

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Estudios Sociales y Globales

Maestría de Investigación en Desarrollo Sostenible y Cambio Climático

Influencia de los factores sociales y ecológicos en la prevalencia de brotes epidémicos de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí

Franklin Norberto Vaca Moyano

Tutor: Lenin Javier Ron Garrido

Quito, 2020

Trabajo almacenado en el Repositorio Institucional UASB-DIGITAL con licencia Creative Commons 4.0 Internacional

	Reconocimiento de créditos de la obra No comercial Sin obras derivadas	
---	---	---

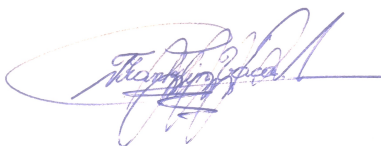
Para usar esta obra, deben respetarse los términos de esta licencia

Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Franklin Norberto Vaca Moyano, autor/a de la tesis titulada “Influencia de los factores sociales y ecológicos en la prevalencia de brotes epidémicos de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de magíster en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo, por lo tanto, la Universidad utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en formato virtual, electrónico, digital u óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

21 de septiembre de 2020



Firma: _____

Resumen

El dengue es una enfermedad transmitida por mosquitos de la familia Culicidae que actúan como vectores del virus del mismo nombre, la dinámica de la enfermedad se relaciona con varios factores de riesgo entre los que se destacan los factores climáticos y los factores sociales. El dengue ha tomado protagonismo y su alta prevalencia en el mundo afecta directamente a la consecución de los objetivos del desarrollo sostenible principalmente en los países en vías de desarrollo. En el presente estudio se analizó la influencia de factores sociales y ecológicos en la prevalencia de brotes de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período 2010-2017, para lo cual se diseñó un análisis epidemiológico descriptivo longitudinal utilizando los datos disponibles del anuario de estadísticas hospitalarias: camas y egresos del INEC; como factor ecológico se eligió a la precipitación; los factores sociales seleccionados fueron: la pobreza, el tipo de vivienda, abastecimiento de agua y la recolección de basura. Se describió la fluctuación temporal y espacial de los casos de dengue tomando en cuenta la clase de dengue, el sexo, el rango de edad y las tasas de morbilidad y mortalidad de los pacientes; mediante el desarrollo de series temporales se describió el comportamiento de la enfermedad en el tiempo, además, se examinó el comportamiento de la precipitación mediante la utilización de mapas diseñados con la aplicación de semivariogramas, también se identificaron espacialmente puntos significativos o “clusters” mediante la aplicación del Índice Local de Moran para localizar en donde la enfermedad tuvo mayor impacto y se relacionó la influencia entre varios factores de riesgo de tipo social con los casos de dengue utilizando análisis de regresión lineal simple y múltiple. El dengue clásico prevalece sobre el dengue hemorrágico, la enfermedad no discrimina según el sexo y los jóvenes y ancianos están más expuestos, además, las tasas de mortalidad fueron bajas; las series temporales identificaron 2 picos de contagio y definieron un patrón estacional anual en las dos provincias; la precipitación se relaciona directamente con la prevalencia del dengue; el análisis LISA identificó puntos de significancia en Puerto López, Jipijapa, Paján, Atacames y Muisne; y los factores sociales no registraron valores significativos.

Palabras clave: flavivirus, epidemia, fluctuación temporal, análisis temporal, análisis espacial, factores de riesgo

A mi familia, padres y hermanas por su apoyo incondicional.

A los profesionales dedicados a la investigación en el campo de la salud, Geógrafos, Matemáticos, Médicos Humanos, Médicos Veterinarios, Sociólogos, Bioquímicos y Biólogos, por su trabajo enfocado a mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos de mi país.

A mis amigas y amigos de aula de la primera cohorte de la Maestría de Investigación en Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, por ser personas comprometidas con la defensa de la naturaleza.

Tabla de contenidos

Figuras y tablas.....	13
Introducción.....	17
Capítulo primero Características del dengue, importancia y fundamentos para su análisis epidemiológico en el marco del desarrollo sostenible y el cambio climático	23
1. El dengue una enfermedad de influencia global.....	23
1.1. Situación del dengue en el mundo	23
1.2. Situación del dengue en el Ecuador.....	25
2. Aspectos ecoepidemiológicos del dengue	26
2.1. Factores ambientales y sociales que influyen en la transmisión del dengue	26
2.2. Factores relacionados con los insectos vectores <i>Aedes aegypti</i> y <i>Aedes albopictus</i>	27
3. El cambio climático y las enfermedades vectoriales	30
4. El desarrollo sostenible y la salud.....	31
5. Abordaje de las enfermedades vectoriales.....	31
6. Series temporales	32
6.1. Componentes de las series temporales.....	32
6.2. Análisis de las series temporales	33
7. Semivariogramas	34
7.1. Elementos del semivariograma.....	34
7.2. Modelos teóricos del semivariograma	34
8. Autocorrelación espacial.....	35
8.1 Índices de autocorrelación espacial global y local.....	35
8.2.. El índice I de Moran	36
8.3. Indicador local de asociación espacial.....	36
Capítulo segundo Esmeraldas y Manabí, su situación geográfica, características sociales, climáticas y la metodología aplicada	37
1. Área de estudio	37
1.1. Provincia de Esmeraldas	38
1.2 Provincia de Manabí	39
2. Metodología	40

2.1. Fluctuación de los casos de dengue en Esmeraldas y Manabí.....	42
2.2. Diseño y análisis de los semivariogramas	44
2.3. Análisis espacial	45
2.3.1. Test de Moran I.....	45
2.3.2. Índice de autocorrelación espacial (LISA)	46
2.4. Análisis de factores sociales en la prevalencia de casos de dengue.....	46
Capítulo tercero Resultados y discusión.....	49
1. Resultados.....	49
1.1. Fluctuación de los casos de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período 2020-2017	49
1.2. Series temporales cantonales	53
1.3. Semivariograma de Hole	66
1.4 Índice de Moran I e Índice Local de Moran-LISA	72
1.5 Influencia de los factores sociales en la prevalencia de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí	77
2. Discusión	79
Conclusiones.....	87
Lista de referencias.....	89
Anexos.....	101
Anexo 1: Vectores del dengue registrados en el Ecuador: <i>Aedes aegypti</i> y <i>Aedes albopictus</i> , vista lateral y dorsal (tórax).....	101
Anexo 2: Ciclo de vida de mosquitos Diptera: Culicidae (<i>Aedes aegypti</i>).....	102
Anexo 3: Criterios de hospitalización para pacientes con dengue en el Ecuador....	103
Anexo 4: Códigos R Software estadístico, series temporales.....	104
Anexo 5: Códigos R Software estadístico, semivariogramas y representación del modelo espacial (mapas).....	105
Anexo 6: Códigos R Software estadístico, test de Moran I y análisis LISA	107
Anexo 7: Códigos R Software estadístico, correlación de las variables sociales....	108
Anexo 8: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2010	109
Anexo 9: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2011	110

Anexo10: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2012	111
Anexo 11: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2013	112
Anexo 12: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2014	113
Anexo 13: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2015	114
Anexo 14: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2016	115
Anexo: 15: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2017	116
Anexo16: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2010	117
Anexo 17: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2011	118
Anexo 18: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2012	119
Anexo 19: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2013	120
Anexo 20: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2014	121
Anexo 21: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2015	122
Anexo 22: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2016	123
Anexo 23: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2017	124

Figuras y tablas

Figura 1. Distribución mundial del dengue	24
Figura 2. Comportamiento del dengue en el Ecuador durante los años 2014 a 2016	26
Figura 3. Distribución mundial de <i>Aedes aegypti</i>	28
Figura 4. Distribución mundial de <i>Aedes albopictus</i> 2017.....	29
Figura 5. Descomposición de series temporales.....	33
Figura 6. Elementos del semivariograma.....	34
Figura 7. Provincias de Esmeraldas y Manabí.....	37
Figura 8. Proporción de ocurrencia de dengue clásico y dengue hemorrágico en las provincias de Esmeraldas y Manabí para el período 2010-2017	49
Figura 9. Proporción de ocurrencia de los casos de dengue de acuerdo al sexo en las provincias de Esmeraldas y Manabí para para el período 2010-2017	50
Figura 10. Proporción de ocurrencia sobre los casos de enfermos de dengue según el grupo etario en las provincias de Esmeraldas y Manabí para el período 2010-2017..	51
Figura 11. Tasas de mortalidad correspondientes a las Provincias de Esmeraldas y Manabí para el período 2010-2017.....	52
Figura 12. Tasas Cantonales de casos de dengue en Esmeraldas y Manabí durante el período 2010-2017	53
Figura 13. Series temporales correspondientes a los cantones Atacames, Eloy Alfaro y Esmeraldas de la provincia de Esmeraldas	54
Figura 14. Series temporales correspondientes a los cantones Rioverde, Muisne, San Lorenzo y Quinindé de la provincia de Esmeraldas	55
Figura 15. Descomposición de series temporales correspondientes a los cantones de la provincia de Esmeraldas	56
Figura 16. Series temporales correspondientes a los cantones 24 de Mayo, Bolívar, Chone, El Carmen, Flavio Alfaro, Jama, Jaramijó y Jipijapa de la provincia de Manabí.....	58
Figura 17. Series temporales correspondientes a los cantones Manta, Montecristi, Junín, Olmedo, Paján, Pedernales, Pichincha y Portoviejo de la provincia de Manabí	59

Figura 18. Series temporales correspondientes a los cantones Puerto López, Rocafuerte, San Vicente, Tosagua, Sucre y Santa Ana de la provincia de Manabí...	60
Figura 19. Descomposición de series temporales correspondientes a los cantones 24 de Mayo, Bolívar, Chone, El Cármen, Flavio Alfaro y Jama de la provincia de Manabí	61
Figura 20. Descomposición de series temporales correspondientes a los cantones Jaramijó, Jipijapa, Junín, Manta, Montecristi, Olmedo, Paján y Pedernales de la provincia de Manabí	62
Figura 21. Descomposición de series temporales correspondientes a los cantones Pichincha, Portoviejo, Puerto López, Rocafuerte, San Vicente, Santa Ana, Sucre y Tosagua de la provincia de Manabí	63
Figura 22. Series temporales y descomposición de series temporales correspondientes a las provincias de Esmeraldas y Manabí.....	64
Figura 23. Patrón estacional anual de los casos de dengue correspondientes a las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período 2010-2017.....	65
Figura 24. Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes a los años 2010 y 2011	68
Figura 25. Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes a los años 2012 y 2013	69
Figura 26. Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes a los años 2014 y 2015	70
Figura 27. Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes a los años 2016 y 2017	71
Figura 28. Red topológica de conexión de centroides correspondientes a las provincias de Manabí y Esmeraldas	72
Figura 29. Diagramas de dispersión correspondientes al período 2010-2017	74
Figura 30. índice Local de Moran LISA 2010-2017	76
Tabla 1. Test estadístico de Moran I período 2010-2017	75
Tabla 2. índice Local de Autocorrelación Espacial-LISA período 2010-2017	76
Tabla 3. Análisis de regresión simple sobre el coeficiente de pobreza 2010-2017 ...	77

Tabla 4. Análisis de regresión múltiple sobre el tipo de vivienda 2010-2017.....	78
Tabla 5. Análisis de regresión múltiple sobre el tipo de abastecimiento de agua 2010-2017	78
Tabla 6. Análisis de regresión múltiple sobre el tipo de recolección de basura 2010-2017	78

Introducción

El dengue es una enfermedad producida por un virus perteneciente al genoma ARN del género *Flavivirus* y de la familia Flaviviridae, de este virus se conocen cuatro serotipos clasificados como dengue 1, dengue 2, dengue 3 y dengue 4. Esta patología se transmite por la picadura de mosquitos hembras de la familia Culicidae (Guzmán et al 2006).

El dengue es una enfermedad vectorial que afecta principalmente a los humanos; sin embargo, hay fuertes indicios de que también exista un ciclo selvático en el que participan los primates no humanos y mosquitos de la especie *Aedes niveus*, este es un insecto que habita principalmente en las copas de los árboles. El ciclo selvático del dengue se produce en las selvas de los continentes africano y asiático; sin embargo, en los animales la infección por el virus del dengue es clínicamente inaparente, ya que no se distinguen signos en los individuos observados en el laboratorio (OMS 1989).

Históricamente se registra el primer caso de un enfermo de dengue en una enciclopedia médica de China, esto durante el período de la Dinastía Jin la cual tuvo lugar en los años 265 a 420 DC en el continente americano. El registro más antiguo de la enfermedad en las Américas corresponde a las islas de Martinica y Guadalupe en el año 1635, además, en 1780 se hace la primera descripción de una enfermedad similar a la fiebre de dengue durante una epidemia que tuvo lugar en Filadelfia, Estados Unidos. Los relatos antiguos de los médicos que trataron a los enfermos describen al dengue como una desagradable y postrante enfermedad febril, a la cual los afectados le dieron el nombre de la fiebre rompe huesos, es en el año de 1827 que se originó en América el nombre de dengue para la enfermedad debido a que esta producía artralgiás en los enfermos (Badii et al 2007; Baldi et al 2020).

El dengue presenta un amplio panorama clínico en donde se pueden distinguir signos y síntomas muy generales que se pueden confundir con los de una gripe leve hasta la manifestación de cuadros que incluyen: graves hemorragias, disminución de plaquetas, extravasación del plasma y shock, estos signos pueden terminar con la vida de los infectados, a este tipo de dengue se le conoce con los nombres de dengue hemorrágico, dengue grave o fiebre hemorrágica por dengue. El dengue grave en la mayoría de los casos es una enfermedad producida por uno de los cuatro serotipos del virus, esto siempre y cuando exista el antecedente de una infección previa con un

serotipo que no corresponda al de la primera infección (Ríos 2004; Chiparelli y Schelotto 2009).

“En su forma común el dengue es una enfermedad febril y aguda; el período de incubación dura de 5 a 8 días”. La enfermedad en un principio presenta: escalofríos, dolores musculares y articulares, fotofobia, dolor retro orbital, cefalalgia y escalofríos con vómito y afectaciones a la garganta, es frecuente la aparición de un eritema generalizado, la fiebre dura de 5 a 7 días, aunque “la convalecencia puede prolongarse durante varias semanas con manifestaciones de fatiga y depresión”. El dengue clásico es benigno ya que por lo general presenta índices muy bajos de letalidad; por lo tanto, los casos de mortalidad se relacionan casi siempre con el dengue grave o hemorrágico (Maguiña et al 2005, 126).

Las características del virus han dificultado la fabricación de una vacuna eficaz para la prevención del dengue, las investigaciones empezaron durante la segunda guerra mundial luego del desarrollo exitoso de una vacuna contra la fiebre amarilla. El impacto actual de la enfermedad en el mundo ha incrementado el interés para el desarrollo de vacunas para este agente causal y varias se encuentran en la etapa de desarrollo clínico, con estos avances se piensa reducir la morbilidad y la mortalidad producidas por el dengue en un rango del 25% al 50% (Valero y Levi 2008).

El dengue es una enfermedad reemergente¹ que afecta principalmente a las personas que pertenecen a estratos económicos bajos y cuyo tratamiento debe ser subsidiado por los estados, ante esta realidad los medicamentos utilizados para tratar esta patología deben ser distribuidos equitativamente entre todos los ciudadanos que habiten en las zonas de riesgo al contagio. La disponibilidad de una vacuna puede incrementar el éxito de las estrategias elaboradas por las organizaciones de salud para el control de la enfermedad en las regiones comprometidas.

Los factores sociales y ambientales se consideran determinantes en la propagación de las enfermedades vectoriales, en conjunto esta clase de patologías representan un promedio del 17% de la carga mundial estimada. En lo relacionado con las enfermedades transmisibles se producen más de 700.000 defunciones por cada año, “más del 80% de la población mundial vive en sitios prevalentes donde el riesgo de contraer al menos una de las principales enfermedades transmitidas por vectores, y más

¹ “Hablamos de enfermedades reemergentes cuando nos referimos a aquellas anteriormente conocidas, controladas o tratadas eficazmente y cuya frecuencia y/o mortalidad se encuentra en aumento”. (Kuri et al 2015, 675)

del 50% de la población mundial vive en zonas en las que el riesgo se duplica” (OMS 2017, 3).

En lo que se refiere al dengue la carga mundial de la enfermedad se ha incrementado en los últimos años y las notificaciones oficiales de los casos está subestimada, esto se debe a que muchos casos son asintomáticos o confundidos en su diagnóstico lo que produce errores en su identificación y clasificación clínica. “Actualmente en el mundo se producen 390 millones de infecciones por dengue anualmente, de los cuales un promedio de 96 millones se manifiesta clínicamente, en cuanto a la prevalencia se estima que 3900 millones de personas correspondientes a 128 países están en riesgo de infección” (OMS 2017, 3).

La situación epidemiológica actual con respecto al dengue se muestra crítica; el crecimiento acelerado de la densidad poblacional incrementa el número de posibles nuevos contagios. El desabastecimiento de los servicios básicos causado por el crecimiento desordenado de las áreas urbanas estimula la creación de nuevas zonas susceptibles que fácilmente podrán ser afectadas por enfermedades vectoriales². Además, el incremento de la pobreza principalmente en los llamados países del tercer mundo ha provocado migraciones masivas y las personas desplazadas movilizan agentes causales y vectores, cuando el destino de las migraciones involucra a países en desarrollo la situación sanitaria se torna muy compleja.

El cambio climático y sus efectos provocan cambios en todos los componentes de los ecosistemas, entonces los organismos que forman parte del ciclo de las enfermedades vectoriales como son: los humanos susceptibles, los animales que pueden actuar como reservorios de microorganismos patógenos y los agentes causales de enfermedades, se verán obligados por los mecanismos de adaptación a cambiar sus patrones fisiológicos y de conducta. Las modificaciones en los patrones climáticos tienen una influencia directa en la prevalencia, incidencia y distribución geográfica de las enfermedades vectoriales, en este aspecto se debe tomar muy en cuenta a las patologías transmitidas por mosquitos, y entre estas se destaca claramente por sus altas tasas de morbilidad el dengue (Cerde et al 2008).

El estudio de los factores sociales y ecológicos relacionados con el dengue es clave para la elaboración de planes enfocados a la prevención y el control de los posibles brotes epidémicos. Los factores sociales que fueron tomados en cuenta para

² Las enfermedades vectoriales o de transmisión vectorial son enfermedades cuya etología esta dada por diversos agentes infecciosos transmitidos por diferentes tipos de artrópodos. (Padilla et al 2017)

este estudio son: el índice de pobreza, la clase o tipo de vivienda (casa o villa, departamento, cuartos, mediagua, rancho, covacha, choza, otra), el tipo de abastecimiento de agua que posee la población (red pública, pozo, vertiente, carro repartidor, otro), y el modo de eliminación de la basura (carro recolector, arrojan en terreno baldío o quebrada, lo queman, la entierran, la arrojan, otra forma). En los modelos de regresión lineal simple y múltiple, las tasas de dengue fueron procesadas como las variables dependientes y los factores de riesgo constituyeron las variables independientes.

Las variables independientes nombradas anteriormente son consideradas por la Organización Mundial de la Salud y el Ministerio de Salud del Ecuador como los principales factores de riesgo relacionados con las dinámicas de los contagios de dengue en el mundo y en el Ecuador (OMS, 2009; MSPE 2021). Los criterios de estas instituciones fueron tomados en cuenta para la inclusión de estos factores en el desarrollo de esta investigación. La variable precipitación fue seleccionada debido a que su presencia es determinante en el ciclo de vida de los mosquitos vectores, estos son insectos holometábolos que durante sus etapas inmaduras necesitan del agua para sobrevivir. La carencia de lluvias por tiempos prolongados provoca el descenso e incluso la eliminación de las poblaciones de mosquitos (Gómez 2018).

La cumbre de Estocolmo efectuada durante el año 1972 trató temas relacionados sobre el Medio Ambiente, en esta reunión se destacó el impacto de las actividades antrópicas sobre los ecosistemas, así como también el efecto del ambiente sobre la salud humana. Es así que en la cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992 se definieron los principios fundamentales de la sostenibilidad. “Los seres humanos están en el centro de las preocupaciones por el desarrollo sostenible teniendo derecho a una vida saludable” (ONU 1972, 3). “La solución de los problemas de salud debe fundamentarse en la implicación de tres grupos de participantes que son: la academia, las comunidades afectadas y el sector público, los cuales deben planificar la ejecución de acciones coordinadas en un marco transdisciplinario y participativo” (Basso 2010, 6).

