



ANÁLISIS ESPACIAL DEL ESTUDIO DE LOS CASOS DE DENGUE EN LA
GUAJIRA 2013

DIANA FANEYRA ROBLES LOMBANA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CATASTRAL Y GEODESIA

BOGOTA

2014

ANÁLISIS ESPACIAL DEL ESTUDIO DE LOS CASOS DE DENGUE EN LA
GUAJIRA 2013

DIANA FANEYRA ROBLES LOMBANA

20082025078

Proyecto presentado para optar al título de Ingeniera Catastral y Geodesta

Director

Msc. Ing. Luis Leonardo Rodríguez Bernal

Codirector

Msc. Ing. Alberto Boada Rodríguez

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CATASTRAL Y GEODESIA

BOGOTA

2014

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, 2014

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE FIGURAS	10
GLOSARIO.....	11
ABREVIATURAS	15
RESUMEN	16
INTRODUCCIÓN.....	17
1 CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.1 PROBLEMA	20
1.2 DELIMITACIÓN DEL TRABAJO.....	23
1.3 OBJETIVOS.....	27
1.3.1 Objetivo General	27
1.3.2 Objetivos Específicos.....	27
1.4 JUSTIFICACIÓN	28
2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	30
2.1 ESTADO DEL ARTE	30
2.2 BASES TEÓRICAS.....	34
2.2.1 ENFERMEDAD: DENGUE.....	34
2.2.2 EPIDEMIOLOGÍA ESPACIAL.....	39
3 CAPITULO III: METODOLOGÍA	43
3.1 MÉTODO	43
3.1.1 Estadística Exploratoria.....	43
3.1.2 Estadística Inferencial	45
3.1.3 Análisis Exploratorio Espacial.....	46
3.2 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	50

3.2.1	Variables utilizadas	50
3.2.2	Estadística Exploratoria.....	52
3.2.3	Anova Multifactorial	52
3.2.4	Análisis Exploratorio Espacial.....	53
4	CAPITULO IV: PRUEBAS Y RESULTADOS.....	54
4.1	ANALISIS EXPLORATORIO.....	54
4.2	TABLAS DE CONTINGENCIA.....	56
4.2.1	Área de Ocurrencia	56
4.2.2	Pertenencia Étnica	57
4.2.3	Clasificación Final del Caso.....	58
4.3	ANOVA MULTIFACTORIAL.....	59
4.3.1	Bienio Dengue Clásico	59
4.3.2	Bienio Dengue Grave	60
4.3.3	Dengue Clásico Año 2012.....	60
4.3.4	Dengue Grave Año 2012	61
4.3.5	Dengue Clásico Año 2013.....	62
4.3.6	Dengue Grave Año 2013	62
4.4	ANÁLISIS EXPLORATORIO ESPACIAL.....	63
4.4.1	Promedio del Vecino más Cercano	63
4.4.2	Análisis In Situ o en Caliente	66
4.4.3	Auto correlación Espacial.....	68
	DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
	REFERENCIAS.....	73
	REFERENCIAS.....	75
	LISTA DE ANEXOS	76

ANEXO A.....	76
ANEXO B.....	76
ANEXO C.....	78
ANEXO D.....	79
ANEXO E.....	87
ANEXO F.....	95

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Factores Macro-determinantes de la transmisión del dengue	25
Tabla 2: Descripción de las variables relativas al individuo	54
Tabla 3: Variables relativas a la localización	55
Tabla 4. Lugar de Ocurrencia por tipo de dengue para el Bienio	56
Tabla 5. Resultados del Área de Ocurrencia mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado	56
Tabla 6. Pertenencia étnica por tipo de dengue para el Bienio.....	57
Tabla 7. Resultados de pertenencia étnica mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado	57
Tabla 8. Clasificación final por tipo de dengue para el Bienio	58
Tabla 9. Resultados de la clasificación final mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado	58
Tabla 10: Análisis de Varianza para el Bienio de Dengue Clásico	59
Tabla 11: Análisis de Varianza para el Bienio de Dengue Grave	60
Tabla 12: Análisis de Varianza para Dengue Clásico año 2012	61
Tabla 13: Análisis de Varianza para Dengue Grave año 2012.....	61
Tabla 14: Análisis de Varianza para Dengue Clásico año 2013	62
Tabla 15: Análisis de Varianza para Dengue Grave año 2013.....	62
Tabla 16. Edad por tipo de dengue para el Bienio	88
Tabla 17. Resultados de la Edad mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado.....	88
Tabla 18. Sexo por tipo de dengue para el Bienio	89
Tabla 19. Resultados del Sexo mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado	89
Tabla 20. Temporada promedio para el Departamento de La Guajira.....	89
Tabla 21. Trimestre por tipo de dengue para el Bienio	90
Tabla 22. Resultados de la Temporada mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado	90
Tabla 23. Grupos de la CIUO 88 por tipo de dengue para el Bienio	91
Tabla 24. Resultados de Grupos de Ocupación mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado	91
Tabla 25. Grupo Poblacional por tipo de dengue para el Bienio	92
Tabla 26. Resultados de Grupos Poblacionales mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado	92
Tabla 27. Clasificación inicial por tipo de dengue para el Bienio.....	92
Tabla 28. Resultados de la clasificación inicial mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado	93
Tabla 29. Ajuste de la clasificación por tipo de dengue para el Bienio.....	93

Tabla 30. Resultados del ajuste en la clasificación mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado 93

Tabla 31. Trasladarse a otro lugar por tipo de dengue para el Bienio..... 93

Tabla 32. Resultados del desplazamiento mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado 94

Tabla 33. Antecedentes de dengue por tipo de dengue para el Bienio 94

Tabla 34. Resultados de antecedentes del individuo mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado 94

Tabla 35. Algún familiar con síntomas por tipo de dengue para el Bienio 95

Tabla 36. Resultados de familiar con síntomas mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado 95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución Geográfica en el mundo de la incidencia de dengue	20
Figura 2. Distribución espacial en Colombia del dengue para inicios del año 2013.....	21
Figura 3. Línea del tiempo del Dengue en Colombia	22
Figura 4. Ubicación geográfica de los municipios a estudiar en el departamento de la guajira	24
Figura 5: Etapas de evolución del dengue	38
Figura 6: Variables Clásicas de epidemiología	40
Figura 7: Distribución F en función de los grados de Libertad.....	46
Figura 8: Resumen del promedio de los vecinos más cercanos	64
Figura 9: Agrupamiento de los casos de dengue en La Guajira	66
Figura 10: Ventana R Commander	77
Figura 11: Datos objeto de estudio.....	80
Figura 12: Localización de los Casos de Dengue en La Guajira	81
Figura 13: Vecino más cercano	82
Figura 14: Resultado Vecino más Cercano.....	83
Figura 15: Ventana Hot Spot.....	84
Figura 16: Resultado de la distancia a los vecinos	85
Figura 17: Ventana de autocorrelación espacial.....	86
Figura 18: Resultado de la autocorrelación espacial	87

GLOSARIO

Aedes: Al género de la clase Insecta; del orden Díptera de la familia Culicidae, subfamilia Culicinae, tribu Aedini constituida por 41 subgéneros y 1,019 especies mundiales. Las especies de este género, son transmisores del flavivirus dengue. Este género puede transmitir también otros Arbovirus.

Arbovirus: Es aquella enfermedad que se multiplica en un artrópodo hematófago y posteriormente es transmitido por picadura a un vertebrado.

Caso Confirmado: Se considera a todo paciente sospechoso que tenga un diagnóstico confirmado de dengue por laboratorio, o por nexo epidemiológico, según situación epidemiológica.

Caso confirmado por nexo epidemiológico: El nexo epidemiológico consiste en confirmar los casos probables de dengue a partir de casos confirmados por laboratorio utilizando la asociación de persona, tiempo y espacio.

Caso confirmado por laboratorio: Caso probable de dengue, dengue grave, o mortalidad por dengue confirmado por alguno de los criterios de laboratorio para el diagnóstico o por el criterio de nexo epidemiológico en casos de dengue.

Caso Probable: Caso sospechoso con pruebas positivas para la detección de anticuerpos IgM o, pruebas positivas para detección de antígeno NS1. Cumple con la definición de dengue con o sin signos de alarma.

Caso Sospechoso: Persona de cualquier edad y sexo que presenta fiebre, de menos de siete días de duración, acompañada de dos o más de los siguientes síntomas: anorexia, náuseas, erupciones cutáneas, cefalea, dolor retroocular, malestar general, mioartralgias, leucopenia, plaquetopenia, petequias, prueba del torniquete positiva, diarrea, vómitos, y que no presente afección de las vías aéreas superiores ni otra etiología definida. Los casos sospechosos deben ser evaluados

para identificar la presencia o no de signos de alarma, ya que esto definirá una primera clasificación.

Conglomerado: Es una localidad, un barrio, una comuna o un sector que comparten características de riesgo similares: sociales, económicas y culturales, que las diferencian de otras agrupaciones.

Criadero: Al lugar donde el vector hembra pone sus huevos para que se desarrollen posteriormente los estados inmaduros o juveniles, esto es, ninfas en los insectos terrestres como chinches o garrapatas y larvas y pupas en los insectos con una fase acuática en su ciclo de vida, como los mosquitos.

Dengue: Enfermedad producida por arbovirus de la familia Flaviviridae, pertenecientes a cuatro serotipos del virus del dengue y que son transmitidos por la picadura de las hembras de ciertas especies de mosquito casero común *Aedes aegypti* y *Ae. albopictus*. La enfermedad es importante porque produce brotes explosivos de formas clásicas, con brotes simultáneos de formas hemorrágicas o de choque grave en menor cantidad.

Dengue con signos de alarma: Si uno o más de los signos de alarma está presente, el paciente con dengue se clasifica como dengue con signos de alarma (y es necesario referirlo al hospital) y paciente con dengue grave.

Dengue sin signos de alarma: Los casos de dengue sin signos de alarma pueden ser tratados de manera ambulatoria, excepto en el caso de que presenten condiciones coexistentes o de riesgo social que modifiquen el tratamiento.

Dengue grave: Uno o más de los siguientes hallazgos: Shock hipovolémico por fuga de plasma, Distres respiratorio por acumulación de líquidos, sangrado grave, Daño orgánico importante.

Endémica: Enfermedad propia de una zona y de una época:

Enfermedades transmitidas por vectores: A los padecimientos en los que el agente causal o infeccioso requiere la participación de un artrópodo como hospedero o transmisor para completar su ciclo de vida y para mantener su población en hospederos vertebrados susceptibles. Se incluyen “paludismo, dengue, leishmaniosis, oncocercosis, tripanosomiasis, rickettsiosis, virus del Oeste del Nilo y otras arbovirosis”.

Epidemiología: Al estudio de la frecuencia y características de la distribución de enfermedades, así como de los factores que las determinan, condicionan o modifican siempre en relación con una población, en un área geográfica y en un periodo determinado. Proporciona información esencial para la prevención y el control de enfermedades.

Flavivirus: Al género del Arbovirus de la familia Flaviviridae.

Insecto: Al artrópodo de la Superclase Hexápoda que se caracteriza por tener tres pares de patas, un par de antenas y su cuerpo está dividido en tres regiones bien diferenciadas: cabeza, tórax y abdomen.

Incidencia: se refiere a la aparición de nuevos casos dentro de un marco de tiempo especificado y proporciona una vista de inicio dentro de una ventana de tiempo relativamente estrecha.

La normalización: es una técnica para diseñar la estructura lógica de los datos de un sistema de información en el modelo relacional, desarrollada por E. F. Codd en 1972. Constituye una etapa posterior a la correspondencia entre el esquema conceptual y el esquema lógico, que elimina las dependencias entre atributos no deseadas.

Mortalidad por dengue: Es la muerte de un caso probable de dengue grave con diagnóstico confirmado por laboratorio o por histopatología. Todo caso probable que fallece con diagnóstico clínico de dengue grave sin muestra adecuada de tejido Y de suero para realizar pruebas virológicas será considerado por el nivel

nacional como caso compatible de muerte por dengue y representa una falla del sistema de vigilancia epidemiológica.

Muestra: Es un subconjunto representativo (es decir, es aquel que refleja las características esenciales de la población de la cual se obtuvo) seleccionado de una población

Población: Se refiere a la recolección de mediciones de todos los elementos del universo con respecto al cual se quieren obtener conclusiones o tomar decisiones.

Prevalencia: se refiere al número total de casos existentes en un marco de tiempo específico y proporciona un resumen de la carga actual de la enfermedad en estudio dentro de la población.

Shapefile: Es un formato vectorial que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas). El espacio de trabajo que contiene shapefiles también puede incluir tablas del dBASE, que pueden almacenar atributos adicionales que se pueden vincular a las entidades de un shapefile.

Signos de alarma por dengue: Dolor abdominal intenso y sostenido, Vómitos persistentes, Derrame seroso o por imágenes, Sangrado de mucosa, Cambio en el estado mental del paciente, Hepatomegalia, Si está disponible: incremento brusco del hematocrito concomitante con rápida disminución del recuento de plaquetas.

Variabilidad: Es el resultado de cambios en las condiciones bajo las que se hacen observaciones.

Vector: Al transportador y transmisor biológico del agente causal de la enfermedad

ABREVIATURAS

CORPOGUAJIRA: Corporación Autónoma Regional de La Guajira

EGI: Estrategia de Gestión Integrada

ETV: Enfermedad Transmitida por Vectores

ESRI: Environmental Systems Research Institute

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FBR: Funciones de Base Radial

IDW: Inverso de la Distancia Ponderada

INS: Instituto Nacional de Salud

OPS: Organización Panamericana de Salud

OMS: Organización Mundial de Salud

PNSP: Plan Nacional de Salud Pública PNSP

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SIVIGILA: Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública

SSG: Secretaria de Salud de La Guajira

ZCIT: Zona de Convergencia Tropical

RESUMEN

Hoy en día el dengue ya tiene nivel de epidemia en Colombia. Así lo considero el Instituto Nacional de Salud -INS. Según el boletín epidemiológico, con corte al 2 de noviembre de 2013, se presentaron 110.036 casos, más de 360 por día, de los cuales cerca de 3.000 son del tipo grave en todo el país.

De la presente investigación se identifica la distribución del patrón espacial y la localización de áreas de riesgo de los casos de Dengue en La Guajira. La metodología se inició con la determinación de variables relevantes en los casos, sobre eventos georeferenciados, para luego localizar las áreas de intensidad de riesgo mediante análisis de densidad de casos.

Los municipios de: Riohacha y Dibulla del Departamento de La Guajira presentan un patrón de agrupación de Dengue estadísticamente significativo, focalizado en las áreas pobladas. De igual forma aparecen múltiples núcleos de riesgo a edades tempranas. Con este estudio se aporta a la gestión de control y prevención de esta enfermedad.

PALABRAS CLAVE: Dengue, dengue grave, análisis exploratorio, multifactorial, análisis espacial, agrupación, aleatorio.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la estimación de las últimas décadas que realizó la Organización Mundial de la Salud existen por lo menos 50 millones de personas con esta afección cada año y cerca de más de 2.5 billones de personas que viven en un país endémico de dengue. Colombia hace parte de éste número de países que tienen la arbovirosis dengue, debido a las condiciones climáticas, biológicas y a la existencia de los cuatro serotipos del dengue circulando en el territorio, lo constituyen como un entorno de factores de riesgo para la presencia y desarrollo de la enfermedad.

En Colombia cerca de 25 millones de personas que habitan en zonas urbanas con transmisión endémica de dengue están en riesgo de adquirir esta enfermedad. Es una de las patologías infecciosas que mayor carga social y económica impone a la población en riesgo del país. Según el boletín epidemiológico del Instituto Nacional de Salud “a la semana epidemiológica N° 52 de 2010 (26 de diciembre al 1 Enero de 2011), iban acumulados 157.152 casos¹ de dengue, el 94% corresponden a dengue clásico (147.670 casos) y el 6% restante a dengue grave (9.482 casos). En este mismo año, la contribución al total nacional de La Guajira es del 8% (12,572 casos). Los cinco departamentos que más están aportando son: Valle, Huila, Norte de Santander, La Guajira y Cesar” (INS, 2010).

Conociendo la problemática, las autoridades de la Secretaria de Salud del departamento de La Guajira se vieron interesados en desarrollar un programa de investigación donde se identifique los determinantes (variables) de la carga²

¹ **Casos**, hace referencia al número de personas infectadas por la enfermedad dengue

² **La carga asociada al dengue** resulta de la interacción de múltiples causas. Entre estas se incluyen factores ecobiológicos (que inciden el virus y el vector), los sociales (traducidos en las actitudes de la población hacia la enfermedad), los asistenciales (relacionados con la oportunidad en la prevención y atención de las complicaciones), y los relacionados con la vigilancia en salud pública (que genera los referentes para las intervenciones comunitarias).

asociada al dengue para formular las intervenciones que permitan la reducción en la zona de estudio.

En el proyecto de Investigación sobre determinantes de la carga del dengue e intervenciones para su reducción del dengue en el departamento de La guajira; participa un Grupo Técnico Funcional constituido por profesionales de epidemiología, entomología, medicina, bacteriología, expertos en control de vectores, ingeniería ambiental, catastral y geodesia y científicos Sociales. Estos profesionales por competencia y responsabilidad deben participar en la planeación, ejecución y evaluación del mismo. La base fundamental de este proceso se sustenta en la disponibilidad de la evidencia epidemiológica, entomológica, parasitológica, social, cultural; recursos financieros, recursos humanos, materiales, equipos, infraestructura tecnológica y logística. Además, se debe considerar y tener en cuenta el direccionamiento nacional relacionado con las Enfermedades Transmitidas por Vectores –ETV enmarcados en el Plan Nacional de Salud Pública -PNSP y la Estrategia de Gestión Integrada Nacional de Colombia (EGI Dengue para Colombia).

Al revisar la literatura al nivel de los países desarrollados, se evidencia el uso de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica –SIG, para la identificación de la enfermedad. Adicionalmente las técnicas de análisis espacial tienen un complemento cuando se apoyan en un SIG, permitiendo detectar los agrupamientos, las interacciones espaciales y los riesgos derivados de la enfermedad. Diggle (1993) sostiene que “una vez se conoce que una o unas áreas contienen una agregación de casos y existe la sospecha de que un foco tiene alguna relación, puede generarse una hipótesis y ponerla a prueba estudiando la fuerza de la asociación entre la enfermedad y la exposición al foco”. También se sabe que para identificar el patrón de la enfermedad la mejor forma de reconocerlo es el lugar en sí donde viven las personas. Por esta razón, una desventaja del análisis espacial sin trabajo de campo darían patrones puntuales que no necesariamente pertenecen exclusivamente a la distribución geográfica de la

enfermedad. Por consiguiente se debe tener presente las distribuciones espaciales de la estructura sociodemográfica, los patrones ocupacionales, y las exposiciones ambientales de un población también son de particular interés.

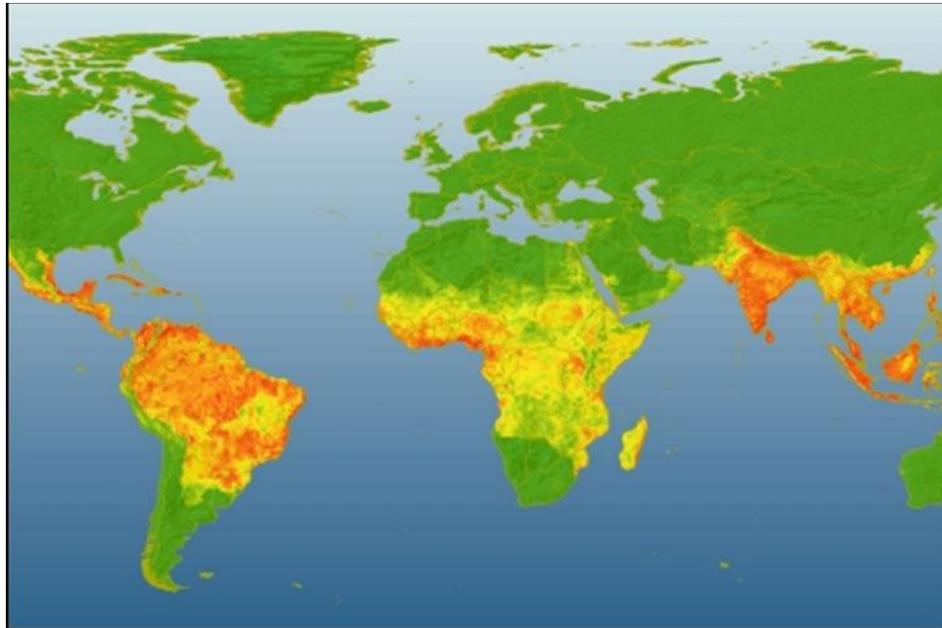
El propósito de la investigación es desarrollar una metodología de análisis espacial para identificar la ubicación de casos y características de las zonas con mayor prevalencia de dengue en La Guajira, en el estudio de la enfermedad dengue siendo esto un factor clave a la hora de tomar las decisiones más acertadas al momento de dar las posibles soluciones en la prevención y control del dengue. Por lo anterior, se presenta esta investigación como aporte a la solución del problema de la enfermedad del dengue y como ayuda a la importancia social y académica.

1 CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PROBLEMA

Para entender y visualizar la magnitud e importancia de estudiar y dar soluciones al caso del Dengue, se empezará por mostrar la distribución espacial de dicha enfermedad a nivel mundial.

