la salud (Ramírez, 2004).

La relación que existe entre la geografía y el ámbito de la salud es un campo que resulta no ser ajeno en la actualidad para la geografía (Pickenhayn, s.f.), es una fusión entre la geografía médica y la geografía de los servicios sanitarios que se

tejen como geografía de la salud. La primera, se refiere a la distribución espacial de las diferentes enfermedades, de las características del entorno y la forma en que se distribuyen las características socio-habitacionales; y la segunda, hace referencia a los puntos de oferta, a los centros de atención médica y a la distribución espacial de la población (Buzai, s.f.).

Complementariamente, Ferreira, Sabroza y Gadalia consideran una amplia e intensa relación entre la salud y la distribución espacial, tal como lo describe el siguiente fragmento:

“el espacio socialmente organizado, integrado y profundamente desigual, no apenas posibilita, sino determina la ocurrencia de endemias y su distribución”¹

En este contexto, los geógrafos se introducen en campo de la salud con análisis de la distribución espacial y exposición de la mortalidad, morbilidad y salud de los comportamientos socio-espaciales epidemiológicos y toxicológicos, también de los equipamientos y servicios (Oropeza, 2007). Asimismo, identificando áreas de mayor o menor riesgo, analizando la accesibilidad que tiene la población a los servicios sanitarios, un enfoque multidisciplinario e integrador de salud-espacio-medio a distintas escalas análisis integrado que requiere de apoyo geotecnológico (Trifiró, 1997).

¹ BONILLA, Myriam. La Geografía del Bienestar y la Salud en los Estudios de Gestión de Servicios de Acueducto y Alcantarillado en Latinoamérica. [En línea]. Colombia, 2013. Disponible en Internet: http://www.egal2013.pe/wp-content/uploads/2013/07/Tra_Myriam-Graciela-Bonilla-Becerra.pdf

1.5 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS (SIG) EN EL CAMPO DE LA SALUD

La disposición de los sistemas de información geográficos tal como lo sustenta Garrocho (1995-1997) permite identificar, cuál es la mejor forma de distribuir espacialmente determinados recursos para la salud (Ramírez, 2004); cuáles son las zonas que se caracterizan por ser de mayor riesgo en presentar determinada enfermedad; las distancias, si es área urbana o rural; para encontrar patrones espacio-temporales, con el objeto de promover control y vigilancia sobre determinado evento de salud (Molina, 2008).

Las dinámicas espaciales de determinada enfermedad en un territorio se analiza teniendo en cuenta aspectos como las condiciones ambientales, sociales y económicas, encaminadas a monitorear y controlar esa relación ambiente-salud-enfermedad, de tal forma que permitan un análisis integrado desde la información espacial (Cuéllar; Concepción; Ramírez; Álvarez & Díaz, 2009).

Un campo donde se desarrollan diseños epidemiológicos, métodos estadísticos y de análisis espacial para determinar patrones espaciales y temporales de las enfermedades (Iñiguez, 1998), un análisis centrado en las necesidades de la población en tema de salud, en búsqueda de estrategias territoriales para hallar datos de calidad (González; Macías & Andrade, 2007).

De este amplio panorama, el sector de salud pública se ve beneficiado por los análisis mediante el aporte geotecnológico, herramienta que permite observar, analizar e interpretar las dinámicas espaciales de las diferentes enfermedades (Iñiguez & Barcellos, 2003) para resolver problemáticas en planificación y gestión (Ramírez, 2004), aportando en la toma de decisiones en cuanto a la prevención, la vigilancia y control de la propagación de enfermedades (González; Macías & Andrade, 2007).

2 CARACTERIZACIÓN DEL DENGUE

2.1 VIRUS DEL DENGUE

El *Aedes aegypti* originario de África y el *Aedes albopictus* originario de Asia (OMS, 2015) son vectores que transmiten el dengue, es una enfermedad viral infecciosa que hace parte del género *Flavivirus* de la familia *Flaviviridae* que es diseminado por las hembras de la especie (OMS, 2014), cuando este zancudo pica a un paciente durante su periodo febril, el virus es replicado en el aparato digestivo del zancudo y tan sólo en una semana el virus ha migrado a sus glándulas salivales, de ahí el vector viaja y por medio de una nueva picadura ya sea por cualquiera de los serotipos infecta a otra persona sana (Pizarro, 2009).

Es una interacción entre el agente (virus), la población de huéspedes y el vector que viven en un hábitat especialmente en las áreas urbanas de las zonas tropicales y subtropicales (Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social, 2013) distribuyéndose entre los 35° de latitud sur los 35° de latitud norte (González, 2010).

Esta enfermedad empezó a propagarse desde África en la época del esclavismo y se dispersó en Asia por medio de los intercambios comerciales (XVIII-XIX), y así por todo el mundo (Romero, 2012) siendo denominado por ejemplo en China como una enfermedad de “intoxicación por agua” (Pizarro, 2009), puesto que el hábitat propicio para el desarrollo de los mosquitos transmisores del dengue son los reservorios de aguas limpias, floreros de plantas acuáticas, albercas, recipientes con agua, entre otros (Colombia. Ministerio de Protección Social, 2013).

2.2 SEROTIPOS DEL DENGUE

El virus del dengue está formado por cuatro grupos antigénicos o serológicos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4, estos son originarios de África. La infección por

un serotipo produce inmunidad para toda la vida, es decir, si la infección fue por ejemplo, de dengue tipo 2, aún le restan 3 tipos de infecciones de dengue en el transcurso de la vida del paciente (OPS, s.f.).

Puede anotarse que la circulación del virus del dengue se registró por primera vez en el territorio colombiano en la década del 70, cuando emergieron epidemias por tres serotipos, DEN-1, DEN-2 y DEN-3; y fue en 1986 cuando apareció el serotipo DEN-4 (Ocazonez, Gómez & Cortés, 2007).

2.3 CLASIFICACIÓN DEL DENGUE

Al respecto conviene mencionar que la infección puede manifestarse de diferentes formas clínicas, puesto que, es una enfermedad sistémica y dinámica porque el paciente puede pasar de un cuadro leve a un cuadro grave en poco tiempo (Argentina. Ministerio de Salud, 2013) como se puede entender en las siguientes líneas:

“...el dengue es una sola enfermedad con presentaciones clínicas diferentes y a menudo con evolución clínica y resultados impredecibles”².

Con base a lo anterior, se presenta la clasificación plantada por la OMS de acuerdo a los cuadros clínicos de los pacientes con dengue debido a su nivel de gravedad. En una instancia, agruparon tres espectros de morbilidad: fiebre indiferenciada (puede ser la manifestación más común del dengue), fiebre por dengue y fiebre hemorrágica por dengue (síndrome de choque por dengue). Después se presentó un aumento de los casos de dengue grave que no estaban dentro de los criterios establecidos. Razones que dan lugar a la nueva reclasificación: síndrome de choque por dengue (SCHD) y continúan el dengue

² OMS & TDR. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD & PROGRAMA ESPECIAL PARA INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN ENFERMEDADES TROPICALES. Dengue Guías para el Diagnóstico, Tratamiento, Prevención y Control. [En línea]. Bolivia, 2009. Disponible en internet: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789995479213_spa.pdf

clásico/fiebre por dengue (FD) y dengue hemorrágico/ fiebre por dengue hemorrágico (FHD) (OMS & TDR, 2009).

Después más estudios cuestionaron la utilidad de dicha clasificación, por ser muy dependiente de los resultados de laboratorio y no por los enfermos con dengue, lo que no permitía identificar otras características de gravedad teniendo en cuenta signos de alarma, lo que conllevó a estas entidades generar la siguiente clasificación: dengue no grave y dengue grave (Argentina. Ministerio de Salud, 2013).

2.3.1 Dengue no grave

Dentro de los criterios de la clasificación del dengue no grave las entidades de la salud han establecido otras diferencias dividiendo al grupo de pacientes en dos: *dengue con signos de alarma* y *dengue sin signos de alarma* (OMS & TDR, 2009).

2.3.2 Dengue grave

El dengue grave anteriormente denominado dengue hemorrágico es una enfermedad que en la actualidad ha sido una de las causas principales de hospitalización y muerte de muchos niños de Asia y América Latina. La infección comienza con síntomas gripales y en ocasiones se desarrolla al punto de producir un cuadro potencialmente mortal. Esta enfermedad, al igual que el dengue no cuentan con tratamiento específico, lo único es la detección oportuna y el acceso a la asistencia médica adecuada de tal modo que disminuyan las tasas de mortalidad asociados a esta causa (OMS, 2014).

2.4 EL DENGUE COMO PROBLEMA

El dengue a nivel país se ha convertido en uno de los principales problemas en salud pública por la reemergencia de esta enfermedad debido a los ciclos epidémicos, a la circulación de los serotipos, por el aumento de aumento de

casos, por la proliferación del mosquito en las áreas que están bajo los 2.000 m.s.n.m (INS & OPS, sf.). También es causada por diversos factores tales como: los social, lo demográfico, la no planificada urbanización por la deficiencia de los servicios (agua, alcantarillado, manejo de residuos), la limitación en recurso económico, humano y la disminución de las medidas de control del vector (Castrillón; Castaño & Urcuqui, 2014).

Corresponde a características de las ciudades de Colombia entre ellos los departamentos que conforman el valle geográfico del río Cauca que son considerados como epidémicos. El departamento de Risaralda por afectar al 100% de sus municipios, el Valle del Cauca resalta a los municipios como Palmira, Cali, Buga y Tuluá por la intensidad de la transmisión de la enfermedad, y el departamento del Cauca porque el comportamiento del dengue es endémico-epidémico por el riesgo de la transmisión y los aumentos de casos de dengue (Padilla; Rojas & Sáenz, 2012).

Además, el Instituto Nacional de Salud (INS) posiciona al Valle del Cauca en primer lugar por la mayor cantidad de casos reportados a nivel país, aportando un 14,9% para el año 2013 (Rosso & Vélez, 2013) con un registro de 1.252 casos de dengue y 54 casos de dengue grave en la sexta semana epidemiológica; el departamento de Risaralda registra para la misma semana epidemiológica 36 casos de dengue y 2 de dengue grave; y el departamento del Cauca con un registro de 70 casos de dengue y 3 de dengue grave para la misma semana epidemiológica (INS, 2013).

Se debe agregar que los métodos ambientales para controlar la propagación del virus plantean un control químico, un saneamiento ambiental y un control biológico (Bar, s.f.) con el fin de destruir todos los criaderos del mosquito por medio de la fumigación, pero es sólo una alternativa en el momento de emergencia aunque no erradica este problema social (Pizarro, 2009), además, es difícil establecer la relación entre la ocurrencia de los casos de dengue y las condiciones de vida de

una región, porque el control del vector no se basa en una sola región que promueve la transmisión endémica del dengue (Castrillón; Castaño & Urcuqui, 2014).

3 RELACIÓN ENTRE CLIMA Y DENGUE

Uno de los grandes desafíos para el hombre ha sido el de adaptarse en los distintos climas y entornos, donde los cambios en el clima inciden en procesos de inmigración, distribución de enfermedades, pérdidas de las cosechas y problemas alimenticios, entre otros, siendo variabilidades que impactan sobre los diferentes asentamientos humanos (Meléndez; Ramírez; Sánchez & Cravioto, 2008).

Diversos estudios en geografía realizan análisis que relacionan el clima con la ocurrencia de los casos de dengue mostrando que la temperatura y las precipitaciones inciden en la propagación del vector, como en la reproducción, en la tasa de la picadura y en la tasa de incubación, y con ello el aumento de la distribución geográfica del vector presentando zonas de alto riesgo (Nuncio; Santana; Gómez; Miguel & Medina, 2012), otros estudios señalan que su distribución también se debe al cambio de pluviosidad y la temperatura (OMS, 2014) como se describe continuación.

3.1 VARIABLES CLIMÁTICAS Y EL DENGUE

Diferentes factores inciden en la diseminación del virus del dengue como lo es la variabilidad climática que está inmersa en el clima, son fluctuaciones en promedio de clima a diferentes escalas espacio-temporales, incluye sequías, inundaciones y algunas condiciones producto del fenómeno meteorológico de La Niña y El Niño (USAID, 2007).

Diversos estudios señalan que han realizado análisis para estimar la variabilidad del clima y el dengue acertando que existe una relación entre las variables climáticas y la proliferación del virus del dengue (CEPAL, 2012). Por su parte, el

impacto del fenómeno El Niño sobre la salud de las personas está dado por la disminución del abastecimiento de agua, que se suma en el incremento de enfermedades infecciosas (Suárez, 2006).

Modificaciones que permiten la ampliación de zonas nuevas que antes no eran consideradas como zonas de riesgo por la enfermedad (Escuela de Salud Pública de la Universidad del Valle, 2014) ocasionando una amplia variedad de un sin número de consecuencias negativas para la salud humana (OMS, 2014).

3.1.1 Temperatura y la ocurrencia del dengue

La temperatura es una variable climática que incide directa o indirectamente sobre la distribución de los vectores, diversos estudios indican que una temperatura aproximada a los 29,5°C resulta ser favorable para la propagación del vector; además, para su longevidad y fecundidad la temperatura debe estar entre los 22°C y 30°C (Beserra; De Castro; Dos Santos; Santos & Fernandes, 2006).

Por su parte, los efectos de la sensibilidad del vector frente a la temperatura es diversa, por ejemplo, si el vector habita un espacio donde la temperatura es media y se genera un incremento puede ser letal, o si habita en un ambiente con temperatura media baja, su incremento resulta ser favorable para el desarrollo de la incubación y la proliferación del zancudo (OSMAN, 2012).

Cabe señalar que, la temperatura ocasiona reducción en el tamaño de la larva del vector convirtiéndose en adultos en menos tiempo, por tanto, requieren alimentarse de forma más usual implicando la intensificación en las picaduras y como consecuencia incrementa el riesgo de infección a los huéspedes (personas) que son susceptibles (Suárez, 2006), por tanto, se justifica que la temperatura juega un papel sustancial sobre la base de un estudio en México que relacionó esta variable con el dengue, y encontraron que incide en las condiciones en que se dan los casos de dengue en el área de estudio (Nuncio; Santana; Gómez & Medina, 2012).

3.1.2 Precipitación y la ocurrencia del dengue

Las precipitaciones se convierten en un factor de la dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores (Suárez, 2006), donde las estaciones lluviosas permiten el aumento de los criaderos tanto artificiales como naturales (Rubio, Pérez, Infante, Comach & Urdaneta, 2011), que se suman a las condiciones propicias para la reproducción de larvas del zancudo (Philip, Barbados & West, 2002) dando lugar a focos epidémicos (Pérez, 2011).

Además, diversos estudios apuntan a una correlación positiva entre precipitaciones y el vector, porque, después de las precipitaciones surgen los aumentos de casos de dengue (Rubio; Pérez; Infante; Comach & Urdaneta, 2011).

En contraste, estudios apuntan que la precipitación está relacionada con el número de criaderos del vector aumentando la densidad vectorial y mientras que, un estudio en Costa Rica no logró explicar la incidencia de las precipitaciones en la ocurrencia del dengue, se debe por los diferentes patrones de precipitación y los demás factores ambientales, porque, cuando hay precipitaciones mínimas en temporada de verano también se registran los aumentos de casos porque existen otras características que favorecen la proliferación (Mena, Troyo, Bonilla & Calderón, 2010), pero cuando se trata de fuertes precipitaciones su efecto es inverso, por el contrario ayuda a disminuir los vectores (OSMAN, 2012).

4 ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA OCURRENCIA DE LOS CASOS DE DENGUE EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA ENTRE 2000-2013

4.1 INTRODUCCIÓN

La geografía desde su amplia perspectiva está enfocada en localizar, identificar, analizar y clasificar los diferentes desequilibrios que emergen en el territorio, tanto en el área urbana como en lo rural, que relacionada con el campo de la salud analiza la distribución de la morbilidad, mortalidad, la difusión de las enfermedades, la disposición de los equipamientos y de servicios de salud (Jori, 2013). En este sentido, los problemas en salud de una comunidad ocurren en espacio y tiempo determinado, por lo que analizar el contexto permite primero, entender el territorio como constructo social, y segundo, reconocer los diversos factores que influyen y que dan inicio a los problemas en salud (Peña; Perdomo & Cuartas, 2013).

Además, desde la geografía el estudio de la salud-enfermedad le apuesta por la comprensión de la salud humana dentro del contexto social, donde la explicación de la distribución espacial de las enfermedades, es un primer momento que contribuye con la identificación de patrones y estructuras espaciales (Jori, 2013).

Este estudio está basado en el marco del proyecto *Cambio Climático y Vulnerabilidad y Salud en Colombia y Bolivia* que lleva acabo el Grupo de Investigación de Epidemiología de la Escuela de Salud Pública de la Universidad del Valle de donde se obtienen las bases de datos para el desarrollo de todo el estudio. En este sentido, el presente capítulo analiza la distribución espacial de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca entre el 2000-2013.

4.2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

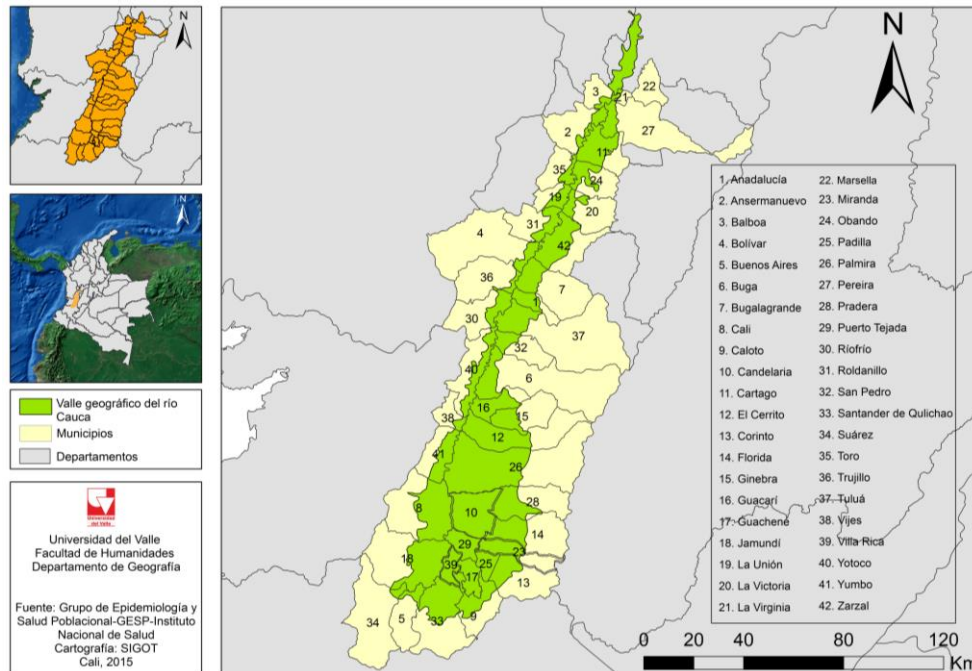
El valle geográfico del río Cauca corresponde a una geomorfología de planicie inundable, conformada por humedales antiguos, canales, por los depósitos aluviales en las llanuras al margen del río Cauca y por los diferentes sedimentos de los meandros (Hincapié, 2013).

En cuanto a las características climáticas el valle geográfico del río Cauca presenta una circulación de vientos provenientes del Océano Pacífico que es húmedo, tiene efecto de brisa marina y es intenso; presenta un régimen pluviométrico bimodal, los periodos de altas precipitaciones corresponden a marzo-mayo y septiembre-noviembre y los meses que presentan bajas precipitaciones diciembre-febrero y junio-agosto, alcanzando los 1.000 mm anuales aproximadamente; presenta una temperatura media de 24°C y tiene diferentes pisos térmicos: cálido, templado, frío y páramo (CVC & Universidad del Valle, 2000).

Para este análisis, el número de observaciones corresponde a los 42 municipios del área de estudio, puesto que, se cuenta con la información a este nivel. Incluye los departamentos del Valle del Cauca, Risaralda y Cauca, distribuidos de la siguiente manera, para el departamento del Valle del Cauca son 28 municipios: Andalucía, Ansermanuevo, Bolívar, Buga, Bugalagrande, Cali, Candelaria, Cartago, El Cerrito, Florida, Ginebra, Guacarí, Jamundí, La Unión, La Victoria, Obando, Palmira, Pradera, Riofrío, Roldanillo, San Pedro, Toro, Trujillo, Tuluá, Vijes, Yotoco, Yumbo y Zarzal.

Al sur del área de estudio está el departamento del Cauca con 10 municipios, Caloto, Corinto, Villa Rica, Padilla, Santander de Quilichao, Puerto Tejada, Suárez, Guachené, Buenos Aires y Miranda, y al norte, 4 municipios del departamento de Risaralda, Pereira, La Virginia, Marsella y Balboa, ver mapa 1.

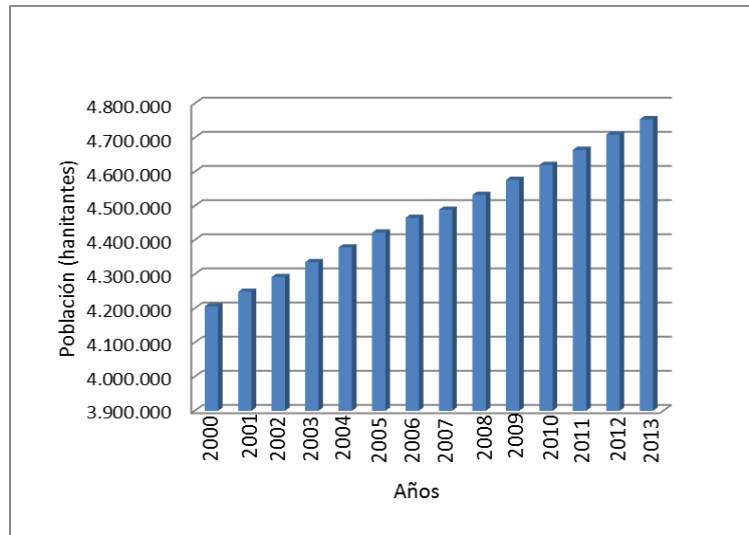
Mapa 1. Localización del área de estudio



Elaborado por Ph.D Daniel Cuartas.

La población del valle geográfico del río Cauca como se observa en la gráfica 1 la población va de manera creciente a medida que pasan los años. La población del valle geográfico del río Cauca se distribuye por aportes de tres departamentos, el Valle del Cauca aporta 3.885.541 habitantes, el departamento del Cauca aporta 342.135 habitantes y el departamento de Risaralda con 525.845 habitantes para el 2013. Además, de ser un área que presenta municipios con poblaciones superiores a los 100.000 habitantes y hacen parte algunas principales ciudades como Cali, Buga, Tuluá, Cartago, Jamundí, Candelaria, Florida y Palmira del Valle del Cauca; y Pereira en Risaralda que aportan un buen número de población, ver gráfica 1.

Gráfica 1. Población anual del valle geográfico del río Cauca, 2000-2013



Fuente: Censo 2005.

4.3 MÉTODO

Para el análisis retrospectivo se emplearon las semanas epidemiológicas entre enero de 2000 a diciembre de 2013 de la ocurrencia de los casos de dengue, y para efectos del presente trabajo se seleccionó la base de datos proporcionada por el Instituto Nacional de Salud (INS) al Grupo de Epidemiología y Salud Poblacional–GESP de la Universidad del Valle. Se tomaron los datos de casos de dengue sin discriminar dengue hemorrágico o dengue clásico. En cuanto a los datos de la población es tomada de la Base de Datos del Censo 2005.

El método empleado es el análisis de tendencia espacial (Chasco, s.f.) y autocorrelación espacial local, herramientas utilizadas especialmente para eventos de salud-enfermedad (AIS & OPS, 2002).

4.3.1 Análisis de tendencia espacial

El análisis de tendencia espacial es un análisis exploratorio de datos espaciales basado en los cuantiles, correspondiente a medidas estadísticas de localización la

cual consiste en agrupar los datos de las unidades espaciales. Los valores se basarán en la clasificación de cuartiles (Q), son tres valores que agrupan la serie en cuatro partes iguales, con el fin de representar la distribución espacial del fenómeno (Fuenzalida; Miranda & Cobs, 2013), la técnica emplea mapas temáticos especialmente mapas de cuartiles (Perdomo & Cuartas, 2009).

Los cuartiles se calculan agrupando la base de datos ordenada en tres partes con la misma cantidad de observaciones, de tal modo que, el cuartil Q1, indica el 25% de las observaciones; el Q2 el 50%, en otras palabras, es la mediana; y el Q3 abarca el 75% de las observaciones (Rodríguez & Crespo, s.f.).

Además, permite observar los valores que están cerca de la media y aquellos valores que muestren los valores atípicos y los valores que se encuentran por encima del valor atípico máximo y por debajo del valor atípico mínimo, valores que se hallan aplicando las fórmulas, $Q2 - 1,5 (Q3 - Q1)$, para el valor atípico bajo y $Q2 + 1,5 (Q3 - Q1)$ para el valor atípico alto (AIS & OPS, 2002).

El análisis se realiza tanto para los casos como para la tasa de ocurrencia de dengue. La tasa se calcula de tal modo que, el numerador indique la cantidad de eventos de una variable (morbilidad o mortalidad) y el denominador, se refiere a la población total que está en riesgo de representar ese evento multiplicado por 100.000 habitantes (Colombia. Así Vamos en Salud, 2009).