Tomando en cuenta los antecedentes mencionados, el objeto de la presente investigación pretende conocer la relación de asociación que existe entre los factores sociales y ecológicos (precipitación), con la prevalencia del dengue que se registró en Esmeraldas y Manabí durante el período 2010-2017.

El primer capítulo contiene una reseña del dengue como una de las enfermedades transmitidas por vectores más importantes en el campo de la salud

pública, también se tomaron en cuenta: el desarrollo de la enfermedad a lo largo de la historia, los vectores involucrados en la transmisión, la importancia del estudio de las enfermedades infecciosas para la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible, y los métodos de prevención de las epidemias provocadas por las enfermedades vectoriales ante los eventos de cambio climático. Además, se presentan las bases teóricas de varias metodologías que permiten desarrollar estudios temporales y espaciales en el campo de la epidemiología y que fueron utilizadas en esta investigación.

En el segundo capítulo se describió a las provincias de Esmeraldas y Manabí como la zona de estudio correspondiente a esta investigación, se tomaron en cuenta varios aspectos como: su ubicación en el territorio ecuatoriano, su extensión, y sus características ecológicas, sociales y humanas. Se incluyó también la metodología utilizada para el desarrollo de esta investigación, esta contiene: el desarrollo de un análisis descriptivo sobre la dinámica de los casos de dengue (dengue clásico y dengue grave o hemorrágico), el sexo, la edad de los enfermos y las tasas de mortalidad, la elaboración de series temporales, el diseño de mapas sobre la distribución de la precipitación a partir de semivariogramas, la obtención del Índice de Moran e Índice Local de Moran I (LISA), y el análisis de las relaciones de los factores sociales con las tasas de dengue efectuado mediante los análisis de regresión lineal (simple y múltiple).

En el tercer capítulo constan los resultados obtenidos del procesamiento de los datos con la metodología aplicada y se describieron las dinámicas de la enfermedad durante el período estudiado en las provincias de Esmeraldas y Manabí. Además, se incluyó como parte de este capítulo a la discusión de los resultados.

Objetivo

Analizar la influencia de los factores sociales y ecológicos en la prevalencia de brotes epidémicos de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí.

Objetivos específicos

Describir la fluctuación temporal de los casos de dengue que se presentaron durante el período 2010-2017 en Esmeraldas y Manabí.

Examinar el comportamiento de la precipitación y su relación con el desarrollo de los casos de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período 2010-2017.

Identificar espacialmente las zonas en donde se concentran los casos de dengue en Esmeraldas y Manabí durante el período 2010-2017.

Relacionar la influencia de los factores sociales con la prevalencia de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período 2010-2017.

Capítulo primero

Características del dengue, importancia y fundamentos para su análisis epidemiológico en el marco del desarrollo sostenible y el cambio climático

1. El dengue una enfermedad de influencia global

La infestación del mosquito *Aedes aegypti*, el principal vector del dengue en el mundo comenzó desde Etiopía en el África hacia los territorios pertenecientes a los continentes europeo y americano. El insecto fue transportado en los barriles de agua que utilizaban los barcos que trasladaban esclavos durante los siglos XVII y XVIII (Uribe 1983).

Las primeras epidemias fuera del continente africano que fueron reportadas se producen por los años 1779 y 1780, los brotes ocurrieron casi al mismo tiempo en el Asia, África y América del Norte, este hecho confirma que tanto el virus como el mosquito vector han estado distribuidos en las áreas tropicales y subtropicales por más de 200 años. Se pensaba durante mucho tiempo que el dengue era una enfermedad leve y que no tenía riesgo de muerte, esto debido a que antiguamente no se tenía un contacto frecuente con la enfermedad, las epidemias importantes se presentaron en intervalos largos de tiempo, y la introducción de un nuevo serotipo³ en una población susceptible se producían si el virus y el mosquito vector podían sobrevivir el largo tiempo que llevaba transportarse por mar entre las localidades afectadas (OMS 2009; Lugones y Bermúdez 2012).

1.1. Situación del dengue en el mundo

Desde los primeros brotes hasta la actualidad la distribución de la enfermedad ha evolucionado sorprendentemente, antes del año 1970 solamente 9 países habían sufrido epidemias; sin embargo, actualmente es endémica en más de 100 países de todos los continentes (OMS 2019). La mayor tasa en cuanto a la carga mundial de dengue se

³ Un serotipo “corresponde a una población de cepas agrupadas en varios genotipos”, el virus del dengue tiene los serotipos dengue 1,2,3 y 4. (Ocazionez et al 2007, 263)

localiza en las regiones de Asia Suroriental y en el Pacífico Occidental, estas regiones aportan con el 75% de la carga, en total son 1.800.000 personas que representan más del 70 % de la población que se encuentra en riesgo de enfermarse a escala mundial, a partir del año 2000 los brotes epidémicos de dengue se han propagado a países como Bangladesh, India, Indonesia, Maldivas, Myanmar, Sri Lanka, Tailandia, Bután y Timor-Leste, en donde durante la primera fase de los brotes ya se presentan elevadas cifras de mortalidad (OMS 2009).

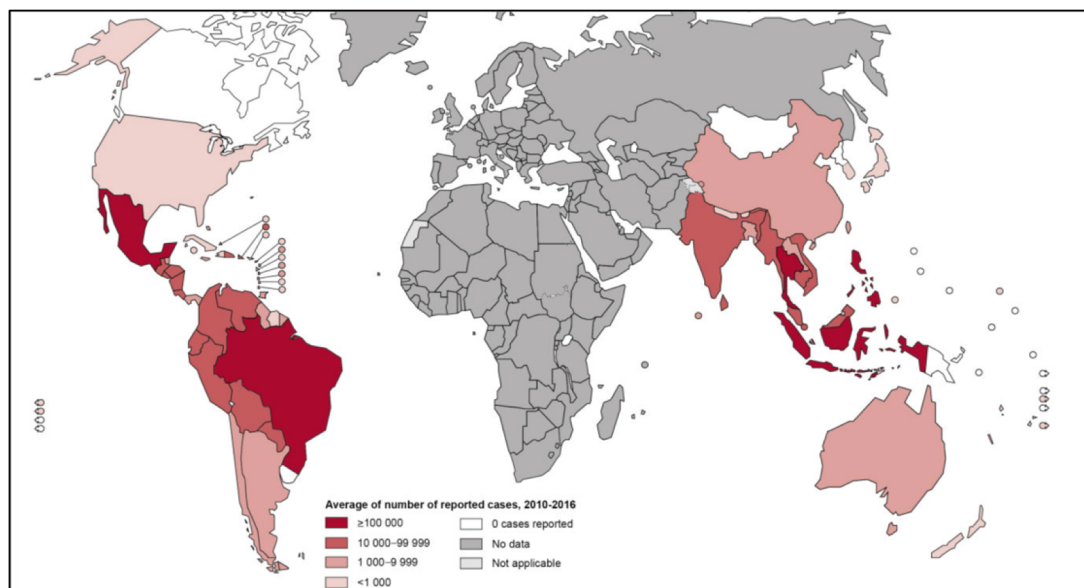


Figura 1. Distribución mundial del dengue 2010-2016
Fuente y elaboración: Organización Mundial de la Salud 2017

La mayor tasa en cuanto a la carga mundial de dengue se localiza en las regiones de Asia Suroriental y en el Pacífico Occidental, estas regiones aportan con el 75% de la carga, en total son 1.800.000 personas que representan más del 70 % de la población que se encuentra en riesgo de enfermarse a escala mundial. A partir del año 2000 los brotes epidémicos de dengue se han propagado a países como Bangladesh, India, Indonesia, Maldivas, Myanmar, Sri Lanka, Tailandia, Bután y Timor-Leste, en donde durante la primera fase de los brotes ya se presentan elevadas cifras de mortalidad (OMS 2009).

Aunque el dengue se encuentra presente en el continente africano, los datos sobre vigilancia epidemiológica en la región son insuficientes para determinar la situación real en la que se encuentran las personas que habitan las zonas de riesgo. Aun sin datos suficientes es muy evidente que desde 1980 las epidemias de dengue han

incrementado su incidencia⁴, África Occidental es la zona más afectada; sin embargo, la situación podría haber cambiado en el 2008 en donde África Oriental sería la región con más casos (OMS 2009).

En Europa durante los años 1927 y 1928 se registraron las más graves epidemias, un total de 1.000.000 de personas fueron infectadas en Grecia y Turquía, además, más de 1.500 casos fueron fatales, después de estos eventos la enfermedad desapareció de este continente. Los datos proporcionados por las entidades de control indican que la mayoría de los casos se relacionaban con la entrada de viajeros provenientes de países con dengue endémico, esto hasta el año 2008; sin embargo, actualmente ya se reportan casos de dengue endémico en países como España y Portugal y la enfermedad amenaza con expandirse (OMSE 2019).

En las Américas la situación sobre la propagación del dengue ha sido dramática en las últimas décadas. El incremento de los casos en la región registró más de 250.000 infectados al inicio de los años noventa hasta más de 600.000 a finales del siglo XX. La incidencia de la enfermedad en el área ha mostrado picos y descensos cíclicos (OMS 2009).

Para el año 2018 se notificaron un total de 560.000 casos de dengue lo que representa una tasa de incidencia de 57,3 casos por cada 100.000 habitantes, 16 países en el continente reportaron un incremento de casos a nivel nacional. Los 4 serotipos del virus están presentes en el continente americano, y en varios países circulan de manera simultánea (OPS 2019).

1.2. Situación del dengue en el Ecuador

Aproximadamente el 70% del territorio ecuatoriano posee las características ambientales adecuadas para que se presenten brotes epidémicos de dengue. Las características de las epidemias que se presentan en el Ecuador desde su aparición a finales del año 1988 son las de brotes endemo-epidémicos. Actualmente el dengue ha desplazado a la malaria como la primera enfermedad en importancia por su alta prevalencia⁵, son aproximadamente 8.220.000 habitantes que residen en zonas de

⁴ “Comúnmente denominamos como incidencia a la tasa de incidencia, es una medida que tiene la propiedad de determinar los casos nuevos de una enfermedad que se presentan en una población en un tiempo determinado, para su cálculo se requiere un período de seguimiento”. (Fajardo 2017, 111)

⁵ “La prevalencia mide la proporción de personas que se encuentran enfermas al momento de evaluar el padecimiento en la población, por lo tanto, no hay tiempo de seguimiento”. (Fajardo 2017, 113)

riesgo, los casos se incrementan principalmente en la época lluviosa, además, se ha confirmado la presencia de los 4 serotipos de dengue circulando en el Ecuador. Las provincias de la costa son las más afectadas por la enfermedad, los fenómenos climáticos como el Fenómeno del Niño (ENSO), las condiciones sociales y la alta densidad poblacional en el país exponen a los pobladores al contagio (MSPE 2014).

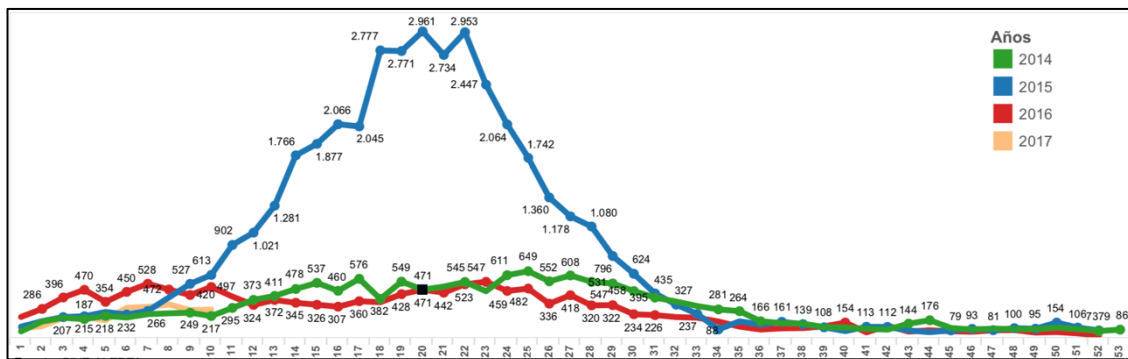


Figura 2. Comportamiento del dengue en el Ecuador durante los años 2014 a 2017

Fuente y elaboración: Subsistema de Vigilancia SIVE-ALERTA-MSPE 2018

2. Aspectos ecoepidemiológicos del dengue

2.1. Factores ambientales y sociales que influyen en la transmisión del dengue

Varios son los factores que intervienen en la transmisión del dengue; sin embargo, se pueden destacar las zonas geográficas donde el vector se desarrolla y la población afectada. “El dengue es uno de los mayores retos de la salud pública en la región tropical y subtropical” (Ochoa-Ortega et al 2015, 193). “Debido al calentamiento global y a múltiples factores socioeconómicos regionales y locales, los patrones de distribución del vector han cambiado, con nuevos registros altitudinales que han llegado hasta los 2302 m” (More et al 2018, 534).

Los fenómenos climáticos como el Fenómeno del Niño, producen un incremento fuerte en las ocurrencias de epidemias de dengue (Hales et al 1997). “La precipitación interviene en la distribución del vector, este tiende a seguir los patrones de las lluvias, además, al parecer la acumulación del agua incrementa el número de hábitats larvales y por ende se incrementa también la densidad de la población adulta” (Moore et al 1978, 1227).

Se reconocen varios factores sociales que determinan la transmisión del dengue, esta es una enfermedad principalmente urbana y su transmisión está relacionada con la conducta humana en las poblaciones afectadas:

El crecimiento acelerado de la población humana y su concentración en áreas urbanas sin servicios públicos adecuados, con la consecuente proliferación de recipientes que acumulan agua van a servir de criaderos de *Aedes aegypti*; sin embargo, la ausencia y precariedad de los programas de control del vector también influyen en las dinámicas de las epidemias, ya que muchas veces carecen de objetivos claros, presupuestos adecuados o personal calificado en entomología o control de vectores (Álvarez-Escobar et al 2018, 123).

2.2. Factores relacionados con los insectos vectores *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*

“El mosquito *Aedes aegypti* es un insecto peri-domiciliario de actividad diurna y se ha asociado a la mayoría de las epidemias urbanas y suburbanas de dengue. Los mosquitos y las larvas son muy susceptibles al frío y la transmisión de dengue durante las épocas invernales disminuye” (Powell y Tabachnick 2013, 12).

El insecto tiene hábitos urbanos por lo que depende completamente del ser humano, esto debido al papel que cumplen las personas como fuente de alimento del mosquito, y a las modificaciones que las personas ejercen en el medio ambiente (Ortega et al 1995). Entre los factores más importantes para la transmisión se destacan en cuanto a la etología de *Aedes aegypti* los períodos de mayor actividad del vector, el mosquito es más activo en las mañanas y al atardecer, durante estos períodos se incrementan el número de picaduras en las personas. Otros factores de importancia en la transmisión de dengue relacionados directamente con el insecto son la densidad de mosquitos hembras y su edad, en cuanto a la relación de la transmisión con las poblaciones humanas se destacan la disponibilidad de hospederos y la susceptibilidad de estos a la infección (Moore et al 1978; Hales et al 1999).



Figura 3. Distribución mundial de *Aedes aegypti*
 Fuente y elaboración: Hassan y Kumar 2014

En lo que se refiere a *Aedes albopictus* las investigaciones han determinado que es un insecto originario del Sudeste Asiático, hasta los inicios de los años 80 se pensaba que habitaba solamente en algunas islas del Océano Índico; sin embargo, esta visión cambia pronto debido a la rápida expansión en el mundo de este insecto. Es durante el año de 1985 que se registra por primera vez la presencia de *Aedes albopictus* en las Américas, se encontró en Memis una localidad en los Estados Unidos, el ejemplar fue capturado en un cementerio, al reconocer que una especie no nativa y de importancia médica estaba en Norteamérica se empezaron las investigaciones sobre la ruta que había llevado al insecto desde el Asia de donde es originario al continente americano. El comercio internacional de neumáticos usados en donde se importaban anualmente un gran número de estos accesorios hacia los Estados Unidos desde varios países entre ellos el Japón, reveló que el mosquito podría haber sido transportado en estos accesorios (Reiter 1998).

Los estudios que se realizaron sobre *Aedes albopictus* en los Estados Unidos revelaron la capacidad del insecto para soportar las temperaturas de invierno mediante la diapausa⁶. Se confirmó entonces que se trataba de mosquitos provenientes de una zona no tropical del Japón y que ya estaba presente en la región algún tiempo antes de su primer registro (Hawley 1988).

La infestación del vector siguió hacia México en donde estaba infectado con el virus del dengue del serotipo 1 y 2, se extendió hacia Guatemala, Honduras, El

⁶ Se define como un período de letargo que consiste en la interrupción espontánea del desarrollo en los insectos. (Andrewartha 1952)

Salvador, Nicaragua, Panamá y las islas del Caribe en Centroamérica, en Sudamérica fue detectado por primera vez en Brasil en el año de 1986 para luego ser reportado en: Bolivia, Colombia, Argentina, Uruguay y Venezuela (Hernández et al 2015; Navarro 2009). En el 2017 se registra por primera vez en el Ecuador la presencia de *Aedes albopictus* en la ciudad de Guayaquil (Ponce et al 2018), este hecho incrementa el riesgo en la transmisión de enfermedades vectoriales en el país y debe alertar a los organismos de salud para tomar las medidas adecuadas en el control y la erradicación del mosquito.

El mosquito *Aedes albopictus* ha demostrado ser un vector que posee la capacidad de dispersarse y ampliar su distribución geográfica muy rápidamente. Este insecto es considerado el segundo vector más importante en la transmisión del virus del dengue superado solamente por *Aedes aegypti*, además, es vector competente para desarrollar arbovirus como la fiebre amarilla, el virus del Nilo, la encefalitis equina del este, la encefalitis japonesa y la encefalitis de La Cross (Steven y Lounibos 2005).

Aedes albopictus luego de *Aedes aegypti* y *Culex pipiens* es la tercera especie de un mosquito vector en el que su rango geográfico ha sido incrementado debido a las acciones antropogénicas. La globalización que involucra el comercio de mercancías a nivel global y de una manera rápida puede provocar la introducción de especies de importancia médica (Scholte y Schaffner 2007; Paupy et al 2009).

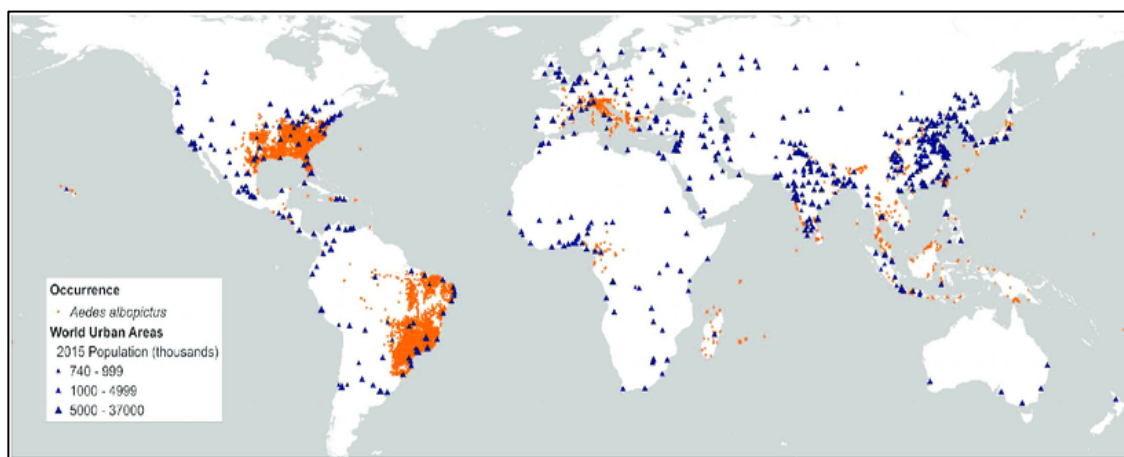


Figura 4. Distribución mundial de *Aedes albopictus* 2017

Fuente y elaboración: Manore et al 2018

Geográficamente *Aedes albopictus* se localiza en las regiones que están mucho más al norte que las pobladas por *Aedes aegypti*, este insecto tiene la capacidad de adaptarse a temperaturas frías al entrar en estado de hibernación durante la temporada

de invierno y puede sobrevivir a temperaturas más bajas que los 10 °C en el Japón y la Unión Europea, y 5 °C en los Estados Unidos. La resistencia a las bajas temperaturas probablemente está relacionada con la capacidad del insecto para sintetizar una gran cantidad de lípidos, los procesos de lipogénesis de este mosquito son mucho más eficientes que los de *Aedes aegypti* (Tabachnick 1991; Hernández 2015).