Figura 1. Distribución Geográfica en el mundo de la incidencia de dengue



Fuente: Simon, et al. Revista Nature. The global distribution and burden of dengue, 2013

En la Figura 1 se observa un mapa (las zonas amarillas y aquellas que tienden a rojo) este comprueba que la enfermedad dengue se ubica en los trópicos, con variaciones locales en el riesgo en función de las lluvias (cuantas más precipitaciones, más incidencia), la temperatura (cifras estables favorecen la infección) y la urbanización (las zonas menos pobladas tienen menos riesgo). Los autores estiman que “hay 390 millones de infecciones de dengue en todo el

planeta cada año, de los cuales 96 millones alcanzan un nivel clínico o subclínico de gravedad” (Simon, et al, 2013).

Estas cifras son más del triple de las estimaciones recientes que la Organización Mundial de la Salud había publicado y que se limitaban a una franja de 50 a 100 millones de casos por año. Los autores del estudio definen que las zonas en rojo tienen alto riesgo de dengue, la zonas de color amarillo de riesgo medio y las verdes no presenta vulnerabilidad al dengue; por consiguiente, la mayor distribución de dengue se presenta en el continente Asiático con 273 millones de casos representado el 70% por ciento de las infecciones, por detrás está África con (624 millones) un 16% y la zona tropical del continente americano con (546 millones) un 13% de los casos por dengue.

En Colombia hasta la semana N° 6 de 2013 se notificaron en el Sistema de Vigilancia Salud Pública - SIVIGILA del Instituto Nacional de Salud: “10.612 casos totales de dengue, 10.345 (97 %) de dengue y 267 (3 %) dengue grave.

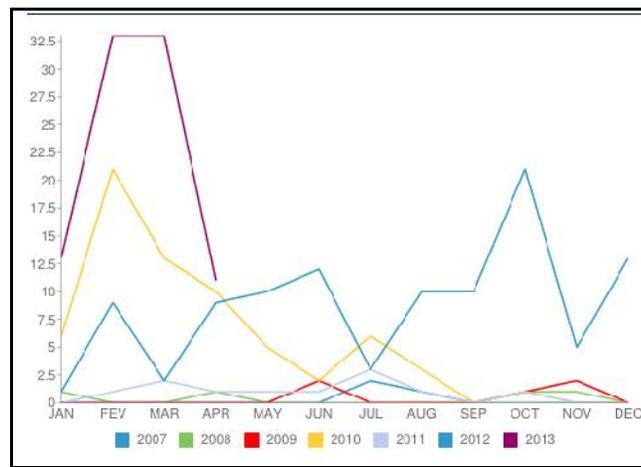
Figura 2. Distribución espacial en Colombia del dengue para inicios del año 2013



Fuente: Organización Panamericana de Salud. Dengue Map, (2013).

La Figura 2 comprueba que la enfermedad dengue se ubica en el centro y occidente del país, más exactamente en los departamentos de Caldas, Santander, Bolívar, Cesar, Magdalena y La Guajira, en otras palabras, los que se ubican en el cinturón sobre la cordillera oriental; en la costa del caribe Colombiano, en La Guajira se observa concentraciones de dicha enfermedad.

Figura 3. Línea del tiempo del Dengue en Colombia



Fuente: Organización Panamericana de Salud. Dengue Map, (2013).

La Figura 3 confirma que la enfermedad dengue se incrementó en el primer trimestre del año 2013 pues se registraron 32 alertas de dengue (línea morada) con respecto a los años inmediatamente anteriores, se puede citar el año 2012 (línea azul) llegó a reportar aproximadamente 8 casos, por su parte en el 2010 (línea amarilla) alcanzó un pico de 21 casos.

Para la misma fecha, en el departamento de La Guajira se detectaron 169 casos de dengue de los cuales 77 casos están confirmados por laboratorio y 92 clasificados como probables, así lo dio a conocer la Secretaria de Salud a través de un boletín de prensa el 5 de Febrero de 2013. En el comunicado se advierte que la mayor incidencia acumulada está en Barrancas con una cifra de 114 casos por cada 100.000 habitantes. Otros Municipios como San Juan del Cesar con 55;

Uribia 51; Maicao 40 y Riohacha 35 casos por cada 100.000 habitantes. Estos Municipios se encuentran en epidemia de dengue.

Los trabajos de investigación que vienen desarrollando los países que han logrado un alto grado de desarrollo en el área de la Salud pública, incorporan análisis espacial a los Sistemas de Información Geográfica no considerados solamente como instrumentos técnicos sino también se presentan como herramientas teóricas que permiten pensar y actuar espacialmente. En relación con dichos estudios cabe mencionar algunos, como es el caso de Bélgica denominado Avia-GIS (Agriculture and Veterinary Information and Analysis <http://www.avia-gis.com>) es un SIG de la Región Europea para las enfermedades transmitidas por vectores; otro claro ejemplo es el SIG de Estados Unidos en el estado de California denominado GIS Population Science (<http://www.csiss.org/GISPopSci/>), el grupo está encabezado por el Dr. Michael Goodchild.

A la fecha en Colombia, de acuerdo a la base bibliográfica consultada se han realizado estudios en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y sobre esta problemática cabe mencionar que la Secretaría Seccional de Salud del departamento del Meta, aplicaron estadística espacial para determinar un indicador entomológico del mosquito *Aedes Aegypti*.

Entendiendo la situación, esta investigación pretende integrar análisis espacial a los SIG con el fin de analizar y modelar el vector dengue en el departamento de La Guajira teniendo como fundamento la dimensión espacial.

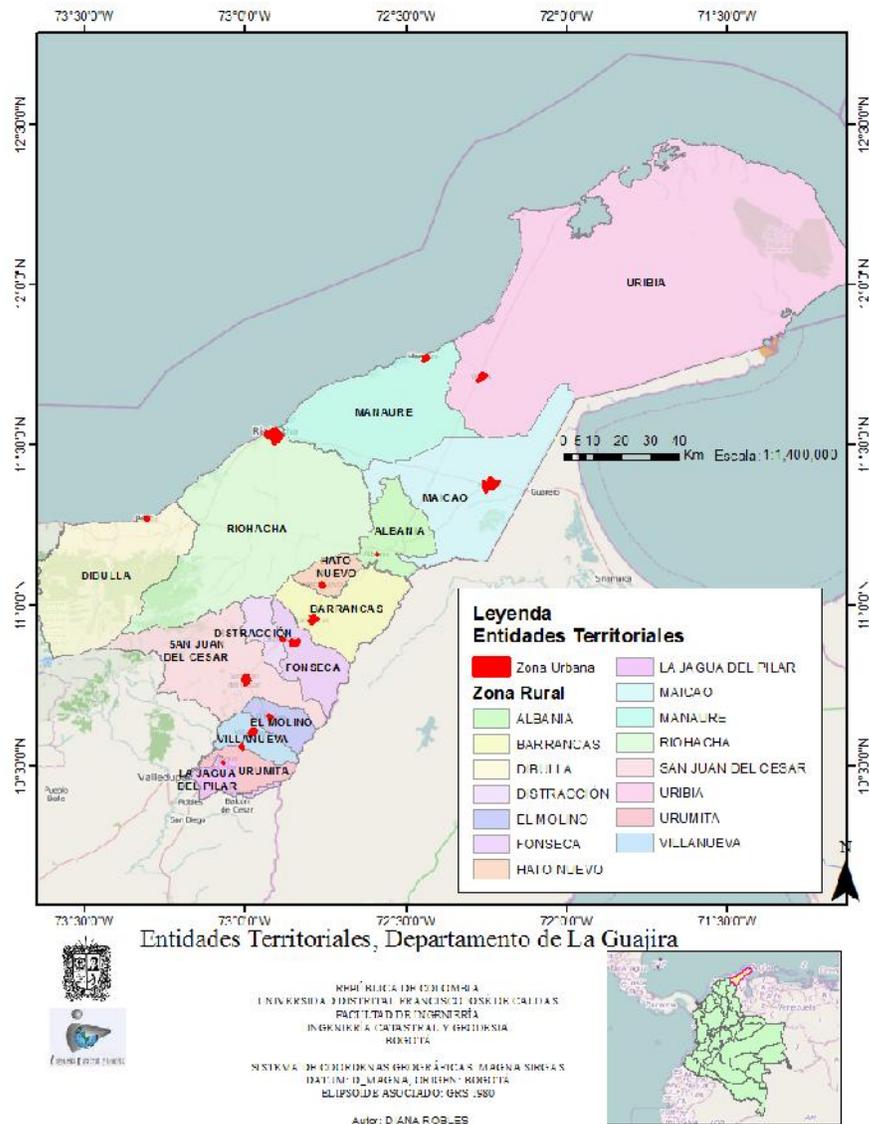
1.2 DELIMITACIÓN DEL TRABAJO

El Departamento de La Guajira está situado en el extremo norte del país y de la llanura del Caribe, en la parte más septentrional de América del sur; localizado entre los 10°23' y 12°28' de latitud norte y los 71°06' y 73°39' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 20.848 km^2 lo que representa el 1.8 % del territorio nacional. Limita por el Norte con el mar Caribe, por el Este con el mar Caribe y la

República de Venezuela, por el Sur con el departamento del Cesar, y por el Oeste con el departamento del Magdalena y el mar Caribe. Su población según la proyección del DANE para el año 2005 es de 526.148 habitantes.

El proyecto se desarrolló en el departamento de La Guajira. En la Figura 4 se localizan los 15 municipios participantes en el proyecto como son: Riohacha, Albania, Fonseca, San Juan del Cesar, Distracción, Maicao, Villanueva, Uribia, Manaure, Barrancas, Dibulla, El molino, Hatonuevo, Urumita y La Jagua del Pilar.

Figura 4. Ubicación geográfica de los municipios a estudiar en el departamento de la guajira



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial.

El clima de La Guajira, especialmente en la península, es árido, seco y de altas temperaturas, modificadas un poco con la brisa marina y los vientos alisios del noreste que soplan durante la mayor parte del año; las lluvias son escasas y se presentan generalmente en los meses de septiembre a noviembre, cuando la Zona de Convergencia Tropical - ZCIT se desplaza hacia el norte.

El área de estudio que se escogió refleja alta relación con los factores que inciden en el origen y transmisión de la enfermedad como son los que se observan en Tabla 1.

Tabla 1. Factores Macro-determinantes de la transmisión del dengue

Factor Determinante	Factores de Riesgo	
Micro determinante	Ambiental	<p>Latitud: 35° N a 35° S</p> <p>Altitud: < 2200 msnm</p> <p>Temperatura Ambiente: 15 a 40° C</p> <p>Humedad: De moderada a alta</p>
	Social	<p>Densidad de la población: De moderada a alta</p> <p>Patrones de asentamiento: Urbanización no planificada y densidad de asentamiento elevada</p> <p>Viviendas</p> <p>Aprovisionamientos de agua</p> <p>Recolección de desechos sólidos</p> <p>Estado Socioeconómico</p> <p>Cultural</p>

Fuente: Organización Panamericana de Salud, 2002. Publicación científica N° 548

La Tabla 1 evidencia las características en las cuales el mosquito *Aedes Aegypti* sobrevive de manera más favorable, siendo esto una de las particularidades medio ambientales del departamento de La Guajira. En relación con el determinante social, la alta densidad de urbanizaciones, deficiencias en la cobertura y calidad de los servicios públicos y saneamiento básico, deficiencias en la prestación de los servicios de salud; debilidades en la capacidad operativa de respuesta técnica de los programas de prevención y control; y la pobre participación intersectorial y social genera alto riesgo de padecerla al evaluar la presencia de la enfermedad.

1.3 OBJETIVOS

Los objetivos en esta investigación propuestos y alcanzados fueron: Objetivo General

1.3.1 Objetivo General

- Desarrollar una metodología de análisis espacial para identificar la ubicación de casos y características de las zonas con mayor prevalencia de dengue en La Guajira.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las variables relevantes que determinan los casos de dengue en La Guajira.
- Establecer y caracterizar las zonas con mayor prevalencia de dengue
- Evaluar la Bondad del Ajuste de los modelos propuestos en el conocimiento de los casos de dengue.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Debido a que en la Guajira, el dengue es la principal Enfermedad Transmitida por Vectores - ETV y el departamento se reconoce como endémico porque confluyen las condiciones ambientales, biológicas y sociodemográficas para la permanencia de esta arbovirosis, por estas razones, se presentaron casos en prácticamente todos los municipios durante la última década, con picos en los años 2006 y 2010: entre los municipios afectados, “los de mayor incidencia en estos años han sido: Riohacha, Albania, Fonseca, San Juan del Cesar, Distracción, Maicao, Villanueva, Uribía y Manaure” (SSG, 2011).

Sumando cada uno de los casos de los municipios mencionados, se presentaron 318 casos por cada año, según los datos notificados al Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) para los años (2007-2010). Los recientes reportes de vigilancia epidemiológica señalan que nuestro país y, específicamente, la región caribeña, tiene una elevada y continúa incidencia por esta enfermedad y, lo más preocupante es que cada 10 años se triplicara la mortalidad por dicho arbovirus” (Diaz, Quijano., & Waldman, 2012).

La Investigación propuesta se realizó para reducir, con un enfoque multidimensional (El vector, el virus, la comunidad, la atención en salud, la vigilancia en salud pública y análisis Geoespacial), la morbilidad y mortalidad causada por dengue en La Guajira.

La forma de abordar este problema creciente de salud pública en los municipios participantes es mediante la Estrategia de Gestión Integrada (EGI), siendo este un “modelo que permite controlar y prevenir el dengue mediante el fortalecimiento de los programas nacionales y regionales integrados, con el propósito de eliminar la morbilidad, la mortalidad, la carga social y económica producida por la epidemia de dengue. El impacto de la EGI es positivo, siendo este el que finalmente reduce la morbi-mortalidad causada por los brotes de dengue” (San Martín, 2003).

Es importante entender esta problemática donde se hace fundamental combinar técnicas de análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica, estas herramientas permiten simplificar, agilizar, automatizar y visualizar la georeferenciación de las variables relativas al individuo (paciente), al ambiente y al vector. Estos sistemas de análisis permiten entender los fenómenos que ocurren en el espacio geográfico y de esta forma sirven de soporte y ayuda a la prevención y control de enfermedades endémicas. Lo fundamental de la propuesta es generar una serie de pasos en donde se pueda entender la distribución de la enfermedad y posteriormente poder evaluar los indicadores que servirán de base en la reducción del dengue.

Los Sistemas de Información Geográfica tienen la propiedad de manejar datos correlacionados espacialmente, lo cual indica que relaciona en este caso las variables relativas al individuo (edad, sexo, nivel de educación entre otras) con las variables relativas al ambiente y al vector (densidad de mosquitos, foco de hembras, etc); logrando de esta manera caracterizar la enfermedad con respecto a las variables más significativas consiguiendo con ello, los mapas de riesgo que contribuyen a respaldar en la toma de decisiones para la identificación de dengue.

Por lo anterior, se justificó la investigación como aporte a la solución del problema, cuyo propósito es contribuir con los conocimientos de las tecnologías SIG, y de las técnicas de análisis espacial, en el estudio de la enfermedad siendo esto el primer inicio para comprender cuales son las variables más significativas, para luego abordarlas y tomar las decisiones apropiadas al momento de dar las posibles soluciones en la prevención y control del vector dengue. Por lo anterior se presentó como ayuda a la solución del problema de la enfermedad del dengue y aporta a la ingeniería.

2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ESTADO DEL ARTE

La historia, registra como primeros casos documentados, en el desarrollo de los Sistema de Información Geográfica los principios de 1832 encabezado por el geógrafo francés Carlos Picquet cuando aplicó el análisis espacial en la epidemiología. Desde allí, John Snow usó el método geográfico para resolver el brote de cólera en 1854. En el siglo XX, se hace relevante la aplicación de las coordenadas geográficas a las diferentes disciplinas que se exploran en la época del florecimiento de los SIG.

Lo anterior conlleva a implementar de forma definitiva el análisis espacial en los estudios de Salud Pública. La integración de las ciencias geográficas a los estudios de salud mediante sistemas de información geográfica es un fenómeno relativamente novedoso. “Conceptos básicos de información y análisis espaciales, asociados a componentes instrumentales para la elaboración de mapas auxiliados por la computación, han sido esenciales en este proceso” (OPS, 2002).

Según la investigación que realizó el Centro de Información Geográfica de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez en México, “la epidemiología ha incluido recientemente a los SIG como una forma de vigilancia y monitoreo de enfermedades transmitidas por vectores” (Clarke, K.C. et al. 1996.). Por otro lado, la ecología del paisaje incorpora el uso combinado de tecnologías digitales, su integración y un análisis final de bases de datos en formato digital con los Sistemas de Información Geográfica - SIG. Todas estas herramientas de trabajo, en conjunto, constituyen una valiosa fuente para el manejo de estas enfermedades.

Además, el análisis geoespacial se ha convertido en una útil herramienta para el desarrollo de estrategias de intervención apropiadas. Diversos estudios sobre

mosquitos han utilizado técnicas de análisis geoespacial, como los denominados índices de Moran, K-Función, G_i^* (d), Kernel y Kriging. De forma adicional, se han aplicado diversas herramientas estadísticas como el uso de técnicas multivariadas de análisis discriminante y los análisis de regresión y correlación; todas ellas, buscando asociar o correlacionar factores sociodemográficos y ambientales con la distribución espacial de especies trasmisoras de enfermedades arbovirales.

Existe un reconocimiento de las potencialidades de los SIG para manejar datos correlacionados espacialmente y ofrecer apoyo a la toma de decisiones en el control del dengue; no obstante, aún son relativamente escasas las publicaciones sobre este tema. Uno de los estudios más completos, fue el realizado en el municipio de Río de Janeiro, Brasil, para el período 1986-1991, en el que se utilizó un SIG desarrollado por el Laboratorio de Geoprocesamiento del Instituto de Geociencias de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ, denominado SAGA/UFRJ (Sistema de análisis geo-ambiental, de la referida universidad). Se basa en la estimación estadística de la importancia relativa de un conjunto de variables asociadas a la ocurrencia de la enfermedad; se asignan pesos diferentes, según el grado de participación en la ocurrencia de casos. Se aclara que en esta investigación se hace uso completo de la herramienta, que está presente en todas las etapas de la investigación, desde la recolección inicial de los datos, hasta el procesamiento, análisis y salida de los resultados del estudio. Es un ejemplo de la importancia que tiene para la epidemiología aplicada la utilización de esta nueva tecnología en la comprensión de la dinámica espacial del dengue y de su relación con los factores ambientales, como apoyo al establecimiento de prioridades en la intervención hacia las áreas de mayor riesgo.

Una restricción señalada por los autores, es el uso de límites político-administrativos para definir las unidades operacionales, que como se conoce, poseen una gran heterogeneidad interna, sobre todo ambiental y socio-económica. En este trabajo se recomienda emplear otras unidades de mayor homogeneidad, a niveles más detallados, como pudieran ser los barrios.

Otra investigación realizada en la ciudad de Maracay, Venezuela, emplea los SIG para la estratificación espacial del dengue. Esta investigación abarcó el período de 1993 hasta 1998 y la unidad de estudio fue el barrio. Fue usado el Atlas GIS de la compañía Environmental Systems Research Institute, USA (ESRI) tanto para la estadística descriptiva de las variables, como para la representación y análisis de los patrones espaciales de la entidad, atendiendo a la incidencia. El resultado final fue la obtención de tres estratos de barrios: sin dengue aparente, con baja notificación, y con alta persistencia de la enfermedad. Demuestra la concentración de la vulnerabilidad el hecho de que los barrios representaban el 70 % de los casos, pero el 35% de los infectados ocupaban el área urbana.

Un reciente estudio desarrollado en un sector de la ciudad de Corrientes, Argentina, emplea las técnicas de SIG para la identificación de áreas de riesgo-dengue. “En la unidad espacial de manzana, se estudian y localizan un conjunto de parámetros, y tres de ellos se seleccionan para la estratificación espacial. Se destaca como una original inclusión la valoración cualitativa de las respuestas de la población (actitud, renuencia, colaboración, actividades, control focal)” (Bottinelli OR, et al, 2002). En este interesante trabajo se identifican tres estratos de riesgo: riesgo, alto riesgo y muy alto riesgo. En esta investigación no se exponen las técnicas de análisis espacial y resulta difícil interpretar los procedimientos que permiten agregar las manzanas en estratos espaciales; en este sentido llama la atención que no se usan los mismos indicadores para calificar los estratos y por ejemplo el de las respuestas de la población, solo se considera en el estrato más favorable.

El dengue en Cuba, se ha estudiado mediante el marco del proyecto “Vigilancia en salud con la utilización de los SIG en la provincia de Cienfuegos”, desarrollado por investigadores del Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, y de la oficina regional de GEOCUBA se ha elaborado el SIG GeoSalud, sobre la plataforma del ArcView, que incluye la vigilancia vectorial activa en las manzanas de la ciudad de Cienfuegos, con recursos tales como actualización de focos, pronóstico de la

difusión del vector, con estimación del costo de las intervenciones y del costo-beneficio, entre otros” (Díaz et al, 2002).

Se destaca en este SIG la inclusión de los pasos operacionales para la actualización diaria o periódica de atributos. En este sentido resulta importante destacar que la elaboración de los SIG en general y en particular en salud, requieren para su efectiva operación, de la alimentación de las bases de datos, tanto actualización, como inclusión de nuevos atributos. Esto precisa de una cuidadosa organización de recursos humanos e infraestructurales para el soporte de estas actividades, y de la colaboración intersectorial.