El programa empleado para este análisis es ArcGis 9.3 con licencia de la Universidad del Valle, por medio del cual se elaboran los mapas temáticos anuales tanto para la tasa como para los casos de dengue. Este proceso se divide en dos fases: la primera consiste en elaborar los mapas de cuartiles para cada año y, la segunda consiste en elaborar el mapa total del periodo de análisis y sobre este efectuar los cuartiles para cada año (rangos).

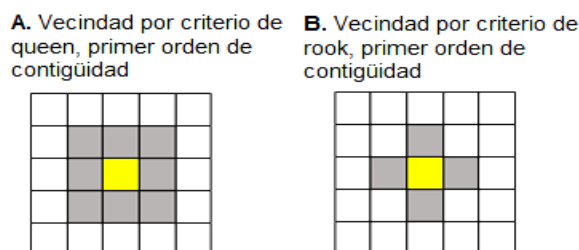
4.3.2 Índice de autocorrelación espacial global de Moran

El índice de Moran es una medida geográfico-estadística que, determina el grado de ausencia o presencia de autocorrelación espacial de manera global, por medio del conjunto de las observaciones de la unidad geográfica, donde los valores están entre -1, 0 y +1. Por tanto, *los valores negativos* expresan los puntos atípicos, una concentración de valores diferentes corresponde a una distribución dispersa; mientras que, *los valores positivos*, indican concentración de valores de análisis similares, lo que expresa la existencia de patrones espaciales; *los valores cercanos a cero*, expresan falta de relación espacial entre el conjunto de análisis, indicando una distribución espacial aleatoria (AIS & OPS, 2002).

Este índice está basado en la ley de Tobler bajo la cual la similitud de los elementos está en función de la distancia entre ellos, por lo tanto a mayor proximidad los objetos se parecen más. Una manera de evaluar la proximidad es por medio de la vecindad entre los polígonos, las unidades geográficas, cálculo que requiere crear un ponderador espacial en una matriz de contigüidad para analizar la relación entre las unidades geográficas (CEPAL & UNICEF, 2010).

Esta matriz de contigüidad se define por la vecindad ya sea de tipo “Queen-reina”, la cual considera en la medición el contacto de todas las unidades geográficas por los vértices y los lados, o de tipo “Rooks-rey” que se ve limitado por sólo vecinos que comparten los lados, ver ilustración 1 (Toral, 2001).

Ilustración 1. Patrones de contigüidad



Fuente: Toral, 2001.

En la ilustración se aprecian casillas de color gris que hacen referencia a los vecinos de la casilla en amarillo y las casillas blancas no se consideran contiguos, puesto que se mide la vecindad de primer orden (Baronio; Vianco & Rabanal, 2012). En este análisis se emplea la contigüidad de tipo “Queen” de primer orden.

Como resultado se obtienen un diagrama de dispersión de Moran univariado, en donde se representa en un plano cartesiano en el eje “X” la variable estandarizada y, en el eje “Y” se representa la variable con retardo espacial de la variable estandarizada. Chasco, en su documento define con rezago espacial, dado por el promedio de las observaciones de los vecinos; también incluye la pendiente de la recta de regresión, ésta indica el valor del estadístico del índice global de Moran, de tal modo que, en cuanto mayor sea el ángulo que la recta forme con las abscisas, significa que hay una fuerte autocorrelación espacial y viceversa (Chasco, s.f.).

Por consiguiente, la ilustración 2 se caracteriza por dividir la asociación espacial en cuatro cuadrantes, en los cuadrantes I y III, la autocorrelación espacial es positiva y en los cuadrantes II y IV, responde a la autocorrelación espacial negativa (Sánchez & Taddei, 2013).

Ilustración 2. Cuadrantes

Cuadrante II B-A	Cuadrante I A-A
Cuadrante III B-B	Cuadrante IV A-B

Fuente: Sánchez & Taddei, 2013.

Estos cuadrantes se describen BA: bajo-alto, AA: alto-alto, BB: bajo-bajo y AB: alto-bajo, como se describe más adelante en el análisis de conglomerados.

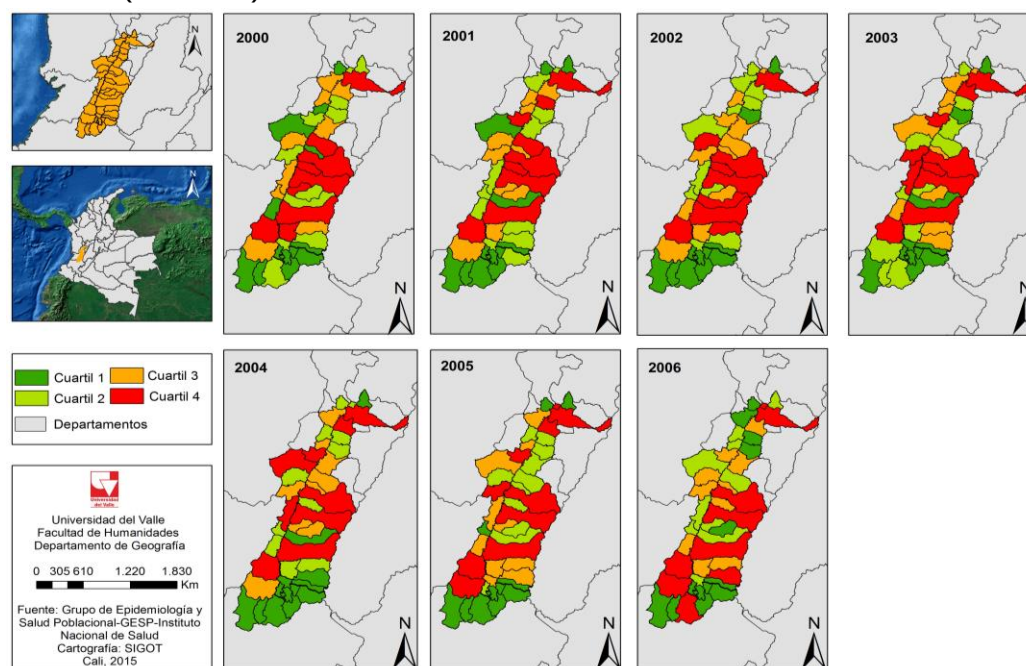
4.4 RESULTADOS

4.4.1 Análisis de tendencia espacial de los casos de dengue (cuartiles)

Un primer análisis multianual se muestra en los mapas 2 y 3 donde se encontró que, los municipios que presentan una concentración de la ocurrencia de casos de dengue con niveles altos están distribuidos en los municipios de Cali, Buga, Palmira y Tuluá, que se mantienen año tras año, aunque hay municipios que también presentan niveles altos y se encuentran dispersos al norte como Pereira, Cartago y Roldanillo.

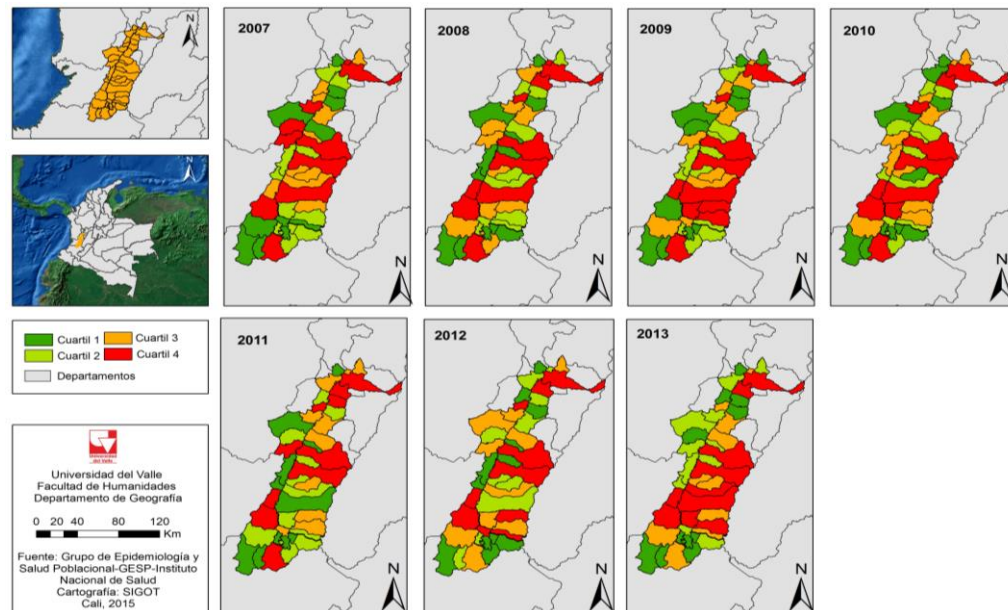
Se observa en el mapa 2 que los valores del cuartil bajo mostró para el 2000-2006 una distribución espacial dispersa, correspondiente a los municipios del departamento del Cauca, Corinto, Miranda, Padilla, Villa Rica y Guachené.

Mapa 2. Ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006 (cuartiles)



Elaboración propia.

Mapa 3. Ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013 (cuartiles)

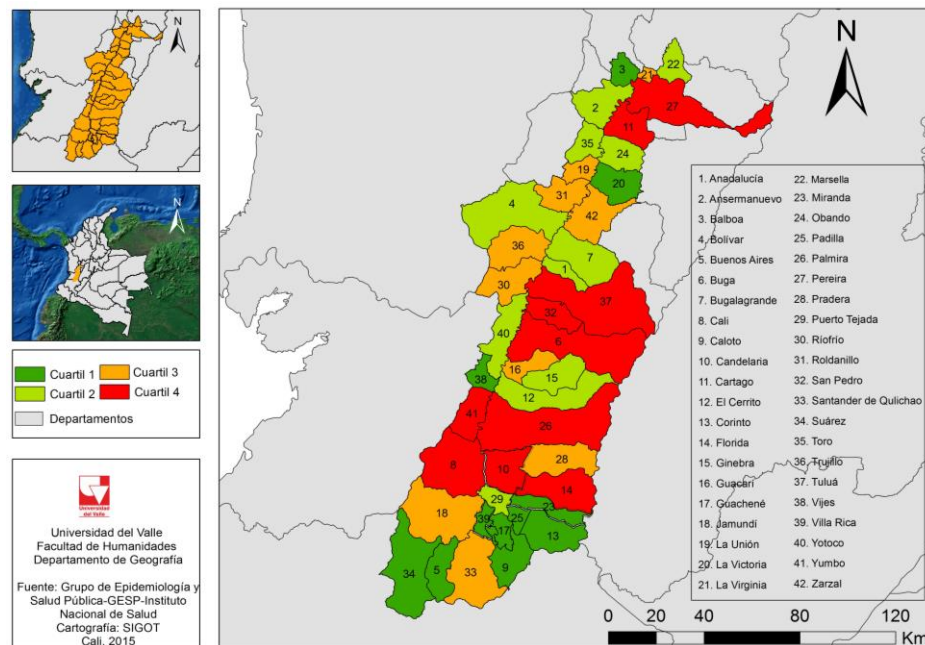


Elaboración propia.

En los mapas 2 y 3 también se analiza un cambio a través de los años donde los municipios que están al sur del área de estudio pasan del cuartil 1 al cuartil 2 aumentando la ocurrencia de casos e inclusive presentando un aumento significativo para el municipio de Santander de Quilichao. También se señala que el municipio de Bolívar presentó bajos registros de casos de dengue pero sólo en el 2004 aumenta significativamente mostrándose en el cuartil 4 de ahí empiezan a bajar los registros de casos de dengue. Los registros de casos de dengue del cuartil 4 tratan de mantenerse en el tiempo en algunos años sus registros disminuyen y pasan a un cuartil inferior como por ejemplo Cali en el 2009, Palmira en el 2011 y 2012.

En cuanto a los registros que se distribuyen en los cuartiles 2 y 3 se analiza que los registros corresponden a 13.558 casos de dengue distribuidos de manera dispersa, y los registros más altos fueron de 101.868 casos de dengue alcanzando a septuplicar a los cuartiles medios, ver mapa 4.

Mapa 4. Ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013 (cuartiles)



Elaboración propia.

Además, se analiza que el 25% del cuartil 4 los municipios presentan registros altos de casos de dengue distribuidos en tres grupos: al norte del área de estudio está Pereira y Cartago. El segundo grupo conformado por Cali, Palmira, Yumbo, Candelaria y Florida, cabe resaltar que Florida a través de los años de estudio se posicionó en los cuartiles más bajos y en el 2006, 2009 y 2013 se posiciona en el cuartil más alto, como viene a ser representado en el análisis total. Por último, el tercer otro grupo representado por Buga, San Pedro y Tuluá ha permanecido en el tiempo indicando los mayores registros de casos de dengue, ver mapa 4.

Cabe resaltar que a lo largo del periodo de estudio Cali es uno de los municipios que registró altos casos de dengue (44.837) y se analiza que sus municipios vecinos también hacen parte de este cuartil; mientras que, el cuartil 1 se distribuyen al sur del área de estudio conformado por 6 municipios del departamento del Cauca con un registro de 615 casos de dengue en todo el periodo de tiempo y los demás están dispersos en el área de estudio, ver mapa 4.

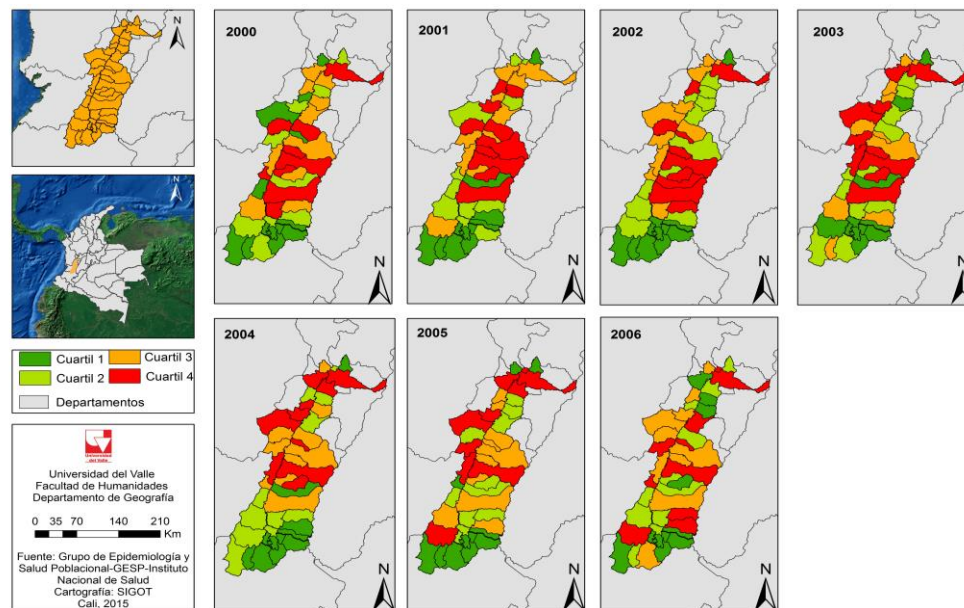
Por otro lado, el análisis de la ocurrencia de los casos de dengue se analizan mediante los cuartiles, en este sentido aplicando los rangos del total (2000-2013) a cada uno de los años de estudio, los cuales se encuentran en la segunda parte del análisis de tendencia espacial. Este análisis resulta contrastante de acuerdo a los resultados encontrados en este apartado, en la medida que, hay un área sombreada que cubre casi toda la totalidad (aproximadamente entre el 70% y el 92%) expresándose en una homogeneidad los casos de dengue que pertenecen al rango más bajo, ver anexos 1 y 2.

4.4.2 Análisis de tendencia espacial para la tasa de dengue (cuartiles)

Del mismo modo, se analiza la tasa de incidencia de los casos de dengue, puesto que, la tasa ajusta el número de los casos por la población en riesgo (Moreno; López & Corcho, 2000), permitiendo diferenciar el comportamiento de los casos de dengue con relación al tamaño de la población de cada uno de los 42 municipios, ver mapas 5 y 6.

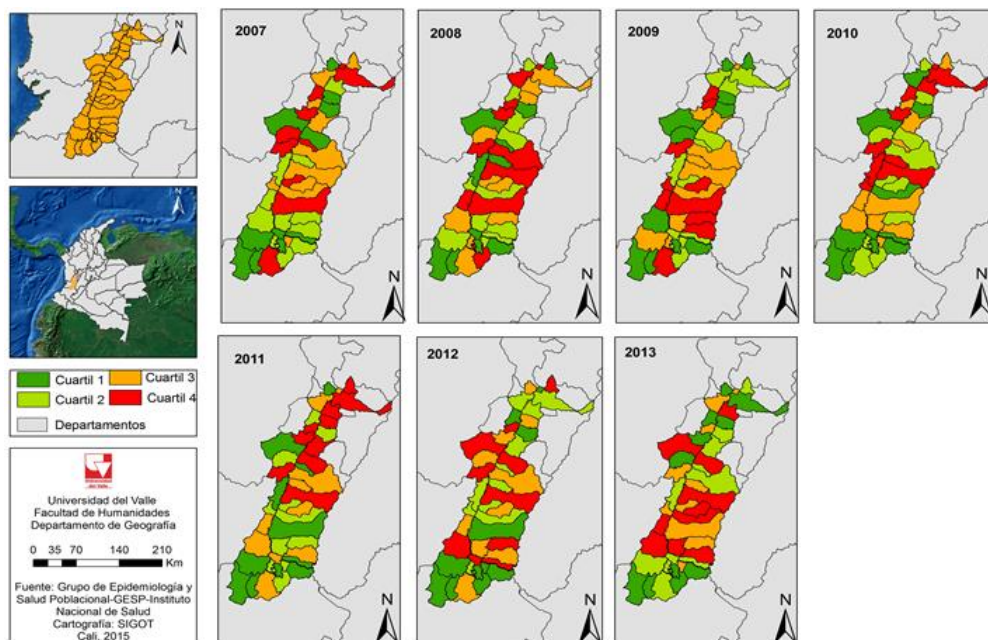
El análisis multianual de la tasa como se analiza en el mapa 5 muestra que, se presentan tasas bajas de incidencia de casos de dengue por 100.000 habitantes (cuartil 1), los cuales se mantienen a lo largo de los años. Las principales ciudades del área de estudio, Buga, Tuluá, Cartago, Palmira y Pereira tienen una condición con valores altos de incidencia de casos de dengue por 100.000 habitantes (cuartil 4).

Mapa 5. Tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006 (cuartiles)



Elaboración propia.

Mapa 6. Tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013 (cuartiles)

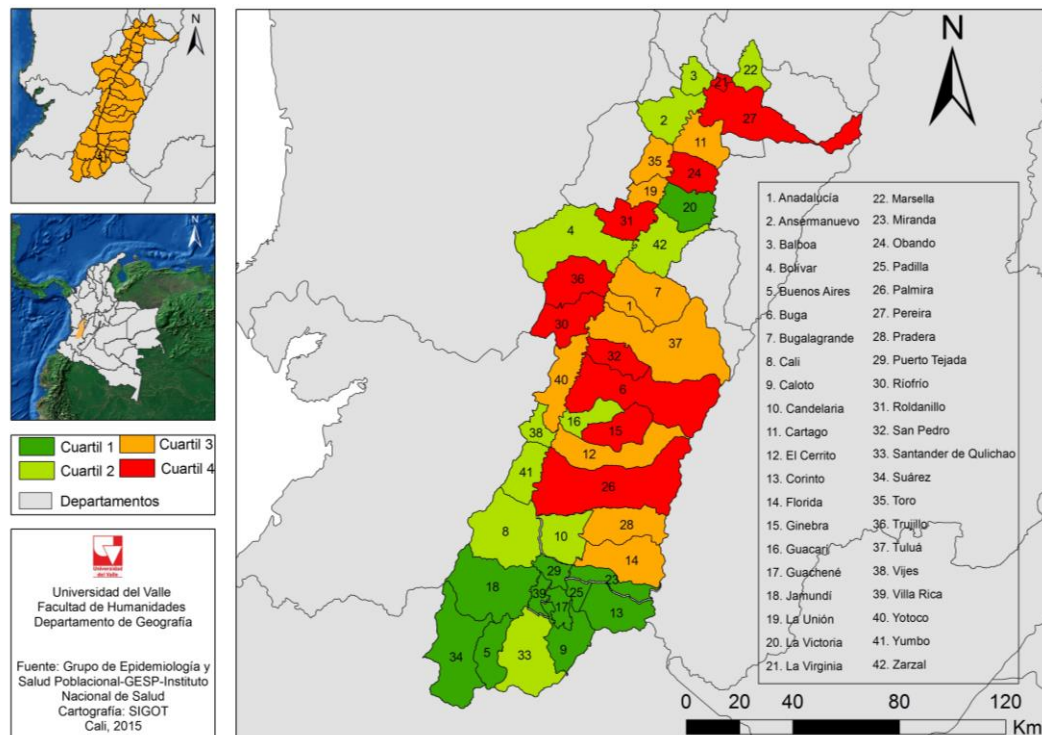


Elaboración propia.

Además, en el mapa 6 se aprecia heterogeneidad en la tasa de incidencia de los casos de dengue en los diferentes municipios, presentando condiciones de ocurrencias altas que luego pasan a ser bajas, por dar un ejemplo, Palmira se mantiene con una tasa alta de incidencia de casos de dengue alto en el 2007, del mismo modo para Cali en el 2012 y 2013.

A continuación, en el mapa 7 se observa la tasa de ocurrencia de casos de dengue de todo el periodo de estudio donde los municipios del cuartil 4 son Palmira, Buga, Pereira, Obando, Roldanillo, Trujillo, Riofrío, San Pedro, Buga, Ginebra y Palmira con tasas de ocurrencia de casos superiores a 2728,30 por cada 100.000 habitantes.

Mapa 7. Tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013 (cuartiles)



Elaboración propia.

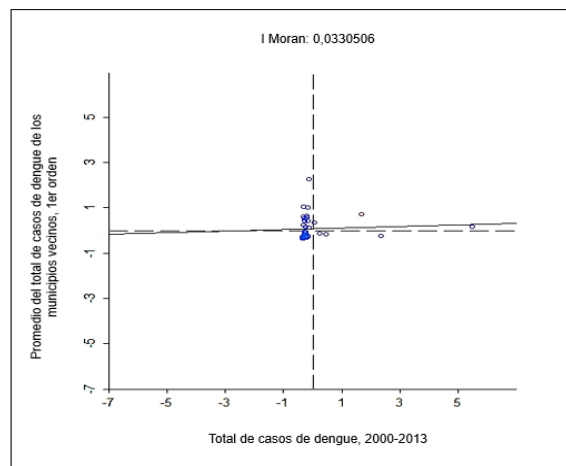
Por otro lado, los municipios que presentan las tasas más bajas se distribuyen al sur del área geográfica (corresponde al 23% del total de los municipios) con una tasa que alcanzan los 988,68 por cada 100.000 habitantes. En cuanto a los municipios que pertenecen al cuartil 3 presentan tasas entre 2160,25 y 2728,29 por cada 100.000 habitantes. Cabe señalar que el municipio de Cali en este análisis de tasa hace parte del cuartil más bajo con tasas entre 988,69 y 2160,24 por cada 100.000 habitantes.

Por consiguiente, en el análisis de la tasa de ocurrencia de dengue realizados mediante los cuartiles se aplicará el mismo análisis pero por rangos. En el análisis anual de la tasa de casos de dengue presentan similitud en un 80% del total de los municipios al hacer parte del rango más bajo, ver en los anexos 3 y 4.

4.4.3 Análisis de autocorrelación espacial global para la ocurrencia de los casos y tasa de dengue

Los resultados muestran en la gráfica 2 que la mayoría de los casos de dengue se mantienen en el cuadrante III, donde la variable casos de dengue es un valor bajo rodeada de municipios vecinos con valores bajos. Adicionalmente muestra la nube de puntos y una línea de tendencia que reflejan una correlación positiva, pero muy cercana a cero con un estadístico de 0,033, indicando que existe el índice de Moran aunque es muy débil.

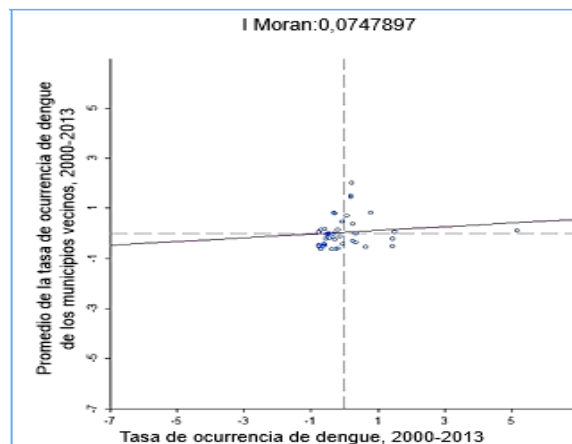
Gráfica 2. Correlación espacial I Moran del total de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013



Elaboración propia.

Por otra parte, los resultados para la tasa de dengue en la gráfica 3 muestran que el diagrama de dispersión presenta una autocorrelación espacial positiva a lo largo del periodo de estudio, aunque hay municipios que presentan valores similares, pero el índice de Moran es muy débil, con un estadístico de 0,07. Por tanto, su cercanía a cero no permite la existencia de un patrón espacial.

Gráfica 3. Correlación espacial I Moran de la tasa de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013



Elaboración propia.