3. El cambio climático y las enfermedades vectoriales

El debate sobre la influencia del cambio climático sobre las dinámicas de transmisión y el riesgo de contagio de las enfermedades vectoriales ha sido muy amplio, las discusiones se han centrado en si el grado de ocurrencia y los niveles de riesgo de este tipo de enfermedades están determinadas por factores independientes o dependientes del clima. Además, se ha discutido si los cambios en la incidencia de las enfermedades son atribuibles a los cambios del clima que se han producido recientemente (Andrade et al 2017).

La comunidad científica en el mundo da como un hecho el aumento progresivo de la temperatura en el planeta, se predice que para el año 2100 se producirá un incremento de la temperatura en promedio de 1,0 °C a 3,5 °C. Las consecuencias que se relacionan con este fenómeno son muy diversas y la mayoría afectarían la salud humana, una de ellas es el “establecimiento de escenarios epidemiológicos que son propicios para la emergencia y reemergencia de múltiples enfermedades infecciosas” entre las que se destacan las transmitidas por insectos vectores (Cerde et al 2008, 449).

Los estudios predictivos realizados con respecto al cambio climático han pronosticado el incremento de la temperatura ambiental, esto producirá cambios en los patrones geográficos de las lluvias. Además, se espera una gran variabilidad en la frecuencia de los eventos climáticos extremos (IPCC 2019), los cambios en las variables climáticas pueden crear entornos que pueden beneficiar el desarrollo de los vectores y los agentes causales. Los resultados esperados son cambios en la distribución geográfica de los patrones estacionales que determinan la ocurrencia en las enfermedades transmitidas por vectores, y los niveles de riesgo en las poblaciones susceptibles que anteriormente no estuvieron expuestos a la presencia de ciertos patógenos (Giteko et al 2001).

4. El desarrollo sostenible y la salud

En la Cumbre de la Tierra de 1992 y la Agenda 21, el Plan de Acción sobre Desarrollo Sostenible anunció un nuevo enfoque para el tratamiento de las cuestiones relacionadas con el medio ambiente y el desarrollo.

El término desarrollo sostenible que es utilizado para describir estas iniciativas capta la idea de una vía que, de respuestas a las necesidades de las personas, preservando al mismo tiempo las bases sociales, económicas y medioambientales de las que depende el desarrollo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) es la encargada de gestionar los cometidos del Capítulo 6 de la Agenda 21 que persigue la protección y la mejora de la salud de los habitantes del planeta, la salud es a su vez un componente esencial del desarrollo sostenible (Brundtland 2002, 174).

La comunidad mundial en el campo de la salud debe tomar muy en cuenta los cambios que se requieren para la implementación de una agenda de salud efectiva, esta es fundamental para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) asumidos por la comunidad internacional en la Cumbre del Milenio celebrada en septiembre del año 2000. Los ODM incluyen un conjunto de metas enfocadas en la salud como uno de los soportes fundamentales para el desarrollo sostenible principalmente de los países en vías de desarrollo. Para resolver los problemas de salud pública se toma en cuenta a la salud de una población en relación con la carga de las enfermedades, la viabilidad técnica y las políticas a implementarse (Brundtland 2002).

Solamente “es posible hablar de salud sustentable siempre y cuando se construya una realidad de desarrollo sustentable”. El desarrollo y la salud sustentable o sostenible se relacionan directamente, y debe existir naturalmente “una concepción de vida y una lógica económica-ambiental distinta a la que actualmente impera sobre todo en los países subdesarrollados” en donde existen índices de pobreza extrema (Castillo y Osorio 2007, 89).

5. Abordaje de las enfermedades vectoriales

La transdisciplinariedad permite que los investigadores de las diferentes disciplinas y los actores claves de la sociedad alcancen una visión común, cada uno de los actores debe desarrollar la riqueza y la fuerza de la perspectiva de sus respectivos campos de conocimiento. Si se aplica el trabajo transdisciplinario frente a las enfermedades vectoriales desde el inicio y se mantiene a lo largo de las acciones, se logra construir puentes entre científicos, tomadores de decisiones y los entramados sociales,

promoviendo el empoderamiento social de prácticas de gestión ambiental saludables (Basso et al 2016, 5).

6. Series temporales

Las series temporales son datos expresados como una secuencia de puntos sobre un período de tiempo; los puntos corresponden a observaciones que se pueden comportar de diferentes formas a lo largo del tiempo, esto es que presente o carezca de una tendencia (Campos 2018). Se definen matemáticamente como un conjunto de vectores $x(t)$, $t = 0, 1, 2, 3, \dots$ en donde t representa el tiempo transcurrido, la variable $x(t)$ se trata como una variable aleatoria, las medidas tomadas durante un evento en una serie temporal se organizan en un orden cronológico adecuado, además, una serie temporal puede ser: lineal o no lineal, continua o discreta (Cochrane 2005; Villavicencio 2010).

6.1. Componentes de las series temporales

Una serie temporal de tiempo posee 4 componentes: la tendencia (T) o componente estacional que define el comportamiento o movimiento a largo plazo de la serie, el componente cíclico o fluctuación cíclica (C), que refleja comportamientos recurrentes aunque estos comportamientos no tienen por qué ser exactamente periódicos, el componente estacional en el que se consideran períodos agrupados en otros períodos más amplios en el tratamiento de las series temporales, la estacionalidad o variación estacional (S) que no se presenta sólo en períodos amplios. A veces hay estacionalidades mensuales o semanales en series diarias, o estacionalidades diarias en series horarias y el componente irregular o movimientos irregulares (I) también llamado ruido, el mismo que recoge alteraciones de la serie que son pequeñas en su incidencia y sin una pauta periódica ni tendencial reconocible, los tipos de ruidos pueden ser aleatorios, los cuales recogen los pequeños efectos accidentales o erráticos como resultados de hechos no previsibles pero identificables en un futuro (Sánchez 2004).

Es importante señalar que en una serie temporal concreta no tienen que presentarse obligatoriamente los 4 componentes, por ejemplo, una serie con periodicidad anual carece de estacionalidad. La asociación de estos 4 componentes en una serie temporal Y puede responder a distintos esquemas, ya que puede ser de tipo aditivo: $Y_t = T_t + C_t + S_t +$

e_t , también puede tener una forma multiplicativa, o bien puede ser una combinación de ambos (Corres et al. 2009, 26).

6.2. Análisis de las series temporales

El análisis de las series temporales es un proceso frecuentemente analizado desde el punto de vista de sus componentes estructurales; por lo tanto, la serie observada = Tendencia + Efecto estacional + Residuos. En este modelo la serie observada es el resultado de sumar una tendencia que representa el comportamiento a largo plazo de la serie más un efecto estacional que describe sus fluctuaciones periódicas, y un componente residual que describe las variaciones a corto plazo que son normalmente impredecibles (Coutin 2001).

Una vez ejecutada la descomposición de los componentes de la serie temporal analizada es posible realizar el análisis exploratorio de los datos mediante el análisis de autocorrelación, esto para examinar la dependencia en la serie. Una vez realizado este paso se ejecuta también el “análisis espectral para examinar el comportamiento cíclico o sea para describir cómo la variación en una serie temporal puede ser explicada por componentes cíclicos”, también se realiza la “estimación y descomposición de la tendencia que busca construir a partir de una serie temporal observada una serie de componentes” donde cada uno tiene una característica determinada (Parra 2017, 5).

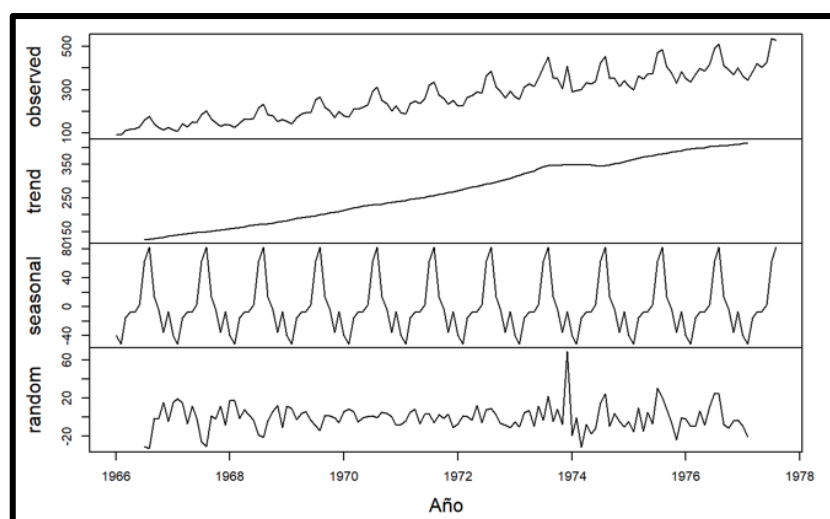


Figura 5. Descomposición de series temporales
Fuente y elaboración: Parra 2017

7. Semivariograma

“El semivariograma es una herramienta que permite analizar el comportamiento espacial de una variable sobre un área definida” (Díaz-Alarcón y Macarte 2005, 246). “Para interpretar el semivariograma experimental se parte del criterio de que a menor distancia entre los sitios hay mayor similitud o correlación espacial entre las observaciones” (Giraldo 2011, 18), esta interpretación “permite conocer como la variable cambia de una localización a otra” (López-Bonilla et al 2011, 19).

7.1. Elementos del Semivariograma

Los elementos del semivariograma son: el sill (s) conocido también como la meseta, este es el valor máximo que alcanza el semivariograma cuando la variable es estacionaria. El rango (a) conocido también como alcance es la distancia a la que se estabiliza el variograma (Giraldo 2011).

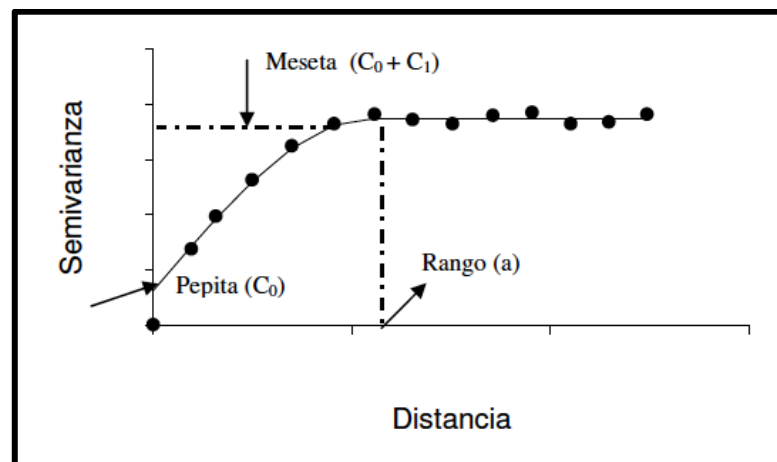


Figura 6. Elementos del semivariograma
Fuente y elaboración: Henao 2018

7.2. Modelos teóricos del semivariograma

En los modelos teóricos de los semivariogramas se presentan fenómenos como el efecto pepita, en este modelo el variograma no tiende a 0 al acercarse al origen, esto puede ser debido a un error de medida o a una variación muy pequeña de la escala. El modelo esférico corresponde a los fenómenos que son frecuentemente observados, y por ello es utilizado ampliamente, el comportamiento de este modelo es el de una tendencia

casi lineal hasta que se alcanza el rango en donde se estabiliza el fenómeno hasta llegar a la meseta (López 2006).

El modelo Gaussiano se utiliza cuando el fenómeno de estudio es extremadamente continuo (López 2006; Porras 2017). El modelo exponencial tiene un comportamiento muy similar al esférico, la diferencia radica en que nunca se alcanza el valor de la meseta pues su rango práctico llega solo al 95 % (López 2006; Porras 2017).

“Los modelos monómicos corresponden a los modelos que no alcanzan la meseta, su uso puede ser delicado debido a que en algunos casos indican la presencia de no estacionalidad en alguna dirección” (Porras 2017, 45). “El modelo de independencia pepita puro representa la carencia de correlación espacial entre las observaciones de una variable. Es común sumar este modelo a otro modelo teórico de semivarianza para obtener lo que se conoce como semivariograma anidado” (Giraldo 2011, 14).

8. Autocorrelación espacial

“La autocorrelación espacial es un procedimiento intrínsecamente geográfico que permite definir el comportamiento de la información georreferenciada a diferentes escalas” (Celemín 2009, 18). “El concepto de asociación espacial tiene sustento en el principio de Tobler que plantea que en el espacio geográfico todo se encuentra relacionado con todo; sin embargo, los espacios más cercanos están relacionados entre sí” (Siabato y Guzmán-Manrique 2019, 12).

8.1. Índices de autocorrelación espacial global y local

La autocorrelación espacial permite comprender la variación de un fenómeno en un marco geográfico de análisis. Si el fenómeno analizado tiende a agruparse en zonas uniformes, es decir, si tiende a conformar conglomerados o clústeres se evidencia la existencia de autocorrelación positiva, por el contrario, si las medidas de las variables en las unidades colindantes son disímiles, es decir, si el fenómeno tiende a estar disperso, entonces la autocorrelación espacial es negativa. Por último, cuando el fenómeno se comporta de forma aleatoria y no se identifica un comportamiento definido o estructurado se dice que no existe autocorrelación espacial. En términos prácticos este último caso implica que la presencia o ausencia de un atributo en un lugar determinado no influye aparentemente en la medida de dicho atributo en los lugares vecinos” (Siabato y Manrique 2018, 6).

Los índices globales evalúan asociaciones para el conjunto de valores del fenómeno, lo hacen considerando todas las unidades de análisis como un bloque a través de la media global del fenómeno analizado (\bar{x}). Además, los índices globales no son sensibles a

escenarios en los que se presenta heterogeneidad en el comportamiento de los fenómenos geográficos (Cepeda 2015, 116).

8.2. El índice I de Moran

Entre las medidas de diagnóstico de autocorrelación disponibles están los estadísticos de conteo conjunto: el índice I de Moran, el índice C de Geary y la nube de variograma, estas son técnicas que ayudan a detectar si entre las unidades espaciales hay o no autocorrelación espacial. La herramienta más utilizada con este fin es el índice I de Moran, este es una adaptación de una medida de correlación no espacial en un contexto espacial y se aplica normalmente a unidades espaciales donde hay disponibilidad de información en forma de razones o intervalos (Bohórquez y Velásquez 2008, 12).

8.3. Indicador local de asociación espacial

El índice Local de Asociación Espacial (LISA) permite la identificación de patrones locales de asociación espacial. El proceso se ejecuta descomponiendo el índice de Moran para evaluar la influencia de ubicaciones individuales en la estadística global que amplía las capacidades de visualización de los valores analizados a través del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Anselin 1995, 96).

Este índice se encarga de representar aquellas localizaciones con valores significativos en indicadores estadísticos de asociación espacial local, de esta manera se alerta de la presencia de puntos calientes o puntos atípicos espaciales cuya intensidad depende de la significancia asociada de los datos estadísticos analizados. Este análisis se basa en la autocorrelación espacial local que representa las localizaciones con valores significativos en determinados indicadores estadísticos de asociación espacial local (Hidalgo 2019, 94).

Capítulo segundo

Esmeraldas y Manabí, su situación geográfica, características sociales, climáticas y la metodología aplicada

1. Área de estudio

El área de estudio la conforman las provincias de Manabí y Esmeraldas ubicadas en la costa ecuatoriana. Los pobladores de esta zona están en riesgo constante de sufrir los efectos provocados por fenómenos naturales o de origen antrópico como son: el Fenómeno del Niño (ENSO), el calentamiento global o eventos telúricos de alta magnitud; la ocurrencia de estos eventos incrementan considerablemente el riesgo de que aparezcan epidemias de enfermedades vectoriales.

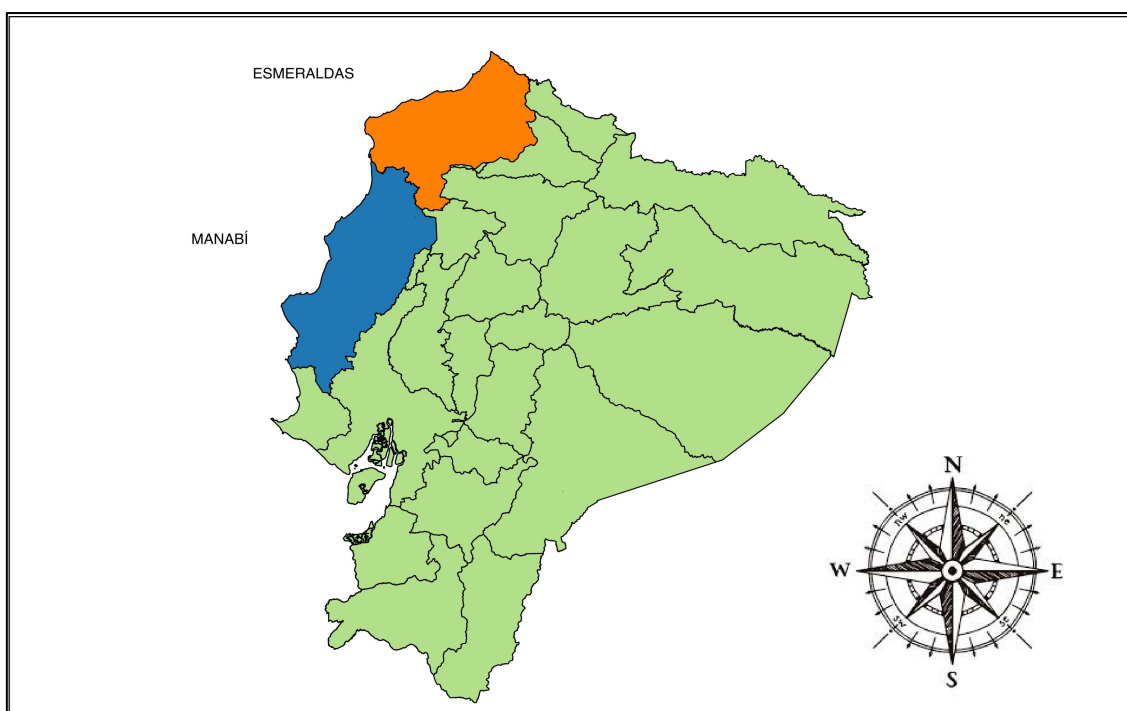


Figura 7. Mapa sobre la localización geográfica en el Ecuador de las provincias de Esmeraldas y Manabí

Fuente: Instituto Geográfico Militar IGM 2019

Elaboración propia

1.1. Provincia de Esmeraldas

La provincia de Esmeraldas presenta estructuralmente una situación muy compleja, por una parte, posee recursos naturales estratégicos como bosques, fuentes de agua, recursos pesqueros y una red vial en buen estado; sin embargo, presenta uno de los indicadores sociales más bajos del país. Esmeraldas se encuentra ubicada en la región costa o litoral del Ecuador continental, posee una extensión territorial de 14.893 km², limita al norte con Colombia, al sur con las provincias de Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas, al sureste con Pichincha, al este con Carchi e Imbabura, y al oeste con el océano Pacífico a lo largo de una franja de 230 km. Esta provincia posee una población de 491.168 habitantes y se encuentra constituida por 7 cantones con sus respectivas parroquias urbanas y rurales (GADPE 2015).

Esmeraldas se caracteriza por ser el asentamiento ancestral más importante de los afrodescendientes en todo el Ecuador. La presencia de personas que están en el rango de edad de 0 a 14 años se ha incrementado considerablemente, las personas que tienen de 15 a 30 años tienden a salir de la zona debido a razones de estudio o trabajo, desde los 31 a los 40 años de edad la población se incrementa, esto puede ser a causa del ingreso de la población extranjera al país, a partir de los 41 años en adelante la población va disminuyendo. La población se autoidentifica en su mayor parte como mestizo en un 46,5%, los afroecuatorianos representan el 39,9%, los blancos el 10,3%, los indígenas el 2,7% y otros el 0,6% (INEC 2010).

Es importante señalar que la provincia de Esmeraldas ha recibido una gran cantidad de refugiados originarios de Colombia los mismos que se desplazaron al Ecuador por motivos del conflicto armado que vivió el país vecino. Se estima que fueron 5.966 personas las registradas como refugiadas que corresponden al 11% de habitantes que residen con esa denominación en el Ecuador, esto según los datos correspondientes al período que va de 1983 al 2014 (GADPE 2015).

En cuanto a la cobertura de agua potable que se reparte mediante la red pública, el porcentaje de beneficiados alcanza el 57,8 %. En lo que respecta al alcantarillado el 42% de la población tiene acceso a este servicio (SENPLADES 2019).