En Colombia, uno de los estudios más significativos de acuerdo a la base bibliográfica consultada a la fecha, se realizó un análisis espacial denominado: Uso de la función semivariograma y estimación kriging en el análisis espacial de un indicador entomológico de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), su autor es Larry Niño, Laboratorio de Entomología, Secretaría Seccional de Salud del Meta, Carrera 37 N° 41-80, Barrio Barzal Alto, Villavicencio, Meta. Por esta razón, este proyecto es novedoso, cuyo propósito permite identificar los indicadores entomológicos básicos para realizar la vigilancia de susceptibilidad y resistencia a insecticidas mediante análisis estadístico.

En 2011 se realizó un proyecto de grado con Modelos de regresión espacial para el comportamiento de las enfermedades infecciosas dengue y malaria en Colombia para los años 2000, 2005 y 2010 en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 ENFERMEDAD: DENGUE

El dengue es una enfermedad causada por un virus que se transmite a través de la picadura de un mosquito perteneciente al género *Aedes*, vector de la enfermedad. Según Thesaurus es una "Enfermedad aguda infecciosa, eruptiva febril causada por cuatro serotipos antigénicamente relacionados pero distintos del virus del dengue, transmitida por la picadura de mosquitos infectados del género *Aedes*, especialmente *Aedes aegypti*; dengue clásico (fiebre del dengue) es autolimitada y se caracteriza por fiebre, mialgia, dolor de cabeza y erupción cutánea, fiebre hemorrágica del dengue es una forma más virulenta de la infección por el virus del dengue" (Thesaurus, 2006).

El dengue es un problema creciente para la Salud Pública mundial, debido a varios factores: el cambio climático, el aumento de la población mundial en áreas urbanas de ocurrencia rápida y desorganizada, la insuficiente provisión de agua potable que obliga a su almacenamiento en recipientes caseros habitualmente descubiertos, la inadecuada recolección de residuos y la gran producción de recipientes descartables que sirven como criaderos de mosquitos al igual que los neumáticos desechados. A esto se suman el aumento de viajes y migraciones, fallas en el control de los vectores y la falta de una vacuna³ eficaz para prevenir la enfermedad.

2.2.1.1 Características del virus

El virus del dengue es un flavivirus que incluye 4 serotipos (DEN1, DEN2, DEN3 y DEN4). Cualquiera de estos serotipos puede producir la enfermedad. El más frecuente en el dengue clásico es el serotipo 1, que es también el menos frecuente

³ Consideraciones acerca de la vacuna de dengue se encuentra en [ANEXO A](#)

en el dengue grave. Por su parte, los serotipos 2 y 3 han sido asociados a la mayor cantidad de casos graves y fallecidos. La inmunidad es serotipo-específica por lo que la infección con un serotipo determinado confiere inmunidad permanente contra el mismo (inmunidad homóloga), y sólo por unos meses contra el resto de los serotipos (inmunidad heteróloga). Aunque, en teoría, una persona podría padecer dengue hasta cuatro veces a lo largo de su vida (una por cada serotipo), hasta el momento solo se han comprobado hasta tres infecciones en un mismo individuo.

2.2.1.2 Transmisión por el vector

El *Aedes aegypti* es una especie diurna, con mayor actividad de picadura dos horas después de la puesta de sol y varias horas antes del amanecer. Vive y deposita sus huevos en los alrededores e interior de las casas, en recipientes utilizados para el almacenamiento de agua para las necesidades domésticas y en jarrones, tarros, neumáticos viejos y otros objetos que hagan las veces de envase de agua. Su capacidad de vuelo es de aproximadamente 100 metros, por lo que el mosquito que pica es el mismo que está en los alrededores.

2.2.1.2.1 Forma de Transmisión

El dengue se transmite por la picadura de un mosquito infectado con el virus que, para estarlo, debe haber picado previamente a una persona infectada en período de viremia. Existen además evidencias de la transmisión del virus dengue entre generaciones de mosquitos a partir del desarrollo de huevos infectados por transmisión vertical en los vectores (transmisión transovárica) que carecería de importancia epidemiológica en nuestro país.

Las personas infectadas presentan viremia desde un día antes y hasta cinco o seis días posteriores a la aparición de la fiebre. Si durante la viremia el mosquito

pica a esta persona, se infecta. Luego de un periodo necesario para el desarrollo de la infección viral en el mosquito (periodo de incubación extrínseco), éste permanecerá infectante el resto de su vida y con capacidad de infectar a individuos susceptibles. La duración de este periodo es variable, (7 a 14 días) y, entre otros factores, depende de la temperatura media ambiental.

La enfermedad no se transmite de persona a persona, ni a través de objetos, ni por vía oral, respiratoria ni sexual. Sin embargo, aunque es infrecuente, también están descritas la transmisión durante el embarazo y la vía transfusional.

2.2.1.3 Manifestaciones clínicas

La infección por dengue puede ser clínicamente inaparente o puede causar una enfermedad de variada intensidad. Luego de un período de incubación que puede ser de 5 a 7 días, (se han observado casos con un período de incubación de 3 hasta 14 días), podrán aparecer las manifestaciones clínicas, aunque una alta proporción de las personas infectadas cursarán de manera asintomática.

Las infecciones sintomáticas pueden variar desde formas leves de la enfermedad, que solo se manifiestan con un cuadro febril agudo, de duración limitada (2 a 7 días) a otros cuya fiebre se asocia a intenso malestar general, cefalea, dolor retro ocular, dolor muscular y dolores articulares. En no más del 50% de los casos estos síntomas pueden acompañarse de un exantema en la mayoría de los casos pruriginoso, no patognomónico.

Algunos casos de dengue pueden evolucionar a formas graves (dengue grave) en las que hay manifestaciones hemorrágicas, pérdida de plasma debida al aumento de la permeabilidad vascular, (lo que ocasiona un incremento del hematocrito) y presencia de colecciones líquidas en cavidades serosas (derrame pleural, ascitis y derrame pericárdico), lo que puede llevar a un cuadro de shock.

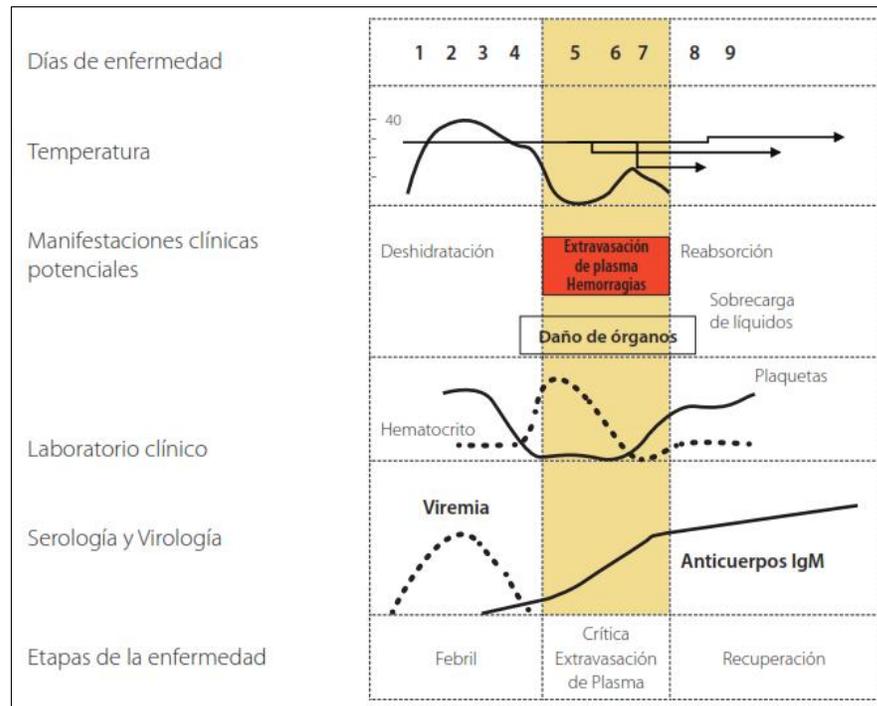
Los casos de dengue grave son más frecuentes en personas que ya padecieron dengue por un serotipo (infección primaria) y se infectan nuevamente (infección secundaria) con un serotipo diferente al que le ocasionó el primer cuadro. Este fenómeno puede ocurrir hasta muchos años después de ocurrida la infección primaria, pero no implica necesariamente que toda infección secundaria conduzca a dengue grave. No obstante, también la infección primaria puede asociarse a dengue grave, en relación a virulencia de la cepa o a otros factores del hospedero.

Finalmente, existen otras formas clínicas de dengue menos frecuentes, que se caracterizan por la afectación especialmente intensa de un órgano o sistema: encefalitis, miocarditis, hepatopatía, y afectación renal con insuficiencia renal aguda.

El dengue es una enfermedad sistémica y muy dinámica, en la que en pocas horas un paciente puede pasar de un cuadro leve a un cuadro grave. Al inicio de la fiebre, no es posible predecir si el paciente tendrá síntomas y signos leves todo el tiempo, o si evolucionará a una forma grave de la enfermedad. Por lo tanto, el equipo de salud debe realizar un seguimiento estricto del paciente, y éste junto a su grupo familiar deben estar atentos a los signos de alarma, controlando a todo paciente con dengue hasta al menos 48 horas de finalizada la etapa febril.

Las manifestaciones clínicas del dengue pueden dividirse en tres etapas de acuerdo a la Figura 5:

Figura 5: Etapas de evolución del dengue



Fuente: Guía para el equipo de salud. Ministerio de Salud. Argentina, 2013.

- Etapa febril, que es de duración variable (entre 3 a 6 días en niños y 4 a 7 días en adultos), se asocia a la viremia, durante la cual existe una alta posibilidad de transmisión de la enfermedad si la persona es picada por un mosquito vector. En esta etapa el paciente puede tener además de la fiebre, dolor muscular y articular, cefalea, astenia, exantema, prurito, y síntomas digestivos tales como: discreto dolor abdominal y, a veces, diarrea. Es frecuente la presencia de leucopenia con linfocitosis relativa, trombocitopenia e incremento de las transaminasas.

A la caída de la fiebre, el enfermo puede mejorar o empeorar. El empeoramiento es precedido por uno o más signos clínicos conocidos como signos de alarma, ya que anuncian la inminencia del shock⁴.

- Etapa crítica, se caracteriza por la extravasación de plasma (escape de líquidos desde el espacio intravascular hacia el extravascular), que puede llevar al shock hipovolémico (piel fría, pulso débil, taquicardia, hipotensión). Debido a la extravasación de plasma el hematocrito sube, lo que constituye un método confiable para el monitoreo de la fuga de plasma.
- Etapa de recuperación generalmente se hace evidente la mejoría del paciente pero, en ocasiones, existe un estado de sobrecarga de volumen, así como alguna infección bacteriana agregada. En esta etapa es importante vigilar sobre todo a aquellos pacientes que tengan dificultades en el manejo de los líquidos (insuficiencia renal crónica, insuficiencia cardíaca, pacientes ancianos).

Para mayor detalle, consulte en el Ministerio de Salud de Argentina en la Guía para el equipo de Salud, 3ra edición año 2013.

2.2.2 EPIDEMIOLOGÍA ESPACIAL

La literatura utiliza las frases epidemiología geográfica o ambiental, epidemiología espacial y la geografía médica para describir métodos analíticos relacionados con el estudio de los patrones espaciales de la incidencia de la enfermedad y la mortalidad. El interés en la epidemiología espacial comenzó con el reconocimiento de los mapas como herramientas útiles para iluminar posibles "causas" de la enfermedad, como es el caso de la cólera en Londres estudiada por el Dr. John

⁴ Prevenir el shock es prevenir las grandes hemorragias

Snow en 1.854. Thomas (1990) afirma: “La epidemiología espacial describe estudios sobre las causas y la prevención de las enfermedades utilizando diferentes perspectivas de análisis en las que la localización de los eventos es un componente fundamental (p.154)”.

Por su parte, el epidemiólogo Luis Valero la define “el estudio de la frecuencia y distribución de los procesos salud-enfermedad en la población, así como los factores que los determinan” (Valero, 2012). Teniendo en cuenta este objetivo se distinguen dos partes en epidemiología:

2.2.2.1 Epidemiología descriptiva

Se encarga de estudiar la frecuencia y distribución de los procesos salud-enfermedad en la población; es decir caracterizar (describir) estos procesos en función de variables epidemiológicas.

La epidemiología descriptiva se preocupa en describir y caracterizar un problema de salud colectivo. Enumera la distribución y magnitud de las enfermedades dentro de la comunidad considerando las variables epidemiológicas clásicas véase la Figura 6 de (Rada, 2007):

Figura 6: Variables Clásicas de epidemiología



Fuente: Epidemiología Clásica, Rada, 2007

Independientemente del enfoque de análisis empleado, las variables de Tiempo, de Lugar y de las Personas conforman una plataforma básica de trabajo para la epidemiología.

2.2.2.1.1 Las Personas: ¿Por qué algunas personas enferman y otras no?

Según el problema en estudio, importa conocer características de las personas como ser su edad, el sexo, la raza, nivel de instrucción, su situación económica o condiciones genéticas.

2.2.2.1.2 El tiempo (variable temporal)

Es esta una variable de gran importancia en epidemiología. De ella interesa observar la frecuencia con la que ocurre un evento de acuerdo en función del tiempo; la existencia de variaciones estacionales, de ciclos o períodos en la aparición del problema, la duración de los síntomas de una enfermedad; el periodo de incubación y de resolución de la enfermedad y la velocidad de propagación de ésta en la comunidad.

2.2.2.1.3 El lugar

El área comprometida, su clima, flora, fauna, y otras variables que puedan guardar relación con el fenómeno observado, como la geografía de la zona, la ubicación de los asentamientos humanos en relación con su entorno geográfico, requieren ser consideradas y detallados. En ocasiones, las condiciones geográficas están en correspondencia con las características de los sujetos que la habitan. Por ejemplo, sujetos socialmente deprimidos que comparten un espacio físico común, con malas condiciones de saneamiento básico pueden tener todos unos mayores riesgos. También hay grupos étnicos que suelen compartir territorios comunes, en torno a comunidades.

2.2.2.2 Epidemiología analítica

Se encarga de estudiar los factores que determinan la frecuencia y distribución de la enfermedad. Su objetivo es establecer asociación causal entre una exposición (factores de riesgo o factores pronósticos) y un efecto (la enfermedad o cualquiera de sus resultados).

3 CAPITULO III: METODOLOGÍA

El presente capítulo describe la esencia del trabajo siendo este el fundamento de la investigación en la cual se basa el desarrollo de la metodología de análisis espacial para identificar las variables de ubicación de casos y características de las zonas con mayor prevalencia de dengue en La Guajira; es así como se inicia con los métodos estadísticos para posteriormente evaluarlo y adicionarle análisis espacial.

3.1 MÉTODO

Uno de los aportes más importantes de la estadística es “contribuir al proceso de realizar juicios científicos frente a la incertidumbre y a la variabilidad” (Walpole & Myers, 2012), lo que la convierte en una técnica descriptiva y mediante estimaciones, permite obtener conclusiones que enriquecen el conocimiento de la realidad.

A continuación, se desglosan citadas técnicas:

3.1.1 Estadística Exploratoria

Es la primera etapa del análisis estadístico para resumir la información que proporciona un conjunto de datos; En el año 1977, John Tukey, publicó en su obra *Análisis Exploratorio de Datos –EDA*, el análisis moderno basado en el papel relevante que adquieren los métodos gráficos, el uso de modelos de línea resistente para tratar los datos atípicos, la utilización de transformaciones que clarifican la estructura de los datos y la información adicional que aportan los residuales cuya finalidad es reconocer la distribución y de esta forma caracterizar:

valores atípicos, saltos o discontinuidades, concentraciones de valores, forma de la distribución, entre otros (Tukey, 1977).

Para analizar la relación de dependencia o independencia entre dos variables cualitativas nominales o factores, se usa con frecuencia tablas de contingencias.

La tabla de contingencia describe cómo se distribuyen los datos de la muestra al considerar, simultáneamente, dos o más variables categóricas. En un análisis descriptivo previo, como el que se está realizando en este caso, se acostumbra a describir en una primera fase las tablas de contingencias bidimensionales, acción que recibe el nombre de descriptiva bivariada (Navarro, Sanchez & Martín. 2004).

Para identificar relaciones de dependencia entre variables cualitativas se utiliza un contraste estadístico basado en el estadístico χ^2 Chi-cuadrado, cuyo cálculo permite afirmar con un nivel de confianza estadístico determinado si los niveles de una variable cualitativa influyen en los niveles de la otra variable nominal analizada.

3.1.1.1 La prueba Chi-cuadrado

El análisis de variables en escala nominal, ordinal, o en escala de intervalo de razón, se realiza por medio de tablas de contingencia, que facilitan la obtención de diversos estadísticos apropiados para realizar el análisis descriptivo e inferencial de la información.

La prueba de Chi-cuadrado de Pearson, se aplica en aquellos casos en que se disponga de una tabla de contingencia con “r” filas y “c” columnas correspondientes a la observación de muestras dos variables de X e Y, con r y c categorías respectivamente. Se utiliza para contrastar la hipótesis nula:

$$H_0 : \text{Las variables X e Y son independientes}$$

Si el p-valor asociado al estadístico de contraste es menor que el nivel de significancia establecido, usualmente $\alpha = 0.05$, (Ferran. 1996). Entendiendo que el p-valor informa sobre el grado de compatibilidad de los datos con la hipótesis nula. Para mayor detalle consultar (Otero & Moral. 2005).

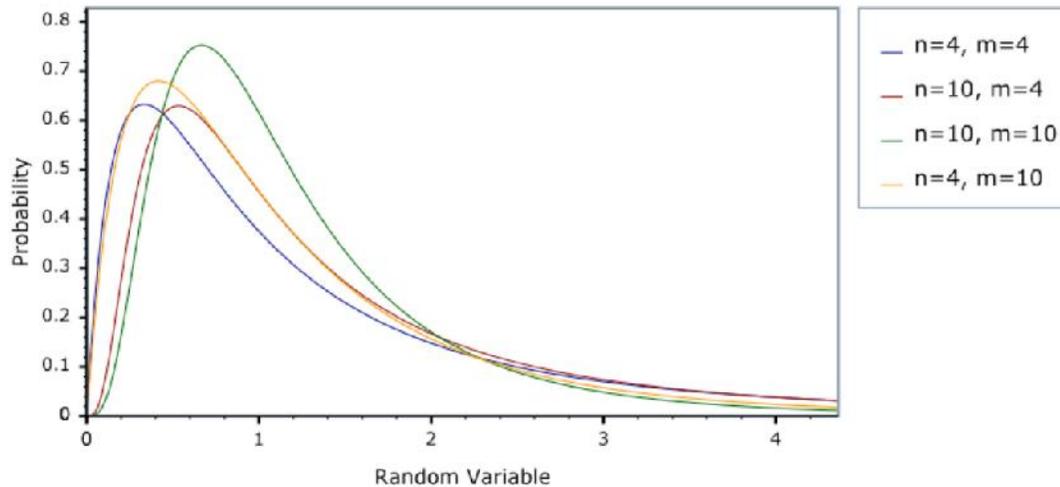
3.1.2 Estadística Inferencial

El análisis ANOVA sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos. Está diseñado para construir un modelo estadístico que describa el impacto de un único factor categórico X sobre una variable dependiente Y . Para ello se realizan pruebas para determinar si hay o no diferencias significativas entre las medias, varianzas y/o medianas de Y en los diferentes niveles de X .

De particular importancia es la razón F , ésta prueba la hipótesis de que la respuesta media para todos los niveles de X es la misma. Esta hipótesis es denominada la hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$. Si F es lo suficientemente grande se rechaza la hipótesis nula deduciendo que no todas las medias de las muestras son iguales. Por otro lado, es más sencillo utilizar el p valor para medir numéricamente la credibilidad de H_0 . Si el p-valor que aparece en la tabla ANOVA es menor que el valor de correspondiente al nivel de confianza, entonces el contraste es significativo a ese nivel, y se rechaza la hipótesis nula. Es decir, se considera que los datos obtenidos no son a ese nivel estadísticamente compatibles con la hipótesis de que las medias son iguales. Otra manera de pensar esto, es que el contraste es tanto más significativo cuanto mayor sea el valor del estadístico F . Por otra parte, el valor P es la probabilidad en el extremo de la distribución F más allá del valor observado como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, teniendo en cuenta que la distribución F depende de los grados de libertad en la varianza del

numerador y en la varianza del denominador.

Figura 7: Distribución F en función de los grados de Libertad



Fuente: Fundamentos teóricos de la tabla ANOVA. Rayón, (2011)

Para mayor información consulte: Análisis de varianza de Guiomar Rayón Durán Universidad Pontificia Comillas.

El procedimiento ANOVA multifactorial está diseñado para construir un modelo estadístico describiendo el impacto de varios factores categóricos X_j de una variable dependiente Y . Así, se determina si hay o no diferencias significativas entre las medias de los distintos niveles y si hay o no interacciones entre ellos. El ANOVA multifactorial se basa en los mismos principios que el simple. El cálculo también es similar salvo que en el ANOVA multifactorial se utilizan matrices para los cálculos (Wonnocott, 1988).

3.1.3 Análisis Exploratorio Espacial

En principio, fue necesario contextualizar la enfermedad con el fundamento teórico de la estadística espacial y áreas afines que se describen a continuación.

La estadística espacial se ocupa de la exploración, la descripción, la visualización y el análisis de los datos considerando sus características de distribución en el espacio, que suelen expresarse a través del uso de coordenadas geográficas. Al trabajar con unidades espaciales aparecen dos Grandes tipos de efectos espaciales que condicionan la metodología estadística a aplicar: la heterogeneidad espacial y la dependencia espacial.