En esta gráfica se observa que los valores altos en registros de tasa de ocurrencia de casos de dengue están rodeados por municipios vecinos con valores similares referentes al cuadrante I, se encuentran los municipios de San Pedro, Buga, Ginebra, El Cerrito, Guacarí, Candelaria, Florida, Yumbo y Pradera. Entre los municipios que presentan valores bajos rodeados de valores similares referentes al cuadrante III se encuentran los municipios del departamento del Cauca.

Por último, los municipios que presentan valores altos rodeados de municipios que presentan valores bajos de la tasa de ocurrencia de casos de dengue, hacen parte del cuadrante IV y se encuentran los municipios de Cartago, Bugalagrande, Bolívar, Cali y La Virginia.

Este análisis multianual del índice de autocorrelación de Moran tanto para los casos como para la tasa de ocurrencia de casos de dengue permiten concluir que, hay ausencia de patrones espaciales, donde el valor observado de la variable (casos y tasa) en una localización determinada es independiente del promedio de la variable promedio total de los municipios vecinos, puesto que, los valores que fueron hallados deberían estar relacionados con la localización geográfica para la existencia de patrones espaciales.

5 EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE CONGLOMERADOS DE LA OCURRENCIA DE CASOS DE DENGUE EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA ENTRE 2000-2013

5.1 INTRODUCCIÓN

Un análisis espacial cuantitativo que estudia el fenómeno que se distribuye en el espacio como la concentración de los casos de dengue en conglomerados de municipios, se organizan en cinco clases de riesgo: alto-alto, bajo-bajo, bajo-alto o alto-bajo y cuando no hay significancia (Anselin, 2005).

El análisis de cluster permite la identificación de áreas homogéneas y si existe o no patrones espaciales que expliquen su comportamiento (AIS & OPS, 2002), identificar los conglomerados de una enfermedad como el dengue permite asociarla a una ubicación geográfica y no al azar (Carriño, 2006).

El presente trabajo evalúa la presencia de conglomerados de la ocurrencia de casos de dengue en la parte plana del valle geográfico del río Cauca, para el periodo de tiempo establecido.

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Autocorrelación espacial local del índice de Moran con Geoda

El análisis de cluster hace parte del análisis exploratorio de datos espaciales, el cual ordena los diferentes objetos (cosas, animales, personas, variables) en grupos, determinando asociaciones homogéneas en función de los valores observados. De tal modo que al final si hay existencia de una distribución homogénea, permita que sea muy contrastante con los demás grupos (Vicente, s.f.). Es un modelo que se basa en el planteamiento de la primera ley de geografía por Tobler, donde indica que, “todas las cosas están relacionadas entre sí, pero

las cosas más próximas en el espacio tienen una relación mayor que las distantes” (Londoño; Restrepo & Marulanda, 2014).

En este contexto, los índices de autocorrelación espacial como herramientas descriptivas permiten analizar la presencia de patrones espaciales estadísticamente representativos, es la forma de identificar si hay concentración o dispersión en los valores (AIS & OPS, 2002), y si sucede en un punto de cualquier área geográfica y acontece en otro punto de la misma área (Chasco, s.f.).

Este indicador local de asociación permite analizar cada unidad geográfica por separado, identificando puntos calientes o hotspots y puntos fríos o coldspots, también los valores atípicos u outliers, éstos últimos corresponden a los valores que no tienen relación con la tendencia observada (Cuadros, 2012).

Es un método que descompone el índice de Moran, de tal modo que, analiza en cuánto contribuye cada unidad espacial frente al valor del gráfico de dispersión del índice global de Moran, generando un valor de significancia para los diferentes clusters que se forman sobre la base de los valores de cada unidad espacial (Buzai & Baxendale, 2004 En Lucero & Celemín, 2008), utilizando diferentes criterios para conformar los agrupamientos de acuerdo al software y al interés del investigador.

Por consiguiente, para el desarrollo del objetivo que busca identificar los posibles agrupamientos de los municipios del valle geográfico del río Cauca, se procede a aplicar el índice de autocorrelación espacial local, desarrollando la siguiente expresión para hallar el índice, ver ilustración 3.

Ilustración 3. Fórmula del Índice Local de Moran

$$I_i = x_i - \bar{x} \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

Fuente: Cuadros, 2012.

Donde X_i , es el valor de la unidad territorial; $\bar{X}$ Promedio, indica el promedio de las observaciones vecinas; W_{ij} es el peso entre las observaciones, el tipo de vecindad que se le asigna (Cuadros, 2012).

En cuanto al tema del peso, es conocida como la matriz de interacciones espaciales o matriz de proximidades espaciales (W_{ij}) donde, i : define las filas de la matriz y j : define las columnas de la matriz. En cuanto a la codificación, se asigna un 1 cuando hay vecindad y un 0 cuando no la hay, de acuerdo al orden de vecindad establecida, como se detalló en el índice global de Moran. Esta matriz permite identificar la existencia o ausencia de zonas aglomeradas, matriz que se mapifica, reflejando la intensidad de interdependencia entre las regiones i, j (Moreno & Vayá, 2000 En Baronio; Vianco & Rabanal, 2012).

Esta matriz de peso se completa de la siguiente manera, donde la asignación de un cero (0) indica ausencia de autocorrelación espacial y el uno (1) señala presencia de autocorrelación espacial, de esta manera se le asigna el peso a cada unidad territorial (Baronio; Vianco & Rabanal, 2012), ver ilustración 4.

Ilustración 4. Matriz de Pesos Espaciales

		A	B	C	D	E
	A	0	1	1	0	0
	B	1	0	1	1	0
	C	1	1	0	1	1
	D	0	1	1	0	1
	E	0	0	1	1	0

Fuente: Baronio; Vianco & Rabanal, 2012.

Se obtiene como resultado dos mapas temáticos utilizando el software gratuito Geoda, un producto, es el mapa de cluster que permite identificar los agrupamientos entre las unidades territoriales determinando áreas homogéneas, de tal modo que, al final el agrupamiento sea muy similar entre ellos pero que sea muy contrastante con los demás agrupamientos frente a las unidades territoriales

del área de estudio, con la aplicación de este método se espera identificar patrones espaciales (AIS & OPS, 2002).

Luc Anselin menciona que este método de análisis de cluster mediante el Geoda reconoce cinco formas de conglomerados espaciales como se describen enseguida (Anselin, 2005):

- Alto-Alto: hace referencia a una unidad territorial que presenta un valor alto rodeada de unidades territoriales con valores altos, conocidos también como hotspots, son valores que están por encima de la media de la variable de interés.
- Bajo-Bajo: se refiere a una unidad territorial que presenta un valor de análisis bajo rodeada de unidades territoriales con valores bajos. Valores que están por debajo de la media de la variable de interés, se conocen como coldspots.
- Bajo-Alto y Alto-Bajo: se refieren a la unidad territorial que presenta un valor bajo rodeada de unidades territoriales con valores altos y viceversa.
- Relación no significativa: hace referencia a las unidades territoriales que no se relacionan con los valores de las unidades vecinas.

Este índice identifica las zonas heterogéneas, la concentración espacial, una visualización de asociación espacial local, y mide el grado de concentración ya sea alta o baja. Es una forma de analizar como el territorio está relacionado con lo que sucede en sus áreas cercanas (CEPAL & UNICEF, 2014).

El otro mapa que se obtiene es el de significancia, el cual proporciona información adicional respecto al nivel de significancia, este presenta las agrupaciones a nivel local (Anselin, 2005). Hace referencia a la probabilidad con la que el investigador estaría dispuesto a arriesgarse para cometer un error en la toma de decisión de rechazar la hipótesis nula (Buzai & Baxendale, 2004 En Lucero & Celemín, 2008).

En este sentido, se refiere el promedio de la variable objeto entre el 1% y el 5% de las unidades territoriales, indicando dónde los valores bajos y los valores altos se agrupan espacialmente (Anslein, 2005).

5.2.2 *Análisis de conglomerados con Satscan*

El empleo del software gratuito Satscan versión 9.3, es un modelo que se basa en la distribución de probabilidad de Poisson, es una forma de evaluar los agrupamientos en el espacio, en el tiempo y en tiempo-espacio, con el fin de analizar si el fenómeno que se estudia está distribuido de manera aleatoria en el espacio o en tiempo-espacio (Kulldorff, 2015).

Se caracteriza por emplear unas ventanas, primero, para generar el cluster temporal, el cual se mueve mediante una ventana por el tiempo, permite la entrada de datos definidos por el tiempo en el orden de año, mes y día (Perdomo & Cuartas, 2009).

Segundo, el cluster espacial, permite la entrada de datos espaciales por medio de la ventana espacial, recibe los datos de las coordenadas geográficas de las unidades espaciales a trabajar, la longitud y la latitud. Se encarga de generar una cuadrícula sobre toda el área de estudio, donde los puntos de las rejillas son establecidos por las coordenadas geográficas de cada unidad territorial, creando un sin número de círculos geográficos y como resultado genera los clusters (Kulldorff, 2015).

Por último, el cluster espacio-temporal, responde a una ventana del software que se mueve en tiempo y espacio, permitiendo realizar un análisis retrospectivo para cada posible ubicación geográfica (Kulldorff, 2015).

Para aplicar esta metodología e identificar los posibles clusters, en la ventana temporal, se procede a elaborar una tabla de Excel que dispone de las fechas de

inicio y finalización de las semanas epidemiológicas y, el número de casos de dengue ocurridos para el valle geográfico del río Cauca en el periodo 2000-2013.

Ampliando un poco el tema de las semanas epidemiológicas, hay años que cuentan con 52 y otros con 53 semanas. Los años 2007, 2009 y 2013 reportaron 53 semanas epidemiológicas, pero, de acuerdo a la OMS estos años sólo comprenden 52 semanas epidemiológicas, por lo tanto, la cantidad de casos de dengue de la semana 53 fueron sumados a la semana 52 de los respectivos años (OPS, s.f.).

Luego en otra hoja de Excel, se establecen las coordenadas geográficas y por último, el dato de la población anual para cada municipio. Este análisis arroja en sus resultados en un archivo .txt, donde muestra la cantidad de clusters y cada uno de ellos con sus respectivas coordenadas geográficas y el código de las unidades espaciales en cuestión (municipios), y genera el radio del cluster en formato shape.

También incluye el riesgo relativo (RR), el cual evalúa la probabilidad de incidencia de las consecuencias negativas de un evento hacia una población, este riesgo compara, la tasa de incidencia de la población que está expuesta a enfermarse respecto a la población que no lo está (Ávila & Expósito, 2011).

Este RR se clasifica de tres maneras, uno, si $RR > 1$, favorece la aparición del evento; dos, si $RR < 1$, es un factor protector en la aparición del evento y, tres, si $RR = 1$, es indiferente (Kulldorff, 2015). Para esta investigación se generaron los clusters espaciales y espacio-temporales mensuales los cuales serán mapeados.

5.3 RESULTADOS

5.3.1 Autocorrelación espacial local del índice de Moran con Geoda

5.3.1.1 Análisis de autocorrelación espacial local de la ocurrencia de los casos de dengue

En el mapa 8 de cluster para los años 2000 al 2006 se observa que hay un agrupamiento bajo-bajo, indicando que los municipios presentan valores bajos rodeados de municipios vecinos con valores bajos, o también conocidos como coldspots, con niveles de significancia del 0,01 y el 0,05, señalando que es el error que se debe asumir para reconocer la existencia del cluster.

Mientras que los clusters que presentan el valor alto-alto para el año 2000, 2004 y 2006 se observa a Tuluá con un nivel de significancia del 0,01, San Pedro y Yotoco con un nivel de significancia del 0,05 cada uno, los cuales se agrupan por presentar valores similares frente a la tasa de dengue, en otras palabras, hay un 95% de fiabilidad para reconocer el cluster.

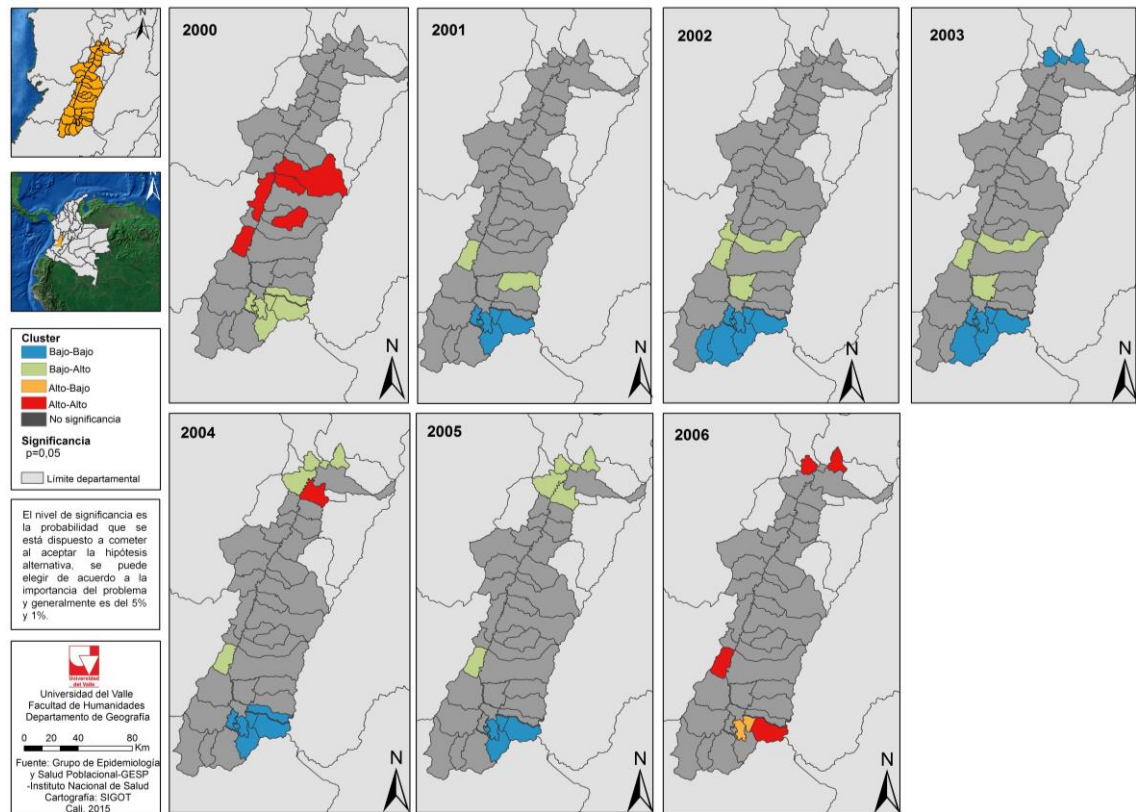
Además, los municipios de Ginebra y Yumbo con niveles de significancia del 5% cada uno, indican que hay un cluster, aunque se agrupen entre ellos mismos, queriendo decir que, estos municipios por sí solos se agrupan y cuentan con valores alto-alto, pero sus municipios vecinos no alcanzan ese nivel de significancia (ya sea del 0,05 o el 0,01) para agruparse, ver mapa 8.

Los municipios que presentan un mayor riesgo de ocurrencia de casos de dengue (hotspots), tal como se aprecia para el año 2000 en el área sombreada de color rojo, en la parte centro del área de estudio, se visualiza por ejemplo que, Tuluá, San Pedro y Yotoco conforman un cluster.

Los demás años presentan clusters con valores de casos de dengue bajos rodeados de otros municipios vecinos que también presentan casos de dengue bajos, municipios del Cauca localizados al sur del valle geográfico del río Cauca,

indicando un 95% de las posibilidades de que se genere un cluster con un error del 0,05 y en otras del 00,1.

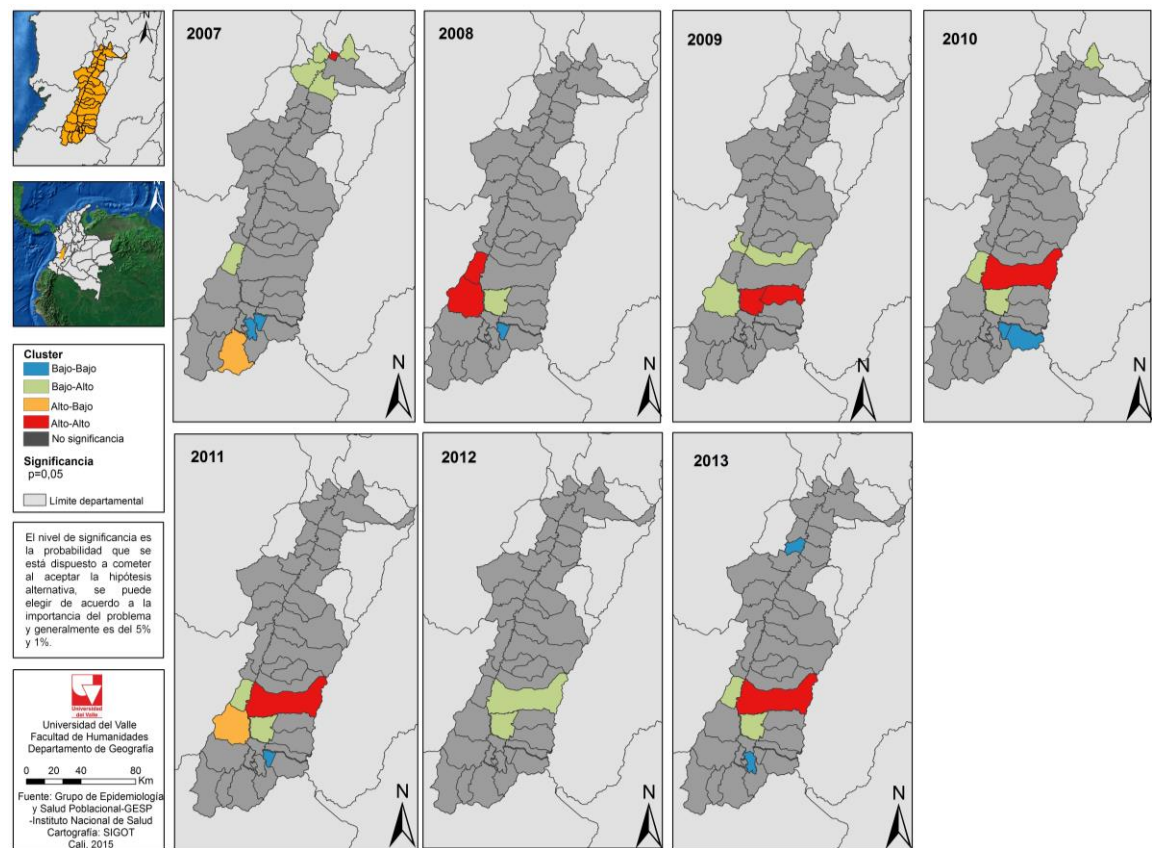
Mapa 8. Cluster de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006



Elaboración propia.

En el mapa 9 se aprecia que los hotspots se distribuyen al sur del valle geográfico del río Cauca, con niveles de significancia alto (0,01 y 0,05), indicando que fueron las zonas de mayor riesgo de ocurrencia de dengue correspondiente a los municipios de Palmira, Cali, Yumbo, Candelaria, Pradera y La Virginia; y los coldspots al norte del área de estudio, con niveles de significancia altos, indicando que estos municipios presentan un menor riesgo de ocurrencia de casos de dengue.

Mapa 9. Cluster de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013

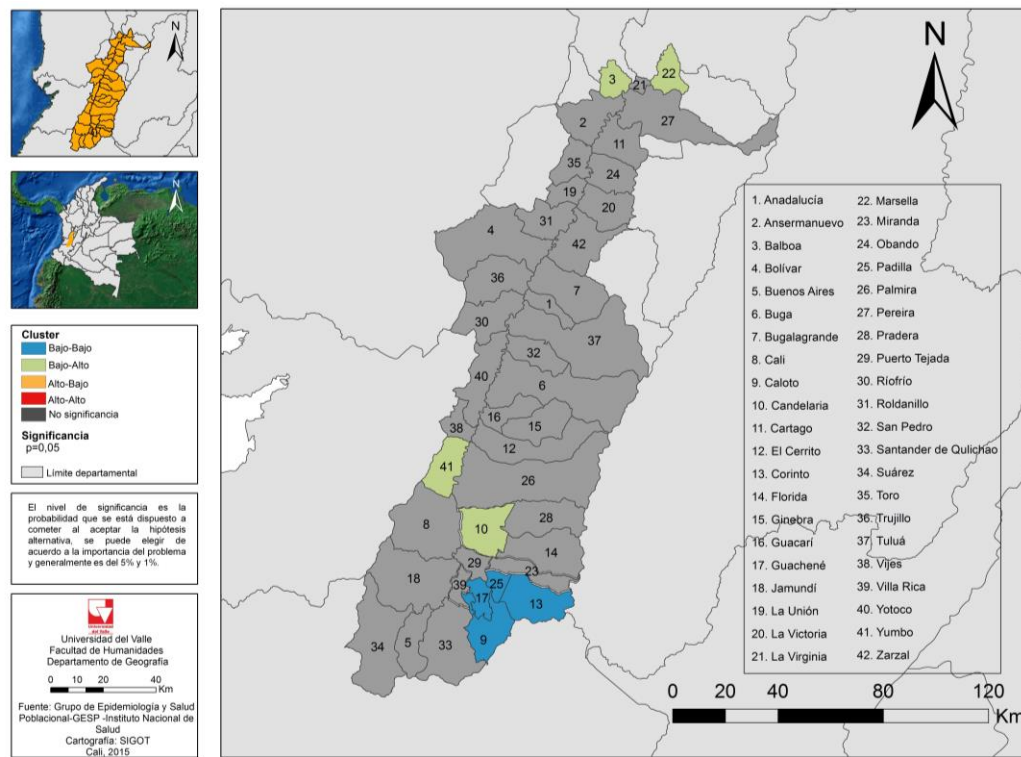


Elaboración propia.

Cabe resaltar que en el 2000 los hotspots (alto-alto) están agrupados en el sector centro del área de estudio, al pasar al 2006 se ven más dispersos al norte y al sur; y en el 2013 el hotspot es el municipio de Palmira está en el sector centro. Estos se agrupan por compartir datos de casos de dengue similares con otros municipios, y también se han agrupado como alto-alto siendo un solo municipio porque sus vecinos no alcanzan el mismo nivel de significancia para hacer parte del agrupamiento.

A continuación, se presenta el mapa 10 de cluster del total de los casos de dengue del periodo de análisis, en el cual se aprecian los coldspots (bajo-bajo) y municipios con valores de ocurrencia de casos de dengue bajo-alto.

Mapa 10. Cluster de la ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2013



Elaboración propia.

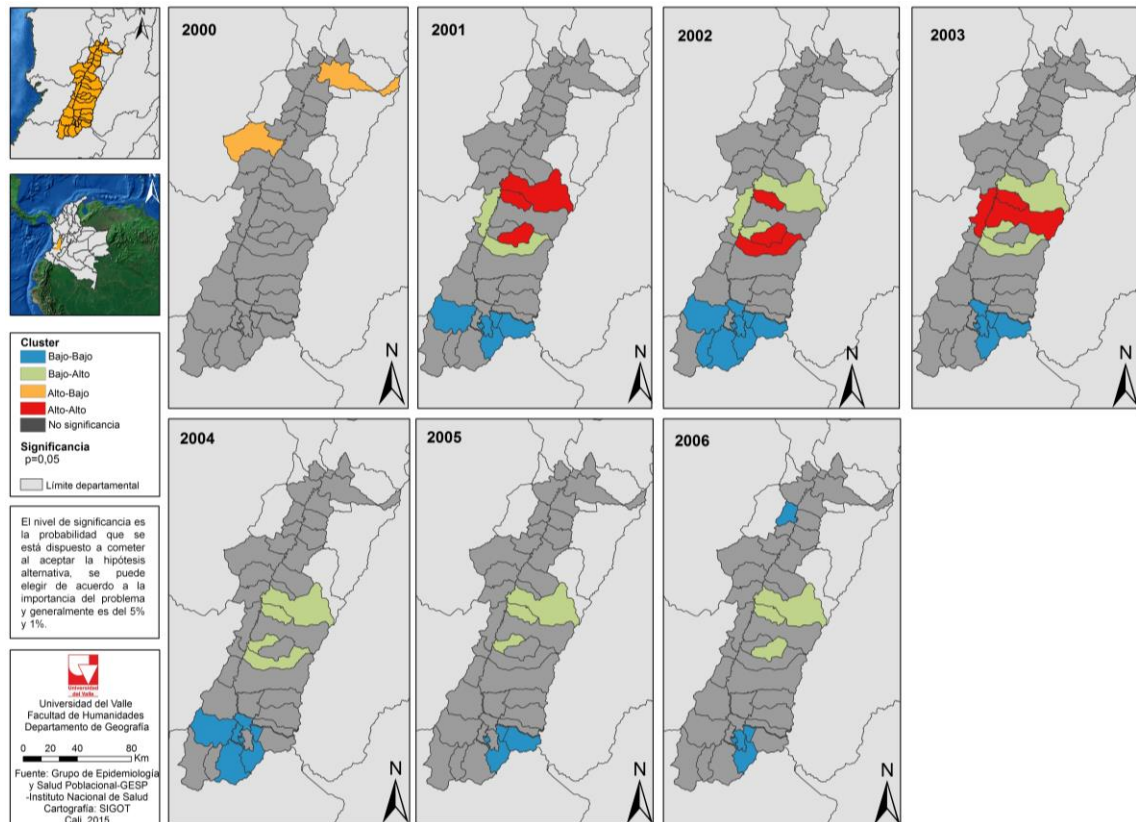
Los municipios que presentan valores que se agrupan como bajo-bajo debido a que poseen valores similares, muestra municipios con niveles de significancia del 0,05, cluster que se distribuye al sur del área de estudio como son Caloto, Guachené, Padilla y Corinto; y los clusters con valores bajo-alto, Yumbo y Candelaria (al sur), y Balboa y la Marsella (al norte).