Hacia el norte de la provincia de Esmeraldas el clima es tropical muy húmedo desde la boca del río Santiago hacia el sur, el clima también es tropical con menor humedad por la presencia de la brisa marina en las estribaciones desde el pie de la cordillera hacia el este, las montañas son húmedas y su clima va cambiando con el incremento de la altitud hasta el subtropical subandino. Existen 2 climas definidos, el tropical monzón con una

temperatura promedio de 21 °C y el subtropical húmedo en las cuencas centrales y en la costa externa septentrional cuya temperatura promedio es de 25 °C. La precipitación se caracteriza por presentar un alto nivel de humedad, la pluviosidad oscila entre los 500 mm a 70 mm anuales, el nivel de la precipitación se mantiene a lo largo de todo el año con una marcada estación seca entre los meses de julio y noviembre. Se identifican además zonas con menor precipitación que el resto de la provincia, estas zonas abarcan los cantones de Muisne, Esmeraldas, Rioverde y Eloy Alfaro, estos territorios sufren graves pérdidas de cultivos en las épocas de verano. En cuanto a la temperatura oscila alrededor de los 6 °C en la zona alta de las estribaciones occidentales de los Andes, a una altitud de 3.480 m en la cordillera de Toisón hacia el límite oriental con la provincia de Imbabura. En el nacimiento del río Santiago la temperatura llega hasta los 28 °C en la parte baja litoral fluvio-marina de San Lorenzo y Muisne (GADPE 2015, 20).

“El clima en la región es tropical húmedo con una temperatura media anual superior a los 25 °C, la máxima humedad relativa es del 85 % con nubosidad considerable. La evotranspiración va en un rango de 750 hasta 1320 mm por año” (GADPE 2015, 21).

1.2 Provincia de Manabí

La provincia de Manabí en el Ecuador limita al norte con la provincia de Esmeraldas, al sur con Santa Elena y Guayas, al este con las provincias de Guayas, Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas, y al oeste con el océano Pacífico que baña 350 km de la costa en esta provincia. Al ser una provincia costera tiene escasas elevaciones las que no sobrepasan los 500 m (GPM 2019, 25).

La población en la Provincia de Manabí según la información del último censo realizado en el año 2010 tiene una población de 1.369.780 habitantes, esta cifra corresponde al 9,8% de la población total en el Ecuador, este territorio se caracteriza por presentar un porcentaje alto de personas jóvenes, el 32,3 % de los habitantes son niños que van de los 0 a 14 años de edad y el 33,2 % se encuentra en un rango que va de los 15 a 35 años, el 6 % lo constituyen personas de la tercera edad (65 años en adelante). La mayor parte de la población se considera mestiza y en su mayoría no se encuentra afiliada al seguro social, el trabajo se diferencia claramente entre hombres y mujeres, los primeros en su mayoría tienen una ocupación elemental mientras que las mujeres realizan por lo general actividades relacionadas al comercio (INEC 2010).

La provincia según los datos del censo realizado en el año 2010 presenta un índice de pobreza del 76,8 %, en relación al promedio nacional, esta cifra representa valores altos si tomamos en cuenta que el promedio nacional es del 60,10 %. La falta de cobertura de los servicios básicos principalmente en las zonas rurales y en las periferias

de los cascos urbanos entre los que se destacan los servicios de alcantarillado sanitario y acceso al agua potable por tubería son los que representan el mayor porcentaje de las demandas insatisfechas de los ciudadanos manabitas. Los cantones Manta y Portoviejo en cuanto a las necesidades básicas insatisfechas tienen los índices más bajos, el 54,80% y 65,20 % respectivamente; sin embargo, los demás cantones de la provincia mantienen cifras muy altas que van del 78,30 % en Rocafuerte al 94,90 % en en cantón 24 de Mayo (INEC 2010).

El clima y sus características en la provincia de Manabí como en toda la costa ecuatoriana están determinadas por la influencia de las corrientes marinas del Pacífico Oriental, la corriente fría de Humboldt que se desplaza desde el polo sur hacia la zona ecuatorial y la corriente ecuatorial de El Niño que por su condición cálida produce la evaporación suficiente para que en los meses de incidencia que van de enero a mayo de cada año se produzcan lluvias en las costas manabitas, y de junio a diciembre es menos caluroso gracias a la presencia de la corriente fría de Humboldt. Se consideran en la provincia la existencia de 2 grandes subzonas climáticas, la cálida-fresca-seca que se extiende desde el Puerto de Manta hasta la isla Puná, y la cálida-ardiente-húmeda que comprende los territorios de la costa interna hasta los declives de la cordillera Occidental la cual está más alejada del mar, su clima es caluroso y tiene una temperatura de 26 °C con constantes lluvias (CPM 2015, 54).

La temperatura del aire registra promedios de temperatura que van desde los 22,3 °C a los 23,40 °C, una máxima media de los 34,2 °C a los 29,20 °C y la mínima media de los 19,19 °C a los 18,70 °C, el verano que va de junio a diciembre es menos caluroso gracias a la corriente fría de Humboldt. Aunque la temperatura no es uniforme en toda la provincia la temperatura predominante en el 90 % del territorio está en el rango de los 24 °C a los 26 °C (CPM 2015).

2. Metodología

Se ha diseñado un análisis epidemiológico descriptivo longitudinal durante un período que inicia a partir del año 2010 hasta el año 2017. Este estudio se ejecutó en Esmeraldas y Manabí, estas son provincias costeras del Ecuador que son afectadas frecuentemente por epidemias de dengue.

“Los estudios descriptivos valoran la frecuencia y la distribución de las enfermedades en las poblaciones, con relación a las variables de persona, lugar y tiempo. Estos pueden aportar indicios que contribuyan a generar hipótesis sobre las asociaciones entre los factores de exposición y los estados de salud o enfermedad”

(Hernández 2016, 99). La presente investigación tomó en cuenta las asociaciones de variables de tipo temporal, climático, social y espacial con los casos de dengue registrados por las instituciones de salud oficiales del Ecuador.

Los estudios de tipo descriptivo son básicos para dimensionar la importancia real de una enfermedad; por lo tanto, la aplicación de esta clase de metodología puede contribuir significativamente al conocimiento de las dinámicas de enfermedades como el dengue y ayudar en las tareas de prevención y control de la enfermedad.

A partir del año 1988 cuando se registran los primeros casos de dengue en el Ecuador luego de la reinfestación del vector, la situación epidemiológica de la enfermedad en el país registra históricamente altas tasas de contagios que han sido consideradas epidemias por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, el panorama ha llegado a ser tan grave por el alto número de contagios que incluso se decretaron estados de emergencia sanitaria ordenados por el Poder Ejecutivo, esto con el objetivo de controlar los brotes epidémicos de dengue y dengue hemorrágico, los años más críticos fueron 1995 y 2002. Las provincias de la Costa y la Amazonía del Ecuador han sido históricamente las más afectadas, Esmeraldas y Manabí se han incluido siempre entre las provincias con los índices de prevalencia e incidencia más altos durante los eventos epidémicos (MSPE 2020).

El análisis define el comportamiento en el tiempo y espacio de los casos de dengue registrados por el sistema hospitalario del Ecuador y los datos consultados pertenecen al Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios. Esta información es procesada y publicada anualmente por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC), en este registro se incluyen datos sobre la morbilidad hospitalaria, la utilización de camas de dotación normal y camas disponibles en los establecimientos de salud que prestan internación hospitalaria, constan los datos de la Red Pública Integral de Salud (RPIS) y la Red Complementaria (RC) (INEC 2020); por lo tanto, se tomaron en cuenta a los pacientes contagiados que fueron internados en los hospitales, los criterios de hospitalización para los pacientes con dengue en el sistema de salud del Ecuador se presentan en el anexo 3.

Los datos procesados durante el desarrollo de este estudio en las provincias de Esmeraldas y Manabí corresponden al mes de ingreso y egreso de los enfermos a las entidades hospitalarias, a la recuperación o muerte de los pacientes (morbilidad y mortalidad), a la edad, el sexo y el tipo de dengue que afectó a las personas contagiadas (dengue clásico y dengue grave o dengue hemorrágico). La información poblacional

utilizada fue la registrada en el último censo realizado en el Ecuador durante el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), estos datos constituyen el último registro poblacional oficial disponible. Los casos de dengue fueron analizados tomando en cuenta las tasas de contagio por cada 10.000 habitantes.

2.1. Fluctuación de los casos de dengue en Esmeraldas y Manabí

Se describió el comportamiento de los casos de dengue tomando en cuenta las proporciones de ocurrencia en la población por cada año de estudio. Para este fin se tomaron en cuenta factores de riesgo relacionados con la clase de dengue registrado (dengue clásico o dengue hemorrágico), el sexo y el rango de edad.

En epidemiología “las proporciones son medidas que expresan la frecuencia con la que ocurre un evento en relación con la población total en la cual éste puede ocurrir. Esta medida se calcula dividiendo el número de eventos ocurridos entre la población en la que ocurrieron” (Altamirano et al 2000, 339).

Se analizó la fluctuación temporal y espacial de los casos de dengue mediante el desarrollo de series temporales correspondientes a cada cantón durante el periodo estudiado. Se tomaron en cuenta como unidades básicas de análisis a los cantones que conforman las provincias estudiadas, de cada cantón se tomó en cuenta su población y su ubicación territorial. También se seleccionó el mes como unidad de análisis temporal, ya que las bases de datos proporcionadas por el INEC presentan el número de contagiados durante esta unidad de tiempo, además, es un período que permite identificar las relaciones de las tendencias correspondientes a la prevalencia de los casos con la estacionalidad climática.

Se describieron las características de las series temporales mediante un análisis descriptivo, y en base a esta información se identificaron las particularidades de las fluctuaciones temporales y espaciales de los casos de dengue durante el período estudiado. Las series temporales se sometieron al proceso de descomposición, este se basó en métodos elementales en donde la tendencia se calcula con una media móvil, el efecto estacional se determina mediante la obtención del promedio de los valores de cada unidad de tiempo en todos los períodos, luego se centró el resultado y los residuos se determinaron restando a la serie temporal observada la suma de la tendencia y el efecto estacional (Parra 2017).

En la descomposición de las series temporales se analizaron: los datos observados, la tendencia y el componente estacional, ya que estos elementos proveen la información necesaria para determinar si existen patrones en el desarrollo de los eventos analizados (casos de dengue). Sin embargo, no se tomaron en cuenta las observaciones correspondientes a los residuos, ya que estos corresponden a valores atípicos que generalmente no tienen un origen definido, lo que dificulta realizar una explicación definida y clara de su presencia.

La información correspondiente a los casos de dengue a nivel cantonal fue agrupada a nivel provincial, esto con la finalidad de extraer de la descomposición de las series temporales el patrón estacional anual de cada provincia. Este procedimiento se ejecutó para determinar el comportamiento temporal provincial (patrón estacional) de los casos durante los años en los que se desarrolló el análisis, permitiendo de esta manera comparar los patrones estacionales entre las 2 provincias y complementar esta observación con los resultados gráficos de los semivariogramas resultantes del tratamiento de los datos correspondientes a la precipitación.

Es importante recalcar la importancia de la aplicación de las series temporales como un método muy útil en la investigación de los eventos de salud que se producen en las poblaciones humanas. El estudio de la evolución en el tiempo del comportamiento de este tipo de fenómenos se facilita mediante la aplicación de métodos gráficos que ofrecen una visión más amplia del problema, el mismo será identificado más rápidamente que cuando se realiza una simple observación directa de los datos (Coutin 2001).

Si enfocamos el análisis solamente a la observación del comportamiento de la serie temporal resultante, considerando la existencia de un solo proceso que gobierna la inclinación de la variable de interés el cuál determina los valores observados en cada momento de tiempo estaríamos cometiendo un grave error, ya que casi ningún fenómeno biológico y muchos menos de salud puede ser abordado de esta manera, pues varios factores desconocidos pueden producir variaciones insospechadas. La magnitud y el tipo de los cambios en los ámbitos sociales, biológicos, físicos o químicos son tan infinitos como el propio tiempo, entonces es necesario buscar una expresión analítica que permita explicar el comportamiento de la variable o en otras palabras el modelo que gobierna en función del tiempo, esta función entonces nos facilita la detección de valores anormales que son de gran interés en los fenómenos epidemiológicos (Coutin 2011).

La función antes mencionada esta conformada por los 4 componentes de la serie, estos son: los datos observados, la tendencia, la estacionalidad y los residuos o datos aleatorios. La observación de los datos nos da una idea general de la conducta y los patrones del evento, la tendencia nos ofrece una visualización amplia de los cambios históricos en una serie de tiempo, esto permite apreciar el comportamiento de los eventos en períodos anteriores; sin embargo, numerosos acontecimientos pueden influenciar las tendencias de las enfermedades a lo largo del tiempo. La variación estacional o el patrón estacional es un componente de las series de tiempo que se puede identificar fácilmente en numerosos eventos que se producen en el campo de la salud, en muchos estudios se ha descrito este elemento en la morbilidad, la mortalidad, entre otros eventos. La identificación de la estacionalidad, el análisis de su variabilidad y la detección de su período son los elementos principales para la identificación oportuna de cambios o desviaciones del comportamiento habitual de los fenómenos de salud, además, hace posible la emisión de alertas tempranas ante el riesgo de la aparición de posibles brotes o epidemias de enfermedades y conduce a la planificación y ejecución de sistemas de vigilancia adecuados por parte de los sistemas de salud (Corres et al 2009).

Es claro entonces que un correcto análisis de las series de tiempo se fundamenta en la correcta observación y descripción de sus componentes, estos individualmente pueden revelar eventos epidemiológicos anómalos que podrían ser importantes para entender el comportamiento de las enfermedades en una determinada zona. La descomposición de las series temporales es un proceso de suma importancia que se debe ejecutar obligatoriamente en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Los códigos de R software estadístico en donde se incluyen los paquetes usados para la ejecución de este análisis se presentan en el anexo 4.

2.2. Diseño y análisis de los semivariogramas

Se diseñaron y analizaron semivariogramas para definir el comportamiento de la variable precipitación en el territorio perteneciente a las provincias de Esmeraldas y Manabí, esto con la finalidad de describir la relación de los casos de dengue con esta variable. Se utilizó también la precipitación (mm/m^2) mensual por cada cantón como unidad de análisis, de esta manera se describió el comportamiento de la fluctuación de

los casos de dengue y el comportamiento de la precipitación en la misma unidad de tiempo.

En primera instancia se diseñó un variograma experimental mensual por cada año, en base a este se obtuvo el variograma teórico con el que se ejecutaron las interpolaciones. El objeto de obtener el variograma teórico fue conseguir la determinación de la relación espacial entre los datos correspondientes a la variable elegida (López 2006).

Se ajustó la función del semivariograma para cuantificar el grado y la escala de la variación espacial, para conseguir el ajuste se extrajeron los parámetros correspondientes al rango (A_0), al nugget (C_0), al sill (C_0+C) y a la proporción de la semivarianza, dada por el espacio (C/C_0+C). Además, se utilizaron modelos de ajuste acotados (esférico, exponencial y gaussiano), el ajuste se ejecutó mediante la técnica de kriging para luego proceder a elaborar los mapas que nos ofrecen una representación global del comportamiento de la precipitación en la zona estudiada (Porras 2017).

Por último, se obtuvieron mapas individuales con los valores de precipitación (mm/m^2) correspondientes a cada mes del año, estos mapas fueron agrupados en un solo gráfico por cada año, esto para conseguir una escala única y facilitar la observación de la distribución de la variable en los mapas. Este procedimiento se ejecutó debido a que la escala gráficamente se representa en colores de diferente intensidad que están en relación al valor numérico de la variable.

Los códigos de R software estadístico usado para la elaboración de los semivariogramas y la representación espacial del modelo obtenido se presentan en el anexo 5.

La información correspondiente a la variable precipitación fue proporcionada como datos de investigación procesados por el Centro De Epidemiología Geomática y Ciencias Afines (EPISIG) del Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública-INSPI-Dr. Leopoldo Izquieta Pérez.

2.3. Análisis espacial

2.3.1. Test de Moran I

Se realizó un análisis estadístico de dependencia espacial para identificar patrones de comportamiento similares en los cantones de Esmeraldas y Manabí. De esta

manera se determinó si existen efectos o patrones de dependencia espacial de los casos de dengue en las 2 provincias (Celemin 2009).

Para la aplicación del Test de Moran I mediante la utilización de R software estadístico se procedió a construir una matriz de vecindad Queen estandarizada. A partir de la matriz se graficó la red de conexión de los centroides a continuación, se calculó el estadístico, se graficaron los diagramas de dispersión de Moran I y los mapas correspondientes al periodo 2010-2017.

Los códigos de R software estadístico usado para la elaboración de este análisis de correlación espacial se presentan en el anexo 6.

2.3.2. Índice de autocorrelación espacial (LISA)

Para la identificación de “clusters” se utilizó el índice Local de Moran conocido como el índice Local de Autocorrelación Espacial-LISA, este consiste en una evaluación por localidad del índice de Moran I. La utilización del análisis LISA se ejecuta para medir estadísticamente la asociación espacial en el mapa de significancia y de esta manera observar la ubicación espacial de los valores significativos del Índice de Moran Local (Celemin 2009).

Los valores estadísticamente significativos derivados del análisis LISA posibilitaron la ubicación de las zonas vulnerables relacionadas con la ocurrencia significativa de los eventos epidemiológicos importantes derivados de la intensidad de la aparición de los casos de dengue que fueron registrados durante el período de estudio. La definición de zona vulnerable se refiere a “la posibilidad de una comunidad o un territorio para experimentar graves daños en caso de eventos relacionados con la salud, esto como consecuencia de un sistema deficiente de protección social y una mala gestión de desarrollo” (Ramírez 2007, 336).

Los códigos usados para la aplicación del software estadístico R se presentan en el anexo 6.

2.4. Análisis de factores sociales en la prevalencia de casos de dengue

Para el análisis sobre la influencia que ejercen los factores sociales en la prevalencia de los casos de dengue se ejecutaron análisis de regresión lineal simple para el índice de pobreza ya que contiene una sola variable, y análisis de regresión múltiple

para ejecutar el tratamiento de: la clase o tipo de vivienda (casa o villa, departamento, cuartos, mediagua, rancho, covacha, choza, otra), el tipo de abastecimiento de agua que posee la población (red pública, pozo, vertiente, carro repartidor, otro), y el modo de eliminación de la basura (carro recolector, arrojan en terreno baldío o quebrada, lo queman, la entierran, la arrojan, otra forma), que contienen variables múltiples. En el modelo las tasas de dengue constituyeron las variables dependientes y los factores de riesgo constituyeron las variables independientes.

Los factores sociales nombrados anteriormente son considerados por la Organización Mundial de la Salud y el Ministerio de Salud del Ecuador como los principales factores de riesgo relacionados con las dinámicas de los contagios de dengue en el mundo y en el Ecuador (OMS, 2009; MSPE 2021). Los criterios de estas instituciones fueron tomados en cuenta para la inclusión de estos factores en el desarrollo de esta investigación.

Los análisis de regresión son útiles para identificar el efecto de las condiciones adversas o favorables en los estudios relacionados con fenómenos de salud, además, permite conocer si alguna variable de exposición se asocia con algún efecto en este ámbito. “Este último factor es conocido como variable de respuesta predicha o variable de respuesta dependiente, mientras que la exposición es conocida como variable explicativa predictora o variable explicativa independiente” (Hernández-Lalinde et al 2020, 2) . Además, este modelo permite de manera eficiente conocer la asociación que existe entre las variables (variable dependiente y variable independiente).

El modelo de regresión lineal simple presenta una ventaja fundamental en su aplicación ya que constituye una generalización de otras técnicas y pueden obtenerse los mismos resultados, Además, este modelo nos “aporta información adicional, ya que permite estimar el cambio promedio de unidades de la variable de respuesta por el cambio de unidades ocurrido en la variable explicativa y también permite hacer una predicción del comportamiento de las variables estudiadas en un determinado punto o momento” (Bernal et al 2011, 396).

En cuanto a los modelos de regresión lineal múltiple, estos permiten ajustar los modelos lineales o linealizables entre una variable dependiente y más de una variable independiente y en el proceso se testea la heterocedasticidad, la multicolinealidad y la especificación (Montero 2016). Para asegurar la correcta utilización de estos modelos, se analizaron los gráficos de dispersión resultantes del análisis en el programa estadístico para definir el tipo de relación entre las variables.

Los códigos usados para la aplicación del software estadístico R se presentan en el anexo 7.