El análisis espacial consiste en evaluar la aglomeración de las unidades espaciales de observación entorno a las variables de interés. Para tal fin se utilizara estadística espacial, según Haining “el análisis espacial representa una colección de técnicas y modelos que explícitamente usan referencias geográficas asociadas con cada valor de una variable que está especificado dentro del sistema que se está estudiando” (Haining, 2001).

3.1.3.1 Patrones Puntuales

Manterola preciso: “patrones puntuales o procesos puntuales, cuando las localizaciones (y no las mediciones) son las variables de interés. Consiste en un número finito de localizaciones observadas en una región determinada” (Manterola, 2006). Para esta situación las ubicaciones espaciales de los casos de dengue es el patrón puntual. En este tipo de datos se tratará de valorar si existe una tendencia de los eventos a exhibir un patrón sistemático, especialmente alguna forma de regularidad o de segregación. De esta forma se evaluara si los puntos se manifiestan cercanos a un punto del plano donde se localiza un foco de la enfermedad.

El objetivo de los procesos puntuales es de conocer la variación de la intensidad de los eventos sobre la región de estudio y el de buscar modelos que ayuden a explicar o comprender el fenómeno.

Como se indica antes, se usa la estadística espacial, siendo esta la reunión de un conjunto de metodologías apropiadas para el análisis de datos que corresponden

a la medición de variables aleatorias en diversos sitios (puntos del espacio o agregaciones espaciales) de una región.

De este modo las características geográficas asociadas al Arbovirus dengue y su distribución espacial pueden ser analizadas a través de técnicas que consideren la dependencia espacial y la autocorrelación espacial. Las medidas de autocorrelación espacial puede ser diferenciadas de las pruebas de autocorrelación espacial, pero ambas permiten la evaluación de los efectos espaciales en el análisis de datos georreferenciados. “Las medidas de autocorrelación espacial y las pruebas se pueden diferir por el alcance o la escala de análisis” (De los Ángeles, 2010).

Por lo anterior, el análisis de distribución espacial de los casos de dengue se inicia mediante la utilización de las herramientas de análisis de estadística espacial de patrones: (1) Promedio del vecino más cercano, (2) Análisis in situ o “Hot Spot o Cold Spot” y (3) Autocorrelación espacial, pertenecientes al software SIG ArcGis 10.0.

3.1.3.2 Promedio del Vecino más cercano

Promedio del Vecino más cercano, se expresa como la relación entre la distancia media observada y la distancia media esperada. La distancia esperada es la distancia promedio que hay entre vecinos en una distribución hipotética aleatoria (ESRI, 2013), definiendo el patrón según los cálculos realizados. Se utiliza para analizar si el conjunto de eventos a estudiar tiene algún grado de agrupación, dispersión o es aleatorio dentro de la unidad de estudio delimitada. El resultado de vecindad establece patrón de agrupación cuando es <1 y patrón de dispersión cuando es >1 , para su objetividad se aplica un nivel de confianza del 95%, estableciendo que Z es estadísticamente significativo si se encuentra <-1.96 o $>+1.96$, y P es la probabilidad de que sea aleatoria por lo que un valor <0.05 representa patrón de agrupamiento o dispersión. Los resultados de la puntuación

Z y el valor P son medidas de significancia estadística que indican si se debe rechazar o no la hipótesis nula formulada. En este caso la hipótesis nula establece que las entidades se distribuyen de una forma aleatoria versus una hipótesis alterna que indica que no tienen distribución aleatoria.

3.1.3.3 Análisis In Situ o en Caliente

Si bien es útil tener un número que cuantifica el patrón espacial de agrupamiento para un conjunto de elementos espaciales, especialmente cuando se compara ese número con un conjunto diferente de características en el área de estudio, a menudo se está más interesado en el *donde* la agrupación se produce.

Dado un conjunto de características ponderadas, identifica estadísticamente significativos puntos calientes y puntos fríos mediante la estadística Getis-Ord G_i^* . Esta herramienta identifica agrupaciones espaciales estadísticamente significativas de los valores altos (puntos calientes) y valores bajos (puntos fríos). Se crea una nueva clase de entidad de salida con un Z y p valor para cada función en la entidad de entrada. También devuelve los nombres de los campos de puntuación z y p-valor como valores de salida derivados para su uso potencial en modelos y scripts personalizados.

3.1.3.4 Auto correlación Espacial

La autocorrelación espacial mide con base a las ubicaciones de entidades y los valores del atributo mediante la estadística I de Moran global. Es una estadística deductiva, lo que significa que los resultados del análisis siempre se interpretan dentro del contexto de la hipótesis nula. Para la estadística I de Moran global, la hipótesis nula establece que el atributo que se analiza está distribuido en forma aleatoria entre las entidades del área de estudio; es decir, los procesos espaciales que promueven el patrón de valores observado constituyen una opción aleatoria.

Imagínese que pudiera elegir los valores para el atributo que analiza, arrojarlos sobre las entidades y dejar que cada valor caiga donde caiga. Este proceso (elegir y arrojar los valores) es un ejemplo de un proceso espacial de opción aleatoria.

3.2 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la identificación de las variables relevantes se contó con un número importante de variables que describo a continuación:

3.2.1 Variables utilizadas

Relativas al Individuo

- Año: Año correspondiente a la semana epidemiológica, para este caso se evaluaron los años 2012 y 2013
- Trimestre: Serie de tres meses consecutivos por año correspondiente a la semana epidemiológica
- Edad: Años cumplidos en el momento de ingresar a la base de datos
- Sexo: Femenino o Masculino
- Antecedentes de dengue: Infección previa por algunos de los cuatro serotipos
- Algún familiar con sintomatología de dengue: Conviviente ha tenido sintomatología de dengue en los últimos 15 días
- Ocupación: Actividad principal a la que se dedica el individuo

- Pertenencia étnica: Considerada en la clasificación DANE como la que no tiene evidencia epidemiológica de comportamiento especial para los eventos de interés en salud pública y se usa la clasificación siguiente: Indígena, Rom, Gitano, Raizal, Palenquero, Negro, Mulato, Afro Colombiano y otros o sin pertenencia étnica.
- Grupo Poblacional: Discapacitados, Desplazados, Migrantes, Carcelarios, Gestantes y otros grupos poblacionales
- Hallazgos semiológicos: fiebre, mialgia, gingivorragia, vómito, choque, diarrea, dolor abdominal, cefalea.

Relativas al Ambiente

- Área de Ocurrencia del Caso: Cabecera Municipal o Zona Rural
- Desplazamiento o Movilidad: Movilidad en los últimos 15 días
- Densidad de personas con la enfermedad que habitan el municipio

Relativas a la Clasificación del caso

- Clasificación inicial del caso: Sospechoso, Probable, Confirmado por Laboratorio, Confirmado por Clínica, Confirmado por Nexo epidemiológico.
- Seguimiento y clasificación final del caso (Ajuste): No aplica, Confirmado por Laboratorio, Confirmado por Clínica, Confirmado por Nexo epidemiológico, Descartado, Otro ajuste.
- Clasificación Final del caso: Dengue sin signos de alarma, Dengue con signos de alarma, Dengue hemorrágico, Shock por dengue, Miocarditis por

dengue, Encefalitis por dengue, Hepatitis por dengue y otras complicaciones

Lo anterior, son factores que determinan la enfermedad y para caracterizar las zonas con prevalencia de dengue se contó con la distribución de los casos ocurridos en cada municipio objeto de estudio; para este propósito se usó el software R commander para los cálculos que se explicaron en la sección de anexos, además se siguieron los siguientes pasos metodológicos:

3.2.2 Estadística Exploratoria

Se ordenó y organizó la base de datos y se sacaron las estadísticas descriptivas para posteriormente evaluarlo con el estadístico Chi cuadrado para lo cual se usó.

3.2.2.1 Cálculo del estadístico Chi cuadrado

La finalidad de la prueba de ajuste Chi cuadrado es conocer si el género, época del año, área de ocurrencia, ocupación del paciente, pertenencia étnica, grupo poblacional, clasificación inicial, ajuste y final, movilidad o traslado de lugar, antecedentes familiares, entre otras, de una persona es un factor determinante en que presente dengue o dengue grave. En el ANEXO B se puede visualizar los pasos que se siguieron a través de R Commander para los cálculos y su explicación.

3.2.3 Anova Multifactorial

En este punto, se detalla las herramientas que R pone a disposición para llevar a cabo el análisis de varianza multifactorial para los cálculos y su explicación (ver ANEXO C).

3.2.4 Análisis Exploratorio Espacial

En esta parte, se utilizaron algunas de las herramientas empleadas en estadística exploratoria espacial para entender el comportamiento y/o patrón del dengue en La Guajira, un departamento en el norte de Colombia. Por tanto, este ejercicio intenta comprender mejor la enfermedad desde la perspectiva de la ubicación de los casos ocurridos en los años 2012 y 2013.

Para el primer análisis se utilizó la función “Promedio del vecino más cercano” (Average Nearest Neighbor) con el fin de observar si los casos de fiebre por dengue en el departamento están agrupados (forman un cluster). Para evidenciar donde ocurre el dengue, se empleó la estadística de análisis in situ o en caliente. Y finalmente, se evaluó la autocorrelación espacial (ver ANEXO D).

4 CAPITULO IV: PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 ANALISIS EXPLORATORIO

El registro de casos notificados a la secretaria de salud de la Guajira corresponden a 1.926 entre la primera semana del año 2012 y hasta la semana 42 de 2013 (es decir, hasta el 22 de octubre de 2013), de los cuales el 99% de los casos se georreferenciaron, sumando la mitad de los casos en los municipios de Riohacha y Maicao. El perfil de casos (Tabla 2) identifica las variables correspondiente al individuo de mayor representatividad: Edad en niños, Género Masculino, otro tipo de etnia diferente a las señaladas y Tipo de paciente Nuevo en tratamiento. Todas presentan el máximo número del total de casos en análisis.

Tabla 2: Descripción de las variables relativas al individuo

Variable	Categoría	Número de Casos	Porcentaje
Año	2012	560	29%
	2013	1.366	71%
Edad	0 a 14 años	1.155	60%
	15 a 65 años	723	38%
	> a 56 años	48	2%
Género	Femenino	916	48%
	Masculino	1.010	52%
Etnia	Indígena	371	19%
	Rom	3	0%
	Raizal	14	1%
	Negro	180	9%
	Otro	1.358	71%

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

Las variables referentes al lugar, son esenciales, siendo las que identifican con claridad la ubicación geográfica de la enfermedad con la finalidad de evidenciar las posibles causas desde la perspectiva de su entorno geográfico. La Tabla 3 muestra que el 97% de los casos son por dengue, mientras que el 3% restante son graves para los años de estudio; por su parte, los municipios más

amenazados son la Capital Riohacha y Maicao, además, se cumple una de las premisas iniciales pues 74% del número de casos se presentan en áreas pobladas

Tabla 3: Variables relativas a la localización

Variable	Categoría	Número de Casos	Porcentaje	
Dengue	Dengue	1.863	97%	
	Grave	63	3%	
Municipio	Riohacha	559	29%	
	Albania	89	5%	
	Barrancas	110	6%	
	Dibulla	61	3%	
	Distracción	18	1%	
	El molino	52	3%	
	Fonseca	63	3%	
	Hato nuevo	15	1%	
	La jagua del pilar	1	0%	
	Maicao	378	20%	
	Manaure	136	7%	
	San Juan del Cesar	177	9%	
	Uribia	88	5%	
	Urumita	28	1%	
	Villanueva	136	7%	
	Otro	15	1%	
	Zona	Cabecera Municipal	1.471	76%
		Rural	455	24%
	Trimestre	I	711	37%
II		472	25%	
III		399	21%	
IV		344	18%	

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

Las variables geográficas son fundamentales al momento de evaluar las interacciones espaciales.

4.2 TABLAS DE CONTINGENCIA

4.2.1 Área de Ocurrencia

Como se mencionó anteriormente, el área de ocurrencia involucra un conjunto de variables implícitas como son: clima, geografía de la zona y, finalmente en lo que se centró esta investigación fue en la ubicación de los asentamientos humanos en relación con su entorno geográfico; lo anterior quiere decir, que las personas padecieron la enfermedad del dengue o dengue grave ya sea, en el área urbana o rural. En seguida, se muestra los resultados obtenidos para tal fin.

Tabla 4. Lugar de Ocurrencia por tipo de dengue para el Bienio

Área	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
Cabecera Mpal	522 (80.6)	14 (82.4)	1,303 (78.6)	33 (71.7)
Centro Poblado	71 (11.0)	1 (5.9)	171 (10.3)	9 (19.6)
Rural Disperso	55 (8.4)	2 (11.7)	184 (11.1)	4 (8.7)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaría de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Nota: El DANE define a un Centro poblado una concentración de mínimo veinte (20) viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área rural de un municipio o de un Corregimiento Departamental. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf

Para el 2012 la Tabla 4 evidencia que el 80% de los casos dengue clásico se presentan en las cabeceras municipales del departamento de La Guajira, y el 20% se presenta en zona rural. El dengue grave es 2% más en zona urbana que el dengue clásico. En cuanto a 2013, el dengue clásico disminuyó un 2% en las cabeceras municipales, y para el dengue grave se incrementó en un 8%.

Tabla 5. Resultados del Área de Ocurrencia mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(2) = 64.391; p = .000 ***$	$\chi^2(2) = 4.1285; p = 0.1269$

Por una parte, en el 2012 se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, las variables son dependientes, con 99, 9% de confianza. Distinto ocurre en el 2013 pues solo si se tomara un 88% de confianza se podría rechazar la hipótesis nula.

4.2.2 Pertenencia Étnica

En el año 2012 la Tabla 6 muestra que el tipo étnico más afectado son los indígenas con un 19%, mientras que los individuos catalogados como sin pertenencia étnica son los más afectados con un 75% del total de casos notificados. Se aproxima el 2013 al año anterior, a saber, el tipo étnico más afectado son los indígenas con un 17%, mientras que los individuos sin pertenencia étnica son los más afectados con un 70% del total de casos notificados.

Tabla 6. Pertenencia étnica por tipo de dengue para el Bienio

Etnia	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
Indígena	123 (19.0)	6 (35.3)	279 (16.8)	7 (15.2)
Rom, Gitano	2 (0.3)	0 (0)	1 (0.1)	0 (0)
Raizal	4 (0.6)	1 (5.9)	6 (0.4)	3 (6.5)
Negro, Mulato	35 (5.4)	3 (17.6)	211 (12.7)	3 (6.5)
Otros	484 (74.7)	7 (41.2)	1,161 (70.7)	33 (71.7)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaría de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Tabla 7. Resultados de pertenencia étnica mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(4) = 15.2997; p = 0.004 **$	$\chi^2(4) = 33.6421; p = .000 ***$

Para el bienio se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, las variables son dependientes.

4.2.3 Clasificación Final del Caso

Esta variable es valiosa en cuanto a la definición final del caso, siendo la que indica si los pacientes presentaron o no algún tipo de sintomatología. La Tabla 8 evidencia un complejo problema, a saber, en el 2012 el 73% de los pacientes con dengue sin signos de alarma padecieron dengue clásico, lo mismo ocurrió para el 2013, pues el 60% no aparecían los signos de alarma. El 30% en el 2012 de los casos fueron con signos de alarma, para el 2013 fue el 55%. Lo último muestra que los signos de alarma predispone al paciente a padecer dengue grave.

Tabla 8. Clasificación final por tipo de dengue para el Bienio

Clasificación final del Caso	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
Sin signos de alarma	476 (73.5)	0 (0)	1,008 (60.7)	2 (4.3)
Con signos de alarma	169 (26.1)	5 (29.4)	643 (38.8)	25 (54.3)
Dengue Hemorrágico	3 (0.5)	8 (47.1)	5 (0.3)	10 (21.7)
Shock por Dengue	0 (0)	2 (11.8)	0 (0)	4 (8.7)
Otras complicaciones	0 (0)	2 (11.8)	3 (0.2)	2 (4.3)
Encefalitis por Dengue	N/A	N/A	0 (0)	1 (2.2)
Hepatitis por Dengue	N/A	N/A	1 (0.1)	2 (4.3)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Tabla 9. Resultados de la clasificación final mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(4) = 382.4617; p = .000^{***}$ $\chi^2(6) = 513.8782; p = .000^{***}$	

Existe relación entre estar situado en área urbana, no pertenecer a ninguna etnia y la presencia de algún tipo de dengue, lo que quiere decir, que las variables descritas evidenciaron dependencia en la ocurrencia de dicha enfermedad, para visualizar el análisis completo ver ANEXO E. Con estos resultados se evidencia la necesidad de tomar medidas preventivas en el tratamiento del dengue.

4.3 ANOVA MULTIFACTORIAL

Para afianzar los resultados anteriores fue necesario implementar un estudio de Análisis de Varianza multifactorial.

4.3.1 Bienio Dengue Clásico

Teniendo como base para el cálculo del bienio comprendido del año 2012 hasta el 22 de octubre de 2013; para el modelado mediante factores múltiples se evaluaron las Variables utilizadas como independientes y como variable dependiente dengue clásico y dengue grave o hemorrágico de manera separada cada una.

Tabla 10: Análisis de Varianza para el Bienio de Dengue Clásico

Factor	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Valor P	Significancia
Edad	2	9.9	4.955	6.589	0.001408	**
Área de Ocurrencia	1	9.3	9.337	12.416	0.000436	***
Desplazamiento	1	6.2	6.186	8.227	0.004175	**
Residuales	1853	1393.4	0.752			

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira

La Tabla 10 muestra variables externas o de tiempo (año, trimestre), referentes a la persona (edad, sexo, etnia), relativas al lugar (área de ocurrencia, desplazamiento o traslado), las concernientes a los síntomas (fiebre, mialgia, gingivorragia, vómito, choque, diarrea, dolor abdominal, cefalea) y las de clasificación del caso (inicial, ajuste y final). Los resultados generados finalmente, descartando las variables referidas a los síntomas y al tipo de clasificación del caso cuyo propósito es identificar las variables relevantes que determinan la

enfermedad resulta que la ubicación o área de ocurrencia explica con un 99, 9% de confianza el dengue, al 99% los años de vida del individuo y el traslado de lugar son altamente significativos.

4.3.2 Bienio Dengue Grave

Considerando las mismas variables de dengue clásico y sacando del modelado los factores sintomáticos y del tipo de clasificación del caso, la edad y el desplazamiento o traslado a otro lugar incrementan el nivel de confianza en 5% en relación cuando se incluían el total de las variables, quedando de esta manera en el 95%; por su parte al 90% el año (2012 y 2013) y la pertenencia etnia explican el dengue grave (ver Tabla 11).

Tabla 11: Análisis de Varianza para el Bienio de Dengue Grave

Factor	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Valor P	Significancia
Año	1	3.640E-32	3.642E-32	3.432	0.0695	.
Trimestre	3	1.177E-31	3.924E-32	3.698	0.0172	*
Etnia	1	3.230E-32	3.228E-32	3.042	0.0869	.
Desplazamiento	1	5.610E-32	5.609E-32	5.287	0.0255	*
Residuales	53	5.623E-31	1.061E-32			

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira

4.3.3 Dengue Clásico Año 2012

En este punto, los años se disgregaron con el propósito de identificar los factores significativos por año y de esta manera compararlos con el bienio anteriormente analizado.

Tabla 12: Análisis de Varianza para Dengue Clásico año 2012

Factor	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Valor P	Significancia
Trimestre	3	8.4	2.801	3.490	0.0156	*
Edad	2	3.9	1.935	2.410	0.0908	.
Clasificación Final	1	3.4	3.431	4.274	0.0392	*
Residuales	532	427.1	0.803			

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira

Luego de eliminar las variables sintomáticas adicionalmente sexo, desplazamiento, se refleja que el trimestre o época del año y la clasificación final afectan considerablemente en un 99% de aseveración y existe indecisión en que la edad intervenga en la manifestación de dengue clásico teniendo solo el 90% de certeza (Tabla 12).

Nota: Todas las columnas que presentan un único valor NO son tenidas en cuenta. Se hace énfasis a: año, fiebre, choque.

4.3.4 Dengue Grave Año 2012

Definitivamente, el factor trimestre es esencial en la aparición de dengue grave para el año 2012 con un nivel de significancia del 0,001 representando el 99,9% de certeza; por su parte la clasificación final presenta el 10% de incertidumbre de tomar la decisión inadecuada.

Tabla 13: Análisis de Varianza para Dengue Grave año 2012

Factor	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Valor P	Significancia
Trimestre	3	1.456E-33	4.855E-34	2.604E+31	<2E-16	***
Clasificación Final	1	0	0	7.380	0.0264	*
Residuales	8	0	0			

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira

4.3.5 Dengue Clásico Año 2013

Agrupando los factores en relación a la mayor confiabilidad, es decir, el 99,9% se encuentra el área de ocurrencia y le siguen con 99% la edad, el desplazamiento o traslado de lugar y la clasificación final.

Tabla 14: Análisis de Varianza para Dengue Clásico año 2013

Factor	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Valor P	Significancia
Edad	2	6.8	3.415	4.715	0.009112	**
Área de Ocurrencia	1	9.7	9.731	13.435	0.000257	***
Desplazamiento	1	4.9	4.939	6.819	0.009122	**
Ajuste Clasificación	1	5.6	5.643	7.791	0.005328	**
Residuales	1309	948.1	0.724			

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira

4.3.6 Dengue Grave Año 2013

El único factor determinante para dengue grave es el síntoma de gingivorragia con 99% de confianza.