5.3.1.2 *Análisis de autocorrelación espacial local para la tasa de ocurrencia de casos de dengue*

La tasa de incidencia de dengue para la periodicidad del 2000 al 2006 responden a una variabilidad entre los agrupamientos, donde se presentaron cluster de mayor riesgo de los aumentos de casos de dengue entre el 2001 y 2003, con una significancia del 95%, reconociendo la existencia de los clusters distribuidos en la

parte centro del área de estudio; mientras que los municipios que presentan valores de casos de dengue bajos rodeados de municipios que manifiestan valores similares se distribuyen al sur del área, con niveles de significancia que permiten reconocer los clusters bajo-bajo, ver mapa 11.

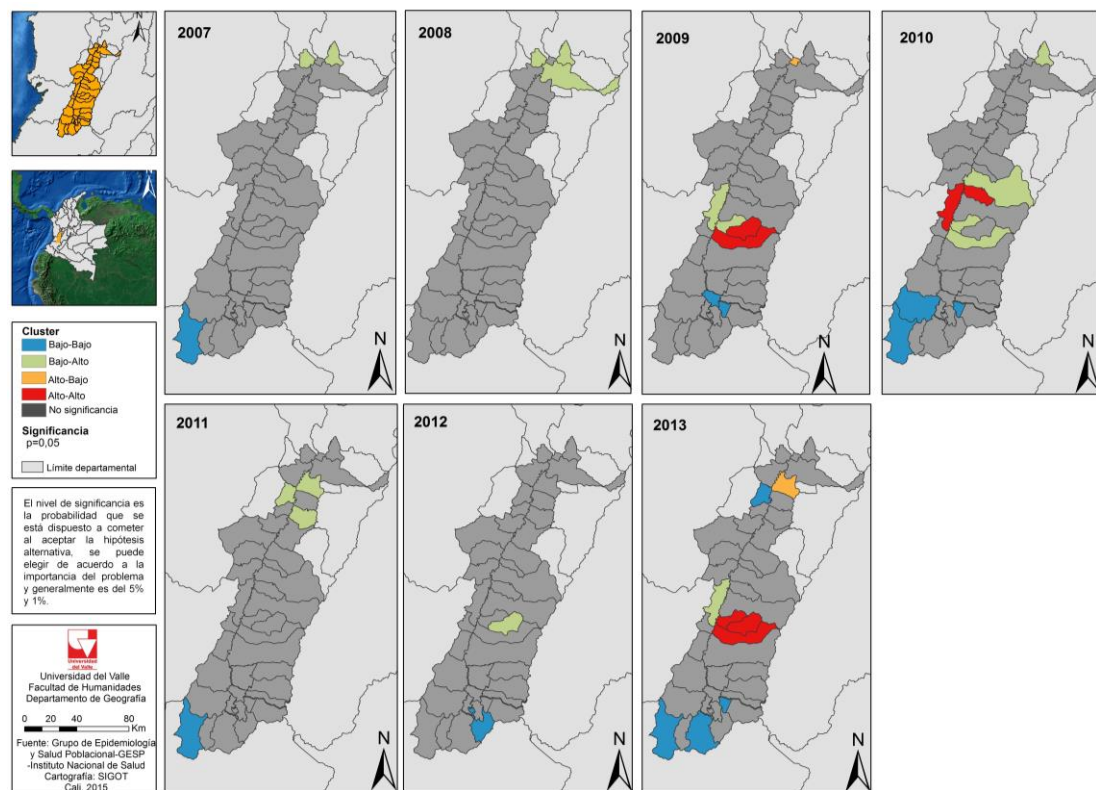
Mapa 11. Cluster de la tasa de la ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006



Elaboración propia.

A continuación, los clusters para el periodo 2007 al 2013, permite identificar municipios que concentran valores $p=0,01$ y $p=0,05$, que tienen tasas de ocurrencia de dengue altas y bajas, pero hay mayor permanencia a lo largo de los años con clusters de tasas de ocurrencia de casos dengue bajo-bajo y bajo-alto, y el resto de los municipios representados por el color gris no son significativos para generar clusters, ver mapa 12.

Mapa 12. Cluster de la tasa de ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013



Elaboración propia.

A continuación, se presenta el análisis del cluster total del periodo de la tasa de ocurrencia de los casos de dengue, donde los municipios de Corinto, Puerto Tejada, Villa Rica, Caloto, Santander de Quilichao, Buenos Aires, Padilla y Jamundí, conforman un cluster con valores de la tasa de ocurrencia de dengue bajo-bajo, éstos indican valores bajos de la tasa de incidencia de casos de dengue rodeado de municipios que presentan las mismas condiciones con un nivel de significancia del 95%, ver mapa 13.

Cluster

- Bajo-Bajo
- Bajo-Alto
- Alto-Bajo
- Alto-Alto
- No significancia

Significancia
p=0.05

— Limite departamental

El nivel de significancia es la probabilidad que se está dispuesto a cometer al aceptar la hipótesis alternativa, se puede elegir de acuerdo a la importancia del problema y generalmente es del 5% y 1%.

Universidad del Valle
Facultad de Humanidades
Departamento de Geografía

Fuente: Grupo de Epidemiología y Salud Poblacional-GESP
Instituto Nacional de Salud
Cartografía: SIGOT
Cali, 2015

1. Anadalucía	22. Marsella
2. Ansermanuevo	23. Miranda
3. Balboa	24. Obando
4. Bolívar	25. Padilla
5. Buenos Aires	26. Palmira
6. Buga	27. Pereira
7. Bugalagrande	28. Pradera
8. Cali	29. Puerto Tejada
9. Caloto	30. Riofrio
10. Candelaria	31. Roldanillo
11. Cartago	32. San Pedro
12. El Cerrito	33. Santander de Quilichao
13. Corinto	34. Suárez
14. Florida	35. Toro
15. Ginebra	36. Trujillo
16. Guacari	37. Tulua
17. Guachené	38. Vijés
18. Jamundí	39. Villa Rica
19. La Unión	40. Yotoco
20. La Victoria	41. Yumbo
21. La Virginia	42. Zarzal

Por otro lado, el cluster de la tasa de ocurrencia de casos de dengue con valoración bajo-alto está representado por los municipios de Tuluá, Yotoco, Guacarí, Ginebra y El Cerrito, con valores de $p=0,05$ y $p=0,01$ indicando que existe entre un 95% o 99% de las posibilidades para reconocer el cluster de la tasa de ocurrencia de los casos de dengue bajo-alto.

49

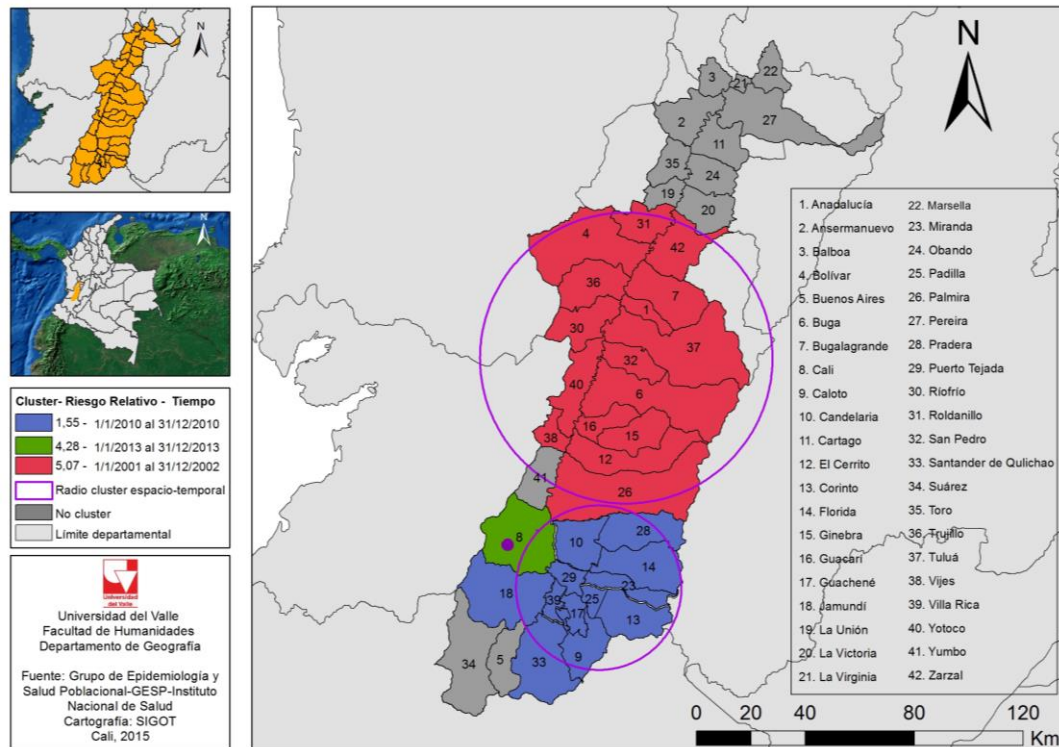
5.3.2 Análisis de conglomerados con Satscan

Este análisis de agrupamientos se aplica sólo para la ocurrencia de los casos de dengue, por tanto, tiene en cuenta: el número de casos de dengue, la población y las coordenadas geográficas de los municipios objeto de estudio, lo que permite generar los clusters mensuales tanto espacio-temporal como espacial. A continuación, se muestra el resultado del escaneo espacio-temporal mensual detectando tres clusters significativos con un valor $p < 0.000000000000000001$.

En el mapa 14, se observa el primer cluster (el área sombreada de color rosado), que va desde el 1 enero de 2001 al 31 de diciembre de 2002, abarcando 16 municipios (38,1% de los municipios) al norte del área de estudio, Andalucía, Bolívar, Bugalagrande, Buga, El Cerrito, Ginebra, Guacarí, Palmira, Riofrío, Roldanillo, Yotoco, Zarzal, Tuluá, Trujillo, Vijes y San Pedro; con un total de 15.044 casos dengue, con una aproximación de 878,9 casos de dengue por año por cada 100.000 habitantes (para todo el periodo 2000-2013), y con una expectativa de casos de 3.299,49; lo cual hace referencia a la cantidad de casos esperados frente a la cantidad de población y casos ocurridos. Indicando un RR de 5,07 veces que los demás municipios que no hacen parte de este cluster.

El segundo cluster (el área sombreada de color azul), va desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2010, localizados al sur del área de estudio, donde el 28,6% de los municipios (de 42 municipios) cuentan con un total de 1.715 casos de dengue, y cada año con una aproximación de ocurrencia de 297,6 casos para el total de la población (562.993 habitantes), además, el resultado señala que, 1110,79 serían los casos de dengue esperados de acuerdo al historial de los municipios, indicando un RR de 1,55 veces que los otros municipios del área geográfica de estudio.

Mapa 14. Cluster espacio-temporal mensual de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca



Elaboración propia.

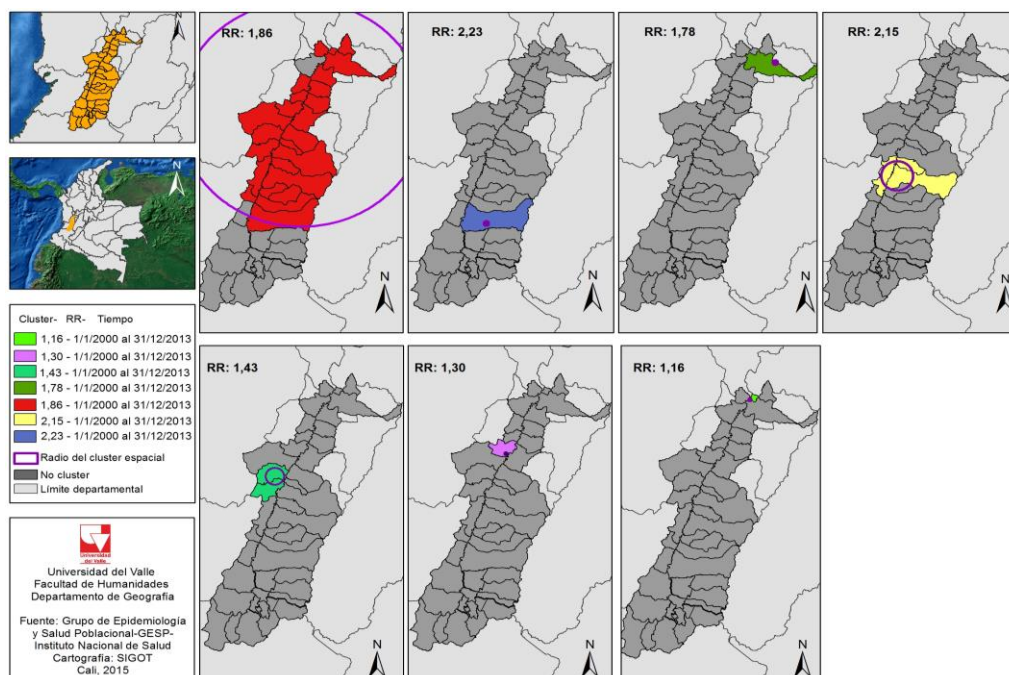
El último cluster, encierra al municipio de Cali, desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2013, con una población de 2.157.895 habitantes, presentando un total de 17.035 casos de dengue, durante ese tiempo se presentó un RR 4,28 veces comparado con los municipios que no hacen parte de este agrupamiento.

A manera de conclusión, el primer cluster descrito presentó el mayor RR comparado con los otros clusters indicando cuatro veces el riesgo que el segundo cluster; y el tercero muy cerca del primero, mostrando tres veces el riesgo que los municipios que están por fuera de éste.

Por último, se presenta el análisis espacial (mensual), este escaneo espacial detectó siete clusters significativos con un valor $p < 0.000000000000000001$, para la

temporalidad 1 de enero al 31 de diciembre de 2013. En el mapa 15, el primer cluster (un área sombreada de color rojo) con 25 municipios al norte del área de estudio presentó 1.593.203 habitantes, indicando que el reporte fue de 61.186 casos de dengue, con una expectativa que ocurrieran 42998,70 casos de dengue, los municipios de este cluster indican un RR de 1,86 veces comparado con los municipios que no están en este cluster.

Mapa 15. Cluster espacial mensual de la ocurrencia de los casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca



Elaboración propia.

En este mapa el cluster es significativo puesto que, contiene a los demás clusters que se describen a continuación. Buga, Yotoco y San Pedro con un total de 24.287 casos de dengue indicaron un RR 2,15 veces de ocurrencia de dengue comparado con los demás clusters; Palmira con un RR 2,23 veces, Trujillo y Riofrío con un RR de 1,43 veces, Roldanillo con un RR de 1,30 veces y por último, La Virginia con un RR de 1,16 veces comparado con los municipios que no hacen parte de estos agrupamientos.

6 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA OCURRENCIA DE LOS CASOS DE DENGUE Y EL CLIMA EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA ENTRE 2000-2013

6.1 INTRODUCCIÓN

Las variaciones en el clima están relacionadas con cambios de inmigración, distribución de enfermedades, pérdidas de las cosechas, problemas alimenticios, entre otros, impactando a los asentamientos humanos (Meléndez; Ramírez; Sánchez & Cravioto, 2008). Esas variaciones provocan efectos negativos en la salud de la sociedad, puesto que, algunos de los problemas en salud están asociados a las precipitaciones y a la temperatura extrema (sequías e inundaciones), provocando cambios en las tasas de morbilidad y mortalidad por enfermedades infecciosas, donde las personas mayores de edad y los niños son los más susceptibles a estos cambios (Seguinot, 2012).

En el contexto de los casos de dengue la relación con el clima es directa (Hernández; Rodríguez & Luzanía, s.f.), tal como lo afirma el Dr. Rawlins que, durante los largos periodos de precipitaciones permite unas condiciones propicias para que se reproduzcan las larvas del mosquito, además, la temperatura influye en la reproducción del vector (Philip, Barbados & West, 2002), generando modificaciones en los patrones espaciales y aumentando la probabilidad de la aparición de los aumentos de casos de dengue (Pérez, 2011).

En este marco el presente capítulo analiza la relación entre la ocurrencia de casos de dengue y la precipitación y temperatura de acuerdo a los conglomerados resultantes del análisis desarrollado en el capítulo anterior. Se seleccionan estos conglomerados porque tiene en cuenta el espacio y tiempo de la ocurrencia de los casos de dengue, además porque brinda más información en cuanto al riesgo relativo de los casos y si se encuentra relación con la influencia de las variables climáticas.

6.2 MÉTODO

El punto de inicio son los clusters significativos identificados en el capítulo anterior. Cada cluster presentó sus respectivas fechas dentro del periodo de estudio, con las que se relacionaron las variables climáticas (precipitación y temperatura). Para este análisis, se le incluyen dos meses de registro de temperatura y de precipitación tanto para el antes y el después de la fecha de cada cluster espacio-temporal.

Los datos climáticos fueron suministrados por CENICAÑA y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) al Grupo de Epidemiología y Salud Poblacional–GESP de la Universidad del Valle. De la base de datos salió un registro de 48 estaciones climatológicas teniendo en cuenta la cercanía de la estación con los municipios, luego hubo un filtro que tuvo en cuenta las estaciones con menos datos faltantes para el periodo de estudio quedando así 22 estaciones y con base a esto, varios municipios toman los registros climáticos de una estación.

Las 22 estaciones que se emplearon del IDEAM: San Marcos; y de CENICAÑA: Aeropuerto, Amaime, Bugalagrande, Candelaria, Cartago, Cenicaña, Corinto, El Naranjo, Guacarí, Jamundí, La Paila, La Virginia, Meléndez, Miranda, Ortigal, Palmira La Rita, Pradera, Santander de Quilichao, Tuluá, Viterbo y Yotoco. Las unidades de la temperatura medida en grados Celsius (°C) y la precipitación en milímetros (mm).

La información se tomó para el 2000 al 2013, los datos están tomados diariamente. Con esta información se realizan las respectivas gráficas descriptivas, en las cuales se representan dos variables, en el eje de ordenadas a la izquierda va la temperatura (°C) o precipitación (mm), y en el eje de ordenadas del lado derecho se posicionan los casos de dengue. La temperatura y los casos dengue se grafican mediante líneas y la precipitación en columnas. En el eje de la

parte inferior, el periodo de tiempo (meses), el cual hace referencia a las fechas de los clusters identificados en el objetivo anterior.

6.3 RESULTADOS

Con base a lo anterior se identificaron tres clusters espacio-temporal mensual, que serán relacionados con la temperatura y la precipitación como se observan en este capítulo. Algunas de las gráficas serán expuestas en el documento las demás harán parte de los anexos.

6.3.1 Clima y ocurrencia de casos dengue (cluster espacio-temporal mensual)

A continuación, se analiza la relación entre precipitación y temperatura frente a la ocurrencia de los casos de dengue para cada uno de los municipios que hacen parte del cluster espacio-temporal (mensual), con un rango temporal de noviembre de 2009 hasta febrero de 2011, abarcando 16 meses.

6.3.1.1 Clima y ocurrencia de los casos dengue en noviembre 2009 - febrero 2011

Este análisis está relacionado con el cluster espacio-temporal mensual del 1 de enero al 31 de diciembre de 2010, abarcando 12 municipios al sur del área de estudio, Candelaria, Florida, Jamundí, Pradera, Corinto, Guachené, Caloto, Puerto Tejada, Miranda, Padilla, Santander de Quilichao y Villa Rica.

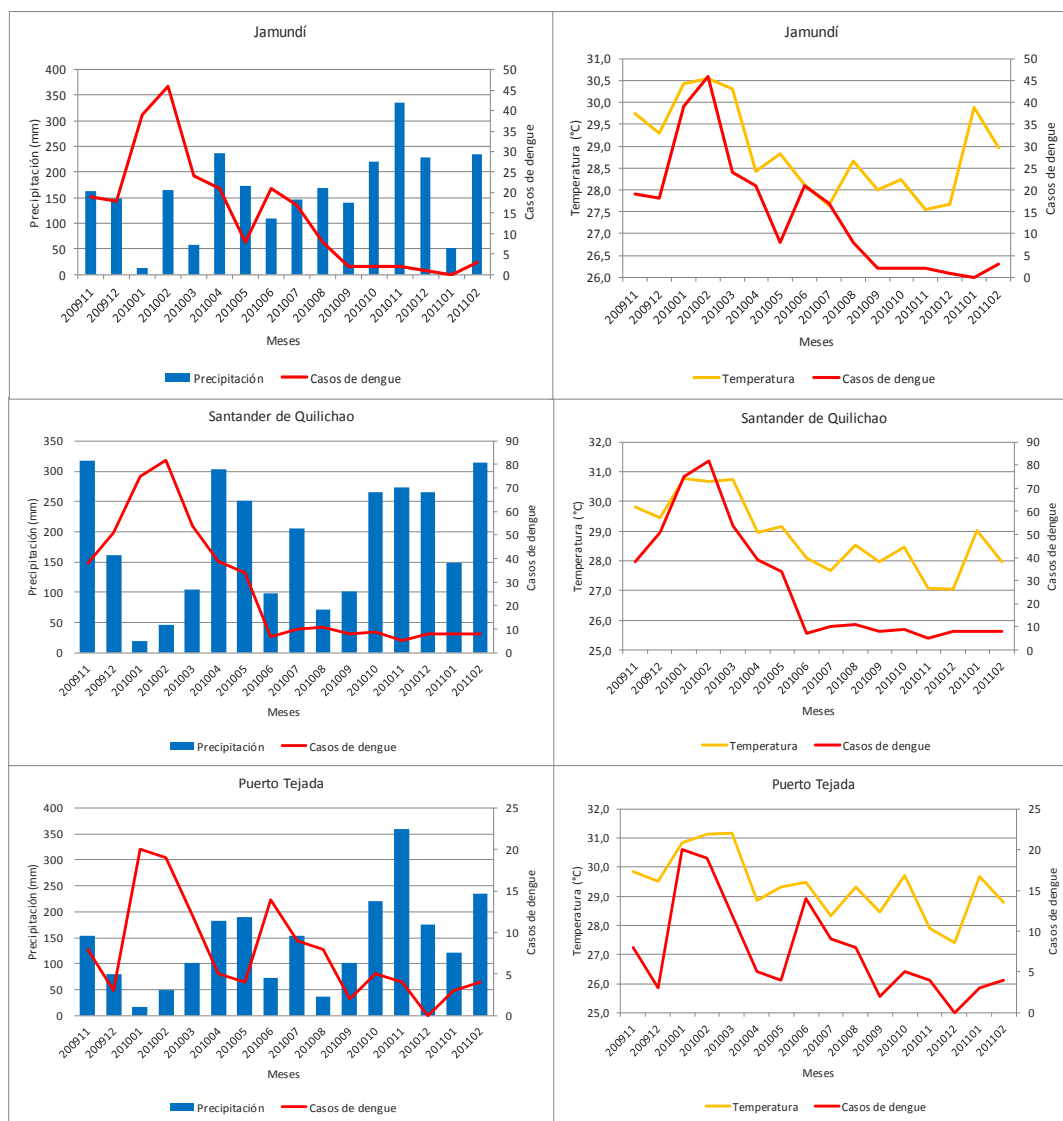
Para este periodo las precipitaciones presentan una distribución con un total promedio de 2.189 mm para los 16 meses; en Jamundí la ocurrencia de los casos de dengue presentan un aumento de casos desde diciembre de 2009 a marzo de 2010, un comportamiento antecedido por precipitaciones fuertes y con una temperatura de 31,6 °C en su pico alto, por otro lado, entre junio y agosto ocurre otro aumento de casos con 21 casos de dengue, donde se observa una relación marcada con la línea de la temperatura, contando con precipitaciones superiores a los 100 mm/mes, ver gráfica 4.

En Santander de Quilichao, la línea de los casos de dengue no es tan marcada con la línea de la temperatura, aunque si bien, se observa que al disminuir la temperatura del mismo modo disminuye la ocurrencia de casos de dengue. El aumento de casos inicia desde diciembre de 2009 hasta marzo de 2010 y su pico más alto alcanza a afectar a 82 personas con dengue; de esa fecha la línea de los casos de dengue decrece significativamente en un 91,4% del total de los casos de dengue, ver gráfica 4.

Puerto Tejada muestra que el aumento de casos de dengue ocurre entre diciembre de 2009 a abril de 2010, con un máximo de 20 casos de dengue, este aumento de casos cuenta con el 49,1% del total de casos de dengue registrados para el periodo analizado (los 16 meses), el comportamiento de la ocurrencia de estos casos de dengue se mantuvo por debajo de la línea de la temperatura y, en relación con las precipitaciones de 429 mm durante los cuatro meses (19,1% del total de las precipitaciones en los 16 meses) que duró el aumento de casos. Después, emerge otro aumento de casos entre mayo a octubre de 2010 y su pico máximo está muy cerca de la línea de la temperatura, ver gráfica 4.