Capítulo tercero

Resultados y discusión

1. Resultados

1.1. Fluctuación de los casos de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período 2010-2017

En la provincia de Esmeraldas durante el período 2010 – 2017 se registraron un total de 1.655 pacientes con dengue: 1.543 corresponden a casos de dengue clásico y 112 a dengue hemorrágico. En cuanto a la provincia de Manabí esta presentó un total de 7.620 casos, de estos 7.146 correspondieron a diagnósticos de dengue clásico y 474 a dengue hemorrágico.

Las proporciones de ocurrencia registradas durante el período de estudio permitieron observar panoramas muy similares en Esmeraldas y Manabí al comparar los tipos de dengue. Claramente los valores de dengue clásico son mucho más altos que los valores correspondientes a dengue hemorrágico en las 2 provincias (Fig. 8).

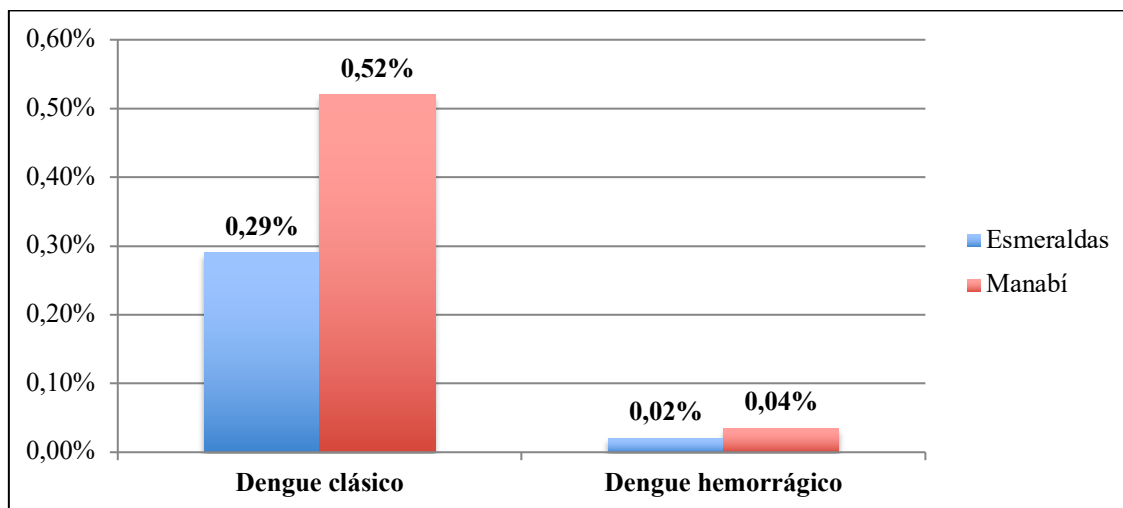


Figura 8. Proporción de ocurrencia de dengue clásico y hemorrágico en las provincias de Esmeraldas y Manabí para el período 2010 – 2017

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios 2019

Elaboración propia

Cuando se tomó en cuenta el sexo de los pacientes enfermos, el análisis de la proporción de ocurrencia en las 2 provincias permitió definir que no se presentaron diferencias marcadas en las personas diagnosticadas con dengue. Este resultado descarta la incriminación de este elemento como un factor de riesgo que influyó en la ocurrencia de la enfermedad; por lo tanto, hombres y mujeres estuvieron igualmente expuestos al contagio.

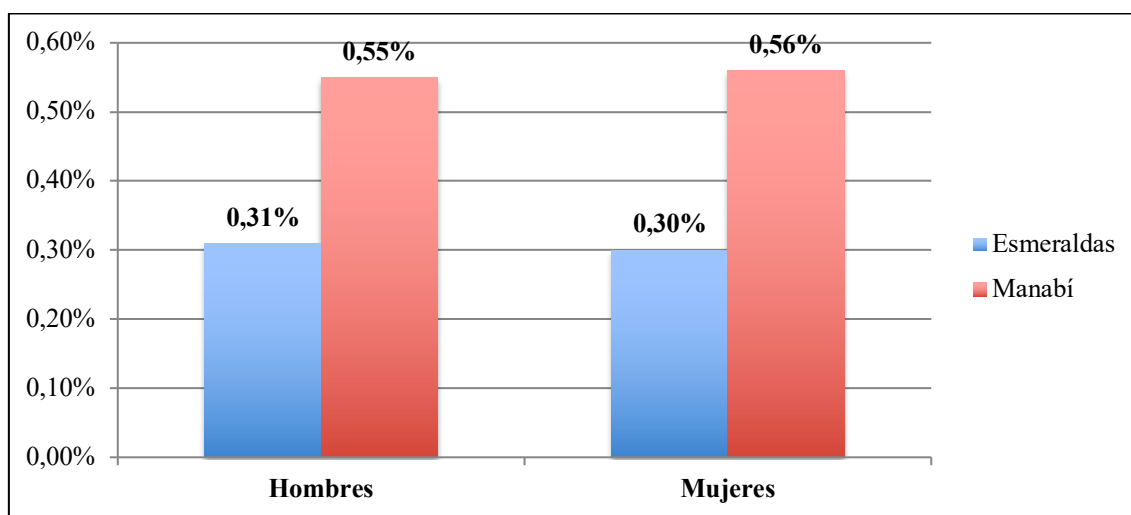


Figura 9. Proporción de ocurrencia de los casos de dengue de acuerdo al sexo en las provincias de Esmeraldas y Manabí registrados para el período 2010 - 2017

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios 2019

Elaboración propia

Considerando la ocurrencia de casos de dengue según los grupos etarios, esta es más alta en las edades tempranas que van de los 0 a los 14 años, y la segunda ocurrencia más alta corresponde al grupo etario de mayor edad que va de los 75 a los 89 años en las 2 provincias. La población ecuatoriana según el censo ejecutado en el 2010, se caracteriza por ser una población joven en su mayoría (INEC 2010), al existir un gran número de personas jóvenes la probabilidad de contagio se incrementa por la mayor densidad poblacional de este grupo etario. Además, las personas pertenecientes a edades tempranas son muy susceptibles inmunológicamente a este patógeno, ya que por lo general es durante este rango de edad cuando se produce el primer contagio, lo que incrementa las posibilidades de infección con el virus del dengue.

El grupo etario que posee el rango de mayor edad que va desde los 75 a los 89 años posee la densidad poblacional más baja; sin embargo, este grupo registra una alta

ocurrencia de casos de dengue. El deterioro de la salud física que acompaña el proceso de envejecimiento en los humanos predispone a los ancianos a sufrir con mayor frecuencia los contagios provocados por agentes de transmisión vectorial.

Además, el mosquito *Aedes aegypti* es un insecto que en los territorios infestados habita en el domicilio y peridomicilio de las viviendas debido a que es un insecto antropofílico (Martínez 2008). Este aspecto referente a la etología del vector permitió inferir que las personas que permanecen durante más tiempo dentro de las viviendas y en los alrededores de estas son las más expuestas a las picaduras de los mosquitos y en consecuencia al contagio de dengue. Los niños, adolescentes y ancianos son las personas que comúnmente permanecen durante más tiempo en los domicilios.

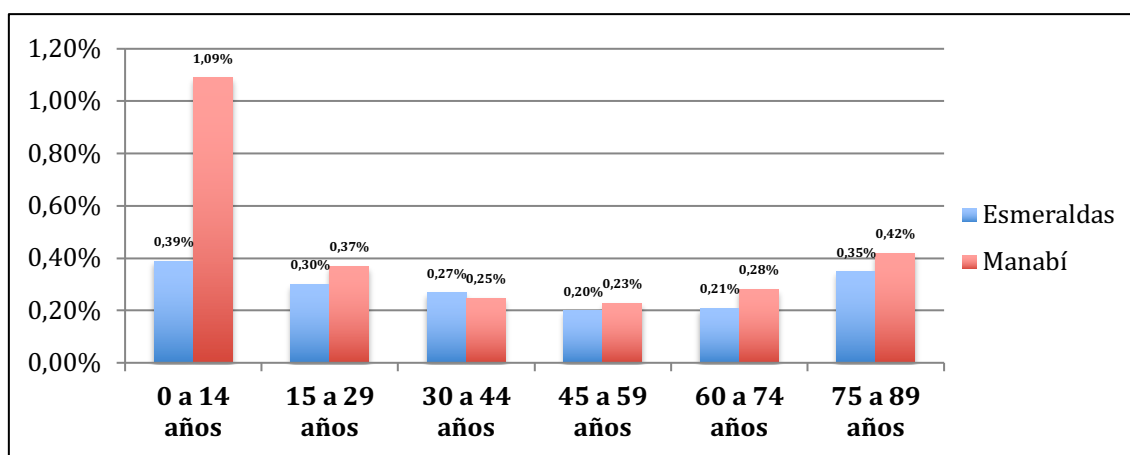


Figura 10. Proporción de ocurrencia sobre los casos de enfermos de dengue según el grupo etario en las provincias de Esmeraldas y Manabí para el período 2010–2017

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios 2019.

Elaboración propia

Durante el período 2010 – 2017 en la en las provincias de Esmeraldas y Manabí, las tasas de mortalidad por cada 10.000 habitantes se presentan bajas, todos los valores son inferiores a 1 en la totalidad del período. Las tasas correspondientes a Esmeraldas registraron la ausencia de muertes por dengue en 6 de los 8 años estudiados, se presentaron casos de personas fallecidas durante los años 2011 y 2015; Manabí no registró muertes por dengue solamente durante el año 2015 y el valor más alto se presentó al final del período que corresponde al año 2017. La mayor densidad poblacional de Manabí en comparación con Esmeraldas podría ser uno de los factores que incrementan el riesgo de muerte por dengue en esta provincia.

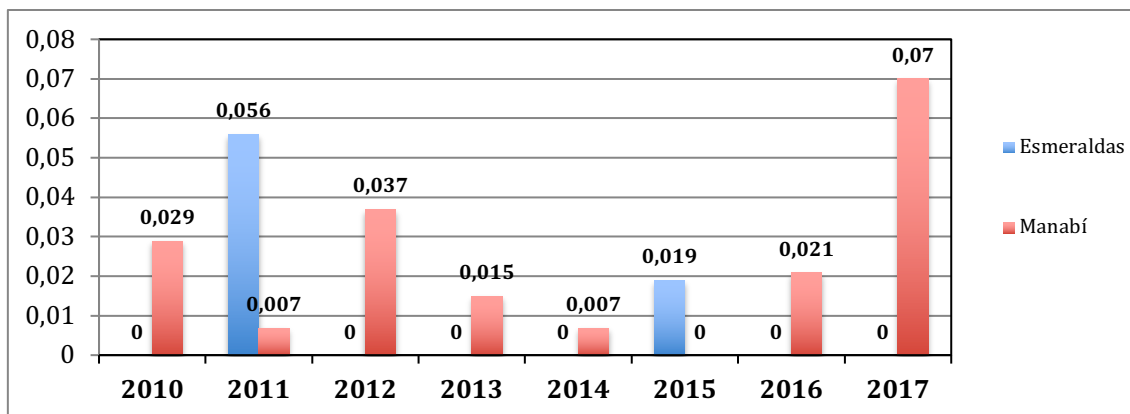


Figura 11. Tasas de mortalidad correspondientes a las provincias de Esmeraldas y Manabí para el período 2010–2017

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios 2019.

Elaboración propia

Los datos correspondientes a las tasas de mortalidad por dengue podrían ser consecuencia de que los criterios utilizados por el sistema de salud ecuatoriano para determinar si una persona con dengue es internada y tratada son amplios. Los procedimientos efectuados por los organismos de salud del Ecuador han resultado entonces efectivos en la prevención de muertes por causa del dengue. Los criterios de hospitalización por dengue se presentan en el Anexo 3.

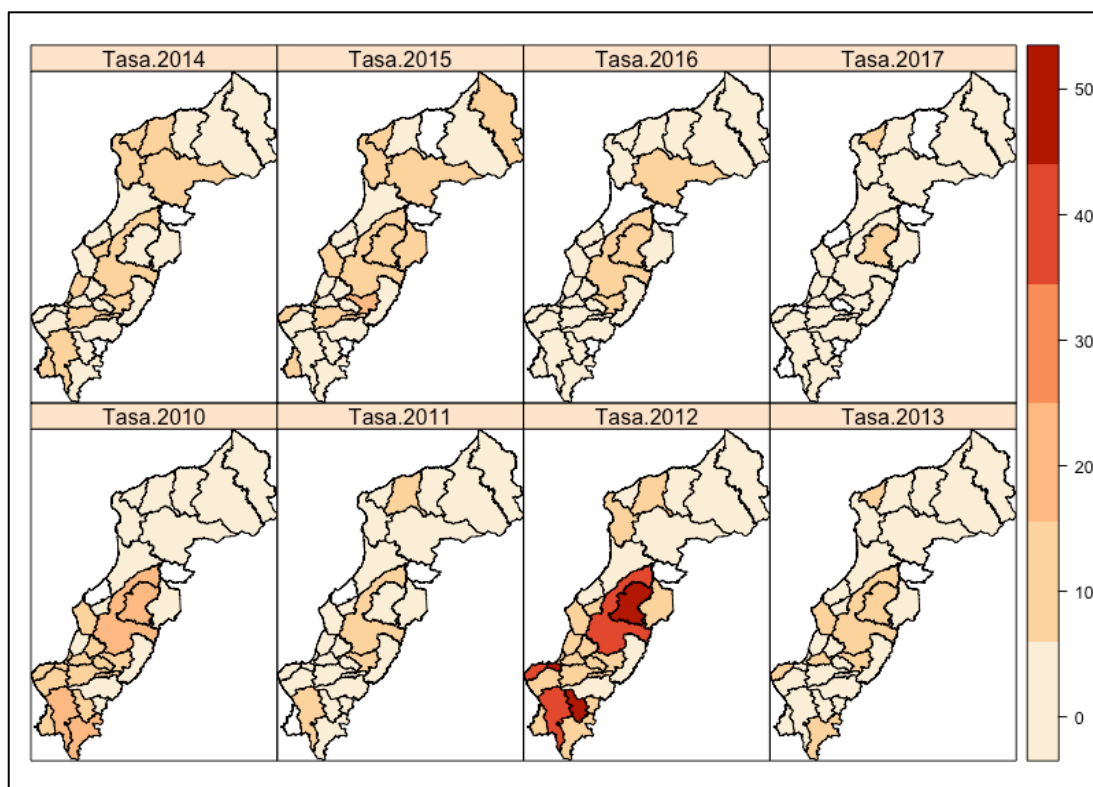


Figura 12. Tasas cantonales de casos de dengue en Esmeraldas y Manabí durante el período 2010–2017

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios 2019

Elaboración propia

1.2. Series temporales cantonales

Se obtuvieron 7 series temporales correspondientes a los cantones que conforman las provincias de Esmeraldas y 22 series temporales correspondientes a los cantones de Manabí.

Durante el período analizado en la provincia de Esmeraldas se observó un episodio muy notorio de máxima transmisión durante el año 2014, esto en los cantones Atacames, Eloy Alfaro, Esmeraldas y Muisne. Se debe tomar en cuenta que la intensidad de los eventos de contagio en cada uno de los cantones mencionados fue diferente y se relaciona con las tasas de contagio.

En Atacames la tasa de contagio alcanza un valor anual más alto y equivale a 10,26 por 10.000 habitantes, seguidos por una tasa de 5,05; 2,26 y 1,68 por 10.000 habitantes en los cantones: Muisne, Esmeraldas y Eloy Alfaro respectivamente. A diferencia de los anteriores, los cantones San Lorenzo y Quinindé presentan sus picos

más altos de contagio durante el año 2015 con una tasa del 3,61 y 1,83 por 10.000 habitantes respectivamente.

En Río Verde se presentó la tasa más alta de contagio durante el año 2015, esta corresponde a 0,72 por 10.000 habitantes y durante el 2017 no se registraron en los datos correspondientes a los ingresos hospitalarios casos de pacientes contagiados de dengue. El pico correspondiente al año 2014 en el cantón Atacames fue muy notorio y se destaca ampliamente en comparación con los picos de contagio en otros años y en los demás cantones (Figs. 13 y 14).

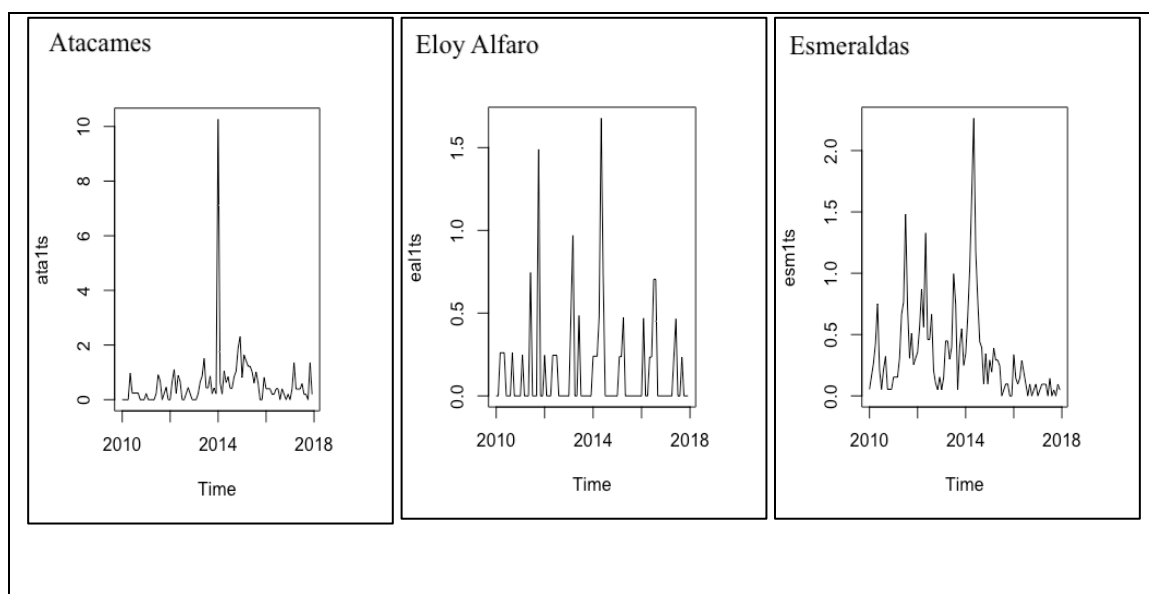


Figura 13. Series temporales correspondientes a los cantones Atacames, Eloy Alfaro y Esmeraldas de la provincia de Esmeraldas

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC 2019

Elaboración propia

Si bien los resultados muestran períodos de tiempo en donde no se han registrado casos de personas enfermas con dengue, se debe tomar en cuenta que los datos manejados en este estudio corresponden a información recopilada de los Registros Estadísticos de Camas y Egresos Hospitalarios del Ecuador en donde se visualizan solamente las personas afectadas que fueron ingresadas en los hospitales.