Tabla 15: Análisis de Varianza para Dengue Grave año 2013

Factor	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Valor P	Significancia
Gingivorragia	1	2.138E-33	2.138E-33	9.132	0.00558	**
Residuales	26	6.088E-33	2.342E-34			

Fuente: Elaboración propia con base en datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira

Finalmente, si desea consultar todo el desarrollo mediante el método de análisis de varianza por múltiples factores ver ANEXO F.

4.4 ANÁLISIS EXPLORATORIO ESPACIAL

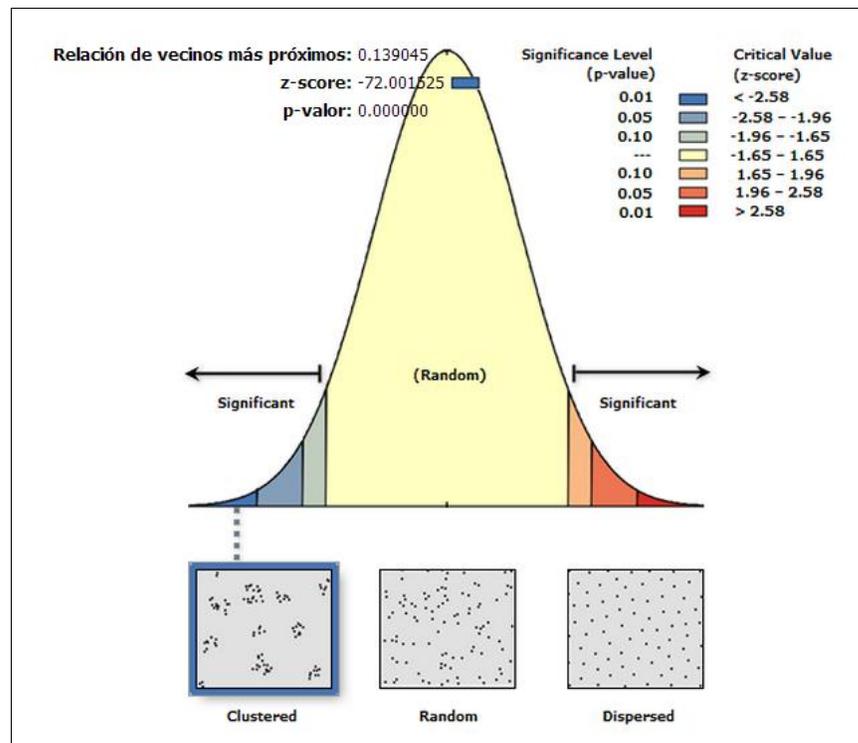
En la identificación de la distribución espacial de los casos de dengue, fue necesario contar con la georeferenciación del registro de casos de dengue y dengue grave en los municipios del departamento de La Guajira, permitiendo trabajar con los eventos para la aplicación de técnicas descritas y obtener los siguientes resultados.

4.4.1 Promedio del Vecino más Cercano

La herramienta Average Nearest Neighbor devuelve cinco (5) valores: Distancia media observada, distancia media esperada, índice de vecino más próximo, puntuación Z y valor P

Figura 8.

Figura 8: Resumen del promedio de los vecinos más cercanos



Dado el z-score de -72.00, hay una probabilidad de menos del 1% de que este patrón de clúster podría ser el resultado de la casualidad.

Promedio Resumen de vecinos más cercanos	
Media observada Distancia:	0.007222
Esperado Distancia media:	0.051937
Relación de vecinos más próximos:	0.139045
z-score:	-72.001525
p-valor:	0.000000
Información de conjunto de datos	
Característica de entrada Clase:	Porción Casos de Dengue y Dengue grave
Distancia Método:	EUCLÍDEO
Área de estudio:	20.619000

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

De manera particular, los valores arrojados por la distribución agregada, implica que los casos por dengue se agrupan en aglomerados o parches, dejando porciones del espacio relativamente desocupadas.

4.4.2 Análisis In Situ o en Caliente

Los datos están disponibles para entidades de área como es el caso de límites municipales. Para este caso, es necesario especificar un campo de análisis numérico. El campo de análisis es la Tasa, definida como la proporción de población diferenciada por área urbana y rural que presento cualquier tipo de dengue en los años 2012 y 2013.

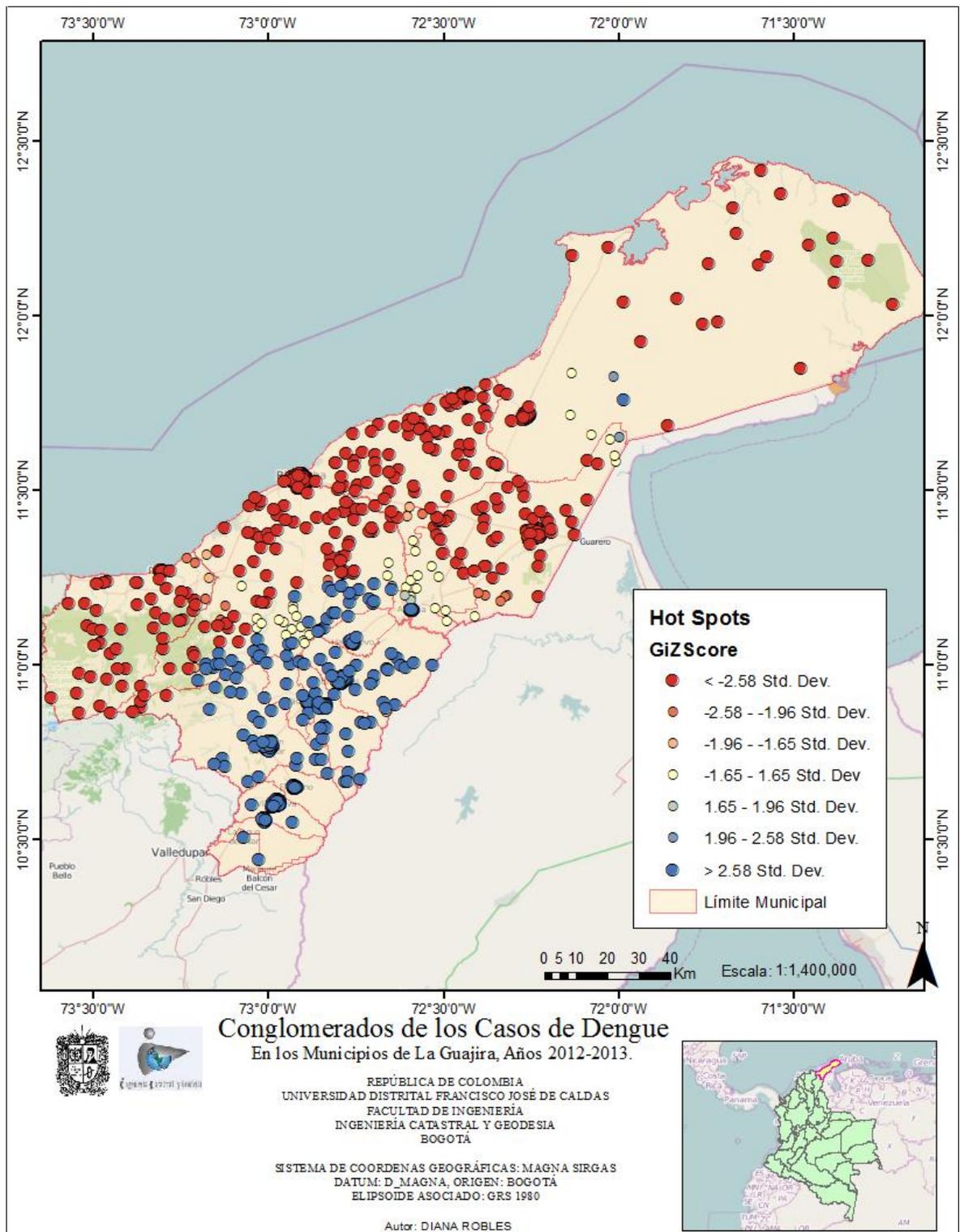
Este campo de análisis que proporciona la función crea un mapa (la capa resultante) que muestra las áreas con clusters estadísticamente significativos de valores altos (puntos calientes: rojos) y valores bajos (puntos fríos: azules).

Esta herramienta evalúa si los valores altos o bajos de los casos por dengue se agrupan espacialmente.

El análisis revela que en el área de estudio las mayores densidades de casos de dengue se concentran en los municipios del norte y noroccidente del departamento, los cuales son: Uribia, Maicao, Manaure, Riohacha y Dibulla; particularmente son los municipios más extensos en superficie y en población. y para completar según el DANE el 65 por ciento vive con alguna necesidad básica insatisfecha.

Mientras que los puntos con menor frecuencia de casos por dengue son los que limitan por tierra con Venezuela, comenzando de norte a sur es: Barrancas, Hato Nuevo, Distracción, San Juan del Cesar, El Molino, Villanueva, Urumita y La Jagua del Pilar con focos fríos en los centros urbanos de las entidades territoriales. Por su parte Albania evidencia un patrón aleatorio simbolizado de color amarillo excepto en zona urbana.

Figura 9: Agrupamiento de los casos de dengue en La Guajira



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

La concentración de puntos en Riohacha muestra prácticamente el 30% del total de casos ocurridos; por otro lado, a pesar de que Dibulla ocupa el décimo lugar entre los 15 municipios de la guajira, en presentar casos dengue, evidencia un patrón muy significativo. El parque natural nacional sierra nevada de Santa Marta al parecer influye radicalmente, siendo estos dos municipios los que quedan más próximos a dicho parque.

4.4.3 Auto correlación Espacial

En la Figura 18 se muestran los resultados de dependencia espacial, debido a que la desviación estándar o también llamada puntuación Z es mayor a 2.58 y el valor p es menor al 0.01, lo que significa que es muy poco probable (pequeña probabilidad) que el patrón espacial observado sea el resultado de procesos aleatorios, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

En consecuencia, teniendo en cuenta los resultados la metodología que se planteó para este tipo de enfermedad es la siguiente:

- Explorar la base de datos, con el propósito de evidenciar los factores influyentes en los casos de dengue (ver ANALISIS EXPLORATORIO).
- Se prueba la bondad de ajuste Chi cuadrado para decidir si existe dependencia entre el tipo de dengue y las demás variables evaluadas (ver TABLAS DE CONTINGENCIA)
- Para distinguir la interacción entre muchos factores y su variable dependiente, se determina si hay o no diferencias significativas entre las medias de los distintos niveles y si hay o no interacciones entre ellos (ver ANOVA MULTIFACTORIAL)

- Finalmente, con el objetivo de encontrar algún patrón se espacializo los casos de dengue según la densidad de población afectada (ver ANÁLISIS EXPLORATORIO ESPACIAL).

Tras realizar los anteriores pasos se indicó en cada uno de los análisis las variables que fueron más relevantes y que deben ser consideradas en la determinación del dengue, a continuación se mencionan: El área de ocurrencia del caso, su pertenencia étnica, edad, movilidad o traslado de lugar, el trimestre y como variable sintomatológica la gingivorragia.

Al momento de caracterizar las zonas con mayor prevalencia de la enfermedad se relaciona a Riohacha, siendo esta la que presento (el 30%) 559 de los casos de dengue y existe algo inusual en el municipio de Dibulla pues tan solo tiene el 3% representando en 61 casos y forma parte de uno de los agrupamientos más significativos (ver Análisis In Situ o en Caliente). Lo previo, es un elemento a tener en cuenta debido a que no se tiene información disponible acerca de los fenómenos naturales que podría influir debido a la cercanía con el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta y al océano atlántico.

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En salud pública estos sistemas de información proporcionan una perspectiva espacial vinculada con otras disciplinas tales como la epidemiología y la tecnología de la información principalmente para procesar estadísticas médicas que estudian la magnitud y distribución de distintos problemas en las poblaciones.

La distribución del agrupamiento de riesgo por dengue, presenta una tendencia desfavorable al occidente del departamento más exactamente en los centros urbanos. Por consiguiente se estableció que los sitios donde se presenta los focos de la Infección es: Riohacha, Dibulla, Manaure, Maicao y Uribia, pues allí se deben tomar medidas que permitan mitigar y prevenir dicha afección, debido a que el dengue es de fácil transmisión (se necesita el vector, el virus y personas susceptibles), la hipótesis que se presume es que esa región es muy favorable para los factores micro y macro determinantes de la transmisión.

Los casos de dengue y dengue grave en La Guajira tienen una tendencia de distribución en sitios urbanos, identificada como agrupación o clúster significativo, donde sus áreas de máxima agrupación (según el indicador de Análisis por múltiples factores), coinciden con las superficies de las áreas de muy alto riesgo del total de casos.

Las variables representativas: edad temprana, sin pertenencia étnica y cabeceras municipales, manifiestan alta relación con la enfermedad del dengue en el análisis de tablas de contingencia, por ende, responden a un área de riesgo latente, pero no de magnitud alarmante como sucede en otros departamentos de Colombia.

Las variables no representativas exponen otras condiciones de distribución. En el caso del género, no se explora como una agrupación estadísticamente significativa, debido a la baja cantidad de casos localizados en el departamento.

La distribución del agrupamiento de riesgo por dengue, presenta una tendencia desfavorable al occidente del departamento. La forma y extensión del riesgo de dengue, pueden tener relación con elementos socio-económicos, distribución de la densidad de población entre otros elementos, que confluyen en aquellas áreas para dar la forma actual de la mancha y que serán parte de la continuación del estudio.

La aplicación de técnicas de análisis espacial, utilizando tecnología SIG, son de alta sensibilidad a los parámetros con los que se manipula, por ello la aprobación de expertos es una etapa importante para definir medidas de análisis en estudios de este tipo.

El análisis de distribución de patrones, es realizado bajo topología de puntos, escala que permite llegar a precisar de manera eficiente la planificación de intervención futura. La metodología planteada responde a contribuir con la focalización de áreas de riesgo para la población, frente a estrategias de control y prevención.

En Colombia, los estudios de geografía de la salud en la línea de investigación tradicional no es un área consolidada. Los últimos años se están abriendo las potencialidades de la geografía para resolver problemas de salud, y se espera seguir contribuyendo al análisis espacial en temáticas de salud.

Esta investigación, se diseña como la primera parte de un modelo metodológico mayor. El desarrollo del patrón de distribución epidemiológico es el inicio para relacionar elementos socio-económicos, que permitan responder el porqué de la distribución actual.

Se corrobora que la distribución de casos no es aleatoria y responde a un patrón de agrupación de dengue, con la identificación de un área en común, en el cual convergen elementos que generan mayor cantidad de casos que en el resto del territorio.

Los resultados entregados, se muestran como insumos útiles, que permiten evaluar, focalizar y orientar los recursos humanos y económicos, al momento de planificar campañas de prevención y control de dengue en La Guajira.

Para posteriores investigaciones, se debe contar con cartografía actualizada y a escala grande del área objeto de estudio, pues de esta forma se pueden ubicar con mayor precisión la ubicación de los casos, por su parte, los funcionarios de los centros de salud al recibir estos casos deben identificar con exactitud ya sea dirección o en lo posible georreferenciar los casos, lo cual permite identificar los focos de infección.

REFERENCIAS

- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2013). Dengue and dengue haemorrhagic fever. Fact Sheet No 117. Recuperado de: <http://rhone.b3e.jussieu.fr/DengueNet/pages/f-info.html>
- Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), Grupo ETV. INS. (2010). Boletín Epidemiológico Semana epidemiológica número 52 de 2010 (26 de diciembre al 1 Enero de 2011). Bogotá Colombia.
- Simon, et al. (2013). The global distribution and burden of dengue. Nature. doi:10.1038/nature12060. Volumen (1). p 1. Recuperado de <http://www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature12060.html#ref5>
- INS, (2013). Boletín Epidemiológico Semana epidemiológica número 6 de 2013. Bogotá - Colombia.
- Organización Panamericana de Salud (OPS) (2002). *Dengue y dengue hemorrágico en las Américas: guías para su prevención y control*. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud. 1995. (Publicación científica, 548).
- Secretaría de Salud de La Guajira (SSG) (2011). *Programa de investigación en salud para identificar los determinantes de la carga asociada al dengue y formular intervenciones para su reducción en la guajira y otros departamentos del caribe*.
- Diaz, Quijano., & Waldman . (2012). *Factors Associated with Dengue Mortality in Latin America and the Caribbean, 1995–2009: An Ecological Study*. Am J Trop Med Hyg; 86 (2): 328-334.
- San Martín, JL., Brathwaite, Dick . (2007). *La Estrategia de Gestión Integrada para la Prevención y el Control del Dengue en la Región de las Américas*. Rev Panam Salud Publica 2007 Jan;21(1):55-63.
- Clarke, K.C. et al. (1996). *On epidemiology and geographic information systems: a review and discussion of future directions*. Perspectives. Vol. 2(2).
- Bottinelli, et al. (2002). *Estratificación de áreas de riesgo-dengue en la ciudad de Corrientes mediante el uso de los (SIG) Sistemas de Información Geográfico*. Recuperado de: <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/04-Veterinarias/V-062.pdf>.

- IDEAM. (2012). *Indicadores Climatológicos: Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos*, Adaptado por la autora. La Guajira Colombia.
- Walpole & Myers, (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Editorial Pearson Educación, México.
- Tukey, (1977). *Exploratory Data Analysis*. Addison Wesley, Reading.
- Navarro, Sanchez & Martín. (2004). *Análisis estadístico de encuestas de salud: cursos GRAAL*. Universidad Autónoma de Barcelona, pág 43.
- Ferran. (1996). *SPSS para Windows, programación y análisis estadístico*. Editorial McGrawHill, México, pág 580.
- Valero, (2012). *Epidemiología General y Demografía Sanitaria: Epidemiología como disciplina científica*. España, Pag 1-3.
- Rada, (2007). *Variables clásicas en epidemiología*. EPI-Centro. Chile
- Thesaurus, (2006). *Búsqueda informatizada de información sobre proyectos científicos (CRISP)*. Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos.
- OMS, (2012). *Dengue y dengue hemorrágico*. Nota descriptiva N° 117 de Diciembre de 2012.
- Ministerio Salud de Argentina, (2013). *Enfermedades infecciosas dengue, diagnostico de Dengue: Guía para el equipo de Salud*. 3ra edición ISSN 1852- 219X (en línea). Argentina.
- ESRI, (2013). *Spatial Statistics Resources: Spatial Pattern Analysis: Mapping Trends and Clusters*. Recuperado de: <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2010/07/13/spatial-statistics-resources/>
- Thomas, (1990). *Spatial epidemiology*. Londres: Pion.
- Manterola & Aitiana. (2006). *Métodos de estadística espacial para evaluar la influencia de factores medioambientales sobre la incidencia y mortalidad por Cáncer*. ISBN: 978-84-690-6047.
- De los Ángeles, (2010). *Técnicas y Métodos de Análisis Espacial*. Seminario de Análisis Espacial.
- Wonncott, (1988). *Introducción a la estadística*. México: Limusa. Cap 3,4 y 5.

Diggle, (1993). *Point process modelling in environmental epidemiology*. In: V. Barret and K.F. Turkman (eds.), *Statistics for the environment*, New York: John Wiley & Sons Ltd.

REFERENCIAS SECUNDARIAS

Otero & Moral. (2005). *Análisis de datos cualitativos*. Universidad Autónoma de Madrid. España Recuperado de http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/eva/pdf/tab_conting.pdf

Sabchareon, et al. (2012). *Protective efficacy of the recombinant, live-attenuated, CYD tetravalent dengue vaccine in Thai schoolchildren: a randomised, controlled phase 2b trial*. *Lancet* 2012 Nov 3; 380(9853):1559-67.

The National Institute of Justice Washington, (2009). *CrimeStat Manual: Chapter.7 'Hot Spot' Analysis II* pp 7.32-7.40

Rayón, (2011). *Análisis de varianza*. Universidad Pontificia Comillas. Madrid-España.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A

Vacuna Dengue

Respecto de los desarrollos de vacunas contra la enfermedad, para fines de 2012 están en ejecución sendos estudios de fase III con una vacuna tetravalente viva en Latinoamérica y Asia que incluirán 30.000 voluntarios. Este producto está elaborado con la tecnología de la denominada “quimerización”, consistente en tomar el esqueleto de otro flavivirus, en este caso el virus de la fiebre amarilla, y reemplazarle las proteínas de pre-membrana (preM) y la de la envoltura (E) por las respectivas de los cuatro serotipos de DENV. Varios estudios de fases I y II ya demostraron que la vacuna es segura (uno de los temores que había con una vacuna viva era el de que pudiese inducir formas graves de la enfermedad) y eficaz, aunque uno de ellos (fase II B), conducido en una ciudad de Tailandia reveló que contra el serotipo II no hubo protección contra enfermedad, respecto del placebo, aunque tampoco se verificaron formas graves. Aún más, ese estudio reveló que podría darse el caso de infecciones por serotipos contra los que ya se tenía inmunidad neutralizante (Sabchareon, et al. 2012).

Sin embargo es de importancia tener en cuenta que la vacuna contra el dengue deberá considerarse como parte de una estrategia global de salud pública que incluya todas las otras medidas de mitigación y no como la única responsable de disminuir efectivamente la enorme carga de esta enfermedad en todo el mundo.