Los municipios que hacen parte de este cluster espacio-temporal mensual muestran una relación no tan definida con la temperatura, aunque se observa que, al disminuir esta variable disminuye con ella la ocurrencia de casos de dengue. Por otro lado, el comportamiento de las precipitaciones frente a la ocurrencia de los casos de dengue evidencia que los aumentos de casos ocurren en los meses menos lluviosos, comparación que se puede ver en los anexos 11 y 12.

Gráfica 4. Relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Jamundí, Santander de Quilichao y Puerto Tejada, noviembre 2009- febrero 2011



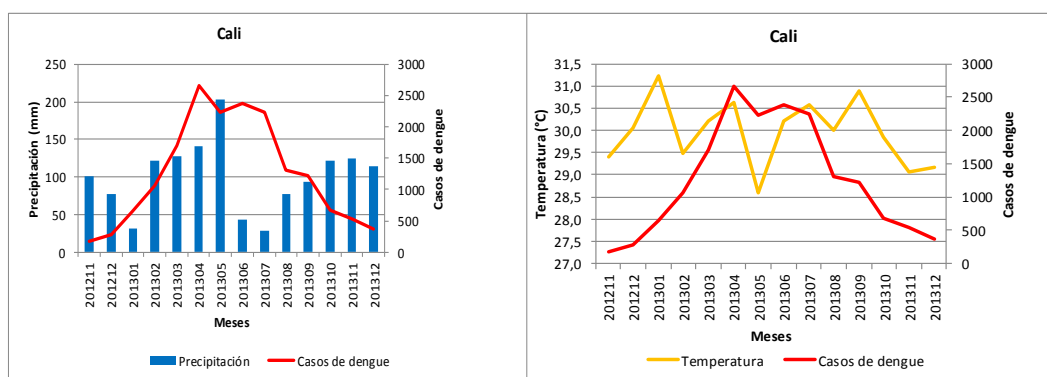
Elaboración propia.

6.3.1.2 Clima y ocurrencia de los casos de dengue en noviembre 2012- diciembre 2013

Este análisis está relacionado con el cluster espacio-temporal mensual del noviembre de 2012 sal 31 de diciembre de 2013, incluyendo sólo al municipio de Cali. En la siguiente gráfica 5, se expone la ocurrencia de los casos de dengue,

para este periodo de 14 meses mostrando un aumento de casos de dengue que se mantuvo a lo largo del tiempo, que tuvo fuerza de diciembre de 2012 hasta diciembre de 2013, alcanzando su pico máximo al afectar a 2.657 personas; este aumento de casos estuvo relacionado con una temperatura de 31,6°C y precipitaciones de 140 mm/mes.

Gráfica 5. Relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Cali, noviembre 2012- diciembre 2013



Elaboración propia.

Además, Cali es uno de los municipios que presenta altos aumentos de casos comparado con los anteriores, tiende a mantener un comportamiento de precipitaciones relativamente constantes con temperaturas también relativamente favorable, además de ser la capital del Valle del Cauca, cuenta con 2.307.168 habitantes.

6.3.1.3 *Clima y ocurrencia de los casos de dengue en noviembre 2010-febrero 2003*

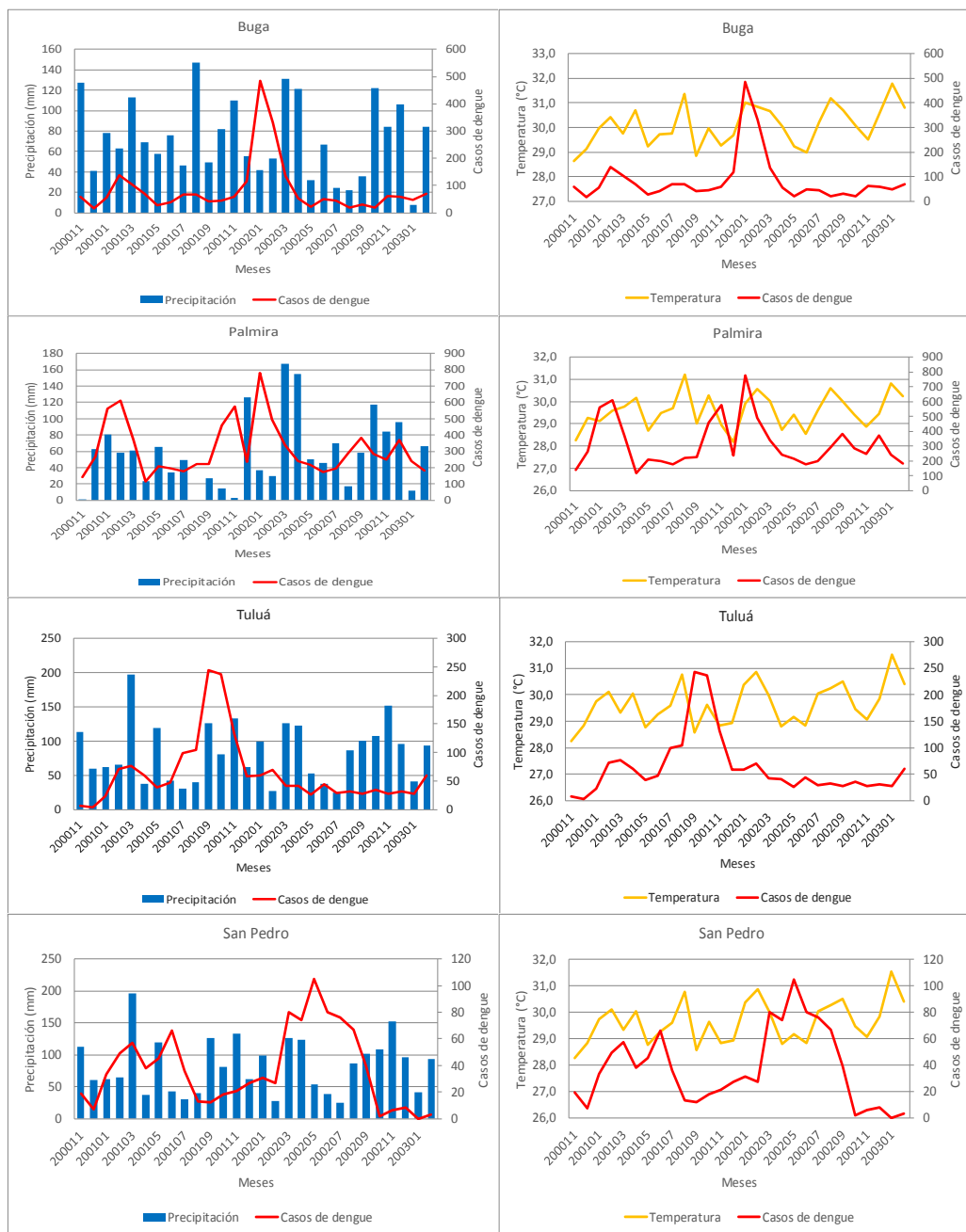
Este análisis hace referencia al cluster espacio-temporal mensual de los casos de dengue durante el 1 de enero de 2001 al 31 de diciembre de 2002, abarcando 16 municipios, Andalucía, Bolívar, Buga, Bugalagrande, El Cerrito, Guacarí, Ginebra, Palmira, Riofrío, Roldanillo, San Pedro, Tuluá, Vijes, Yotoco y Zarzal, estos se encuentran en la parte centro del área de estudio, corresponden al cluster con

mayor cobertura comparado con los otros clusters espacio-temporales mensuales, abarcando 28 meses para el análisis relacional entre el clima y la ocurrencia de casos de dengue.

Para empezar, el municipio de Buga muestra un aumento de casos de dengue que inicia en noviembre de 2001 hasta mayo de 2002, con un total de 1.196 casos (51,6%), contando con un pico máximo de 484 casos de dengue en enero de 2002, este pico está muy relacionado con la línea que representa la temperatura (31,0°C). Este análisis cuenta con meses relativamente lluviosos entre los 100 mm/mes y los 147 mm/mes, aunque el aumento de casos está asociado con las precipitaciones más inferiores contrastada con los demás meses del análisis, y los meses más lluviosos han mostrado picos de dengue inferiores a los 150 casos de dengue, ver gráfica 6.

Según la gráfica 6 el municipio de Palmira muestra un pico máximo, entre noviembre de 2000 a abril de 2001 indicando el 23,4% del total de los casos de dengue; este pico de dengue contó con meses lluviosos.

Gráfica 6. Relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Buga, Palmira, Tuluá y San Pedro, noviembre 2000- febrero 2003



Elaboración propia.

El municipio de Tuluá muestra un aumento de casos a lo largo de todo el periodo del análisis de noviembre de 2000 a febrero de 2003, con dos altos y bajos

registros de ocurrencia de dengue, el pico máximo fue del 13,9% del total de la ocurrencia de dengue, donde el comportamiento del pico superó la línea de la temperatura, pero el resto de registros de dengue estuvieron muy por debajo de la línea de esta variable climática, luego se presentó un descenso del pico en mayo de 2002, con un registro inferior a 60 casos de dengue, ver gráfica 5.

Por último, el municipio de San Pedro muestra dos aumentos de casos con sus picos de dengue superiores a los 50 casos, y se conservan a lo largo del periodo del análisis, cuando alcanza los 66 casos muestra una relación definida con la línea de la temperatura de 29,3°C, y las precipitaciones son superiores a los 100 mm/mes. Entre abril y junio de 2002 la línea de los casos de dengue sobrepasa la línea de la temperatura, de ahí en adelante se observa un descenso significativo (llegando a una inferioridad de 3 casos de dengue).

Los demás municipios que hacen parte de este cluster espacio-temporal mensual muestran un comportamiento relativamente similar a los clusters anteriores, ver en los anexos del 13 al 16.

7 DISCUSIÓN

7.1 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Dentro de los hallazgos para el análisis de la distribución espacial de la ocurrencia de los casos de dengue de acuerdo a las notificaciones durante el periodo de estudio mostraron una distribución relativamente homogénea, donde los municipios con más registros de ocurrencia de casos de dengue asociados al cuartil 4 alcanzan los 101.868 casos de dengue, septuplicando los cuartiles 2 y 3, siendo el municipio de Cali el que aporta el mayor número de casos de dengue correspondiente al 44% del total de casos de dengue de todo el periodo de estudio; y los municipios que se mantuvieron con registros bajos por dengue se distribuyeron al sur del área de estudio.

Por otro lado, en el análisis univariado multianual para los casos de dengue y tasa de ocurrencia de casos de dengue, su valor del I Moran fue de 0,03 y 0,07 respectivamente, corresponden a una distribución espacial aleatoria, resultados que indican una baja autocorrelación entre las variables analizadas. Análisis donde no se identificaron patrones espaciales por la debilidad de los estadísticos de Moran.

Los resultados del análisis de autocorrelación espacial local -LISA, tanto para los casos como para la tasa de ocurrencia de dengue con un nivel de significancia del 95%, muestra que los valores bajo-bajo de ocurrencia de casos de dengue se localizan al extremo sur del área de estudio, en el departamento del Cauca, mientras que, los valores alto-alto correspondieron a municipios localizados en el departamento del Valle del Cauca.

En cuanto al análisis de conglomerado realizado con el software Satscan se determinó que la mayor concentración espacio-temporal mensual de la ocurrencias de casos de dengue fue en la parte centro-norte del área de estudio, abarcando 16 municipios y durante el periodo del 1 enero de 2001 al 31 diciembre

2002, las personas que vivían en estos municipios durante ese tiempo presentaron un RR de 5,07 veces comparado con los otros municipios afectando al 38% del total de los municipios distribuidos en gran parte de los municipios del Valle del Cauca.

Otro cluster se identificó solo para el municipio de Cali con un RR de 4,28 veces, por el alto registro de casos de dengue que este municipio aporta. Por último, el menor RR fue de 1,55 veces encontrándose en los municipios que se localizan al sur del valle geográfico.

En el contexto relativo entre el clima y la ocurrencia de los casos de dengue se tiene que algunos estudios concluyen que los picos máximos y/o los aumentos de casos de dengue coinciden que el factor relevante es la temperatura (Mena; Troyo; Bonilla & Calderón, 2011) como lo es para este estudio donde la ocurrencia de casos de dengue analizado en las gráficas está influenciado por el comportamiento de la temperatura, que al aumentar esta variable aumentan los casos de dengue y viceversa.

Estudios indican que una temperatura de 29,5°C resulta ser favorable para la propagación del vector; además, para su longevidad y fecundidad, la temperatura debe estar entre los 22°C y 30°C (Beserra; De Castro; Dos Santos; Santos & Fernandes, 2006), en este marco, los municipios del valle geográfico del río Cauca presentan temperaturas dentro de un rango aproximado entre 27°C y 32°C, sumándose a la explicación de la ocurrencia de los casos de dengue en esta área de estudio.

En la relación entre las precipitaciones y la ocurrencia de los casos de dengue, las precipitaciones muestran un comportamiento constante, correspondiente a fuertes lluvias, por el impacto del fenómeno de La Niña presente entre el 2010 y 2011 donde se presenta un descenso en los registros de ocurrencia por dengue.

Además, otros estudios apuntan a una correlación positiva entre precipitaciones y el vector debido a que después de las precipitaciones surgen los aumentos de casos (Rubio, Pérez, Infante, Comach & Urdaneta, 2011). Pero, cuando se trata de fuertes precipitaciones su efecto es inverso, lo que ayuda a disminuir los vectores y con ello disminuye la propagación del dengue (OSMAN, 2012).

Estos son algunos referentes que permiten entender un poco la relación entre el comportamiento de la ocurrencia de los casos de dengue y las precipitaciones, en este análisis y de acuerdo con los autores mencionados, se tiene que, los meses con lluvias fuertes y constantes no presentaron picos o aumentos de casos altos de dengue, por el contrario, el descenso de las lluvias resultaron ser favorables para la disminución de los registros de los casos de dengue.

Inclusive en un estudio de la Universidad de Colima³ resalta que, registros máximos de precipitación aproximadamente con un mes anterior al pico máximo o aumento de casos de dengue resulta ser determinante para la propagación de los casos de dengue (González, 2010). Se puede estar de acuerdo ante estas afirmaciones puesto que, algunos municipios como Roldanillo, Zarzal, Bugalagrande, Andalucía, El Cerrito y Yotoco se acercan ante ese comportamiento.

También se puede agregar que en el anexo 9 por ejemplo se observa que los municipios de Caloto, Villa Rica y Corinto cuentan con precipitaciones altas y bajos registros de casos de dengue, este resultado es similar a un estudio realizado en Costa Rica donde consideraron que altas precipitaciones pero bajas temperaturas generan pocos casos (Mena; Troyo; Bonilla & Calderón, 2011), del mismo modo,

³ GONZÁLEZ, Rocío. Estudio Sobre la Relación Entre la Incidencia del Dengue y la Variabilidad Climática en Colima. Colombia, 2010. Tesis. Universidad de Colima. Disponible en internet: http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Rocio_Gonzalez_Saucedo.pdf

en otros lugares donde han reportado la ocurrencia de la enfermedad ha sido consecuencia del incremento de la temperatura afectando la dinámica del vector (Castrillón; Castaño & Urcuqui, 2014) asociándose con los resultados obtenidos en este estudio.

7.2 DISCUSIÓN DE LA METODOLOGÍA

Al comparar el análisis de los casos y la tasa de ocurrencia de los casos de dengue empleando el análisis los cuartiles año a año, resulta ser más acertado para representar los niveles de incidencia de la enfermedad, puesto que, se detallan los registros mediante los cuatro cuartiles distribuidos en el área de estudio; mientras que, el análisis realizado mediante rangos establecidos muestra a casi todos los municipios con tasa bajas.

En cuanto al empleo de las dos metodologías de conglomerados se tiene que, el análisis por medio del software Geoda agrupa a los municipios de acuerdo a sus municipios vecinos y cuenta con un nivel de significancia del 0,05 haciendo referencia el error que se está dispuesto al aceptar un agrupamiento; mientras que, el análisis de conglomerados con el software Satscan permite acercarse más a la realidad porque tiene en cuenta el espacio y el tiempo en que ocurren los casos de dengue y muestra el nivel de riesgo al que está la población y genera el agrupamiento. Con base a estas características metodológicas éste último resulta ser más aplicable para la enfermedad al brindar información del riesgo, de tal modo que las entidades de salud puedan aplicar programas de prevención o de promoción.

Por último, en cuanto a la metodología utilizada para relacionar la incidencia de los casos de dengue con las variables climáticas (precipitación y temperatura) se puede decir que, son importantes para el análisis de acuerdo a los resultados obtenidos, aunque sería aún mejor tener en cuenta más variables para un estudio a futuro incluir más variables climáticas, características sociales, ambientales

(arbustos, árboles, plantas que almacenen agua) y económicas de la población que influyen en la propagación de la enfermedad.

Dentro de las fortalezas cabe señalar que se contó con bases de datos de las instituciones respectivas, los análisis permiten acercarse para contribuir en temas de la salud. Por otro lado, las dificultades que se encontraron en el desarrollo del estudio son: la falta de algunos datos de las bases de datos para lograr un mejor análisis, por ejemplo en el registro de los casos de dengue como ocurrió para el municipio de Guachené que no presentó registros de casos lo que se puede atribuir al no registrar la enfermedad por parte de la población ante las entidades de salud.

8 CONCLUSIONES

Este estudio identifica los municipios que tienen una mayor ocurrencia de casos dengue y los municipios que posiblemente podrían llegar a serlo (los municipios que presentaron bajos registros de casos de dengue), por tanto, este análisis es un primer acercamiento para controlar el aumento y/o propagación de la enfermedad desde una mirada geográfica.

El análisis se desarrolla mediante la aplicación de los SIG, contribuyendo a los procesos de planificación como en el ordenamiento del territorio y su relación con la geografía de la salud, buscando identificar los aumentos de casos de dengue y, contribuir con información a las entidades de vigilancia epidemiológica. Todo esto va direccionado a una mejora en la calidad de vida de los habitantes de un área determinada que de alguna manera contribuye a la toma de decisiones territoriales.

Los registros de casos de dengue se asociaron con dos variables del clima, sin embargo, cabe señalar que no son las únicas que potencian los aumentos de casos; también están relacionados con las condiciones de los asentamientos poblacionales, de las prácticas sociales y manejo del agua, por ejemplo, cuando hay cortes de agua, hace que se promueva su almacenaje, convirtiéndose en una condición que favorece la presencia de *Aedes aegypti* y *albopictus* y con ello la proliferación de la enfermedad del dengue.

Los lugares o sitios de interés también juegan un papel fundamental en la proliferación de esta enfermedad infecciosa, por ejemplo, chatarrerías, vulcanizadoras, botaderos con objetos que puedan retener agua y los sumideros convirtiéndose en focos que permiten el desarrollo de la proliferación del vector que genera la enfermedad.

La participación interdisciplinaria en este campo es algo reconocible como la inclusión de geógrafos, biólogos, ambientalistas, médicos, sociólogos entre otros, que contribuyen a la prevención y/o control de la propagación de la enfermedad infecciosa.

Finalmente para análisis futuros es necesario que los sistemas de notificación mejoren los registros de datos, en especial en municipios pequeños en los cuales se observó falta de registro.

BIBLIOGRAFÍA

ACUÑA, Alexandra. Aplicación Cuantitativa en Bioestadística: Análisis Espacial de Incapacidades en Costa Rica en el 2001. En: Revista Gestión. [En línea]. Vol. 14, no. 2. 2006. Disponible en: <<http://www.binasss.sa.cr/revistas/rcafss/v14n2/art9.pdf>>

ANSELIN, Luc. Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook. [En línea]. 2005. Disponible en internet: <https://geodacenter.asu.edu/system/files/geodaworkbook.pdf>

AREZZO, Marcos; SELEIMAN, Marcos; HERRERO, Eduardo; MUJICA, Guillermo; LABANCHI, José; ARAYA, Daniel & LARRIEU, Edmundo. Análisis de Cluster y Mapeo Exploratorio del Riesgo Relativo: Equinococosis Quística en la Provincia de Río Negro. [En línea]. Argentina, s.f. Disponible en internet: http://200.123.165.129/archivos/congreso_zoonosis/congreso/resumenes/resumen_mapa_exploratorioRR.pdf

ARGENTINA. MINISTERIO DE SALUD. Enfermedades Infecciosas Dengue, Diagnóstico de Dengue. Guía para el Equipo de Salud. [En línea]. Argentina, 2013. Disponible en internet: <http://www.msal.gov.ar/images/stories/epidemiologia/pdf/guia-dengue.pdf>

AIS & OPS. ÁREA DE ANÁLISIS DE SALUD Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN & ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Manual. Sistema de Información Geográfica en Epidemiología y Salud Pública- SiGEpi. [En línea]. 2002. Disponible en internet: <http://ais.paho.org/sigepi/sp/sigepi/download/Manual%20de%20Usuario.pdf>

ÁVILA, Rafael & EXPÓSITO, María del Carmen. Riesgo Relativo, Sensibilidad y Especificidad: Un Enfoque desde el Análisis Matemático y el Álgebra Lineal. En: Revista Cubana de Informática Médica. [En línea]. Vol. 3, no. 2. 2011. Disponible en: <<http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v3n2/rcim05211.pdf>>

BAR, María. El *Aedes aegypti* y la Transmisión del Dengue. [En línea]. S.f. Disponible en internet: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/artropodos/El%20Aedes%20aegypti%20y%20la%20transmision%20del%20dengue.pdf>

BARONIO, Alfredo; VIANCO, Ana & RABANAL, Cristian. Una Introducción a la Econometría Espacial. Dependencia y Heterogeneidad. [En línea]. 2012. Disponible en internet: <http://www.econometricos.com.ar/wp-content/uploads/2012/11/Espacial.pdf>

BALLESTER, Ferran; DÍAZ, Julio & MORENO, José. Cambio Climático y Salud Pública. Escenarios después de la entrada del Protocolo de Kioto. [En línea]. España, 2006. Disponible en internet: <http://sespas.es/informe2006/p4-1.pdf>

BELLO, Sandra; DÍAZ, Ernesto; MALAGÓN, Jeadran; ROMERO, Martín & SALAZAR, Valentina. Medición del Impacto Económico del Dengue en Colombia: una Aproximación a los Costos Médicos Directos en el Periodo 2000-2010. En: Revista Biomédica. [En línea]. Vol. 31. Disponible en: <<http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/download/546/675>>

BENAVIDES, Henry & LEÓN, Gloria. Información Técnica sobre el Cambio Climático y los Gases de Efecto Invernadero. [En línea]. Colombia, 2007. Disponible en internet: https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Clima/100912_NotaTecnica_Climatico_GEI.pdf

BESERRA, Eduardo; DE CASTRO, Francisco; DOS SANTOS, José; SANTOS, Tatiana & FERNANDES, Carlos. Biología e Exigencias Térmicas de *Aedes aegypti* (l.) (*diptera: culicidae*) Provenientes de Quatro Regiões Bioclimáticas da Paraíba. En: Revista Neotropical Entomology. [En línea]. Vol. 35, no. 6. Noviembre-diciembre, 2006. Disponible en: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v35n6/a21v35n6.pdf>>

BERBERIAN, Griselda & ROSANOVA, María. Impacto del Cambio Climático en las Enfermedades Infecciosas. En: Archivos Argentinos de Pediatría. [En línea]. Vol. 110, no. 1. 2012. Disponible en: <<http://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2012/v110n1a08.pdf>>

BIDEGAIN, Mario. Variabilidad y Cambio Climático. [En línea]. Uruguay, 2009. Disponible en internet: http://archivo.presidencia.gub.uy/sne/htm/proyectos/docs/Variabilidad_Cambio_Climatico-Mario_Bidegain.pdf

BONILLA, Myriam. La Geografía del Bienestar y la Salud en los Estudios de Gestión de Servicios de Acueducto y Alcantarillado en Latinoamérica. [En línea]. Colombia, 2013. Disponible en Internet: http://www.egal2013.pe/wp-content/uploads/2013/07/Tra_Myriam-Graciela-Bonilla-Becerra.pdf

BUZAI, Gustavo. Sistemas de Información Geográfica Aplicados en Salud. Líneas de Investigación. [En línea]. Argentina, s.f. Disponible en Internet: http://faces.unah.edu.uy/sibsig/images/2013/Comunicaciones/BUZAI_SALUD.pdf

CASCO, Juan. Las Topografías Médicas: Revisión y Cronología. En: Revista Asclepio. [En línea]. Vol. 70, no. 1. 2001. Disponible en: <http://asclepio.revistas.csic.es/index.php/asclepio/article/download/178/174>

CASTRILLÓN, Juan; CASTAÑO, Jhon & URCUQUI, Silvio. Dengue en Colombia, Diez Años de Evolución. En: Revista Chilena de Infectología. [En línea]. Vol. 32, no. 2. Chile, 2014. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rci/v32n1/art04.pdf>

CEPAL & UNICEF. COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE & FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA. Anexo III: Metodología para la Medición de la Autocorrelación Espacial y la Heterogeneidad Espacial de la Pobreza Infantil en América Latina y el Caribe. 2010. Disponible en internet: <http://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/bibliografia/capitulo-IV/Libro-pobreza-infantil-America-Latina-2010-Anexo-III.pdf>

_____. Guía para Estimar la Pobreza Infantil. 2014. Disponible en internet: <http://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/guia-contenido-442.php>

CLARK, Gary. Situación Epidemiológica del Dengue en América: Desafíos para su Vigilancia y Control. En: Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. [En línea]. Vol. 37, no. 1. Agosto-noviembre, 1995. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10609202#>