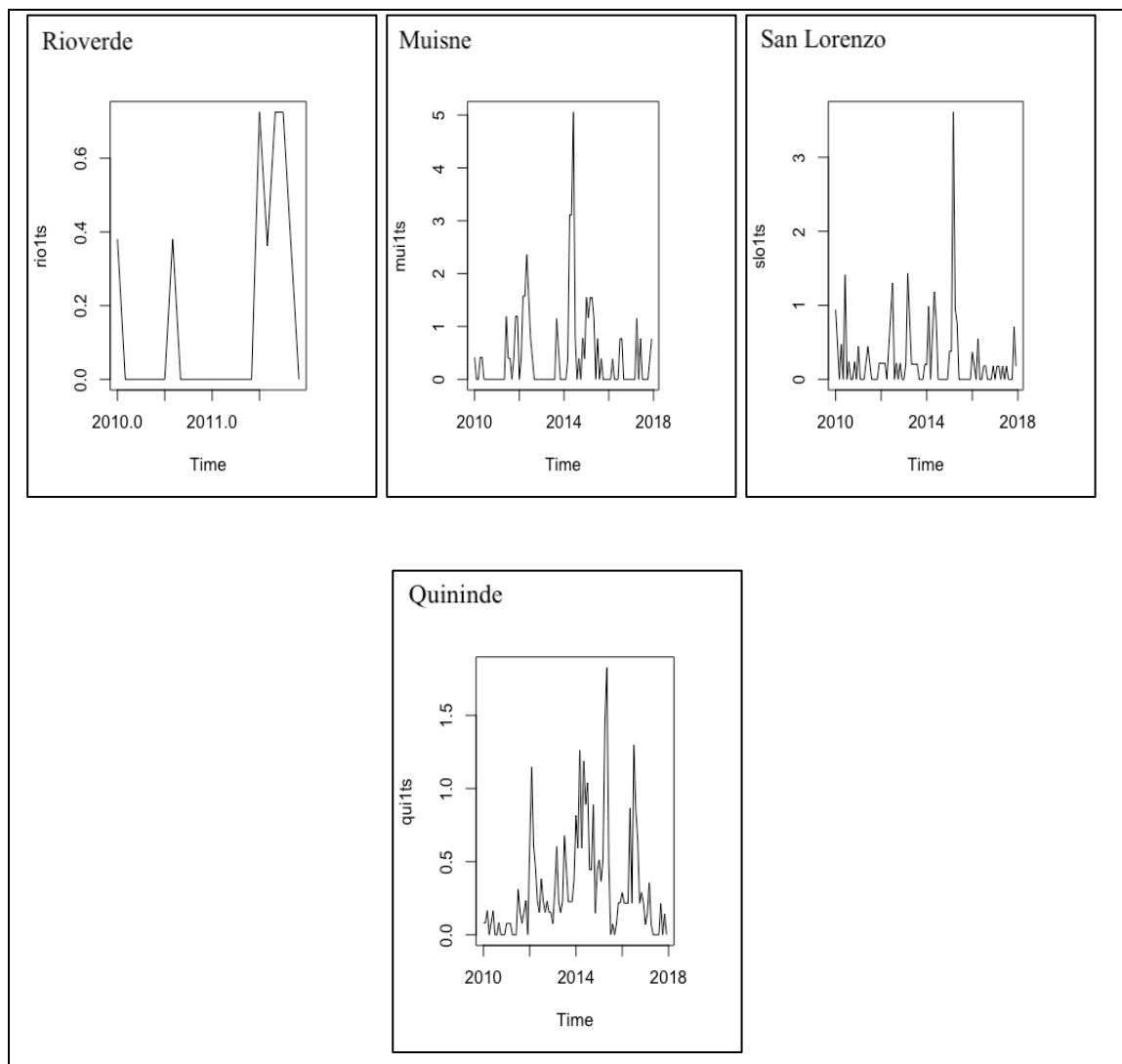


Figura 14. Series temporales correspondientes a los cantones Rioverde, Muisne, San Lorenzo y Quinindé de la provincia de Esmeraldas

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC 2019

Elaboración propia

Las series temporales en cuanto a su descomposición en la provincia de Esmeraldas se presentaron como series sin tendencia definida, esta característica es propia de las series estacionarias. Se distinguieron varios picos de contagio, este comportamiento fue común en todos los cantones, pero fue más notorio en Eloy Alfaro, Esmeraldas, Muisne y San Lorenzo (Fig. 15).

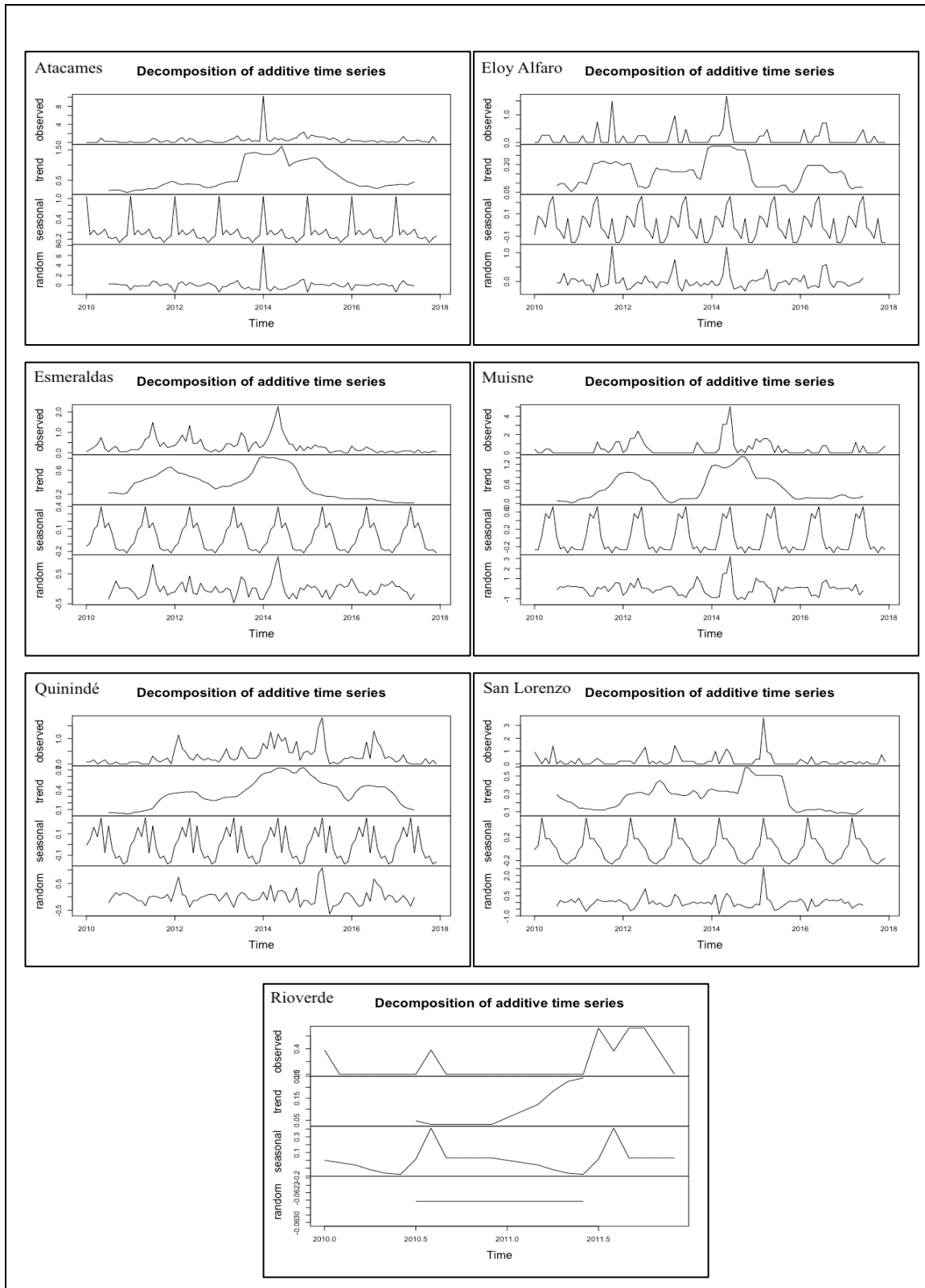


Figura 15. Descomposición de series temporales correspondientes a los cantones de la provincia de Esmeraldas

Fuente: INEC 2019

Elaboración propia

Tomando en cuenta el componente estacional de las series temporales en la mayoría de los cantones los patrones estacionales anuales fueron muy definidos exceptuando el caso del cantón Rio Verde. Sin embargo, es necesario recalcar que en esta zona se registró la ausencia de contagiados durante los años 2015 y 2017 (Fig. 15).

La estacionalidad en las series temporales describe las oscilaciones que producen las tendencias de los fenómenos estudiados en un período de tiempo. Estas oscilaciones pueden ser regulares y presentarse por ejemplo en el mismo mes de cada año, o pueden no repetirse exactamente todos los años lo que produce las llamadas variaciones estacionales (Coutin 2001; Parra 2017).

En el caso de nuestro estudio en donde se tomó en cuenta un conjunto de datos longitudinales pertenecientes a un período de tiempo, la estacionalidad se relaciona con la tendencia de los casos de dengue que se producen anualmente y se define por la ocurrencia de los valores correspondientes a los casos de dengue durante el período de estudio. Hay que tomar en cuenta que las cifras de contagios nunca podrán ser idénticas durante cada año; sin embargo, la tendencia en una serie temporal siempre registra un patrón de comportamiento y este patrón al repetirse en varios períodos similares de tiempo marca claramente una estacionalidad definida.

Las series temporales correspondientes a la provincia de Manabí presentaron los episodios de máximo contagio durante el año 2010 en la mayoría de los cantones. Los cantones 24 de Mayo, Chone, Flavio Alfaro, Jaramijó, Jipijapa, Junín, Manta, Montecristi, Paján, Pichincha, Portoviejo, Puerto López, San Vicente y Santa Ana, fueron los lugares que presentaron altos picos de contagio, además, Jipijapa y Flavio Alfaro se destacan entre los cantones con las tasas de contagio de dengue más altas registradas durante este año. (Fig. 16, 17 y 18).

Los cantones Paján y Puerto López también registraron una alta prevalencia de casos de dengue durante el transcurso del año 2010, y esto se registró al final del año. Sin embargo, los valores fueron mucho más bajos en relación a los cantones Jipijapa y Flavio Alfaro y la ocurrencia se presentó a inicios de año (Figs. 16, 17 y 18).

Si bien los casos de dengue se presentan regularmente en la mayoría de cantones de la provincia de Manabí, hay lugares en donde los registros proporcionados por el sistema de salud del Ecuador no reportaron enfermos. Este es el caso de los cantones Pedernales, Junín, Jaramijó, Jipijapa, 24 de Mayo, San Vicente y Santa Ana en donde hay ausencia de pacientes con dengue durante los años 2016 y 2017, mientras que en Paján y Jama la ausencia de casos se presenta a partir del año 2014 (Figs. 16, 17 y 18).

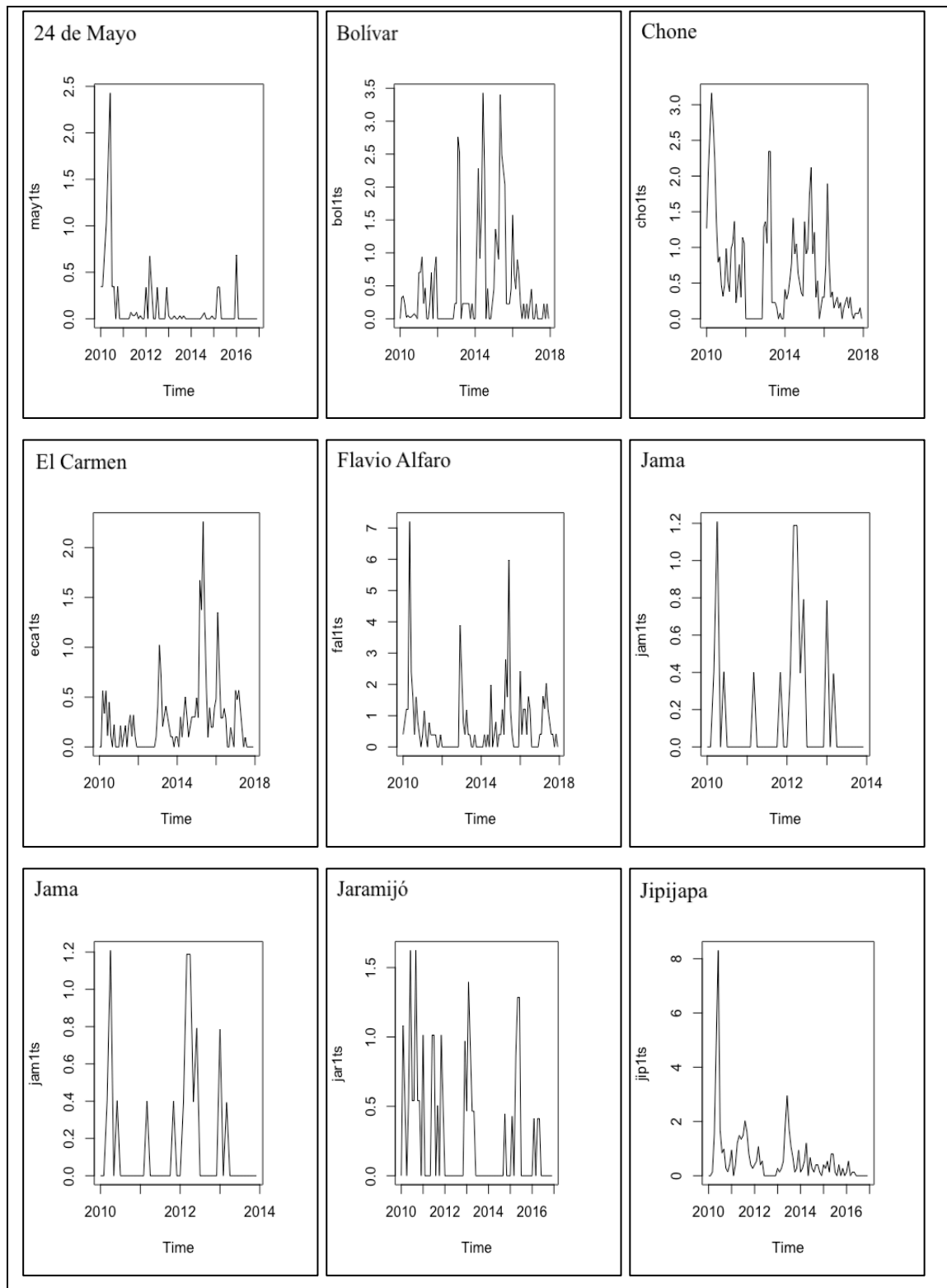


Figura 16. Series temporales correspondientes a los cantones 24 de Mayo, Bolívar, Chone, El Carmen, Flavio Alfaro y Jama de la provincia de Manabí
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC 2019
Elaboración propia

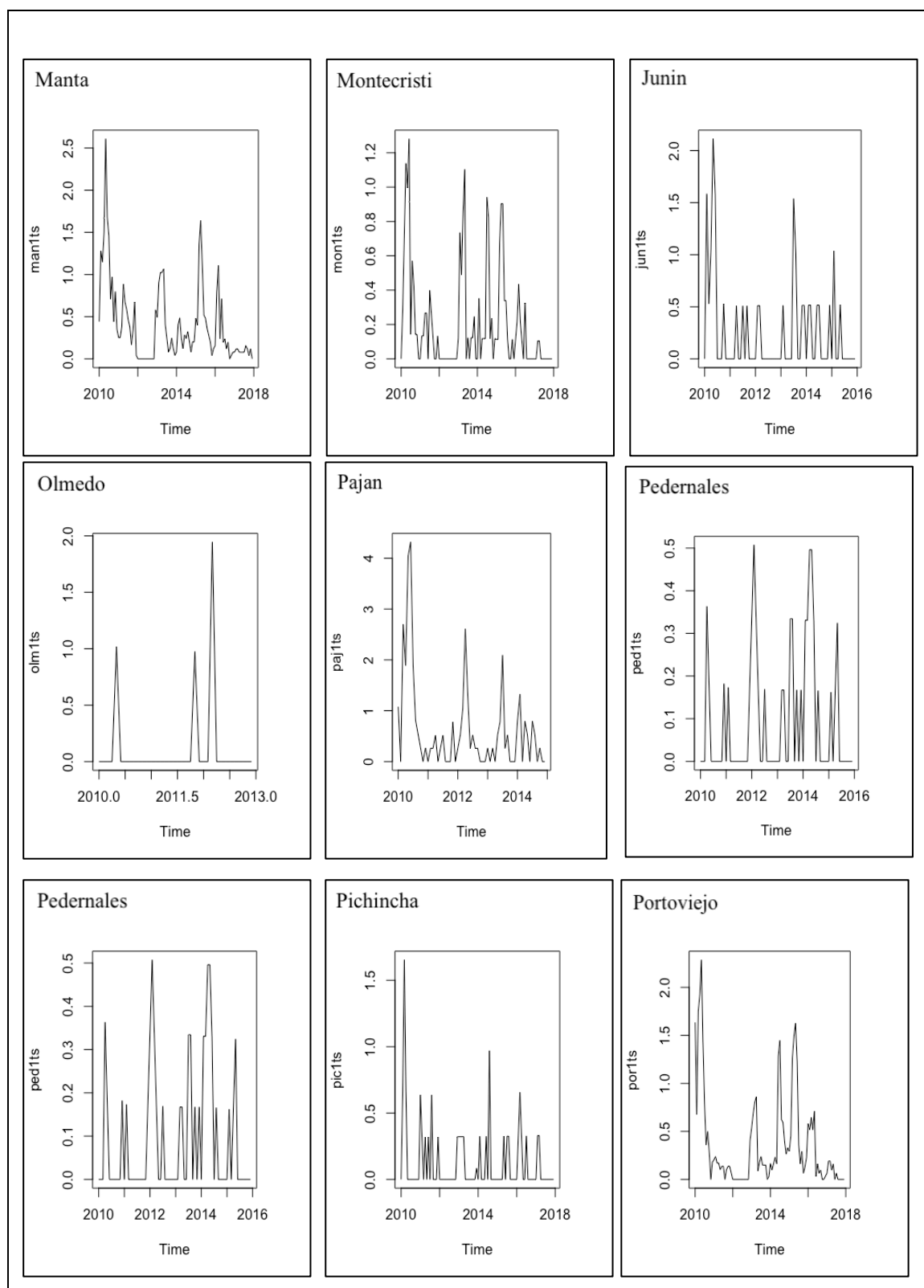


Figura 17. Series temporales correspondientes a los cantones Jama, Jaramijó, Jipijapa, de la provincia de Manabí

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC 2019

Elaboración propia

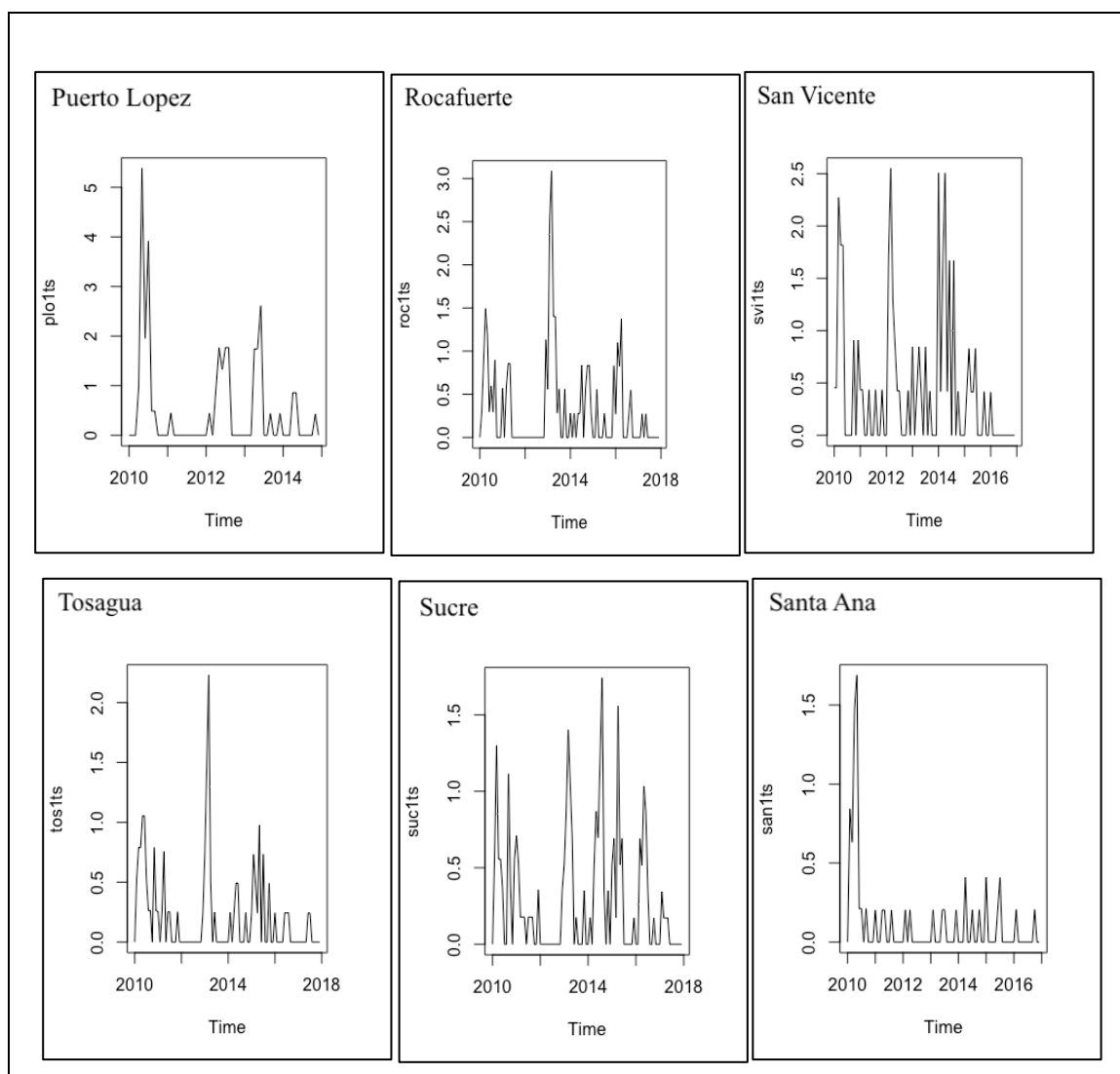


Figura 18. Series temporales correspondientes a los cantones Pedernales, Pichincha, Portoviejo, Puerto López, Rocafuerte, San Vicente, Tosagua, Sucre, Santa Ana de la provincia de Manabí
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC 2019
Elaboración propia

La descomposición de las series temporales para la provincia de Manabí definió una tendencia decreciente. Hay que tomar en cuenta la presencia de un pico alto que se destaca fácilmente y corresponde al año 2010, este año fue el origen de este comportamiento en lo que tiene que ver con la tendencia cantonal de las series en esta provincia. El patrón estacional está bien definido en casi la totalidad de los cantones a excepción del cantón Olmedo en donde se nota una ausencia de registros de casos positivos en la mayoría del período estudiado; este factor no hace posible la definición de un comportamiento anual que se repita a lo largo del período de estudio.