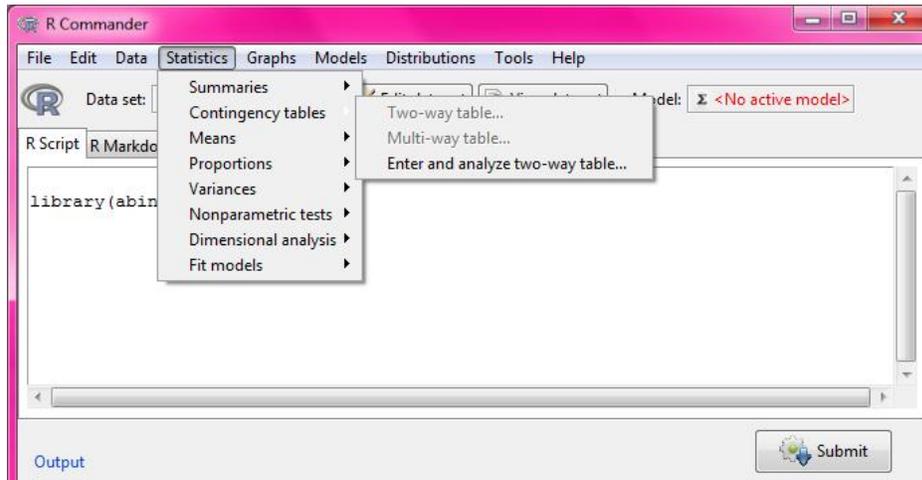
ANEXO B

Para analizar si existe una relación de dependencia o no entre estas dos variables a través de R Commander se selecciona en el menú “Statistics” la opción “Contingency tables” y dentro de esta la opción “Enter and analyze two-way table”.

El cuadro de dialogo que aparece es el siguiente:

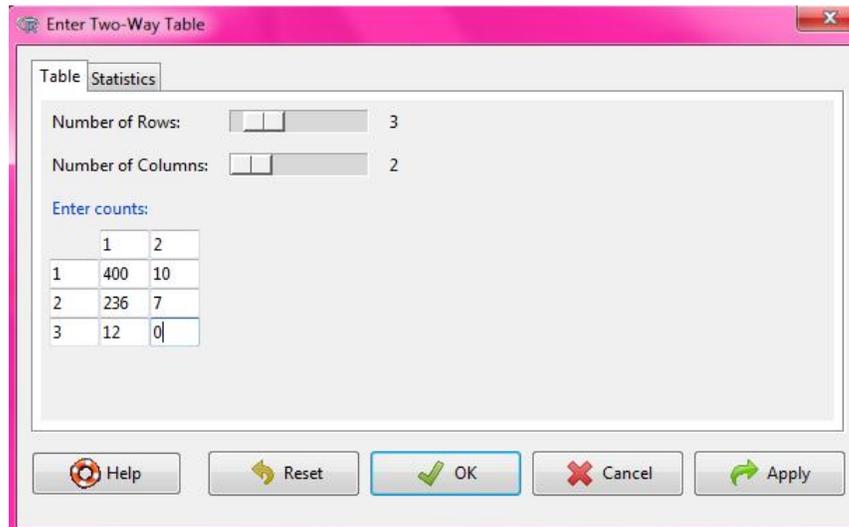
Figura 107: Ventana R Commander

Figura 10: Ventana R Commander

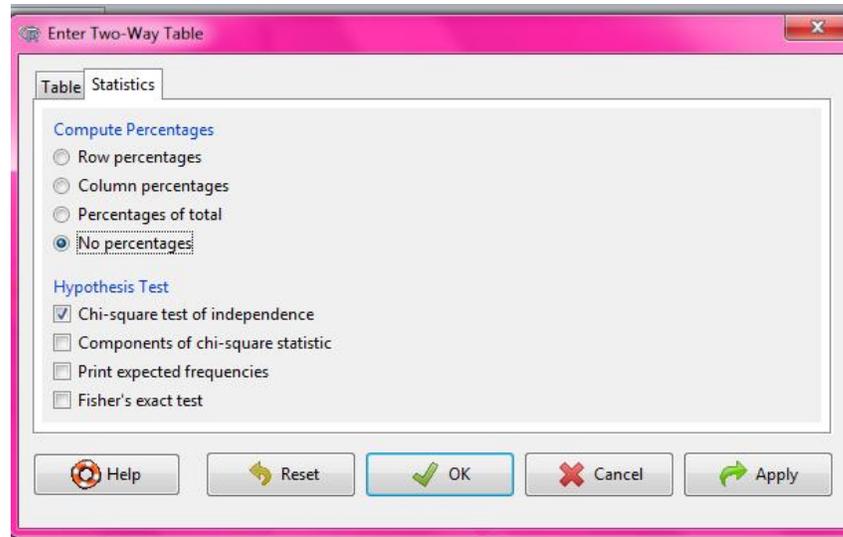


Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial.

Luego se ingresan los datos de la variable independientes en las filas y en las columnas de la matriz y se introduce el tipo de dengue o variable dependiente(1 = dengue y 2 = dengue grave).



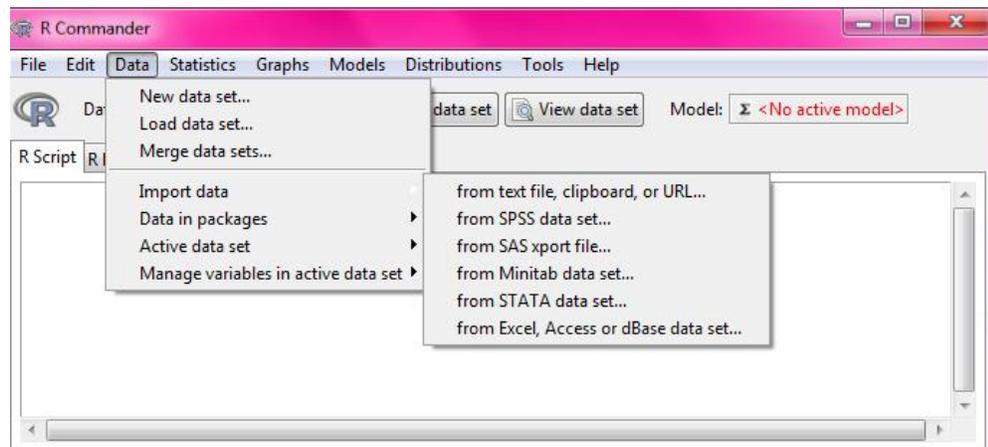
En esta pantalla se selecciona la opción “No percentages” y “Chi-square test of independence”.



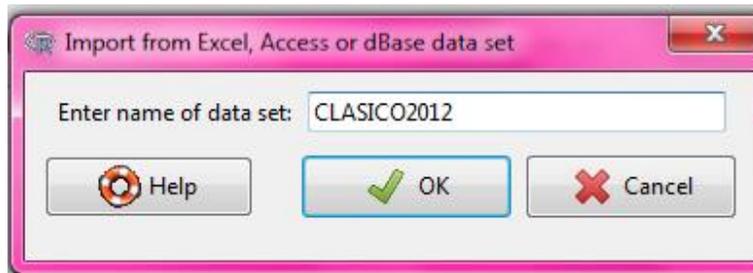
Y finalmente, se obtiene el p valor con el nivel de confianza el cual es indispensable para decidir si acepto o rechazo la hipótesis nula de acuerdo al nivel de significancia considerado. El proceso es el mismo para las demás variables independientes.

ANEXO C

Se importa los datos referidos al tipo de dengue.



Luego, se nombra el conjunto de datos importados



Finalmente, se verifica que los datos se visualicen correctamente en la herramienta “View data set”. Tan pronto se tenga la disponibilidad de los datos cargados se inicia la sentencia.

Para empezar el trabajo de análisis con R, se usó la función `aov` (analysis of variance) para calcular el modelo ANOVA y poder acceder al p valor al estadístico F y visualizar los factores que influyen en la presencia de dengue.

Un ejemplo de la sintaxis es:

```
aov ( TipoDengue ~ año + trimestre + edad + sexo + area + etnia +  
desplazamiento + mialgia + gingivorragia + vomito + choque +  
diarrea + abdominal + cefalea + inicial + ajuste + final)
```

Siendo *Tipo de Dengue*, la variable dependiente y las demás denominadas factores.

Por último, para obtener la tabla ANOVA se escribe `summary` junto a la función `aov`.

ANEXO D

En esta parte, se utilizaron algunas de las herramientas empleadas en la estadística espacial para entender el comportamiento y/o patrón del dengue en La Guajira, un departamento en el norte de Colombia. Por tanto, este ejercicio intenta comprender mejor la enfermedad desde la perspectiva de la ubicación de los casos ocurridos en los años 2012 y 2013.

Paso 1

Se une la tabla de la base de datos al shapefile de municipios de La Guajira; por consiguiente, la tabla resultante es la siguiente es la Figura 11:

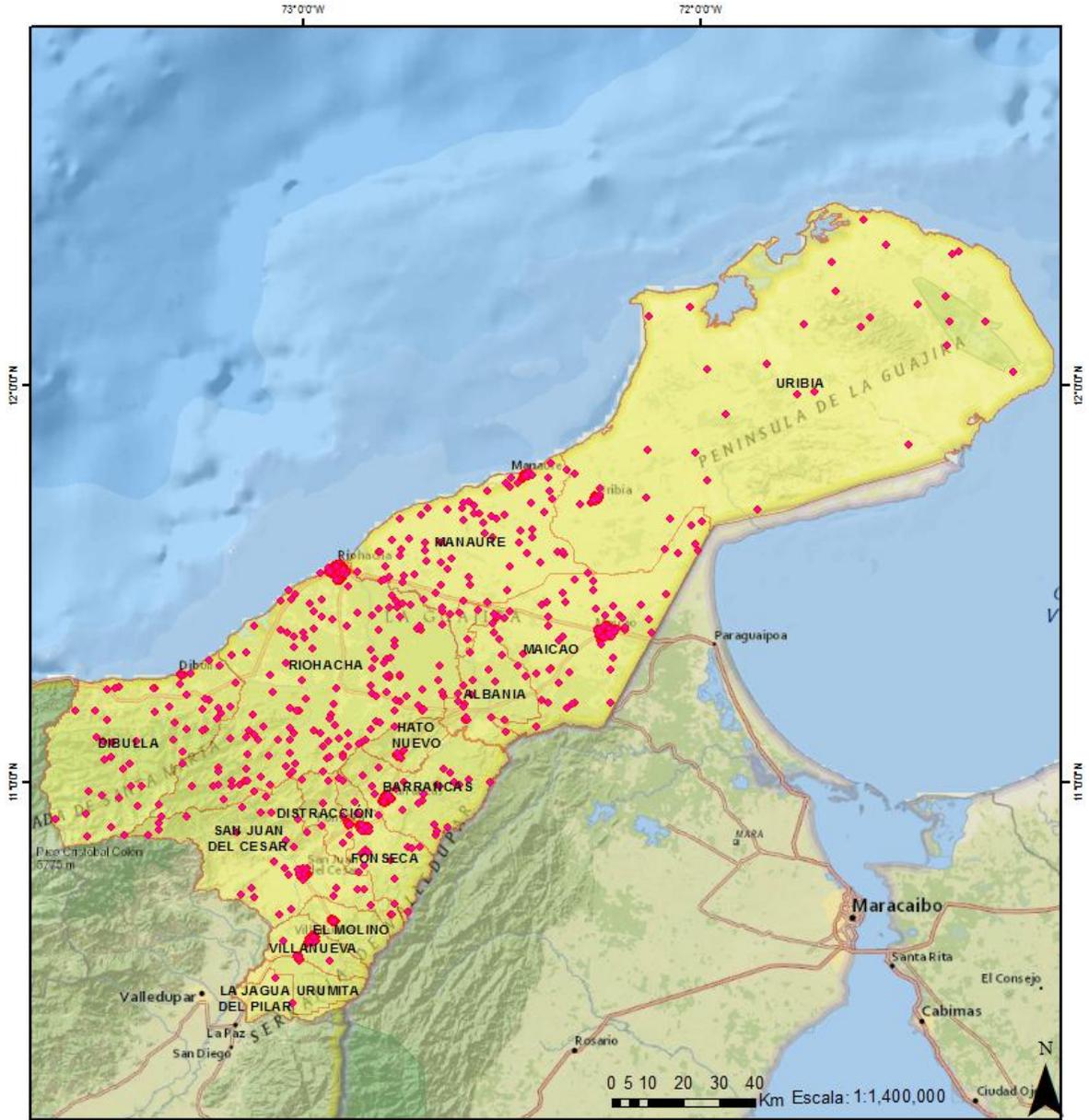
Figura 11: Datos objeto de estudio

COD_MPIO	AREA_OCUR	AÑO	TRIMESTR	EDAD	SEXO	ETHIA	DESPLAZAM	FIEBRE	MIALGIA	GINGIVORE	VOMITO	CHORO	DIARREA	ABDOMINA	CEFALEA	INICIAL	AJUSTE	FINAL	TOTA
001	1	2012	I	A	F	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	3	0	1	
001	1	2012	I	A	F	3	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	3	7	1
001	1	2012	I	A	F	6	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	0	1
001	1	2012	I	A	F	6	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	0	1
001	1	2012	I	A	F	6	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	7	1
001	1	2012	I	A	F	6	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	3	0	1
001	1	2012	I	A	F	6	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	3	0	1
001	1	2012	I	A	M	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	3	0	1	
001	1	2012	I	A	M	5	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	3	0	2
001	1	2012	I	A	M	6	2	1	1	2	1	2	1	1	1	3	0	2	
001	1	2012	I	A	M	6	2	1	1	2	1	2	1	1	2	3	0	2	
001	1	2012	I	A	M	8	2	1	1	2	1	2	2	2	2	1	3	0	1
001	1	2012	I	A	M	8	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	0	1	
001	1	2012	I	B	F	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	3	0	1	
001	1	2012	I	B	F	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	3	0	2	
001	1	2012	I	B	F	6	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	3	0	1
001	1	2012	I	B	F	6	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	0	2	
001	1	2012	I	B	F	6	2	1	1	2	2	2	2	2	2	3	0	1	
001	1	2012	I	B	M	6	2	1	1	2	1	2	1	1	1	3	0	1	
001	1	2012	I	B	M	6	2	1	1	2	1	2	2	2	2	3	0	2	
001	1	2012	I	B	M	6	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	0	1	
001	1	2012	I	B	M	6	2	1	1	2	2	2	2	2	1	3	0	1	
001	1	2012	I	A	M	5	2	1	1	2	2	2	1	1	1	3	0	2	
001	1	2012	II	A	M	5	2	1	1	2	2	2	2	1	1	3	0	2	
001	1	2012	II	A	M	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	3	0	2	
001	1	2012	II	A	M	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	3	0	2	

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial.

Se examinó el patrón espacial de dengue en este departamento. Los puntos de color rosa representan la densidad de casos ocurridos en los municipios de La Guajira, analizados durante un periodo de tiempo de 2 años; el total de casos por municipio se observa de color azul en la Figura 11.

Figura 12: Localización de los Casos de Dengue en La Guajira



Localización de los Casos de Dengue
En los Municipios de La Guajira, Años 2012-2013.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CATASTRAL Y GEODESIA
BOGOTÁ

SISTEMA DE COORDENAS GEOGRÁFICAS: MAGNA SIRGAS
DATUM: D_MAGNA, ORIGEN: BOGOTÁ
ELIPSOIDE ASOCIADO: GRS 1980

Autor: DIANAROBLES

Legenda

- ◆ Casos por Dengue y Dengue Grave
- Límite Municipal



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

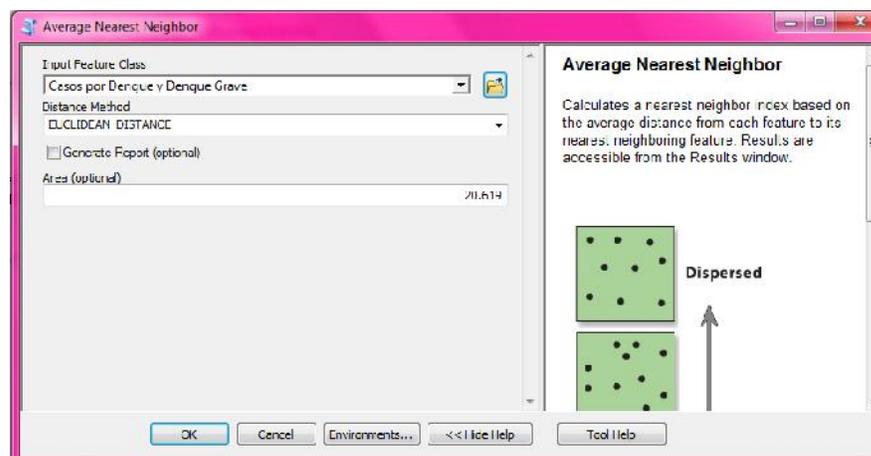
Paso 2

Para el primer análisis se utilizó la función “Promedio del vecino más cercano” (Average Nearest Neighbor) con el fin de observar si los casos de fiebre por dengue en el departamento están agrupados (forman un cluster).

- En ArcTools, Spatial Statistics Toolbox, de Analyzing Patterns, active Average Nearest Neighbor

Y aparece esta ventana (Figura 13), se llena con el shapefile de los datos, en el método de distancia se selecciona distancia euclidiana y el campo de área se llena con el área del polígono.

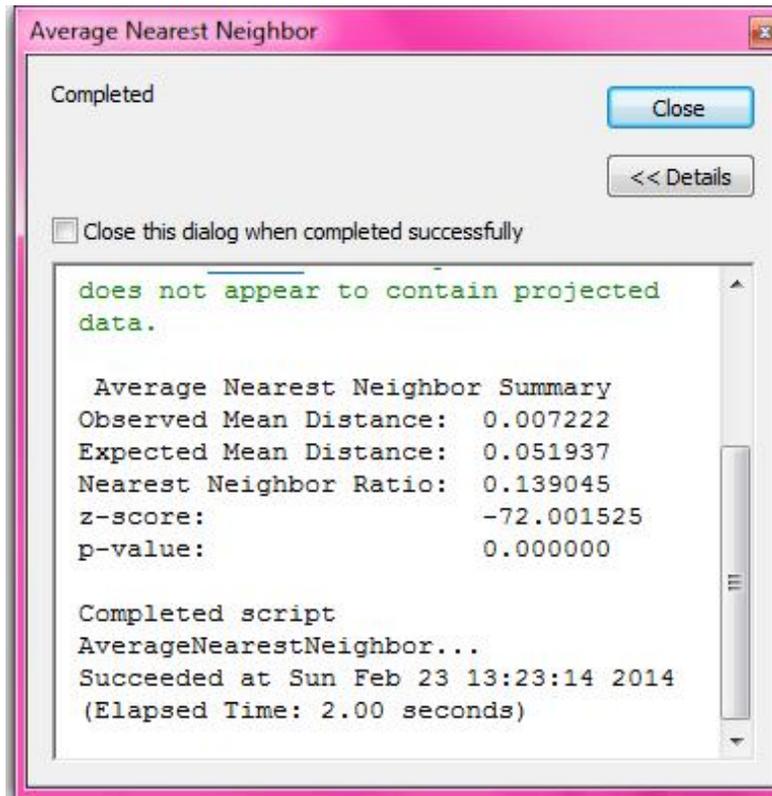
Figura 13: Vecino más cercano



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

- Abra la ventana de resultados, Clic en Geoprocessing, Selecting results.
- Pulse la opción results y doble clic en HTML report.

Figura 14: Resultado Vecino más Cercano



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

Paso 3

Para evidenciar donde ocurre el dengue, se empleó la estadística de análisis in situ o en caliente.

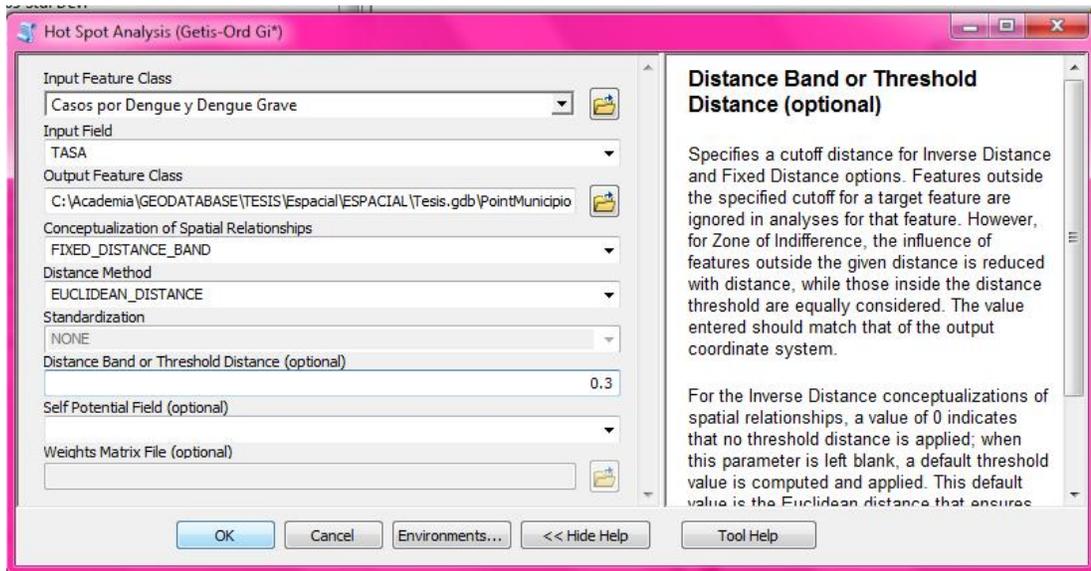
- Se analizaron los atributos del shapefile “Casos por Dengue y Dengue Grave”
- Se sacó la proporción de personas que tuvieron la enfermedad por área de ocurrencia en el municipio
- Abra la herramienta de análisis in situ en caliente “Hot Spots”, Spatial statistics, en Mapping Clusters

Entre en FEATURE CLASS: Casos por Dengue y Dengue Grave

En Input Field: TASA

En Output Feature Class: aceptar el valor predeterminado o elegir una nueva ubicación

Figura 15: Ventana Hot Spot



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

Los parámetros de la herramienta de análisis in situ en caliente “Hot Spots”, se relacionan con la forma en que se represente la escala de análisis. La herramienta de análisis in situ en caliente evalúa cada característica, en el contexto de sus vecinos. El primer parámetro es la conceptualización de las relaciones espaciales, debe seleccionar FIXED DISTANCE BAND para este caso, ya que garantiza tener la misma escala de análisis a través del área de estudio.