COLOMBIA. ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI. Documento Técnico de Soporte Revisión y Ajuste Plan de Ordenamiento Territorial. [En línea]. Colombia, 2013. Disponible en internet: https://www.google.com.co/search?q=SANTIAGO+DE+CALI.+Documento+T%C3%A9cnico+de+Soporte+Revisi%C3%B3n+y+Ajuste+Plan+de+Ordenamiento+Territorial&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a&channel=np&source=hp&gfe_rd=cr&ei=VDKzU9rwGOjO8qe9s4D4CA

COLOMBIA. ASÍ VAMOS EN SALUD. Gráfica de Casos de Dengue y Tasa de Incidencia de Dengue. [En línea]. Colombia, 2009. Disponible en internet: <http://www.asivamosensalud.org/inidicadores/estado-de-salud/grafica.ver/51>

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Dengue. [En línea]. Colombia, s.f. Disponible en internet: <http://www.ins.gov.co/temas-de-interes/Paginas/dengue.aspx>

COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. Prevención de Enfermedades Transmisibles: Dengue. [En línea]. Colombia, 2013. Disponible en Internet: <http://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/dengue.aspx>

CUADROS, Sebastián. Determinantes Socioespaciales del Empleo en Cali. Colombia, 2012. Tesis. Universidad del Valle. Disponible en internet: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/3711/4/CB-0460795.pdf>

CUÉLLAR, L.; CONCEPCIÓN, M.; RAMÍREZ, B.; ÁLVAREZ, Á. & DÍAZ, C. Los Sistemas de Información Geográfica y su Empleo en un Sistema de Vigilancia Integrado para la Prevención del Dengue en un Municipio de Ciudad de la Habana. En: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica. [En línea]. No. 9. Junio, 2009. Disponible en: <http://geofocus.rediris.es/2009/Articulo8_2009.pdf>

CURTO, Susana. De la Geografía Médica a la Geografía de la Salud. En: Revista Geográfica. [En línea]. No. 143. Enero-junio, 2008. Disponible en: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/40996761?uid=3737808&uid=2&uid=4&sid=21104307633893>>

CVC & UNIVERSIDAD DEL VALLE. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA & UNIVERSIDAD DEL VALLE. Caracterización del Río Cauca. [En línea]. Colombia, 2000. Disponible en: <http://www.cvc.gov.co/cvc/Mosaic/dpdf1/volumen2/1-presentacionv2f1.pdf>

CHASCO, Coro. Análisis Exploratorio de Datos Espaciales al Servicio del Geomarketing. [En línea]. España, s.f. Disponible en: <http://dds.cepal.org/infancia/guide-to-estimating-child-poverty/bibliografia/capitulo-IV/Chasco%20Coro%20%282009%29%20Analisis%20exploratorio%20de%20datos%20espaciales%20al%20servicio%20del%20Geomarketing.pdf>

CHASCO, Coro. Métodos Gráficos del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales. [En línea]. España, s.f. Disponible en: <http://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2003%20-%20Almeria/asepeltPDF/93.PDF>

ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE. Cambio Climático- Variabilidad Climática, Vulnerabilidad y Salud en el Valle Geográfico del Río Cauca. [En línea]. Colombia, 2014. Disponible en Internet: http://grupogesp.org/joomla/index.php?view=article&catid=37%3Aproyectos&id=74%3Acambio-climatico-variabilidad-climatica-vulnerabilidad-y-salud-en-el-valle-geografico-del-rio-cauca&format=pdf&option=com_content&Itemid=80

_____. En el Día Mundial de la Salud: pequeñas picaduras, grandes amenazas. [En línea]. Colombia, 2014. Disponible en Internet: <http://www.boletinesp-univalle.info/index.php/lo-que-pasa-en-la-escuela-3/27-sin-foto-3/147-cali-y-el-valle-vulnerables-al-dengue-por-efectos-del-cambio-climatico>

FUENZALIDA, Manuel; MIRANDA, Minerva & COBS, Víctor. Análisis Exploratorio de Datos Espaciales Aplicado a mp10 y Admisión Hospitalaria. Evidencia para Áreas Urbanas Chilenas Contaminadas por Humo de Leña. En: Revista Digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistema de Información Geográfica (GESIG). [En línea]. No. 5. Septiembre, 2013. Disponible en: <<http://www.gesig-proeg.com.ar/documentos/revista-geosig/2013/ARTICULO-06-FUENZALIDA.pdf>>

GONZÁLEZ, Miguel; MACÍAS, María del Carme & ANDRADE, María. Relación entre Geografía y Salud Pública. [En línea]. México, 2007. Disponible en internet: http://www.laciudadviva.org/opencms/export/sites/laciudadviva/recursos/documentos/Otros_Documentos/Textos/Textos_de_Salud/VVAA-Relacion_entre_Geografia_y_Salud_Publica-2007.pdf

GONZÁLEZ, Rocío. Estudio Sobre la Relación Entre la Incidencia del Dengue y la Variabilidad Climática en Colima. Colombia, 2010. Tesis. Universidad de Colima. Disponible en internet: http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Rocio_Gonzalez_Saucedo.pdf

GREENFACTS. Cambio Climático- Resumen del Informe de Evaluación 2007 del IPCC. [En línea]. S.f. Disponible en internet: <http://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico-ie4/climate-change-ar4-foldout-es.pdf>

GUZMÁN, María. El Dengue y el Dengue Hemorrágico ¿una entidad olvidada?. En: Revista Cubana Médica Tropical. [En línea]. Vol. 54, no. 3. Septiembre-diciembre, 2002. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602002000300001&lang=pt>

HERNÁNDEZ, Enrique; RODRÍGUEZ, Edit & LUZANÍA, Salvador. Clima y Salud. [En línea]. México, s.f. Disponible en internet: http://www.peccuv.mx/descargas/pdf/reportes_investigacion/Capítulo%206%201%20Clima%20y%20Salud.pdf

HINCAPIÉ MARÍN, Óscar. Análisis de la Habitacionalidad de las Comunas de la Ciudad de Cali, Colombia, periodo 2000-2010. En: Revista Entorno Geográfico. Agosto, 2013. No. 9 p.100-121.

INS. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Boletín Comité Estratégico en Salud. Boletín epidemiológico dengue semana 06 de 2013. [En línea]. Colombia, 2013. Disponible en internet: http://www.paho.org/col/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1400&Itemid=.

INS & OPS. INSTITUTO NACIONAL DE SALUD & ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD. Protocolo para la Vigilancia en Salud Pública del Dengue. [En línea]. Sf. Disponible en internet: <http://www.ins.gov.co/temas-de-interes/Dengue/01%20Protocolo%20Dengue.pdf>

ÍÑIGUEZ, Luisa. Geografía y Salud. Entre Historias, Realidades y Utopías. [En línea]. Cuba, s.f. Disponible en internet: <http://www.uh.cu/centros/cesbh/Archivos/bvirtual/Luisa5.pdf>

_____. Geografía y Salud: Temas y Perspectivas en América Latina. En: Revista Cadernos de Saúde Pública. [En línea]. Vol.14, no.4. Octubre-diciembre, 1998. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-X1998000400012&script=sci_arttext>

_____ & BARCELLOS, Christovam. Geografía y salud en américa latina: evolución y tendencias. En: Revista Cubana de Salud Pública. [En línea]. Vol. 29, no. 4. 2003. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0864-34662003000400007&lng=es&nrm=iso&tlng=es>

JORI, Gerard. El Estudio de la Salud y la Enfermedad desde una Perspectiva Geográfica: Temas, Enfoques y Métodos. En: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales. [En línea]. Vol. 18, no. 1029. Junio, 2013. Disponible en: <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1029.htm>>

KULLDORFF, Martin. Satscan User Guide. [En línea]. 2015. Disponible en internet: http://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan_Users_Guide.pdf?todo=process_userguide_download

LANDAZÁBAL, Emma & VARGAS, Luis. Vulnerabilidad del Departamento de Cauca ante el Fenómeno de la Niña. [En línea]. Colombia, 2013. Disponible en internet:

<http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/931/2/Emma%20Landazabal%20-%20Articulo.pdf>

LONDOÑO, Libardo; RESTREPO, Carolina & MARULANDA, Elisabeth. Distribución Espacial del Dengue Basado en Herramientas del Sistema de Información Geográfica, Valle de Aburrá, Colombia. En: Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. [En línea]. Vol. 32, no. 1. 2014. Disponible en <<http://www.redalyc.org/pdf/120/12029982002.pdf>>

LUCERO, Patricia & CELEMÍN, Juan. La Calidad de Vida de la Población en la Determinación de la Calidad Territorial. Un Estudio de Autocorrelación Espacial Aplicado a la Ciudad de Mar del Plata, Argentina. En: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica. [En línea]. No. 8. Enero, 2008. Disponible en <http://geofocus.rediris.es/2008/Articulo5_2008.pdf>

MARTÍNEZ, Teresita; IÑIGUEZ, Luisa; SÁNCHEZ, Lizet & REMOND, Ricardo. Vulnerabilidad Espacial al Dengue. Una Aplicación de Los Sistemas de Información Geográfica en el Municipio Playa de Ciudad de La Habana. En: Revista Cubana de Salud Pública. [En línea]. Vol. 29, no. 4. 2003. Disponible en <http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol29_4_03/spu09403.pdf>

MENA, Nelson; TROYO, Adriana, BONILLA, Roger & CALDERÓN, Ólger. Factores Asociados con la Incidencia de Dengue en Costa Rica. En: Revista Panamericana de Salud Pública. [En línea]. Vol. 29, no. 4. 2001. Disponible en: <<http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v29n4/04.pdf>>

MELÉNDEZ, Enrique; RAMÍREZ, Maritóna; SÁNCHEZ, Bertha & CRAVIOTO, Alejandro. Cambio Climático y sus Consecuencias en la Enfermedades Infecciosas. En: Revista Facultad de Medicina de la UNAM. [En línea]. Vol. 51, no. 5. Septiembre-octubre, 2008. Disponible en <<http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2008/un085f.pdf>>

MONTAÑEZ, Gustavo & DELGADO, Ovidio. Espacio, Territorio y Región: Conceptos Básicos para un Proyecto Nacional. En: Revista Cuadernos de Geografía. Colombia, 1998. Vol. 7, no. 1-2.

MOLINA, Adriana. Sistemas de Información Geográfica para el Análisis de la Distribución Espacial de la Malaria en Colombia. En: Revista Escuela de Ingeniería de Antioquía. [En línea]. Vol. 22. 2008. Disponible en <<http://revista.eia.edu.co/articulos9/91-111%20%28articulo%207%29.pdf>>

MORENO, Alejandra; LÓPEZ, Sergio & CORCHO, Alexander. Principales Medidas en Epidemiología. En: Revista Salud Pública. [En línea]. Vol. 42, no. 4. Julio-agosto, 2000. Disponible en <<http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/bibliotecav/epibasica%20spm.pdf>>

NUNCIO, Alejandra; SANTANA, Marcela; GÓMEZ, Miguel & MEDINA, Imelda. Distribución Espacial del Vector *Aedes aegypti* del Dengue Clásico y su Relación con Características Físico-Geográficas en la Jurisdicción Sanitaria Tejupilco, Estado de México, 2000-2005. En: Revista GEOSIG. [En línea]. No. 4. México, 2012. Disponible en <<http://www.gesig-proeg.com.ar/documentos/revista-geosig/2012/Investigacion/04-NUNCIO-ETAL-GEOSIG4-2012.pdf>>

OCAZIOÑEZ, Raquel; GÓMEZ, Sergio & CORTÉS Fabián. Serotipo, Patrón de Infección y Dengue Hemorrágico en Área Endémica Colombiana. En: Revista Salud Pública. [En línea]. Vol. 9, no. 2. Julio, 2007. Disponible en <<http://www.scielosp.org/pdf/rsap/v9n2/v9n2a10.pdf>>

OMS. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Cambio Ambiental Mundial. Cambio Climático y Salud Humana. [En línea]. 2014. Disponible en internet: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>

_____. Dengue. [En línea]. 2014. Disponible en internet: <http://www.who.int/topics/dengue/es/>

_____. Dengue. [En línea]. 2014. Disponible en internet: <http://www.who.int/topics/dengue/es/>

_____. Dengue y Dengue Hemorrágico. [En línea]. 2014. Disponible en internet: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>

_____. Enfermedades Infecciosas. [En línea]. 2015. Disponible en internet: http://www.who.int/topics/infectious_diseases/es/

_____. ¿Qué Es el Dengue y Cómo se Trata? [En línea]. 2014. Disponible en internet: <http://www.who.int/features/qa/54/es/>

_____ & TDR. PROGRAMA ESPECIAL PARA INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN ENFERMEDADES TROPICALES. Dengue Guías para el Diagnóstico, Tratamiento, Prevención y Control. [En línea]. Bolivia, 2009. Disponible en internet: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789995479213_spa.pdf

OPS. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Análisis de Situación y sus Tendencias. Candelario Epidemiológico. [En línea]. S.f. Disponible en internet: <http://www.col.ops-oms.org/sivigila/anioepidemiologico.asp>

OPS. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Boletín Epidemiológico. Resurgimiento del Dengue en las Américas. [En línea]. 1997. Disponible en internet: http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/publicaciones/Epidemiologico/BE_v18n2.pdf

_____. Manual para el Control de las Enfermedades Transmisibles: dengue y dengue hemorrágico. [En línea]. S.f. Disponible en internet: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsasv/e/fulltext/dengue/dengue.html>

OROPEZA, Mónica. Congreso Internacional de Geografía de la Salud. En: Revista Terra Nueva Etapa. [En línea]. Vol. 14, no. 35. Enero-junio, 2007. Disponible en <<http://www.redalyc.org/pdf/721/72103509.pdf>>

OSMAN. OBSERVATORIO DE SALUD Y MEDIO AMBIENTE DE ANDALUCÍA. Cambio Climático II: fauna y vectores. [En línea]. España, 2012. Disponible en internet: http://www.osman.es/contenido/profesionales/cambioc_ii_osman.pdf

PADILLA, Julio; ROJAS, Diana & SÁENZ, Roberto. Dengue en Colombia: Epidemiología de la Reemergencia a la Hiperendemia. [En línea]. Colombia, 2012. Disponible en internet: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/INV/Dengue%20en%20Colombia.pdf>

PEÑA, Jenny; PERDOMO, Lina & CUARTAS, Daniel. Geografía y Salud, Una Visión de Pasado y Presente. En: Revista Entorno Geográfico. Colombia, 2013. No. 9 p.146-158.

PERDOMO, Lina & CUARTAS, Daniel. Caracterización y Distribución Espacial de las Malformaciones Congénitas Mayores en Cali, Periodo 2004-2008. Colombia, 2009. Trabajo de grado (Geógrafos). Universidad del Valle. Facultad de Humanidades. Departamento de Geografía.

PÉREZ, Antonio. Variabilidad y Cambios Climáticos. Impacto Sobre Algunas Enfermedades Infecciosas. En: Revista Habanera de Ciencias Médicas. [En línea]. Vol. 10, no. 3. Julio-septiembre, 2011. Disponible en <<http://scielo.sld.cu/pdf/rhcm/v10n3/rhcm15311.pdf>>

PICKENHAYN, Jorge. Fundamentos Teóricos de la Geografía de la Salud. [En línea]. Argentina, 1999. Disponible en internet: <http://www.ffha.unsj.edu.ar/geomed/archivos/Documentos/Fundamentos%20te%F3ricos%20de%20la%20geograf%EDa%20de%20la%20salud.pdf>

_____. Geografía de la Salud: el camino de las aulas. [En línea]. Argentina, s.f. Disponible en internet: <http://www.ffha.unsj.edu.ar/geomed/archivos/Documentos/Geograf%EDa%20de%20la%20Salud.%20El%20camino%20de%20las%20aulas.pdf>

_____. Geografía para la Salud: una transición. Algunos ejemplos del caso argentino. [En línea]. Argentina, s.f. Disponible en internet: <http://www.ffha.unsj.edu.ar/geomed/archivos/Documentos/Geograf%EDa%20para%20la%20salud.%20Una%20transici%F3n.pdf>

PIZARRO, Daniel. Dengue, Dengue Hemorrágico. En: Revista Electrónica Scielo. Vol. 21, No. 1. 2009. Disponible en <<http://www.scielo.sa.cr/pdf/apc/v21n1/a02v21n1.pdf>>

RAAD, Jorge. Enfermedades Infecciosas en Colombia Una Visión Compendiada 1999. [En línea]. Colombia, s.f. Disponible en internet: http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/medicina/archivos_medicina/html/publicaciones/edicion_1/6_enfermedades_infacciosas.pdf

RAMÍREZ, Blanca. Discursos de la Geografía Latinoamericana: teorías y métodos en lecturas en teoría de la geografía. Colombia, 2009.

RAMÍREZ, Mirta. La Moderna Geografía de la Salud y las Tecnologías de la Información Geográfica. En: Revista Investigaciones y Ensayos Geográficos. [En línea]. Vol. 4. 2004. Disponible en <<http://hum.unne.edu.ar/investigacion/geografia/labtig/publicaciones/public17.pdf>>

RODRÍGUEZ, Alberto & CRESPO, Rodolfo. Estadística Descriptiva. Representación de Datos Descriptivos. [En línea]. S.f. Disponible en internet: <http://www.revistaseden.org/files/6-CAP%206.pdf>

ROMERO, Liliana. Informe Final del Evento del Dengue, Año 2012. [En línea]. 2012. Disponible en internet: <http://ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/Informe%20de%20Evento%20Epidemiolgico/DENGUE%20%202012.pdf>

ROSSO, Fernando & VÉLEZ, Juan. Carta de la Salud. [En línea]. Colombia, 2013. Disponible en internet: <http://www.valledellili.org/sites/default/files/files/carta-de-la-salud-marzo-2013.pdf>

SÁNCHEZ, José & TADDEI, Cristina. Regiones y Distribución Espacial de las Actividades Económicas en Sonora. En: Revista Estudios Sociales. [En línea]. Vol. 22, no. 43. Enero-agosto, 2013. Disponible en <http://www.ciad.mx/archivos/revista-eletronica/RES43/Cristina_Taddei-10.pdf>

SEGATO, Rita. (Des) Territorialidades y (No) Lugares: Procesos de Configuración y Transformación Social del Espacio. En busca de un léxico para teorizar la experiencia territorial contemporánea. Colombia, 2006. Digital.

SEGUINOT, José. Geografía Médica y de La Salud: Conceptos, Paradigmas y Visiones en el Contexto del Cambio Climático. En: Revista Geográfica Digital IGNNE. [En línea]. Vol. 9, no. 17. Enero-junio, 2012. Disponible en <<http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo17/archivos/jseguinot.pdf>>

SUÁREZ, Nancy. Reporte Técnico de Vigilancia- Fenómeno Climatológico El Niño y sus Efectos a la Salud. [En línea]. México, 2006. Disponible en internet: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/vigilancia/rtv0398.pdf>

TDR. SPECIAL PROGRAMME FOR RESEARCH AND TRAINING IN TROPICAL DISEASES. Evaluating Diagnostics. Dengue: a continuing global threat. En: Nature Reviews. 2010. Disponible en <http://www.nature.com/nrmicro/journal/v8/n12_suppl/pdf/nrmicro2460.pdf>

TRIFIRO, María. Consideraciones Acerca de la Actualidad de la Geografía de la Salud. [En línea]. Buenos Aires, 1997. Disponible en internet: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal6/Geografiasocioeconomica/Geografiamedica/699.pdf>

TORAL, María. El Factor Espacial en la Convergencia de las Regiones de la Unión Europea: 1980-1996. España, 2001. Tesis Doctoral de Economía. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Disponible en internet: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/ata/>

TUNSTALL, H.V.Z.; SHAW, M & DORLING, D. Places and Health. En: Revista Journal of Epidemiology and Community Health. [En línea]. Vol. 58, no. 1. 2004. Disponible en <<http://www.istor.org/stable/25570246>>

URTEAGA, Luis. Miseria, Miasmas y Microbios. Las Topografías Médicas y el Estudio del Medio Ambiente en el Siglo XIX. En: Revista Cuadernos Críticos de Geografía Humana. [En línea]. No. 29. Noviembre, 1980. Disponible en <<http://www.ub.edu/geocrit/geo29.htm>>

USAID. UNITED STATES AGENCY INTERNATIONAL DEVELOPMENT. Adaptación a la Variabilidad y al Cambio Climático. [En línea]. Estados Unidos, 2007. Disponible en internet: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADM557.pdf

VICENTE, José. Introducción al Análisis de Cluster. [En línea]. España, s.f. Disponible en internet: <http://benjamindespensa.tripod.com/spss/AC.pdf>

VLADIMIR, Fabio & LEÓN, Nohra. Territorio y Salud: una mirada para Bogotá. [En línea]. Colombia, s.f. Disponible en internet: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1534/9/08CAPI07.pdf>

ANEXOS

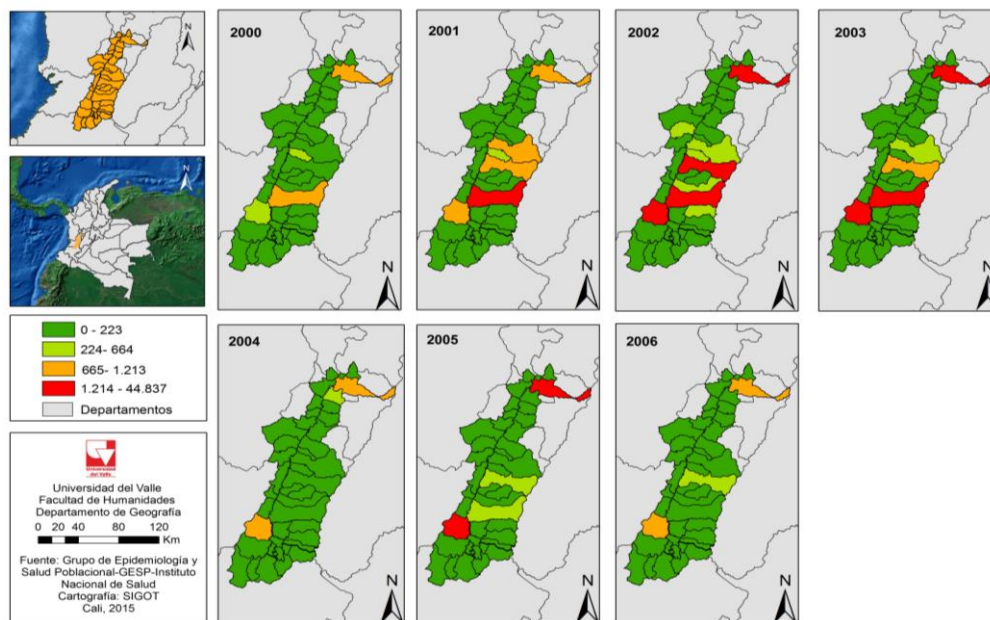
8.1 DESARROLLO DEL ANÁLISIS

Se presentan los resultados del análisis de tendencia espacial mediante el empleo de los cuartiles estableciendo los rangos para cada año tanto para los casos como para la tasa de dengue.

8.1.1 Casos de dengue (rangos)

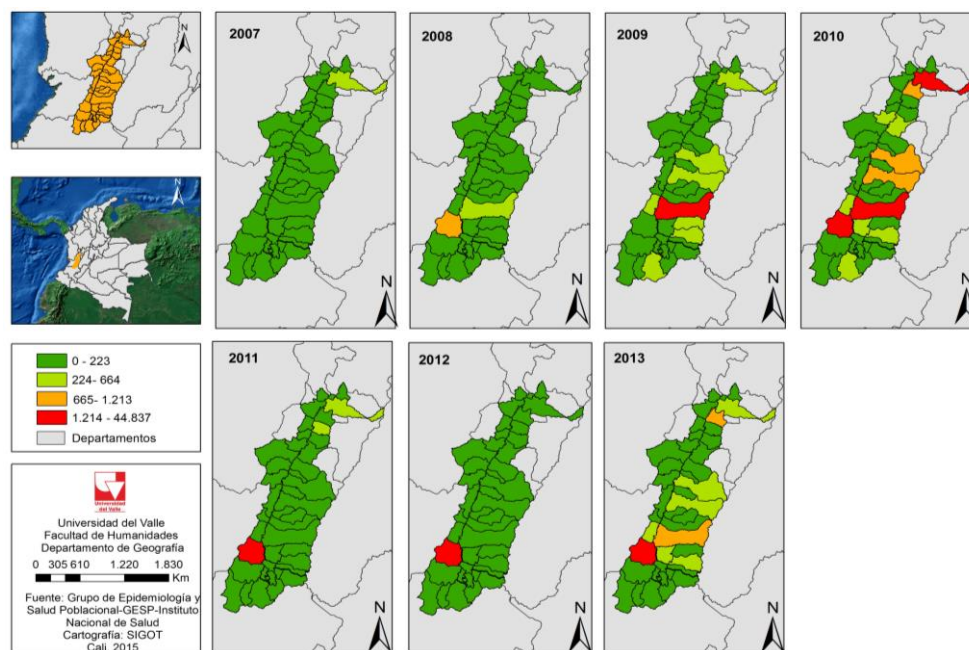
En estos mapas se aprecia que para la periodicidad 2000 al 2013 hay múltiples municipios con valores menores a 223 casos de dengue y que generalmente se mantienen a lo largo del tiempo, sólo en algunos se visualizan algunas ocurrencias referentes al tercer y cuarto rango de los municipios que registraron niveles más altos, como por ejemplo Cali y Buga; y el año más contrastante es el 2010 al presentar su distribución espacial por los cuatro rangos establecidos de casos de dengue, y que el 14% del total de municipios presenta una mayor influencia de los valores entre 665 y 44.837 casos de dengue, ver en los anexos 1 y 2.