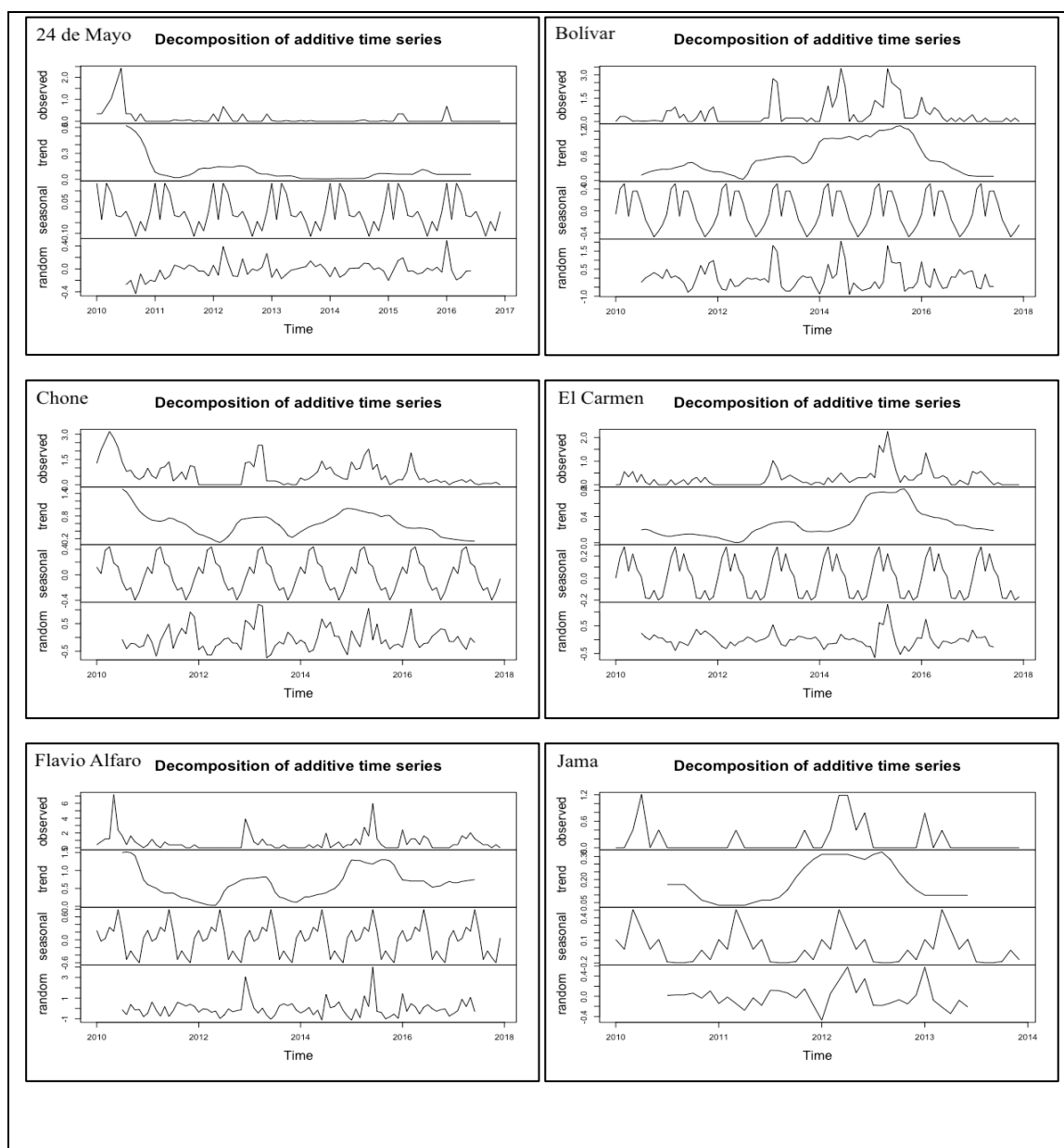


Figura 19. Descomposición de series temporales correspondientes a los cantones 24 de Mayo, Bolívar, Chone, El Carmen, Flavio Alfaro y Jama de la provincia de Manabí

Fuente: INEC 2019

Elaboración propia

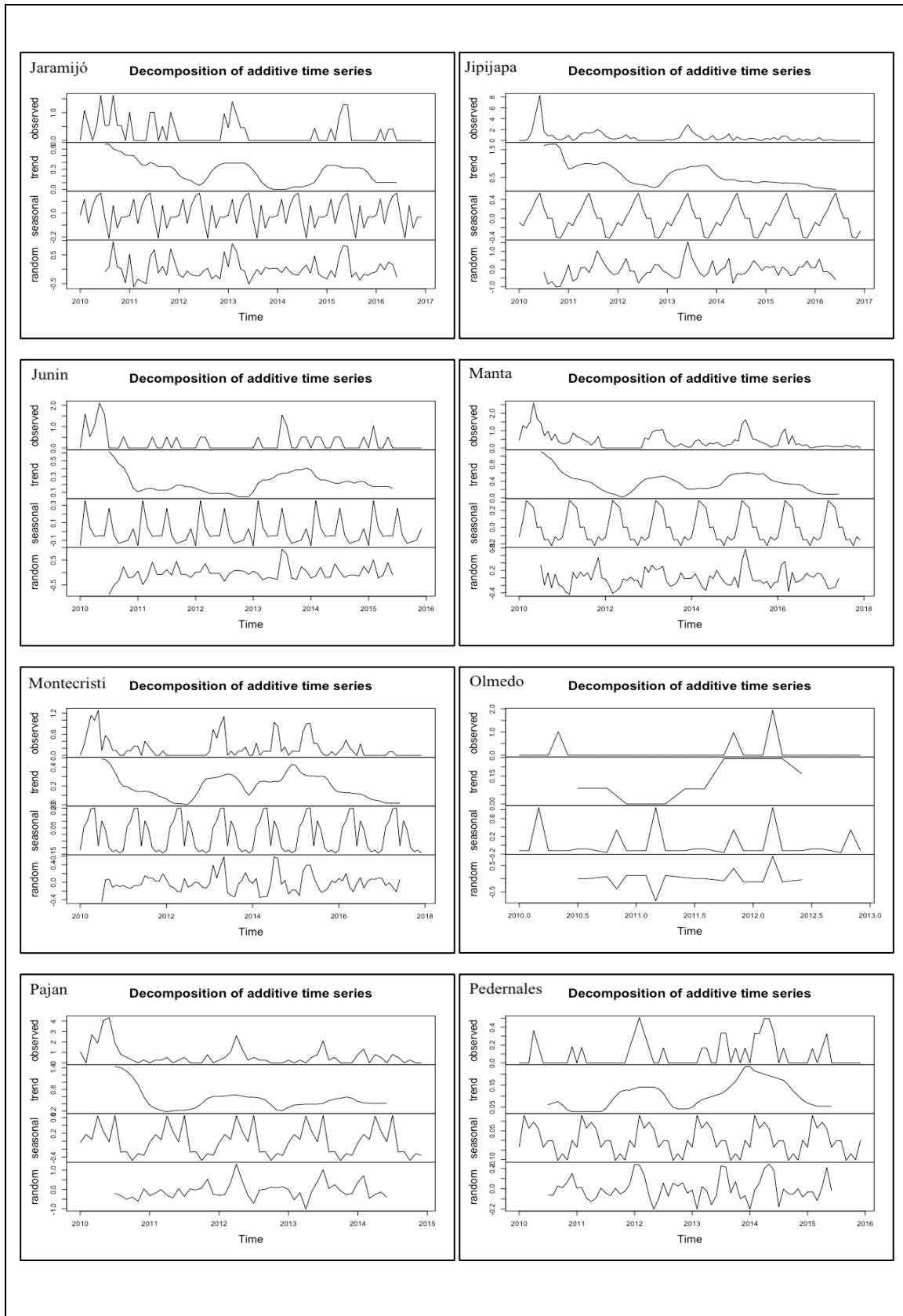


Figura 20. Descomposición de series temporales correspondientes a los cantones Jaramijó, Jipijapa, Junín, Manta, Montecristi, Olmedo, Paján y Pedernales de la provincia de Manabí
Fuente: INEC 2019
Elaboración propia

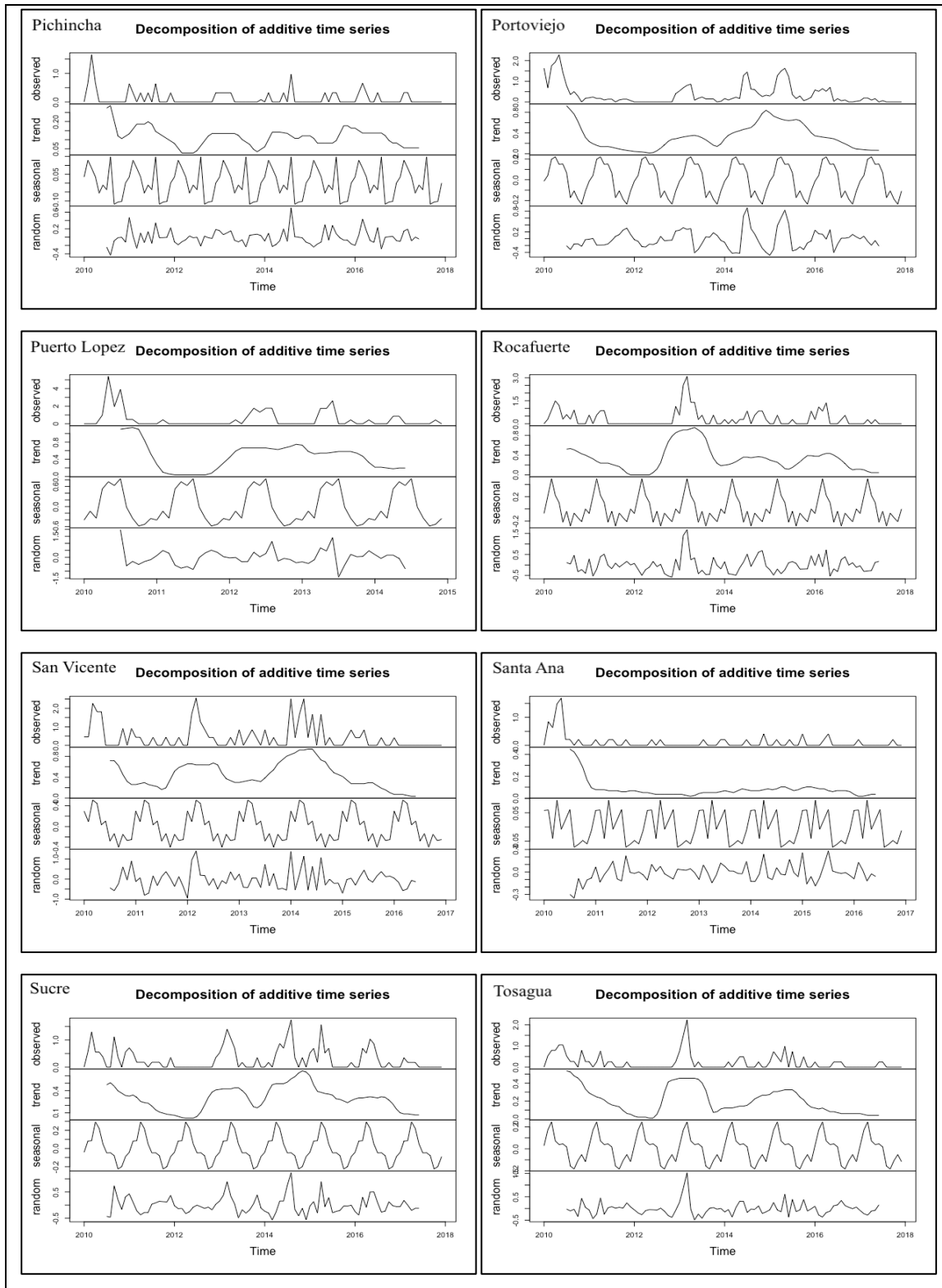


Figura 21. Descomposición de series temporales correspondientes a los cantones Pichincha, Portoviejo, Puerto López, Rocafuerte, San Vicente, Santa Ana, Sucre y Tosagua de la provincia de Manabí

Fuente: INEC 2019

Elaboración propia

Al analizar los datos a nivel provincial se observó que durante el período 2010 - 2017 en la provincia de Esmeraldas se presentaron 3 picos muy bien definidos que se destacaron entre los años 2014 al 2015. El primer pico es el de mayor intensidad y a partir de este se describió una línea de tendencia decreciente que fue conformada por los eventos de mayor magnitud.

En la provincia de Manabí se destacó claramente el pico de mayor magnitud perteneciente al año 2010. A partir del año 2013 hasta el 2017 se observaron varios picos de menor intensidad en comparación con el del año 2010 (Fig. 22).

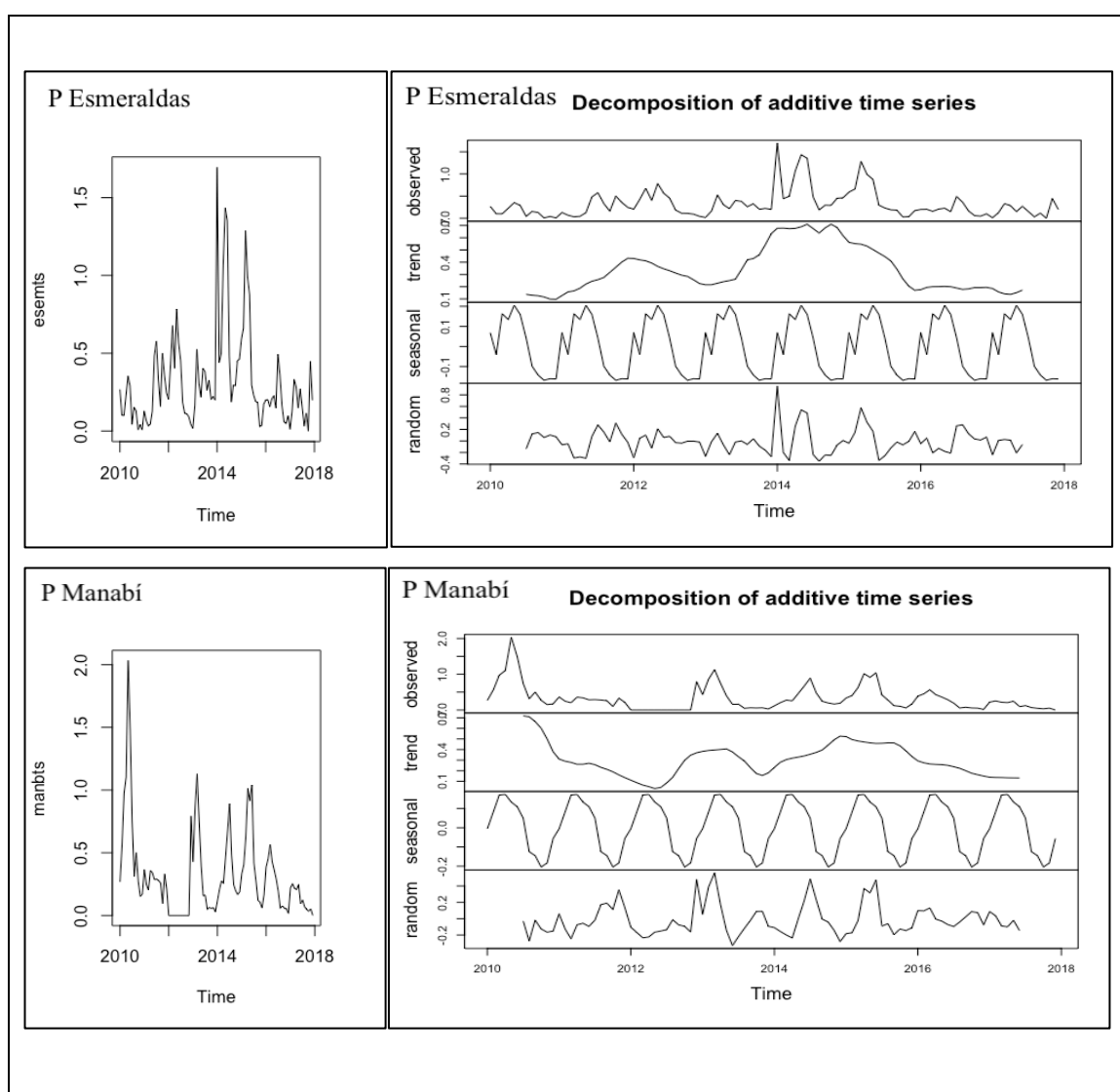


Figura 22. Series temporales y descomposición de series temporales correspondientes a las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período 2010 – 2017

Fuente: INEC 2019

Elaboración propia

Al comparar las series temporales provinciales resultantes de Esmeraldas y Manabí se observaron 2 series no estacionarias que poseen una tendencia definida, esta característica se distingue fácilmente en los gráficos correspondientes de la figura 22. En la serie temporal correspondiente a Esmeraldas se describió una tendencia creciente que llega a su pico en el año 2014, a partir de este año es cuando se inicia una tendencia decreciente que se extiende hasta el final del período. A diferencia de Esmeraldas en Manabí la tendencia única de la serie fue decreciente, esta inició con el pico de mayor magnitud durante el año 2010 que constituyó el inicio del período en estudio y a partir de este punto se mantuvo un descenso hasta el año 2017.

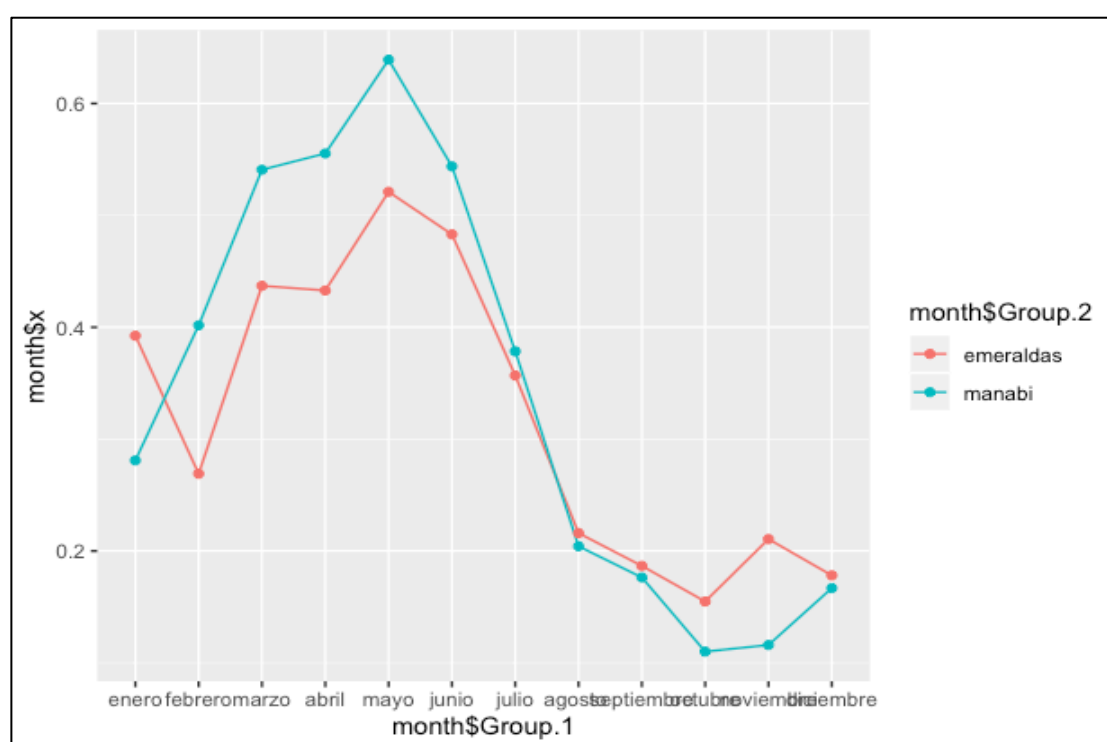


Figura 23. Patrón estacional anual de los casos de dengue correspondiente a las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período 2010 - 2017

Fuente: INEC 2019

Elaboración propia

Al extraer el componente estacional anual o el patrón estacional anual resultante de la descomposición de las series temporales de las provincias de Esmeraldas y Manabí, se describió claramente una tendencia similar. En el caso de Manabí se dibujó una línea ascendente de contagiados que inició a partir de octubre, el incremento siguió su trayecto ascendente en enero hasta llegar al pico máximo en el mes de mayo, a continuación, se formó una línea descendente que llegó hasta el mes de octubre.