- Conceptualización de las relaciones espaciales: FIXED_DISTANCE_BAND

El siguiente parámetro que se quiere establecer es la banda de distancia, o la escala real que se va a utilizar para el análisis. Esta distancia determina la forma en que se identifican los hogares que se consideran vecinos en este análisis.

- Minimice la herramienta Hot Spot Analysis
- Utilice la opción Calculate Distance Band de la herramienta Neighbor para encontrar esta distancia. Abra Calculate Distance Band de la herramienta Neighbor, Spatial Statistics, en el conjunto de herramientas Utilities

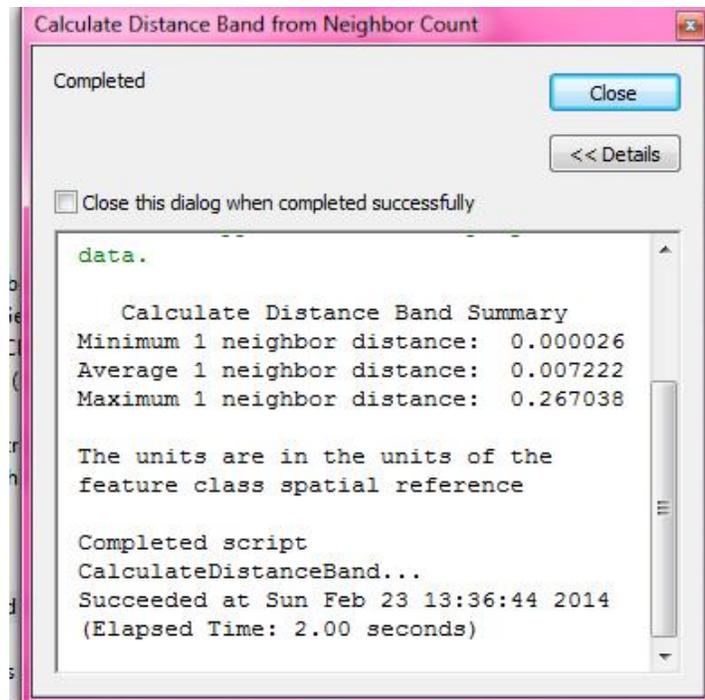
Input Features: Casos por Dengue y Dengue Grave

Neighbors: 1

Distance Method: EUCLIDEAN_DISTANCE

- Ejecutar la herramienta

Figura 16: Resultado de la distancia a los vecinos



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

La distancia máxima a garantizar un vecino por cada característica y se observa que es 0.26, por tanto se iniciara con una distancia de 0.3 kilómetros.

- En la ventana de resultados, seleccione la última ejecución de Average Nearest Neighbor, y observe la Nearest Neighbor Distance (NNObserved 7.2 metros) Figura 16.

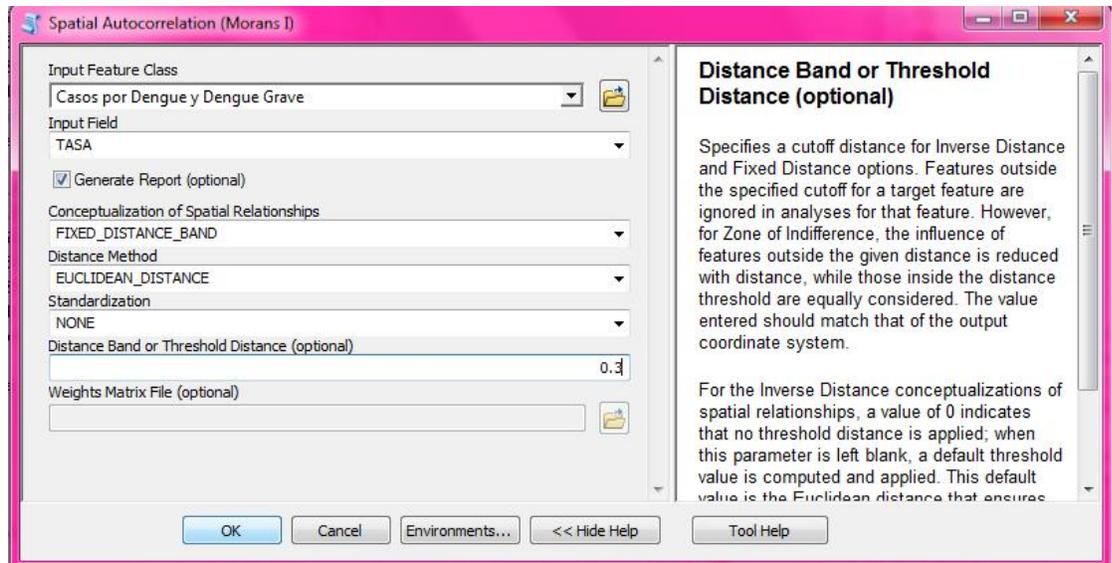
Observe que el promedio del vecino más cercano de los hogares en el pueblo está a unos 10 metros (aproximadamente 7.2 metros), por lo que cada vez que ejecute la herramienta, se aumentará la distancia en 0.01 kilómetros.

Paso 4

- Abra la herramienta Spatial autocorrelacion, en Spatial Statistics, Analyzing Patterns

Input feature class: Casos por Dengue y Dengue Grave
Input Field: TASA
Conceptualization of spatial Relationships: FIXED_DISTANCE_BAND
Distance band: 0.3 (recuerde, se utiliza el valor obtenido de Calculate Distance Band de Neighbor).

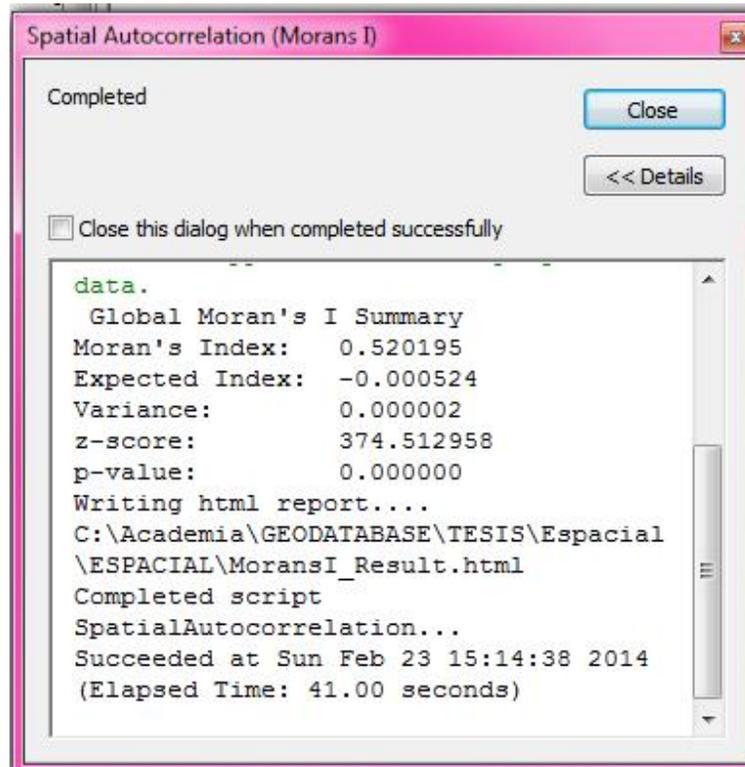
Figura 17: Ventana de autocorrelación espacial



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

- Ejecute la herramienta y tenga en cuenta la puntuación z de 374.5 (Figura 18).

Figura 18: Resultado de la autocorrelación espacial



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del SIG de análisis espacial

Los análisis de resultados se realizaron en la sección ANÁLISIS EXPLORATORIO ESPACIAL.

ANEXO E

Edad (Descripción Marginal de edad y tipo de dengue)

Teniendo como referencia la estructura de edades de la Agencia Central de Inteligencia –CIA, se incluye información por grupo de edad de la siguiente manera: de 0 a 14 años (Categoría A), 15 a 64 años (Categoría B) y mayores a 65 años (Categoría C); se describen en la Tabla 16 y se puede consultar en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2010.html>.

Tabla 16. Edad por tipo de dengue para el Bienio

Intervalos de años	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
A	400 (61.7)	10 (58.8)	1,040 (62.8)	29 (63.0)
B	236 (36.3)	7 (41.2)	583 (35.1)	16 (34.8)
C	12 (1.9)	0 (0)	35 (2.1)	1 (2.2)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

La Tabla 16 muestra la cantidad de casos por intervalo de edad y evento para los años 2012 y 2013. Para el primer año se observa que el dengue clásico está por encima un 25.4% más en la categoría de los niños que en la de los jóvenes y adultos, para el dengue grave disminuye 3% en la categoría A e incrementándose en la categoría B. En cuanto al 2013 el dengue clásico afecta en un 25.6% la categoría A que a la B y C; para este caso, el dengue grave aumento en la categoría de los niños un 4.2%. Finalmente, para los dos años el dengue esta por encima del 60% en la categoría de los menores.

Tabla 17. Resultados de la Edad mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(2) = 0.4401; p = 0.8025$	$\chi^2(2) = .0034; p = 0.9983$

Los resultados arrojados por la prueba Chi cuadrado se visualiza en la Tabla 17, lo que indica que la hipótesis nula se acepta por lo tanto las variables son independientes.

Sexo

La Tabla 18 muestra la cantidad de casos por tipo de sexo y evento para los años 2012 y 2013. Para el primer año se observa que el dengue clásico afecta un 3% más al género Masculino que al femenino, por su parte el dengue grave se presenta un 30% más en el Femenino. Para el 2013 el dengue clásico afecta en un 5% más a los Hombre que a las mujeres, como también, aqueja en un 18%

más al género masculino el dengue grave. Finalmente, para los dos años el dengue afecta un 3% más al género masculino que el femenino.

Tabla 18. Sexo por tipo de dengue para el Bienio

Sexo	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
Femenino	313 (48.3)	11 (64.7)	791 (47.7)	19 (41.3)
Masculino	335 (51.7)	6 (35.3)	867 (52.3)	27 (58.7)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Tabla 19. Resultados del Sexo mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(1) = 1.7841; p = 0.1816$	$\chi^2(1) = 0.736; p = 0.391$

En la Tabla 19, para los dos años se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, el tipo de sexo es independiente del tipo de dengue. Lo que quiere decir, que el sexo del individuo no influye en la infección de dicha enfermedad con un 95% de confianza.

Trimestre

Teniendo como referencia el atlas climatológico de Colombia del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM, las temporadas promedio lluviosas y de verano se describen en la Tabla 20.

Tabla 20. Temporada promedio para el Departamento de La Guajira

Trimestre	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Temporada en porcentaje (%)
I	Enero	Febrero	Marzo	Temporada Seca (90)
II	Abril	Mayo	Junio	Temporada Lluviosa (60)
III	Julio	Agosto	Septiembre	Temporada Seca (60)

Fuente: IDEAM. (2012). *Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos*, Adaptado por la autora.

Tabla 21. Trimestre por tipo de dengue para el Bienio

Trimestre	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
I	170 (26.2)	1 (5.9)	731 (46.0)	19 (43.2)
II	88 (13.6)	2 (11.8)	473 (29.8)	12 (27.3)
III	77 (11.9)	2 (11.8)	385 (24.2)	13 (29.5)
IV	313 (48.3)	12 (70.6)	(a)	(b)
Total	648 (100)	17 (100)	1,589 (100)	44 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Nota: (a) (b)... Dato no disponible a la fecha de presentación de resultados (Se obtiene información solo hasta la semana 42 de 2013, es decir, hasta el 22 de octubre de 2013).

La Tabla 21 evidencia un comportamiento muy particular, en el cuarto trimestre se presenta aproximadamente la mitad de los casos de dengue clásico y grave, le sigue con la cuarta parte el primer trimestre del año, el segundo y tercer trimestre representan prácticamente la cuarta parte de los casos para el año 2012; el dengue grave es más significativo en el mismo cuarto trimestre representando el 70% de los casos. Por otra parte, teniendo como referencia lo anterior, se considera para el año 2013 únicamente los tres trimestres iniciales; el dengue clásico afecta en un 46% más en el primer trimestre del año 2013, y para el segundo y tercer trimestre la proporción es muy parecida, para dengue grave la proporción es prácticamente igual.

En se observa que para los dos años el dengue clásico afecta en pequeña proporción más al género masculino. Y para el último año los hombres también son los que tienen el mayor número de casos de dengue y dengue grave.

Tabla 22. Resultados de la Temporada mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(3) = 4.3924; p = 0.2221$	$\chi^2(2) = 0.6604; p = 0.7188$

En la Tabla 22 se muestran los resultados de la prueba Chi cuadrado, para los dos años se acepta la hipótesis nula; esto es, las temporadas del año son independientes de que los individuos se puedan contagiar de la enfermedad.

Ocupación del Paciente según la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones –CIUO 88

La Tabla 23 identifica 10 grupos en la Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones Adaptada para Colombia (CIUO – 88 A.C.), se evidencia en el 2012 que el 92% de los casos de dengue y dengue grave se presentan en el grupo de los trabajadores no clasificados y el 8% se distribuye en los demás grupos. Para el 2013 prácticamente se da el mismo comportamiento del año anterior, es decir, las personas afectadas por dengue se presentan en ocupaciones no calificadas y corresponde al 91,8%.

Tabla 23. Grupos de la CIUO 88 por tipo de dengue para el Bienio

Grupos de la CIUO 88	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
Fuerza Publica	4 (0.6)	0 (0)	10 (0.6)	0 (0)
Poder Publico	1 (0.2)	0 (0)	1 (0.1)	0 (0)
Profesionales	5 (0.8)	0 (0)	13 (0.8)	0 (0)
Técnicos	4 (0.6)	1 (5.9)	14 (0.8)	0 (0)
Empleado Oficina	N/A	N/A	3 (0.2)	0 (0)
Vendedores	10 (1.5)	0 (0)	29 (1.7)	0 (0)
Agricultores	15 (2.3)	1 (5.9)	47 (2.8)	1 (2.2)
Operarios	8 (1.2)	0 (0)	14 (0.8)	2 (4.3)
Operadores Maq	2 (0.3)	0 (0)	5 (0.3)	0 (0)
No clasificados	599 (92.4)	15 (88.2)	1,522 (91.8)	43 (93.5)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Tabla 24. Resultados de Grupos de Ocupación mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(8) = 7.8025; p = 0.453$	$\chi^2(9) = 8.0147; p = 0.5327$

En los dos años se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, las variables son independientes.

Grupo Poblacional

Tabla 25. Grupo Poblacional por tipo de dengue para el Bienio

Grupo	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
Migrantes	2 (0.3)	0 (0)	1 (0.1)	0 (0)
Gestantes	1 (0.2)	0 (0.)	11 (0.7)	0 (0)
Otros	640 (98.8)	1 (100)	1,639 (98.9)	46 (100)
Discapacitados	N/A	N/A	1 (0.1)	0 (0)
Desplazados	5 (0.8)	3 (0)	6 (0.4)	0 (0)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Tabla 26. Resultados de Grupos Poblacionales mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(4) = 0.3717$; p = 0.9847	$\chi^2(4) = 0.5331$; p = 0.9702

Clasificación Inicial

Tabla 27. Clasificación inicial por tipo de dengue para el Bienio

Clasificación inicial	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
Probable	335 (51.7)	6 (35.3)	903 (54.5)	22 (47.8)
Confir. Laboratorio	313 (48.3)	11 (64.7)	754 (45.5)	24 (52.2)
Confir. por Nexo	N/A	N/A	1 (0.1)	0 (0)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Tabla 28. Resultados de la clasificación inicial mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012		Año 2013	
	Valores exactos	$\chi^2(1) = 1.7841; p = 0.1816$		$\chi^2(2) = 0.8307; p = 0.6601$

Seguimiento y Clasificación Final del Caso (Ajuste)

Tabla 29. Ajuste de la clasificación por tipo de dengue para el Bienio

Ajuste	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
No aplica	451 (96.6)	7 (41.2)	1,375 (82.9)	33 (71.7)
Confir. Laboratorio	171 (0.3)	6 (35.3)	268 (16.2)	12 (26.1)
Confir. Nexo	8 (1.2)	0 (0)	1 (0.1)	0 (0)
Otro ajuste	18 (2.8)	4 (23.5)	14 (0.8)	1 (2.2)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Tabla 30. Resultados del ajuste en la clasificación mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012		Año 2013	
	Valores exactos	$\chi^2(3) = 24.2093; p = .000 ***$		$\chi^2(3) = 4.287; p = 0.2321$

Desplazamiento en los últimos 15 días

Tabla 31. Trasladarse a otro lugar por tipo de dengue para el Bienio

Desplazamiento	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)

Si	39 (6.0)	1 (5.9)	105 (6.3)	7 (15.2)
No	609 (94.0)	16 (94.1)	1,552 (93.6)	39 (84.8)
Sin Información	N/A	N/A	1 (0.1)	0 (0)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Tabla 32. Resultados del desplazamiento mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(1) = 0.000; p = .9814$	$\chi^2(2) = 5.7761; p = .05568$

Antecedentes de Dengue

Tabla 33. Antecedentes de dengue por tipo de dengue para el Bienio

Antecedentes	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
Si	8 (6.0)	1 (5.9)	1 (0.1)	0 (0)
No	605 (94.0)	15 (88.2)	35 (2.1)	0 (0)
Desconocido	35 (5.4)	1 (5.9)	1,475 (89.0)	41 (89.1)
Sin Información	N/A	N/A	147 (8.9)	5 (10.9)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Tabla 34. Resultados de antecedentes del individuo mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(2) = 2.6979; p = 0.2595$	$\chi^2(3) = 1.2003; p = 0.7529$

Algún Familiar con Síntomas de Dengue

Tabla 35. Algún familiar con síntomas por tipo de dengue para el Bienio

Familiar con Síntomas	Año 2012		Año 2013	
	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)	Dengue Clásico (%)	Dengue Grave (%)
Si	22 (3.4)	1 (5.9)	62 (3.7)	1 (2.2)
No	574 (88.6)	15 (88.2)	1,390 (83.8)	37 (80.4)
Desconocido	52 (8.0)	1 (5.9)	205 (12.4)	8 (17.4)
Sin Información	N/A	N/A	1 (0.1)	0 (0)
Total	648 (100)	17 (100)	1,658 (100)	46 (100)

Fuente: Datos tomados de la Secretaria de Salud de La Guajira y adaptado por la autora.

Tabla 36. Resultados de familiar con síntomas mediante la Prueba de bondad de ajuste Chi cuadrado

Prueba χ^2	Año 2012	Año 2013
Valores exactos	$\chi^2(2) = 0.3919; p = 0.822$	$\chi^2(3) = 1.2911; p = 0.7312$

ANEXO F

Bienio Dengue Clásico

```

Clasico<- aov(TIPO1$CLASICO ~ TIPO1$AÑO + TIPO1$TRIMESTRE + TIPO1$EDAD + TIPO1$SEXO +
TIPO1$AREA + TIPO1$ETNIA + TIPO1$DESPLAZAMIENTO + TIPO1$MIALGIA +
TIPO1$GINGIVORRAGIA + TIPO1$VOMITO + TIPO1$CHOQUE + TIPO1$DIARREA
+ TIPO1$ABDOMINAL + TIPO1$CEFALEA + TIPO1$INICIAL + TIPO1$AJUSTE
+ TIPO1$FINAL)

```

summary(Clasico)

Teniendo como base para el cálculo del bienio comprendido del año 2012 hasta el 22 de octubre de 2013; para el modelado mediante factores múltiples se evaluaron 17 variables independientes y como variable dependiente dengue clásico y dengue grave o hemorrágico de manera separada cada una.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
TIPO1\$AÑO	1	1.5	1.512	2.107	0.146813	
TIPO1\$TRIMESTRE	3	4.4	1.451	2.022	0.108818	
TIPO1\$EDAD	2	9.9	4.955	6.904	0.001030	**
TIPO1\$SEXO	1	0.0	0.011	0.015	0.903516	
TIPO1\$AREA	1	9.3	9.345	13.022	0.000316	***
TIPO1\$ETNIA	1	1.0	1.005	1.400	0.236840	
TIPO1\$DESPLAZAMIENTO	1	6.2	6.181	8.612	0.003381	**
TIPO1\$MIALGIA	1	3.0	3.048	4.247	0.039470	*
TIPO1\$GINGIVORRAGIA	1	2.6	2.638	3.676	0.055367	.
TIPO1\$VOMITO	1	29.7	29.702	41.386	1.59e-10	***
TIPO1\$CHOQUE	1	0.1	0.100	0.139	0.709629	
TIPO1\$DIARREA	1	5.9	5.892	8.210	0.004213	**
TIPO1\$ABDOMINAL	1	5.2	5.192	7.235	0.007215	**
TIPO1\$CEFALEA	1	7.2	7.212	10.049	0.001549	**
TIPO1\$INICIAL	1	6.9	6.932	9.659	0.001914	**
TIPO1\$AJUSTE	1	8.3	8.344	11.626	0.000664	***
TIPO1\$FINAL	1	2.3	2.311	3.219	0.072933	.
Residuals	1842	1322.0	0.718			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Teniendo en cuenta las variables externas o de tiempo (año, trimestre), referentes a la persona (edad, sexo, etnia), relativas al lugar (área de ocurrencia, desplazamiento o traslado), las concernientes a los síntomas (fiebre, mialgia, gingivorragia, vómito, choque, diarrea, dolor abdominal, cefalea) y las de clasificación del caso (inicial, ajuste y final). Los resultados generados (evidencian que 12 factores de los 17 tenidos en cuenta influyen en dengue clásico) el área de ocurrencia, el vómito y la clasificación final por ajuste influyen directamente en la enfermedad del dengue con 99,9% de confianza; al nivel de significación del 0,01 son: edad, desplazamiento o traslado de lugar, diarrea, dolor abdominal, cefalea y clasificación inicial; al 95% el síntoma de mialgia y al nivel de significancia de 0,1 la gingivorragia y clasificación final.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
TIPO1\$AÑO	1	1.5	1.512	2.011	0.156350
TIPO1\$TRIMESTRE	3	4.4	1.451	1.930	0.122688
TIPO1\$EDAD	2	9.9	4.955	6.589	0.001408 **
TIPO1\$AREA	1	9.3	9.337	12.416	0.000436 ***
TIPO1\$ETNIA	1	1.0	0.986	1.312	0.252204
TIPO1\$DESPLAZAMIENTO	1	6.2	6.186	8.227	0.004175 **
Residuals	1853	1393.4	0.752		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Finalmente, descartando las variables referidas a los síntomas y al tipo de clasificación del caso resulta que la ubicación o área de ocurrencia explica con un 99, 9% de confianza el dengue, al 99% los años de vida del individuo y el traslado de lugar son altamente significativos.