Anexo 1. Mapa ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006 (rangos)



Elaboración propia.

Anexo 2. Mapa ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013 (rangos)

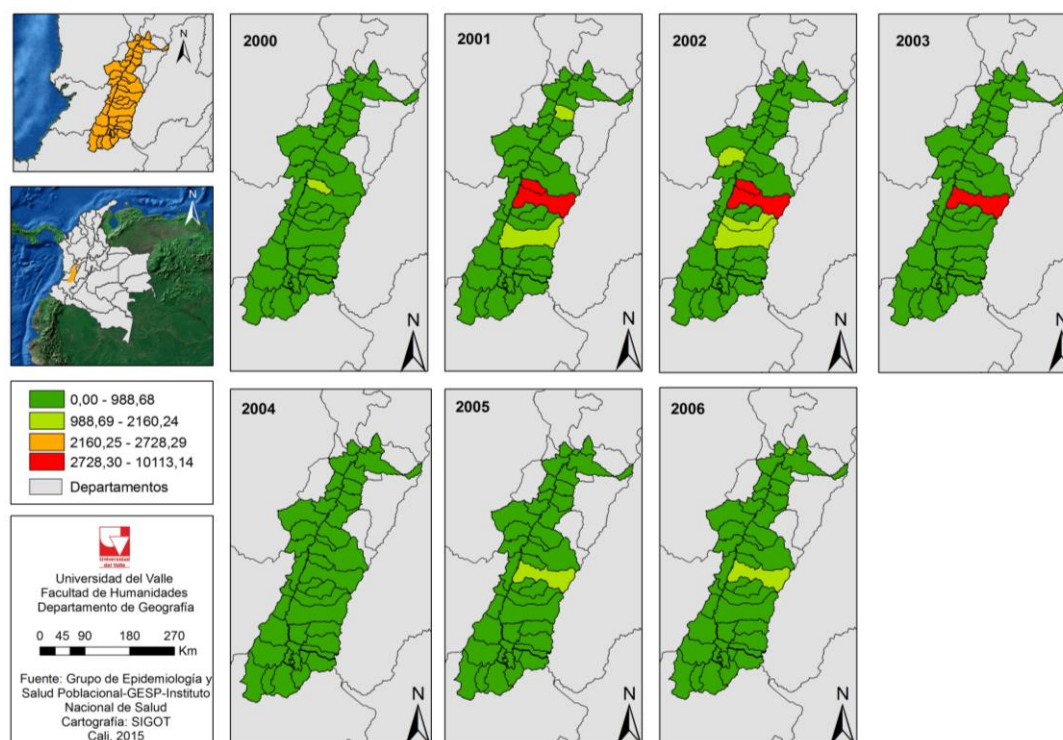


Elaboración propia.

8.1.2 Análisis de tendencia espacial de la tasa de dengue (rangos)

Se aprecia que a lo largo de la periodicidad 2000-2006 los valores más bajos de la tasa de ocurrencia dengue, entre 0,00 y 988,68 por cada 100.000 habitantes, corresponden a una distribución espacial homogénea mostrando un área sombreada de color verde oscuro en la mayoría de los municipios, ver anexo 3.

Anexo 3. Mapa tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2006 (rangos)



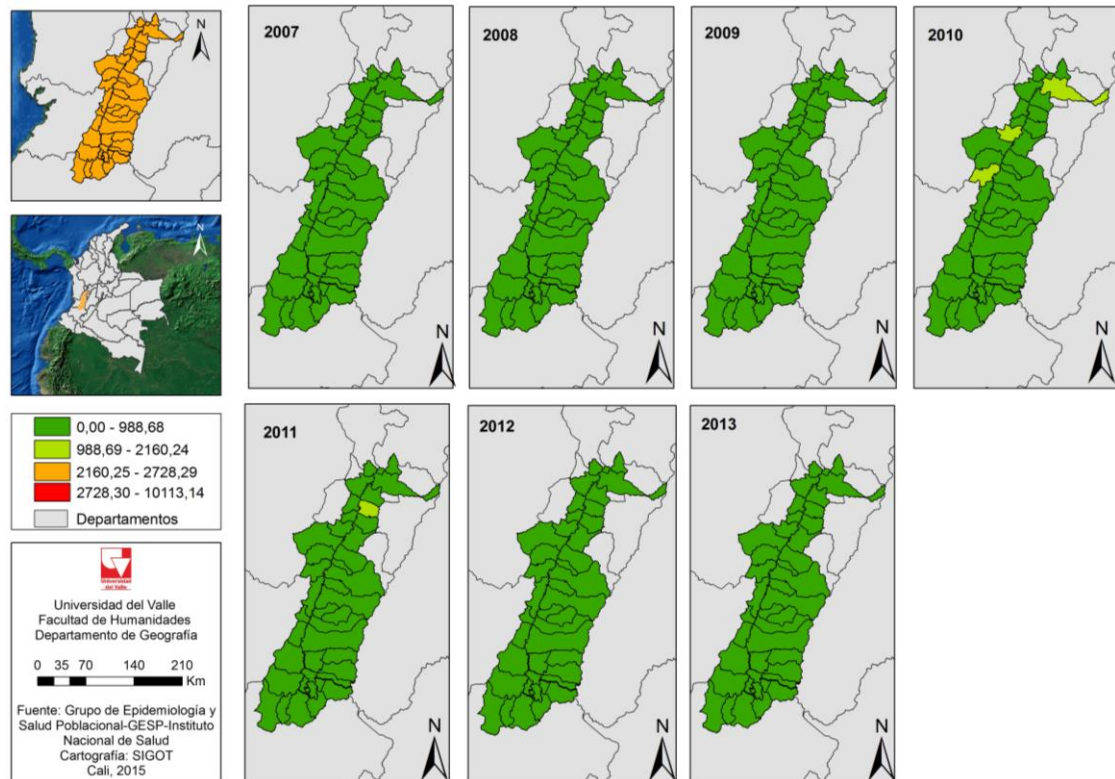
Elaboración propia.

Por otro lado, un área sombreada de color rojo corresponde al municipio de Buga, persistente entre el 2001 al 2003 con una tasa alta entre 2728,30-10113,14 por cada 100.000 habitantes, lo mismo ocurren con San Pedro entre el 2001 y 2002.

En contraste, los municipios del área de estudio para los años siguientes presentan una tendencia descendente, menor a 988,68 por cada 100.000

habitantes, del mismo modo, donde hay una distribución muy homogénea de la tasa de ocurrencia de dengue baja, ver anexo 4.

Anexo 4. Mapa tasa de ocurrencia de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2007-2013 (rangos)



Elaboración propia.

En síntesis, la tasa de ocurrencia de casos de dengue para los años 2000 al 2013 presentan una tasa de incidencia (988,68 casos por cada 100.000 habitantes) que está por debajo del promedio del valle geográfico del río Cauca.

8.1.3 Análisis de autocorrelación espacial global para los casos de dengue

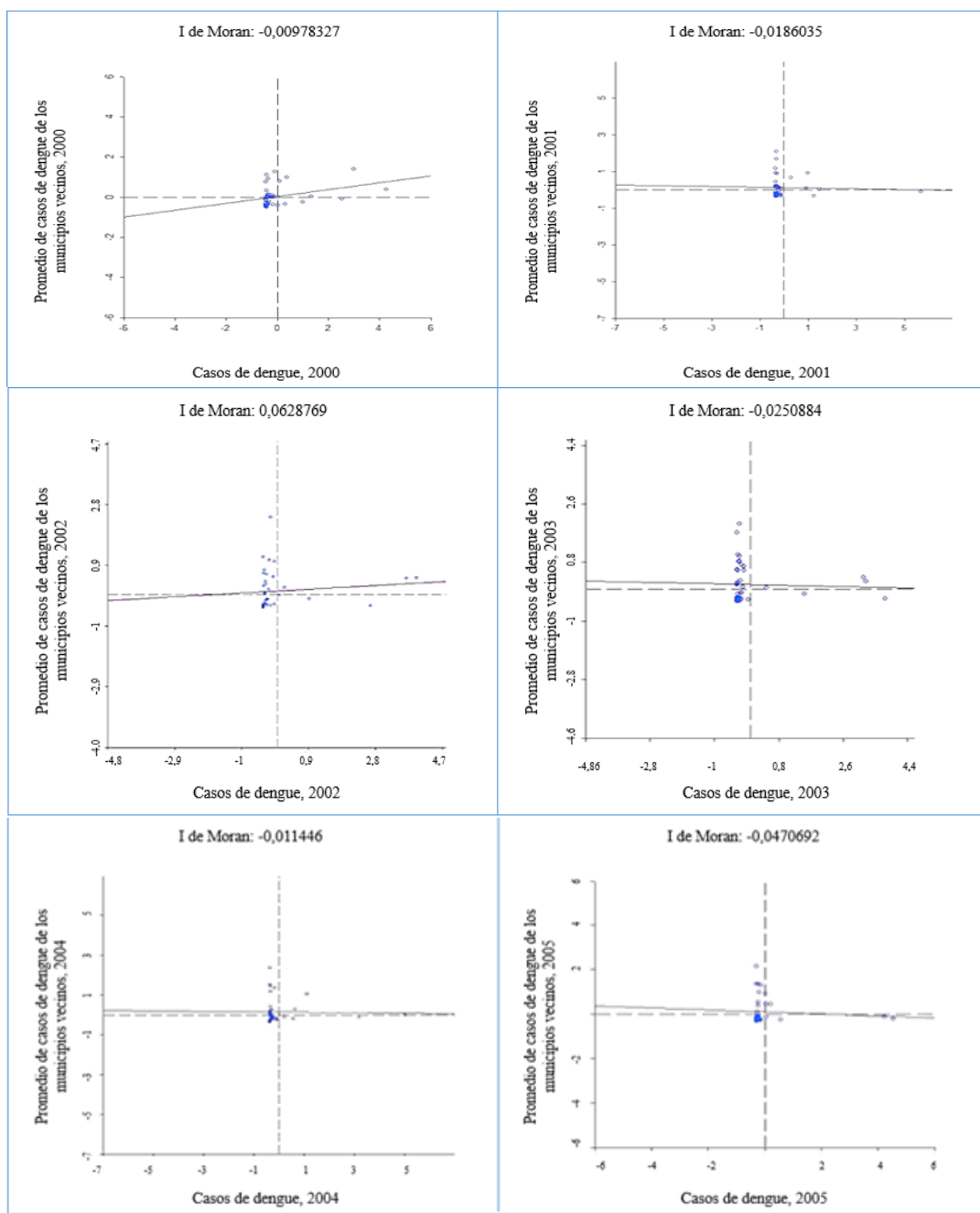
Se presentan los resultados de este análisis donde muestra que hay autocorrelaciones positivas y negativas, aunque en algunos años hay índice de Moran, sólo que es muy débil por ser muy cercano a cero expresando la poca relación entre el conjunto de análisis.

Existe una gran concentración espacial de las municipalidades entre los cuadrantes IV (bajo-alto) y III (bajo-bajo), siendo este último persistente. Aunque se presente correlación positiva está muy cercano a cero, por lo tanto, se concluye la no presencia de patrón espacial, ver anexo 5.

Las municipalidades con ocurrencia de casos de dengue bajos rodeados de otros similares, se distribuyen al norte del área de estudio; estos presentan una similitud en la distribución espacial de esta variable en la periodicidad del 2004 al 2009, lo mismo ocurre en los años 2010 y 2011, ver anexo 6.

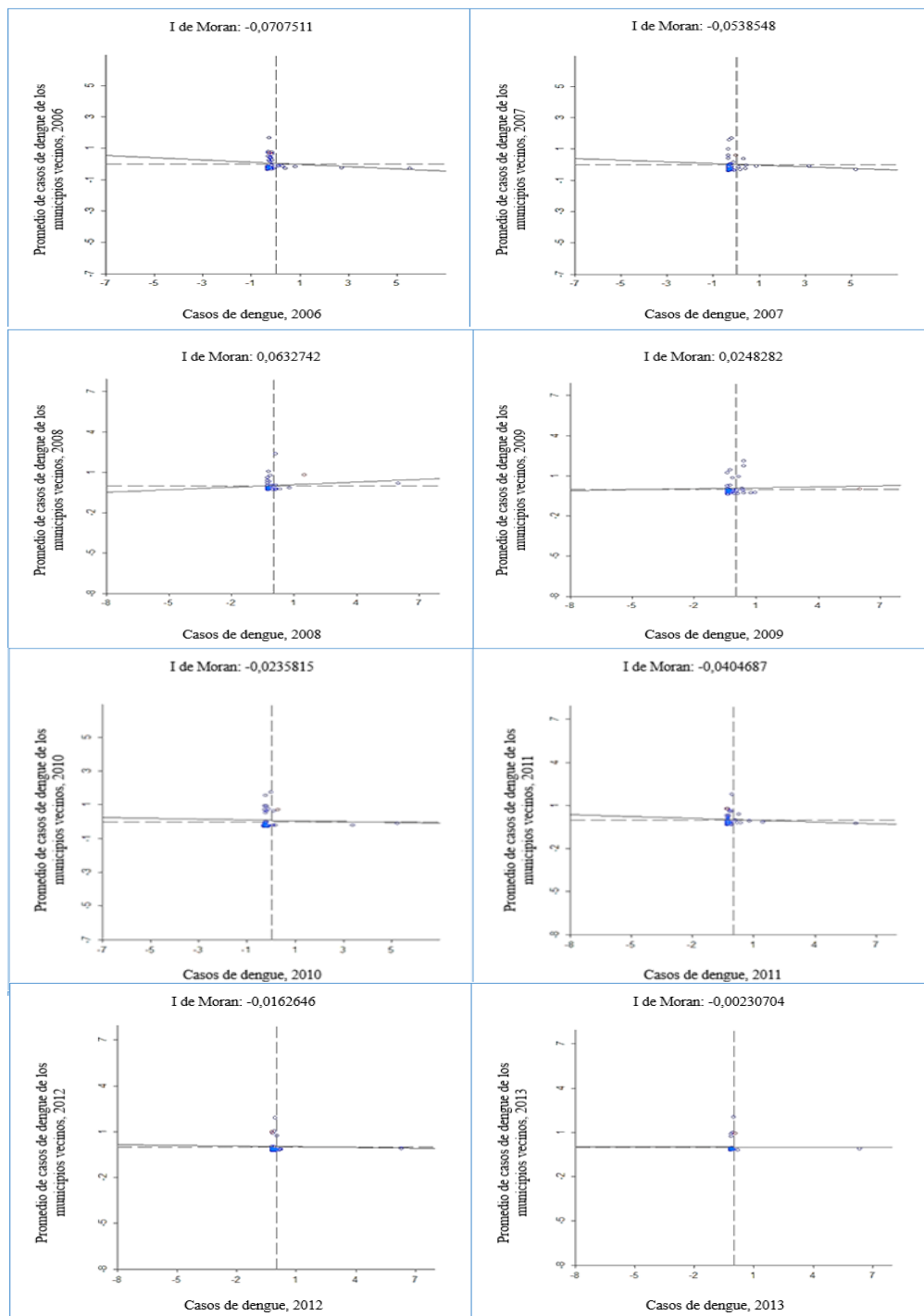
Por último, para los años 2012 y 2013 se analiza que no hay correlación espacial entre el conjunto de los datos, puesto que, el valor observado de la variable en una localización determinada es independiente del promedio de la variable de los municipios vecinos, ver anexo 6.

Anexo 5. Gráfica correlación espacial I Moran de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2005



Elaboración propia.

Anexo 6. Gráfica correlación espacial I Moran de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2006-2013



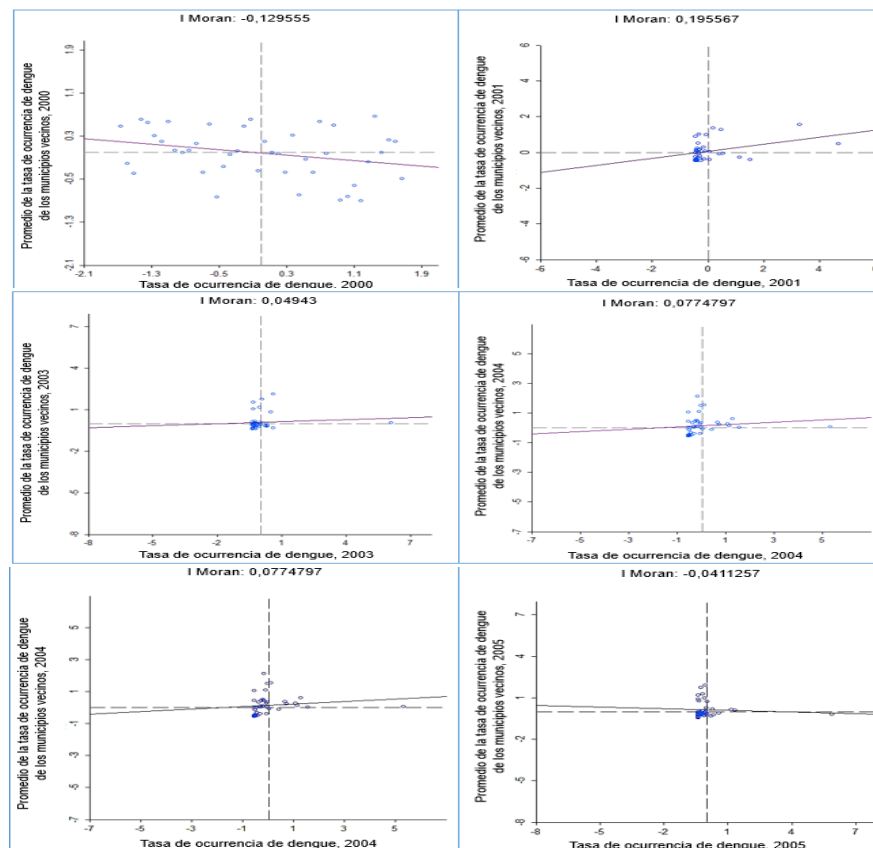
Elaboración propia.

8.1.4 Análisis de autocorrelación espacial global para la tasa de dengue

El análisis de las gráficas de correlación espacial en el anexo 7 y 8 indican heterogeneidad en los datos de la tasa de dengue, por encontrarse datos en los cuatro cuadrantes del gráfico de Moran, además, los registros anuales presentan las dos distribuciones espaciales que concluyen la no existencia de un patrón espacial porque no hay un estadístico fuerte del índice de Moran, la aleatoria (cercanía a cero) y la aleatoria dispersa (valores negativos).

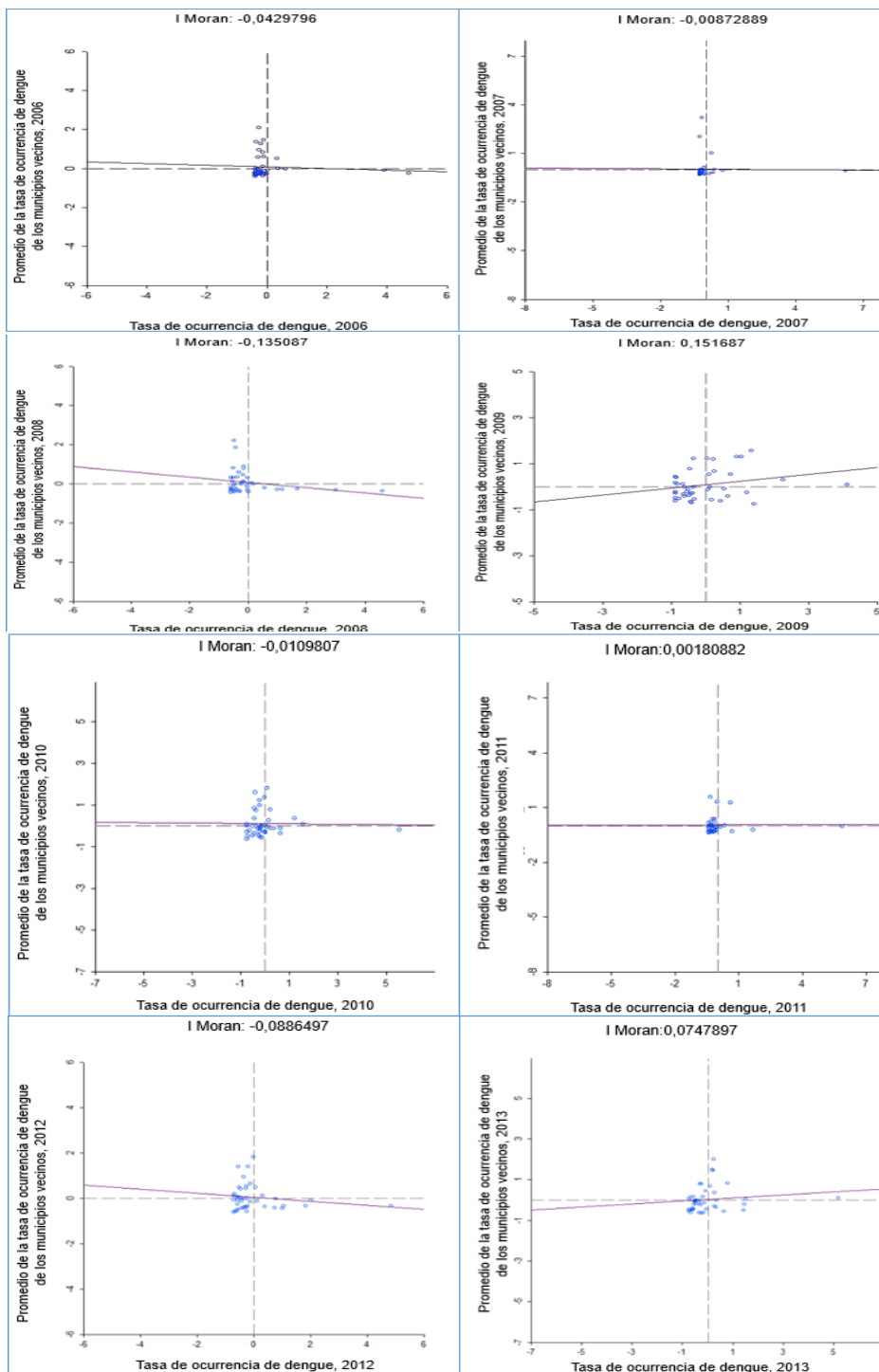
Se puede agregar que, los valores se concentran en el cuadrante bajo-bajo, indicando que los valores de tasa de dengue para cada año presentan valores bajos y, está rodeado de municipios que presentan valores similares.

Anexo 7. Gráfica correlación espacial I Moran de la tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2000-2005



Elaboración propia.

Anexo 8. Gráfica correlación espacial del I Moran de la tasa de ocurrencia de casos de dengue en el valle geográfico del río Cauca, 2006-2013



Elaboración propia.

8.1.5 Clima y dengue en noviembre 2009-febrero 2011

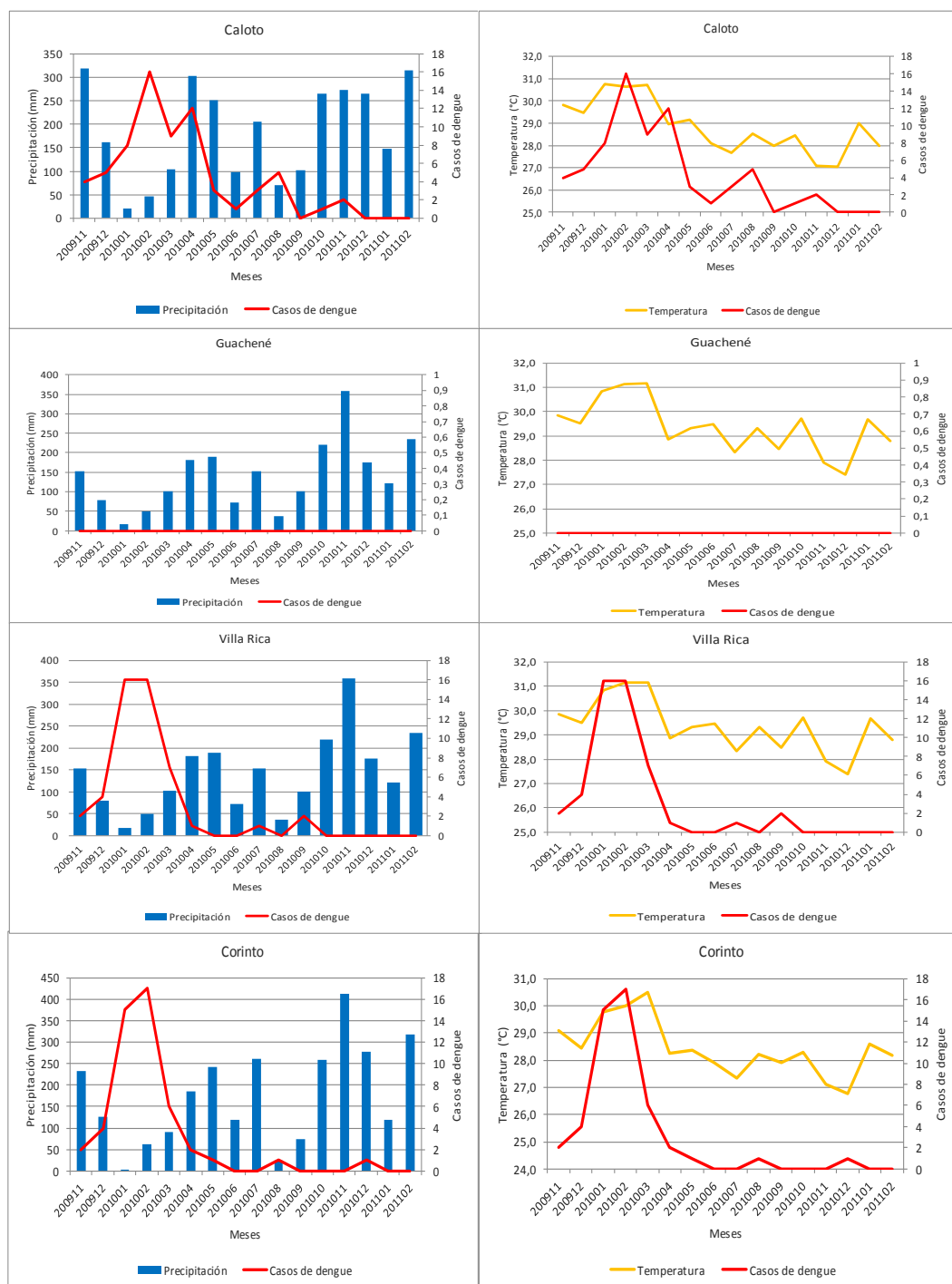
A continuación se muestran los resultados del análisis clima y dengue como se observa en el anexo 9, el municipio de Caloto, para este periodo presenta dos aumentos de casos de dengue, el primero comprende los meses de enero a abril de 2010, con registros del 65,2% de casos de dengue frente al total del periodo analizado, con temperatura de 30,7°C para el máximo del aumento de casos y con precipitaciones inferiores a 100 mm/mes; el segundo aumento de casos está dado entre junio y septiembre de 2010 con un registro de 9 casos de dengue, presentándose un decrecimiento significativo en la ocurrencia de casos de dengue hasta la finalización del periodo del análisis con precipitaciones variables entre los 100 y 200 mm/mes.

En este anexo, Guachené por su parte no mostró registros de ocurrencia de dengue, aunque contó con precipitaciones variables entre los 37 mm/mes y los 354 mm/mes y una temperatura con un máximo de 31,2°C y una mínima de 27,4°C.

El municipio de Villa Rica muestra un registro máximo de 16 casos de dengue y entre el mes de enero a febrero del 2010 registraron el 65% del total de los casos de dengue, ocurrió en los meses menos lluviosos comparado con los demás meses de análisis, y con una temperatura entre los 30,8°C y 31,1°C, aumento de casos que muestra una relación más definida con esta variable.

Después, se observa una disminución en la temperatura y con ello el decrecimiento en la ocurrencia de los casos de dengue significativo llegando a 1 sólo caso por dengue, ver anexo 9.

Anexo 9. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Caloto, Guachené, Villa Rica y Corinto, noviembre 2009- febrero 2011



Elaboración propia.

El municipio de Corinto muestra un comportamiento de ocurrencia de dengue similar al municipio anterior Villa Rica. Muestra un registro máximo de 17 casos de dengue en el aumento de casos de este periodo analizado, aumento que va desde diciembre de 2009 hasta abril de 2010. Ocurre en los meses menos lluviosos y con una temperatura no tan marcada, en la cual se denota que hay una relación entre temperatura y dengue porque, al disminuir la temperatura disminuye la ocurrencia de dengue, ver anexo 9.

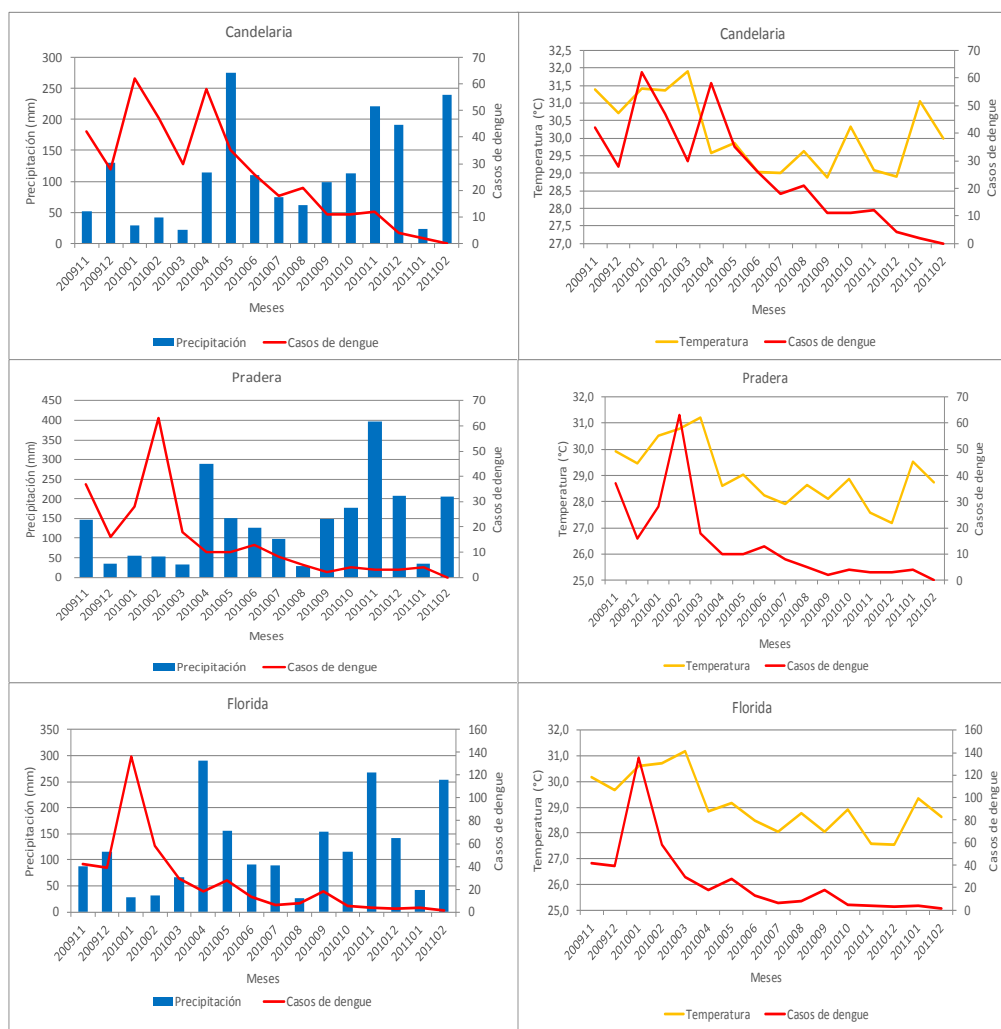
En el anexo 10, se analiza que Candelaria registró un aumento de casos comprendido entre diciembre de 2009 a julio de 2010, abarcando el 74,6% de los casos de dengue y el 25,3% distribuido en pequeños aumentos de casos a lo largo del análisis. Este aumento de casos surge en los meses con menos lluvias contrastado con los demás meses, y una temperatura entre los 30,7°C y los 29°C que al ir decreciendo la línea de la temperatura disminuyó con ella la ocurrencia de dengue.

En el municipio de Pradera el 70,5% del total de los casos de dengue corresponde a un aumento de casos que duró aproximadamente 6 meses de diciembre de 2009 a junio de 2010, indicando una relación más con la temperatura, donde su pico más alto fue de 63 casos de dengue con 30,8°C y las lluvias alcanzaron 54 mm/mes. Los siguientes meses fueron los más lluviosos pero con un decrecimiento en la temperatura observándose en la disminución en la ocurrencia del dengue, ver anexo 10.

En Florida el aumento de casos de dengue ocurre al inicio del periodo de análisis, abarca diciembre de 2009 a abril de 2010 representado por el 74,7% de casos de dengue frente al total del análisis, en los siguientes meses la línea de ocurrencia de dengue decrece al mismo tiempo con la temperatura, sin estar muy definida su relación, ver anexo 10.

En el caso del municipio de Miranda, el aumento de casos de dengue emerge en noviembre de 2009 hasta abril de 2010 corresponde a meses menos lluviosos contrastado con los meses siguientes. En cuanto a la temperatura, la línea de esta variable se relaciona con la línea de ocurrencia de dengue puesto que al incrementar la temperatura incrementan los casos de dengue y viceversa, ver anexo 11.

Anexo 10. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Candelaria, Pradera, Florida, noviembre 2009- febrero 2011



Elaboración propia.

Anexo 11. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Miranda y Padilla, noviembre 2009- febrero 2011



Elaboración propia.

Por último, el municipio de Padilla indica que el 92,3% del total de los casos de dengue se encuentran en el aumento de casos que abarca desde enero hasta junio de 2010 está relacionado con la temperatura, como se observa en el pico más alto del aumento de casos (16 casos de dengue) está estrechamente relacionado con la línea de la temperatura. Por su parte, se analiza que, el aumento de casos contó con precipitaciones entre los 16 mm/mes y 245 mm/mes, ver anexo 11.

8.1.6 *Clima y dengue en noviembre 2010-febrero*

En el anexo 12 se observan los municipios que hacen parte del cluster espacio-temporal mensual de noviembre de 2000 a febrero de 2003, el municipio de Bolívar entre noviembre de 2000 a enero de 2002 corresponde a un periodo de tiempo en el que se mantiene entre 0 y 2 casos de dengue, y en marzo a noviembre de 2002 emerge el aumento de casos que comprende el 79% del total de los casos de dengue, cabe señalar que, el pico máximo de este aumento de casos representa el 33,8% del total de los casos de dengue, pico que supera la línea de la temperatura y cuenta con una precipitación de 150 mm para este mes de mayo de 2010.

El comportamiento de los casos de dengue en el municipio de Roldanillo es muy variable, donde la línea de los casos de dengue muestra que su tendencia a subir o bajar está relacionada con la línea de la temperatura, mientras que, en los meses que ocurren los picos altos se analizan precipitaciones bajas comparados con los demás meses del análisis, ver anexo 12.

Los casos de dengue en el municipio de Zarzal muestran un comportamiento relativamente bajo, pero en marzo de 2002 muestra su pico máximo con el 24,6% del total de los casos de dengue donde las precipitaciones para este mes fueron de 60 mm; por otro lado, la relación con la temperatura no está muy marcada. Con relación al municipio de Trujillo se puede describir lo mismo que para Zarzal, aunque su aumento de casos abarca de noviembre de 2001 a enero de 2003 con el 81,6% del total de los casos de dengue, ver anexo 12.

En el anexo 13 el municipio de Bugalagrande presenta un aumento de casos entre enero a agosto de 2001 indicando el 52,7% del total de los casos de dengue con precipitaciones inferiores a los 100 mm/mes, este aumento de casos se observa una relación más fuerte con la temperatura y para los meses siguientes se presentan tres aumentos de casos menos definidos con la temperatura.

Por su parte, el municipio de Riofrío muestra tres picos altos que están relacionados tanto con las precipitaciones (>120 mm/mes) como con la temperatura (entre 29°C - 36°C), el primer pico en marzo de 2001 indicando el 21,6%; el segundo pico en marzo de 2002 con el 15,6% y el tercer pico con el 11,4% del total de casos de dengue para el periodo del análisis, ver anexo 13.

El municipio de Andalucía se observa en el anexo 13 un aumento de casos desde julio de 2001 a diciembre de 2002 con un total de 167 casos (89,3%), cuenta con un pico máximo de 18,1% del total de los casos de dengue, pico que cuenta con un registro de precipitaciones de 23 mm/mes y una temperatura de $30,8^{\circ}\text{C}$.

Por su parte, Yotoco presenta varios picos de dengue entre ellos, el máximo es de 19 casos de dengue ocurrido en enero de 2001, contó con precipitaciones de 42 mm/mes y temperatura de $31,0^{\circ}\text{C}$, detallándose que este pico sobrepasa la línea de la temperatura, además, la relación no está muy marcada con la ocurrencia de los casos de dengue, ver anexo 13.

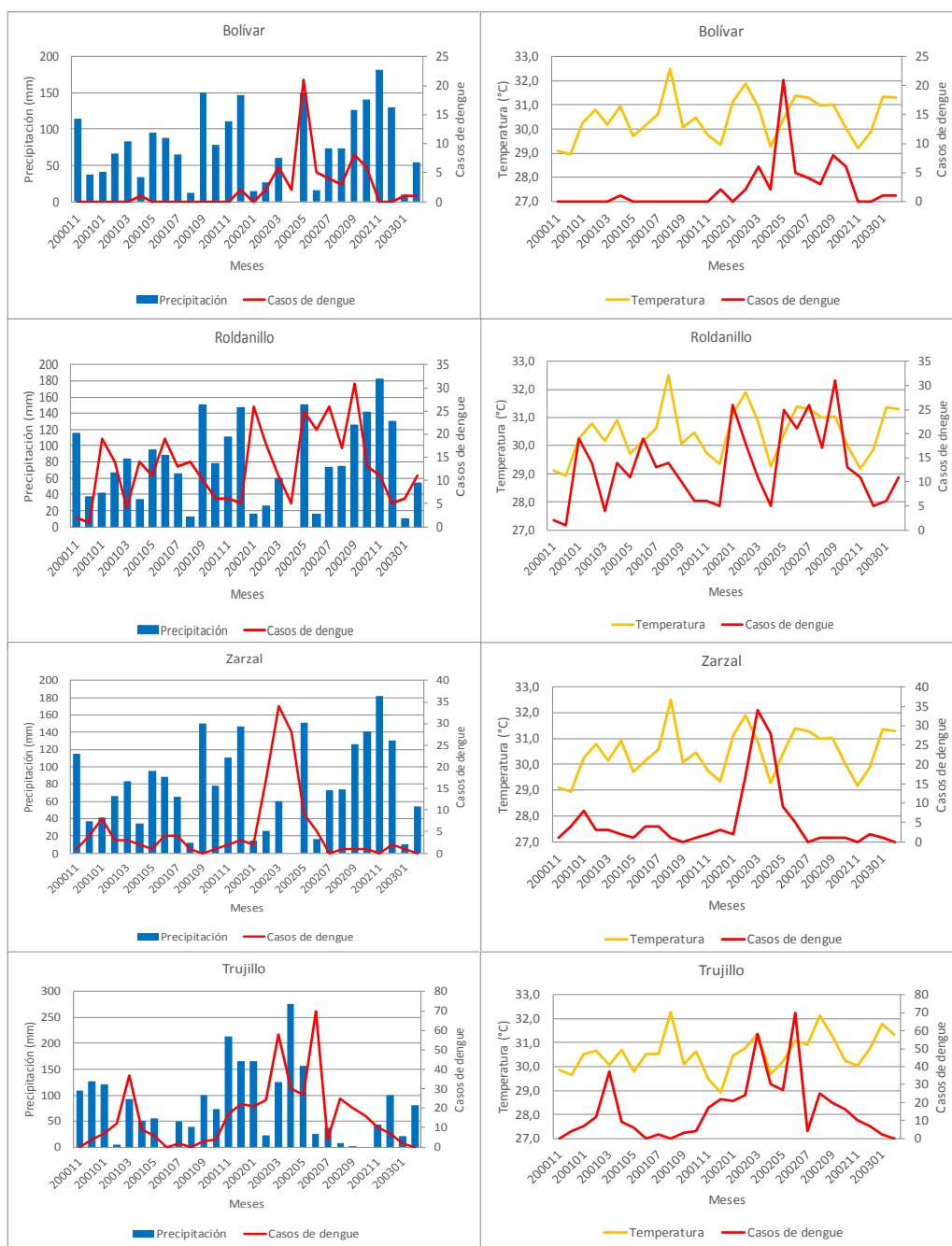
Por último, en el anexo 14, el comportamiento de la temperatura es muy variable entre los 28 y los 30°C , al igual que el comportamiento de los casos de dengue en el municipio de Guacarí, con un aumento de casos desde diciembre de 2000 a julio de 2001, indicando el 51,6% del total de los casos de dengue, en relación con las precipitaciones, este aumento de casos contó con precipitaciones de 329 mm durante los siete meses.

El comportamiento de la ocurrencia de dengue es similar tanto para Ginebra como para Vijes, cuentan con un pico máximo de 54 y 19 casos de dengue respectivamente, y ambos superan la línea de la temperatura, además, a sus lados izquierdo y derecho los picos son inferiores, y no está tan marcada la relación con la temperatura, pero sí se observa que al incrementarse la temperatura también se incrementa la ocurrencia de dengue y viceversa. Para

Vijes, las precipitaciones de este pico corresponden a 48 mm/mes y para Ginebra es de 135 mm/mes, meses lluviosos, ver anexo 14.

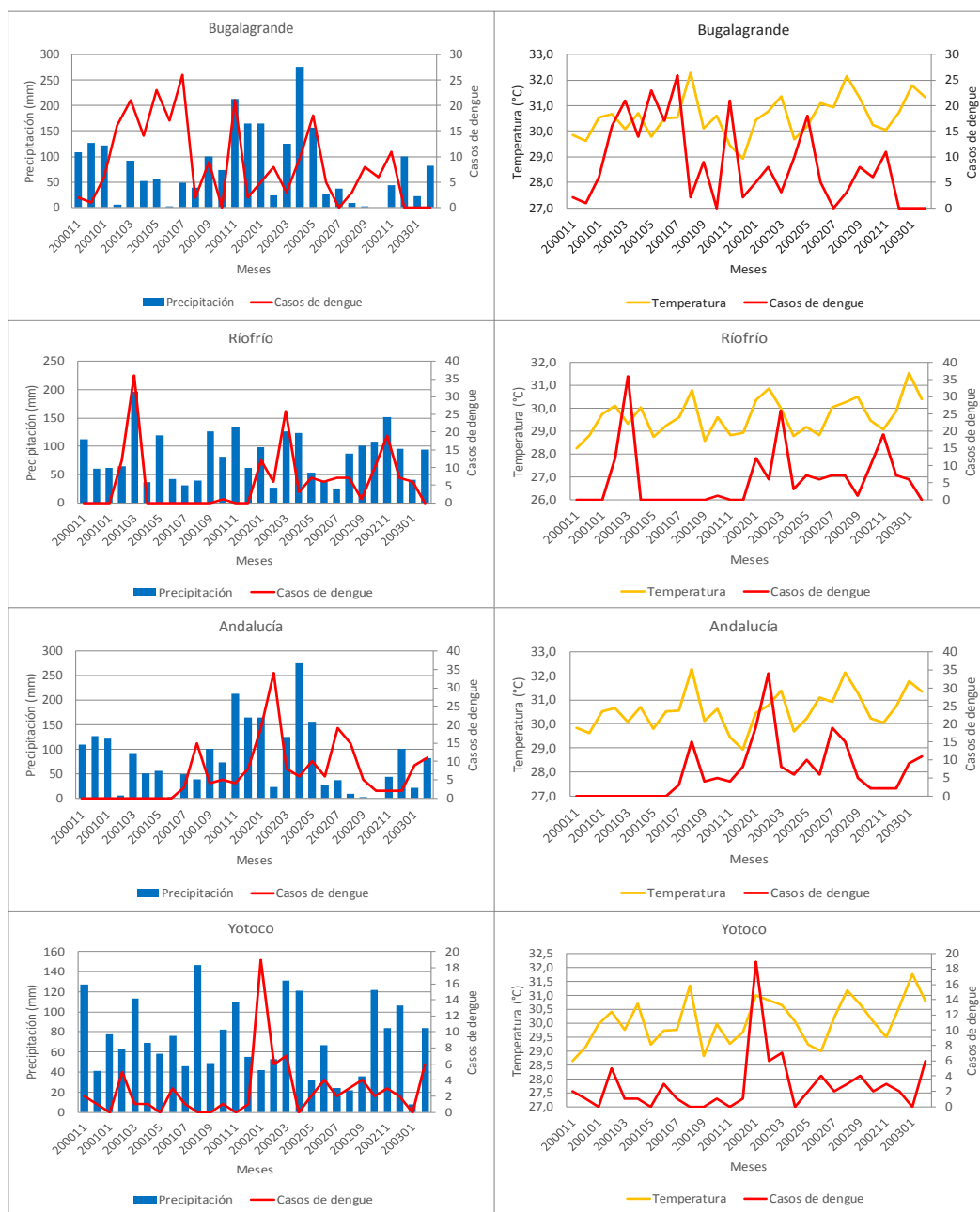
Por último, el municipio de El Cerrito muestra un aumento de casos que va desde abril a noviembre de 2002 abarcando el 98,5% del total de casos de dengue, con un pico máximo de 76 casos de dengue asociado con la temperatura (30,6°C) y unas precipitaciones de 25 mm/mes. La relación está más marcada entre temperatura y los casos de dengue para este aumento de casos, ver anexo 14.

Anexo 12. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Bolívar, Roldanillo, Zarzal y Trujillo, noviembre 2000- febrero 2003



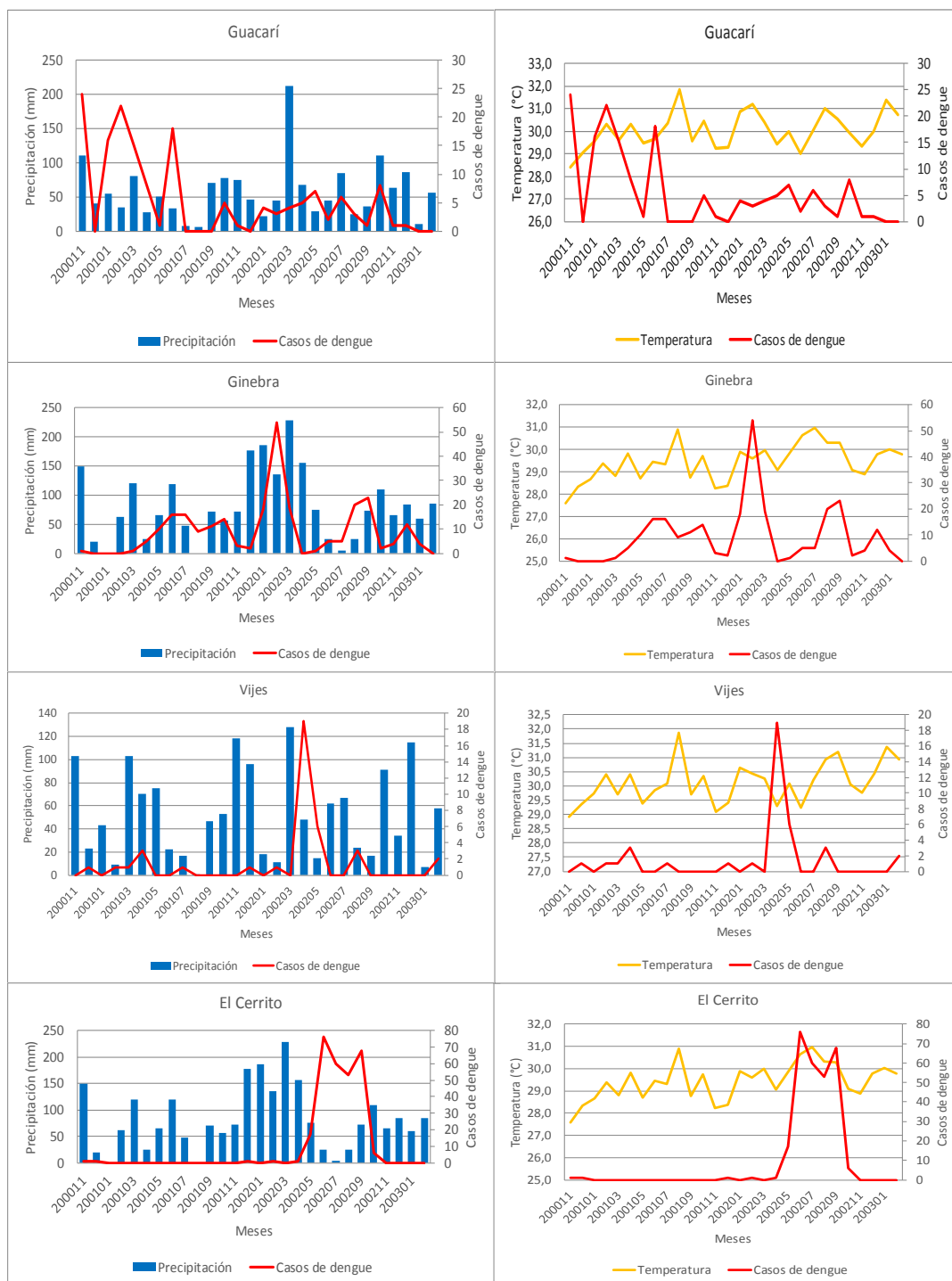
Elaboración propia.

Anexo 13. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Bugalagrande, Riofrío, Andalucía y Yotoco, noviembre 2000- febrero 2003



Elaboración propia.

Anexo 14. Gráfica relación entre precipitación-temperatura-casos de dengue en Guacarí, Ginebra, Vijes y El Cerrito, noviembre 2000- febrero 2003



Elaboración propia.