Bienio Dengue Grave

```
Grave<- aov(HEMO$GRAVE ~ HEMO$AÑO + HEMO$TRIMESTRE + HEMO$EDAD + HEMO$SEXO +
HEMO$AREA + HEMO$ETNIA + HEMO$DESPLAZAMIENTO + HEMO$MIALGIA +
HEMO$GINGIVORRAGIA + HEMO$VOMITO + HEMO$CHOQUE +HEMO$DIARREA
+ HEMO$ABDOMINAL + HEMO$CEFALEA + HEMO$INICIAL + HEMO$AJUSTE
+ HEMO$FINAL)
```

```
summary(Grave)
```

Considerando las mismas variables de dengue clásico se observa que tan solo 3 variables son factores significativos en dengue grave diferenciados de la siguiente manera: con un 95% de confianza la edad y el traslado de lugar son significativos y el 90% a los trimestres correspondientes al bienio 2012 y 2013.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
HEMO\$AÑO	1	3.640e-32	3.642e-32	3.060	0.0875 .
HEMO\$TRIMESTRE	3	1.177e-31	3.924e-32	3.297	0.0295 *
HEMO\$EDAD	2	2.910e-32	1.457e-32	1.224	0.3043
HEMO\$SEXO	1	1.000e-34	5.000e-35	0.004	0.9479
HEMO\$AREA	1	4.000e-34	4.200e-34	0.036	0.8512
HEMO\$ETNIA	1	3.280e-32	3.282e-32	2.758	0.1042
HEMO\$DESPLAZAMIENTO	1	6.200e-32	6.201e-32	5.211	0.0276 *
HEMO\$MIALGIA	1	1.010e-32	1.005e-32	0.845	0.3633
HEMO\$GINGIVORRAGIA	1	1.480e-32	1.480e-32	1.243	0.2712
HEMO\$VOMITO	1	2.000e-34	1.700e-34	0.014	0.9051
HEMO\$CHOQUE	1	0.000e+00	0.000e+00	0.000	0.9861
HEMO\$DIARREA	1	6.100e-33	6.080e-33	0.511	0.4787
HEMO\$ABDOMINAL	1	7.200e-33	7.250e-33	0.609	0.4396
HEMO\$CEFALEA	1	7.000e-33	6.990e-33	0.588	0.4476
HEMO\$INICIAL	1	3.000e-34	3.000e-34	0.025	0.8752
HEMO\$AJUSTE	1	6.400e-33	6.400e-33	0.538	0.4673
HEMO\$FINAL	1	4.000e-33	3.950e-33	0.332	0.5675
Residuals	42	4.998e-31	1.190e-32		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Sacando del modelado los factores sintomáticos y del tipo de clasificación del caso la edad y el desplazamiento o traslado a otro lugar incrementan el nivel de confianza en 5% en relación cuando se incluían el total de las variables; por su parte al 90% el año (2012 y 2013) y la pertenencia etnia explican el dengue grave.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
HEMO\$AÑO	1	3.640e-32	3.642e-32	3.432	0.0695 .
HEMO\$TRIMESTRE	3	1.177e-31	3.924e-32	3.698	0.0172 *
HEMO\$EDAD	2	2.910e-32	1.457e-32	1.373	0.2622
HEMO\$AREA	1	4.000e-34	4.200e-34	0.039	0.8435
HEMO\$ETNIA	1	3.230e-32	3.228e-32	3.042	0.0869 .
HEMO\$DESPLAZAMIENTO	1	5.610e-32	5.609e-32	5.287	0.0255 *
Residuals	53	5.623e-31	1.061e-32		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Dengue Clásico Año 2012

```
> Clasico12<- aov(CLASICO2012$CLASICO ~ CLASICO2012$TRIMESTRE + CLASICO2012$EDAD +
CLASICO2012$SEXO + CLASICO2012$AREA + CLASICO2012$ETNIA +
CLASICO2012$DESPLAZAMIENTO + CLASICO2012$MIALGIA +
CLASICO2012$GINGIVORRAGIA + CLASICO2012$VOMITO + CLASICO2012$CHOQUE
+CLASICO2012$DIARREA + CLASICO2012$ABDOMINAL + CLASICO2012$CEFALEA
+ CLASICO2012$INICIAL + CLASICO2012$AJUSTE + CLASICO2012$FINAL)
```

```
> summary(Clasico12)
```

A continuación los años se disgregaran con el propósito de identificar los factores significativos por año y de esta manera compararlos con el bienio anteriormente analizado.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
CLASICO2012\$TRIMESTRE	3	8.4	2.801	3.610	0.01329	*
CLASICO2012\$EDAD	2	3.9	1.935	2.493	0.08362	.
CLASICO2012\$SEXO	1	0.1	0.052	0.067	0.79652	
CLASICO2012\$AREA	1	0.7	0.705	0.909	0.34087	
CLASICO2012\$ETNIA	1	0.3	0.330	0.426	0.51449	
CLASICO2012\$DESPLAZAMIENTO	1	0.8	0.816	1.051	0.30566	
CLASICO2012\$MIALGIA	1	8.2	8.225	10.598	0.00121	**
CLASICO2012\$GINGIVORRAGIA	1	0.4	0.369	0.476	0.49065	
CLASICO2012\$VOMITO	1	7.7	7.696	9.916	0.00173	**
CLASICO2012\$DIARREA	1	0.3	0.276	0.356	0.55123	
CLASICO2012\$ABDOMINAL	1	1.1	1.115	1.437	0.23119	
CLASICO2012\$CEFALEA	1	2.0	1.974	2.543	0.11139	
CLASICO2012\$INICIAL	1	2.0	1.994	2.569	0.10959	
CLASICO2012\$AJUSTE	1	0.0	0.007	0.009	0.92295	
CLASICO2012\$FINAL	1	2.2	2.187	2.818	0.09380	.
Residuals	524	406.7	0.776			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Se refleja que la mialgia y el vómito se aceptan como factores que influyen en un 99% para dengue clásico en el año 2012; Es importante resaltar que el trimestre o época del año afecta considerablemente en un 99% de aseveración y existe

indecisión en que la edad y clasificación final intervenga en la manifestación de dengue clásico teniendo solo el 90% de certeza.

```

Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
CLASICO2012$TRIMESTRE    3    8.4   2.801   3.490 0.0156 *
CLASICO2012$EDAD        2    3.9   1.935   2.410 0.0908 .
CLASICO2012$SEXO        1    0.1   0.052   0.064 0.7999
CLASICO2012$AREA        1    0.7   0.705   0.879 0.3490
CLASICO2012$ETNIA       1    0.3   0.330   0.411 0.5216
CLASICO2012$DESPLAZAMIENTO 1    0.8   0.816   1.016 0.3138
CLASICO2012$FINAL       1    3.4   3.431   4.274 0.0392 *
Residuals                532  427.1   0.803
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Quitando las variables: Sintomáticas, genera los siguientes resultados

```

> summary(CLASICO12)
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
CLASICO2012$TRIMESTRE    3    8.4   2.8014   3.474 0.0159 *
CLASICO2012$EDAD        2    3.9   1.9350   2.400 0.0917 .
CLASICO2012$AREA        1    0.7   0.7076   0.878 0.3493
CLASICO2012$ETNIA       1    0.3   0.3055   0.379 0.5385
Residuals                535  431.4   0.8064
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Luego eliminando las variables sintomáticas adicionalmente sexo, desplazamiento y clasificación final se manifiesta que la época en el año 2012 si presenta asociación confiable del 95% como también los años en los individuos pero con un 90% de certeza.

Nota: Todas las columnas que presentan un único valor NO son tenidas en cuenta. Hablo de AÑO, FIEBRE, CHOQUE.

Dengue Grave Año 2012

```

Grave12<- aov(GRAVE2012$GRAVE ~ GRAVE2012$TRIMESTRE + GRAVE2012$EDAD +
GRAVE2012$SEXO + GRAVE2012$AREA + GRAVE2012$ETNIA + GRAVE2012$DESPLAZAMIENTO +
GRAVE2012$MIALGIA + GRAVE2012$VOMITO+ GRAVE2012$CHOQUE +
GRAVE2012$CEFALEA+ GRAVE2012$FINAL)

```

summary(Grave12)

Definitivamente, el factor trimestre es esencial en la aparición de dengue grave con un nivel de significancia del 0,001; por su parte la mialgia presenta 10% de incertidumbre de tomar la decisión inadecuada.

```
              Df    Sum Sq   Mean Sq   F value Pr(>F)
GRAVE2012$TRIMESTRE  3 1.456e-33 4.855e-34 2.555e+31 <2e-16 ***
GRAVE2012$EDAD      1 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 1.0000
GRAVE2012$SEXO      1 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 1.0000
GRAVE2012$AREA      1 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 1.0000
GRAVE2012$ETNIA     1 0.000e+00 0.000e+00 2.750e-01 0.6279
GRAVE2012$MIALGIA   1 0.000e+00 0.000e+00 7.081e+00 0.0563 .
GRAVE2012$VOMITO    1 0.000e+00 0.000e+00 1.452e+00 0.2947
GRAVE2012$CHOQUE    1 0.000e+00 0.000e+00 7.300e-02 0.8005
GRAVE2012$CEFALEA   1 0.000e+00 0.000e+00 5.330e-01 0.5060
GRAVE2012$FINAL     1 0.000e+00 0.000e+00 1.955e+00 0.2346
Residuals           4 0.000e+00 0.000e+00
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Quitando las variables: Sintomáticas, genera los siguientes resultados

```
              Df    Sum Sq   Mean Sq   F value Pr(>F)
GRAVE2012$TRIMESTRE  3 1.456e-33 4.855e-34 2.604e+31 <2e-16 ***
GRAVE2012$EDAD      1 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 1.0000
GRAVE2012$SEXO      1 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 1.0000
GRAVE2012$AREA      1 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 1.0000
GRAVE2012$ETNIA     1 0.000e+00 0.000e+00 2.800e-01 0.6112
GRAVE2012$FINAL     1 0.000e+00 0.000e+00 7.380e+00 0.0264 *
Residuals           8 0.000e+00 0.000e+00
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Luego eliminando: Sexo, Desplazamiento, Final

```
              Df    Sum Sq   Mean Sq   F value Pr(>F)
GRAVE2012$TRIMESTRE  3 1.456e-33 4.855e-34 1.693e+31 <2e-16 ***
GRAVE2012$EDAD      1 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 1.000
GRAVE2012$AREA      1 0.000e+00 0.000e+00 0.000e+00 1.000
GRAVE2012$ETNIA     1 0.000e+00 0.000e+00 1.820e-01 0.679
Residuals           10 0.000e+00 0.000e+00
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Para dengue grave en el año 2012 la certeza se ve centro únicamente en el factor trimestre con 99,9% de certeza.

Dengue Clásico Año 2013

```
Clasico13<- aov(CLASICO2013$CLASICO ~ CLASICO2013$TRIMESTRE + CLASICO2013$EDAD +
CLASICO2013$SEXO + CLASICO2013$AREA + CLASICO2013$ETNIA +
CLASICO2013$DESPLAZAMIENTO + CLASICO2013$FIEBRE + CLASICO2013$MIALGIA +
CLASICO2013$GINGIVORRAGIA + CLASICO2013$VOMITO + CLASICO2013$CHOQUE
+CLASICO2013$DIARREA + CLASICO2013$ABDOMINAL + CLASICO2013$CEFALEA
+ CLASICO2013$INICIAL+ CLASICO2013$AJUSTE + CLASICO2013$FINAL)
```

```
summary(Clasico13)
```

Agrupando los factores en relación a la mayor confiabilidad es decir, el 99,9% se encuentra el área de ocurrencia, mialgia, vomito, dolor abdominal y seguimiento y clasificación final denominado ajuste y le sigue con 99% la edad, el desplazamiento o traslado de lugar, diarrea y cefalea; con la certeza de un 95% se encuentra la clasificación final y finalmente con inseguridad en aceptar el síntoma de gingivorragia con el 90%.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
CLASICO2013\$TRIMESTRE	3	2.5	0.829	1.226	0.298855
CLASICO2013\$EDAD	2	6.8	3.415	5.051	0.006527 **
CLASICO2013\$SEXO	1	0.0	0.009	0.013	0.910574
CLASICO2013\$AREA	1	9.7	9.731	14.393	0.000155 ***
CLASICO2013\$ETNIA	1	1.7	1.689	2.498	0.114211
CLASICO2013\$DESPLAZAMIENTO	1	4.9	4.939	7.306	0.006964 **
CLASICO2013\$MIALGIA	1	16.2	16.156	23.897	1.14e-06 ***
CLASICO2013\$GINGIVORRAGIA	1	2.4	2.363	3.495	0.061772 .
CLASICO2013\$VOMITO	1	17.5	17.502	25.888	4.15e-07 ***
CLASICO2013\$CHOQUE	1	0.1	0.105	0.155	0.693819
CLASICO2013\$DIARREA	1	5.0	5.041	7.457	0.006405 **
CLASICO2013\$ABDOMINAL	1	13.4	13.423	19.854	9.08e-06 ***
CLASICO2013\$CEFALEA	1	4.8	4.757	7.036	0.008085 **
CLASICO2013\$INICIAL	1	3.0	3.039	4.495	0.034174 *
CLASICO2013\$AJUSTE	1	11.9	11.892	17.590	2.93e-05 ***
CLASICO2013\$FINAL	1	0.6	0.573	0.847	0.357441
Residuals	1300	878.9	0.676		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Quitando las variables: Sintomáticas, genera los siguientes resultados

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
CLASICO2013\$TRIMESTRE	3	2.5	0.829	1.144	0.329958
CLASICO2013\$EDAD	2	6.8	3.415	4.715	0.009112 **
CLASICO2013\$SEXO	1	0.0	0.009	0.012	0.913590
CLASICO2013\$AREA	1	9.7	9.731	13.435	0.000257 ***
CLASICO2013\$ETNIA	1	1.7	1.689	2.332	0.126982
CLASICO2013\$DESPLAZAMIENTO	1	4.9	4.939	6.819	0.009122 **
CLASICO2013\$AJUSTE	1	5.6	5.643	7.791	0.005328 **
Residuals	1309	948.1	0.724		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Luego eliminando sexo, desplazamiento y seguimiento y clasificación final nombrado Ajuste se evidencia que la ubicación espacial de los individuos es un factor fundamental en la determinación de la afectación del dengue con un 99,9% y sigue los intervalos de edad en los individuos representando una confianza del 99%.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
CLASICO2013\$TRIMESTRE	3	2.5	0.829	1.134	0.333974
CLASICO2013\$EDAD	2	6.8	3.415	4.674	0.009494 **
CLASICO2013\$AREA	1	9.7	9.738	13.327	0.000272 ***
CLASICO2013\$ETNIA	1	1.7	1.690	2.313	0.128537
Residuals	1312	958.7	0.731		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Dengue Grave Año 2013

```
Grave13<- aov(GRAVE2013$GRAVE ~ GRAVE2013$TRIMESTRE + GRAVE2013$EDAD +
GRAVE2013$SEXO + GRAVE2013$AREA + GRAVE2013$ETNIA + GRAVE2013$DESPLAZAMIENTO +
GRAVE2013$FIEBRE + GRAVE2013$MIALGIA+ GRAVE2013$GINGIVORRAGIA+
GRAVE2013$VOMITO + GRAVE2013$CHOQUE +GRAVE2013$DIARREA +
GRAVE2013$ABDOMINAL + GRAVE2013$CEFALEA+ GRAVE2013$INICIAL +
GRAVE2013$AJUSTE + GRAVE2013$FINAL)
```

```
summary(Grave13)
```

El único factor determinante para dengue grave es el síntoma de gingivorragia con 99% de confianza.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
GRAVE2013\$TRIMESTRE	3	3.370e-34	1.123e-34	0.480	0.69933
GRAVE2013\$EDAD	2	1.190e-34	5.940e-35	0.254	0.77797
GRAVE2013\$SEXO	1	2.950e-34	2.951e-34	1.261	0.27182
GRAVE2013\$AREA	1	1.490e-34	1.486e-34	0.635	0.43284
GRAVE2013\$ETNIA	1	0.000e+00	2.000e-37	0.001	0.97523
GRAVE2013\$DESPLAZAMIENTO	1	0.000e+00	1.000e-37	0.000	0.98559
GRAVE2013\$MIALGIA	1	8.000e-35	8.000e-35	0.342	0.56399
GRAVE2013\$GINGIVORRAGIA	1	2.138e-33	2.138e-33	9.132	0.00558 **
GRAVE2013\$VOMITO	1	0.000e+00	2.000e-37	0.001	0.97434
GRAVE2013\$CHOQUE	1	6.810e-34	6.810e-34	2.908	0.10005
GRAVE2013\$DIARREA	1	8.000e-36	8.300e-36	0.036	0.85181
GRAVE2013\$ABDOMINAL	1	3.090e-34	3.086e-34	1.318	0.26140
GRAVE2013\$CEFALEA	1	2.890e-34	2.887e-34	1.233	0.27698
GRAVE2013\$INICIAL	1	2.800e-35	2.780e-35	0.119	0.73301
GRAVE2013\$AJUSTE	1	1.450e-34	1.452e-34	0.620	0.43815
GRAVE2013\$FINAL	1	1.000e-36	6.000e-37	0.002	0.96164
Residuals	26	6.088e-33	2.342e-34		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
GRAVE2013\$TRIMESTRE	3	3.370e-34	1.123e-34	0.403	0.752
GRAVE2013\$EDAD	2	1.190e-34	5.940e-35	0.213	0.809
GRAVE2013\$SEXO	1	2.950e-34	2.951e-34	1.060	0.311
GRAVE2013\$AREA	1	1.490e-34	1.486e-34	0.534	0.470
GRAVE2013\$ETNIA	1	0.000e+00	2.000e-37	0.001	0.977
GRAVE2013\$DESPLAZAMIENTO	1	0.000e+00	1.000e-37	0.000	0.987
GRAVE2013\$INICIAL	1	6.900e-35	6.880e-35	0.247	0.623
GRAVE2013\$AJUSTE	1	5.050e-34	5.045e-34	1.812	0.187
GRAVE2013\$FINAL	1	4.000e-36	4.300e-36	0.015	0.902
Residuals	33	9.189e-33	2.785e-34		

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
GRAVE2013\$TRIMESTRE	3	3.370e-34	1.123e-34	0.417	0.742
GRAVE2013\$EDAD	2	1.190e-34	5.940e-35	0.221	0.803
GRAVE2013\$SEXO	1	2.950e-34	2.951e-34	1.097	0.302
GRAVE2013\$AREA	1	1.490e-34	1.486e-34	0.552	0.462
GRAVE2013\$ETNIA	1	0.000e+00	2.000e-37	0.001	0.977
GRAVE2013\$DESPLAZAMIENTO	1	0.000e+00	1.000e-37	0.000	0.987
GRAVE2013\$AJUSTE	1	3.480e-34	3.480e-34	1.293	0.263
Residuals	35	9.419e-33	2.691e-34		

```
> Grave13<- aov(GRAVE2013$GRAVE ~ GRAVE2013$TRIMESTRE + GRAVE2013$AREA
```

```
> summary(Grave13)
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
GRAVE2013\$TRIMESTRE	3	3.370e-34	1.123e-34	0.450	0.718
GRAVE2013\$AREA	1	1.080e-34	1.077e-34	0.432	0.515
Residuals	41	1.022e-32	2.493e-34		

Finalmente, se trató de identificar más variables pero supero el nivel de significancia del 0,1.