En Esmeraldas los casos de dengue marcan un patrón que se manifestó un poco más irregular que el descrito en Manabí. El patrón comenzó en el mes de octubre hasta el mes de febrero, luego los contagios subieron continuamente hasta el mes de mayo que fue el punto desde cuando empezó un descenso muy marcado hasta el mes de octubre (Fig. 23).

1.3. Semivariograma de Hole

Mediante la aplicación del Semivariograma de Hole se registró el comportamiento de la precipitación en el territorio perteneciente a las provincias de Esmeraldas y Manabí. Se obtuvieron 96 semivariogramas con sus respectivos mapas en los cuales se representó el comportamiento de la precipitación registrada por cada mes. Además, se consiguió diseñar 8 gráficos que contienen la distribución de la precipitación mensual por cada año a una escala única, esto se ejecutó con el objeto de facilitar el análisis descriptivo, este análisis permitió estudiar la variable tanto en el espacio como en el tiempo.

El comportamiento de la precipitación mensual durante el período 2010-2017 en Esmeraldas y Manabí respectivamente fue tratada mediante la técnica de kriging, y se ajustaron a los modelos esférico y gaussiano (Anexos 8-15). El método de kriging permitió interpolar los datos de manera óptima, esto se logró usando “las combinaciones lineales de las ponderaciones en puntos conocidos para estimar el valor en puntos desconocidos; las ponderaciones están en función de la relación entre la varianza y la distancia descrita por el semivariograma” (Acevedo et al 2008, 318). Con esta metodología se consiguió entonces definir la autocorrelación y utilizar los valores conocidos de las variables en localizaciones no muestreadas (Porras 2017). De esta manera se obtuvo un modelo de distribución espacial de la precipitación en el tiempo.

La provincia de Esmeraldas durante el período 2010-2017 presentó los valores de precipitación más altos en la mayoría de los meses del año en comparación con la provincia de Manabí. La precipitación afectó en mayor medida a los cantones que se localizan en el extremo norte y va disminuyendo su influencia en los territorios del sur de las 2 provincias.

La presencia de la precipitación se distribuyó también en mayor medida en los territorios localizados al oeste de Esmeraldas y Manabí y el patrón de distribución se incrementó conforme se desplazó hacia el territorio localizado en el lado este. Sin

embargo, se presentaron excepciones durante el mes de febrero en donde los patrones de precipitación varían, y se pudo observar un incremento importante de esta variable en la zona correspondiente a los cantones ubicados en el sur de Esmeraldas principalmente en el cantón Quinindé y la zona norte y sur de Manabí en los cantones El Carmen, Flavio Alfaro, Chone, Bolívar, Junín, Portoviejo, 24 de Mayo, Jipijapa y Paján localizados en el sector este de la provincia. Durante el mes de marzo en los años 2012, 2103, 2016 y 2017, se presentó una variación del comportamiento de la precipitación similar al mes de enero.

La serie de mapas con una escala única para todos los meses de cada año nos permitió diferenciar un patrón estacional muy marcado de la precipitación en donde las lluvias empezaron a incrementarse desde el mes de diciembre hasta el mes de mayo, además, durante mayo fue cuando se presentaron los picos más altos. Sin embargo, existen meses en los que el incremento de lluvias no sigue el patrón y se presentaron períodos de tiempo atípicos en donde los promedios de precipitación son más altos como en el mes de julio del año 2015 y en octubre durante los años 2015 y 2017, en el mes de diciembre durante los años 2010 y 2015 también se presentaron precipitaciones con valores altos que se diferencian notoriamente con los valores de este mes al compararlos con los otros años estudiados. La intensidad de las lluvias al iniciar la etapa húmeda fue muy variable en cada año, en los años 2010 y 2015 los índices de precipitación fueron altos, mientras que, durante los años 2011, 2014, 2016 y 2017 los índices fueron bajos.

La representación gráfica del comportamiento de la variable precipitación durante el período 2010 -2017 se presenta a continuación en las figuras 24, 25, 26 y 27.

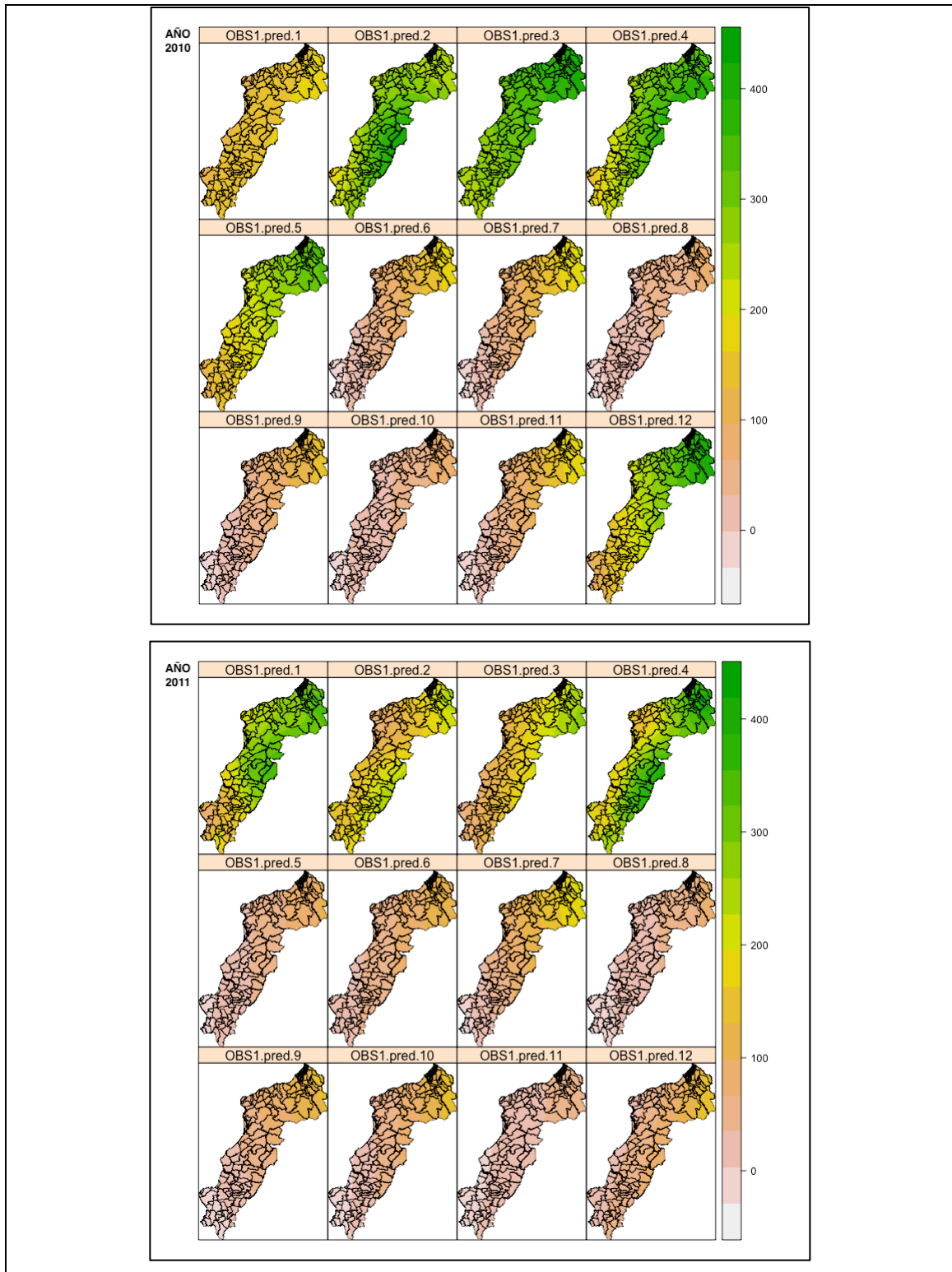


Figura 24. Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes a los años 2010 y 2011

Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

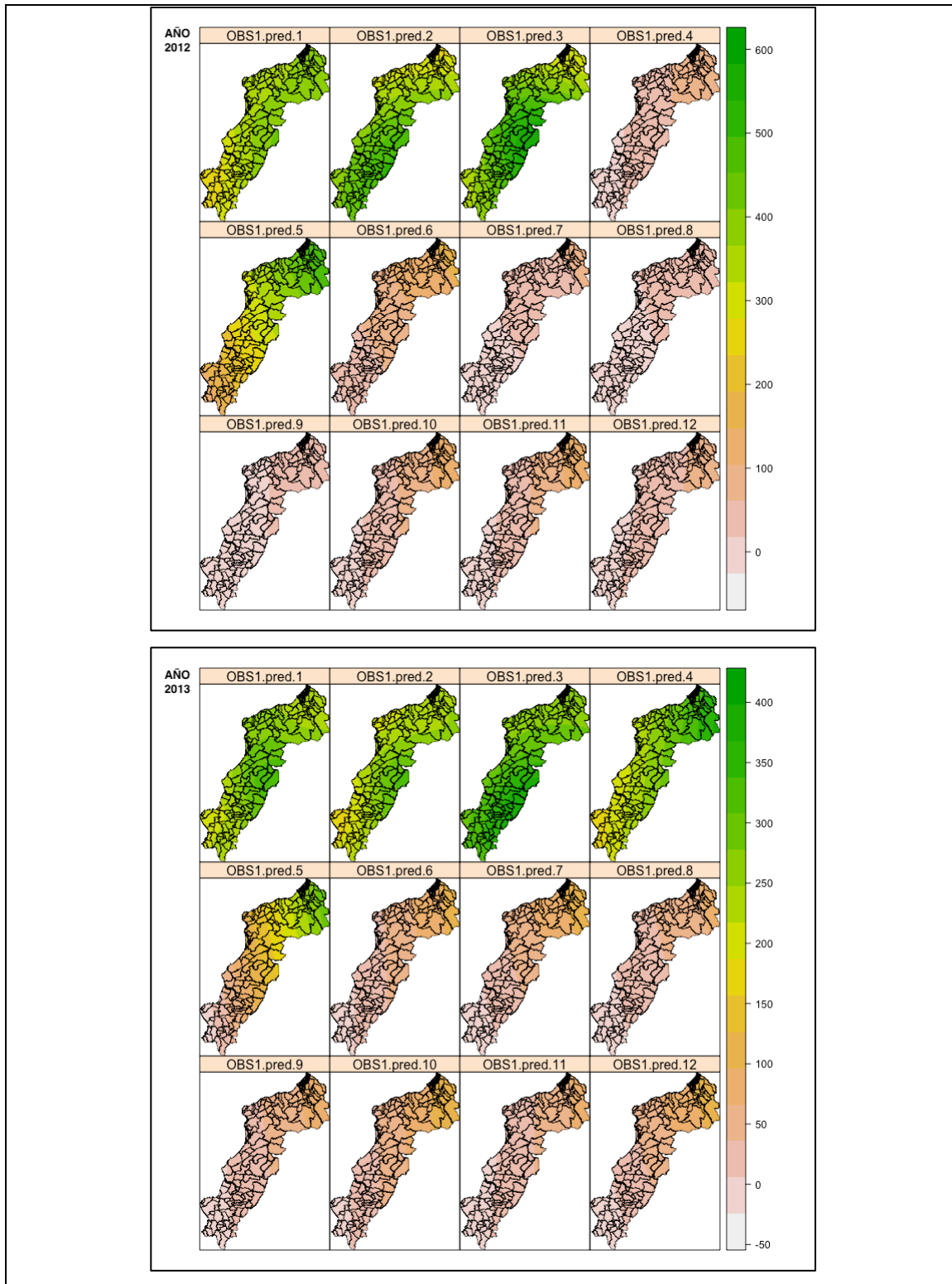


Figura 25. Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes a los años 2012 y 2013

Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

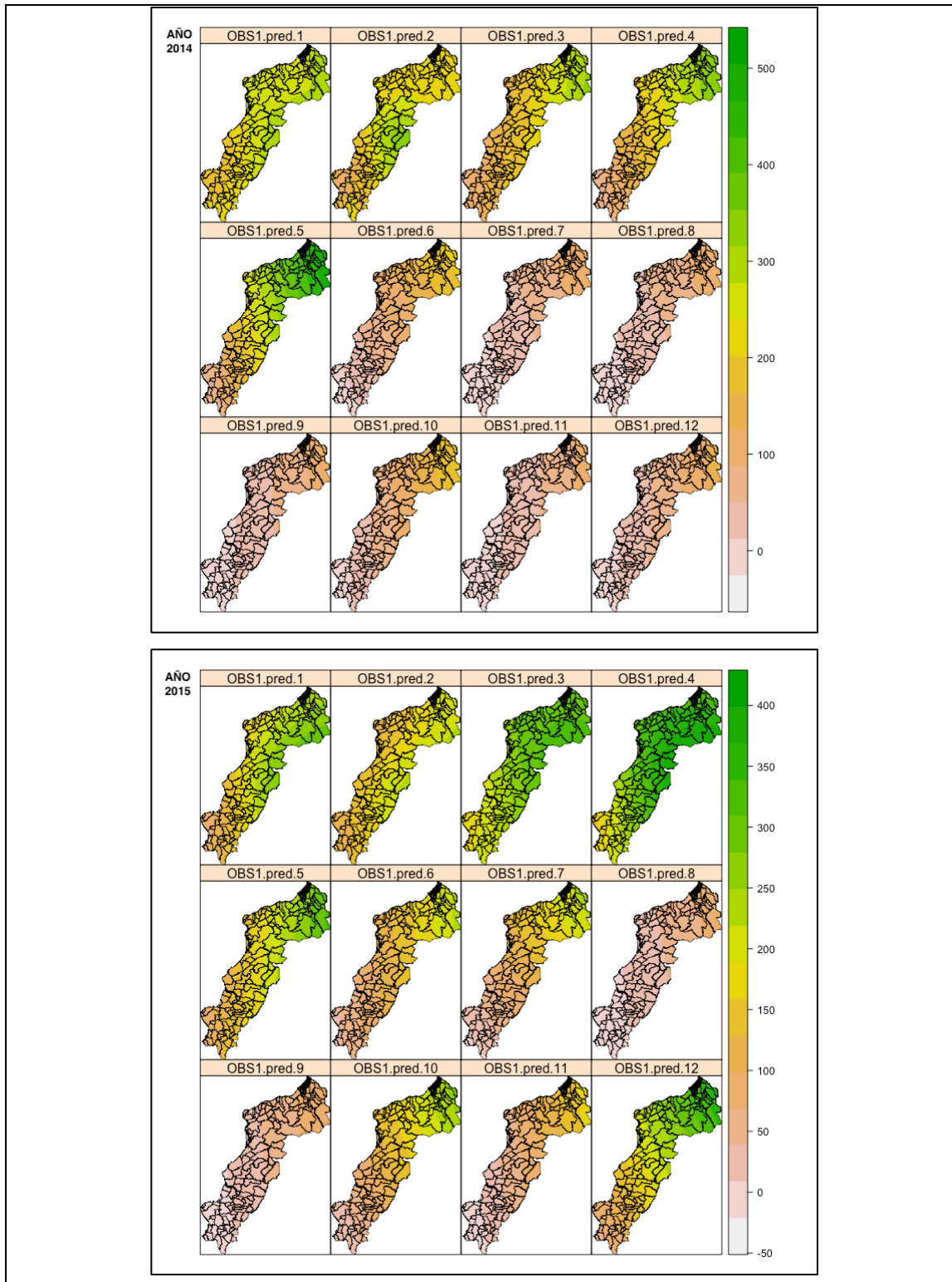


Figura 26. Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes a los años 2014 y 2015

Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

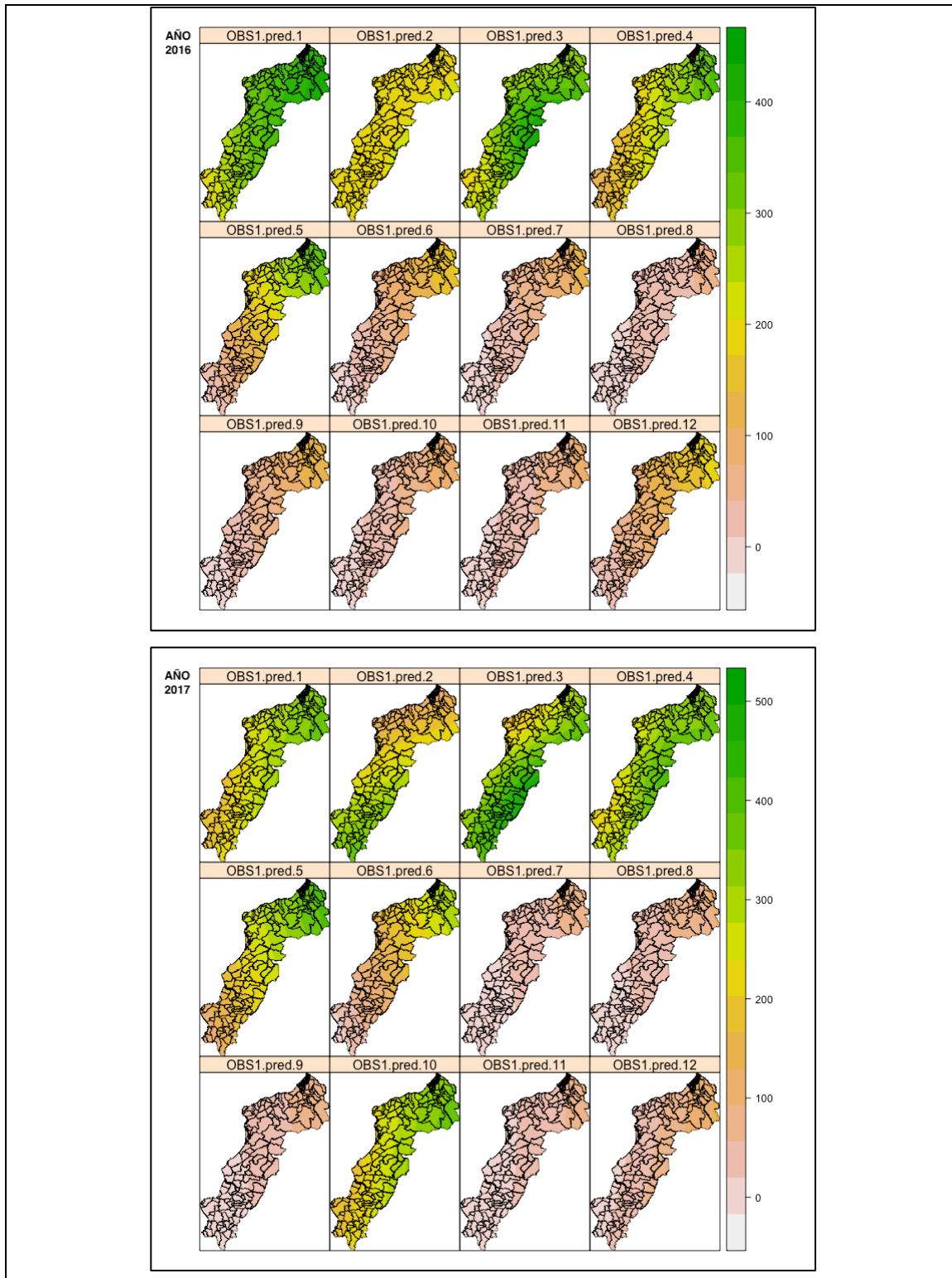


Figura 27. Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes a los años 2016 y 2017

Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

1.4 Índice de Moran I e Índice Local de Moran-LISA

El gráfico resultante correspondiente a la red de conexión de los centroides mediante la utilización del software estadístico R se presenta a continuación en la figura 28.

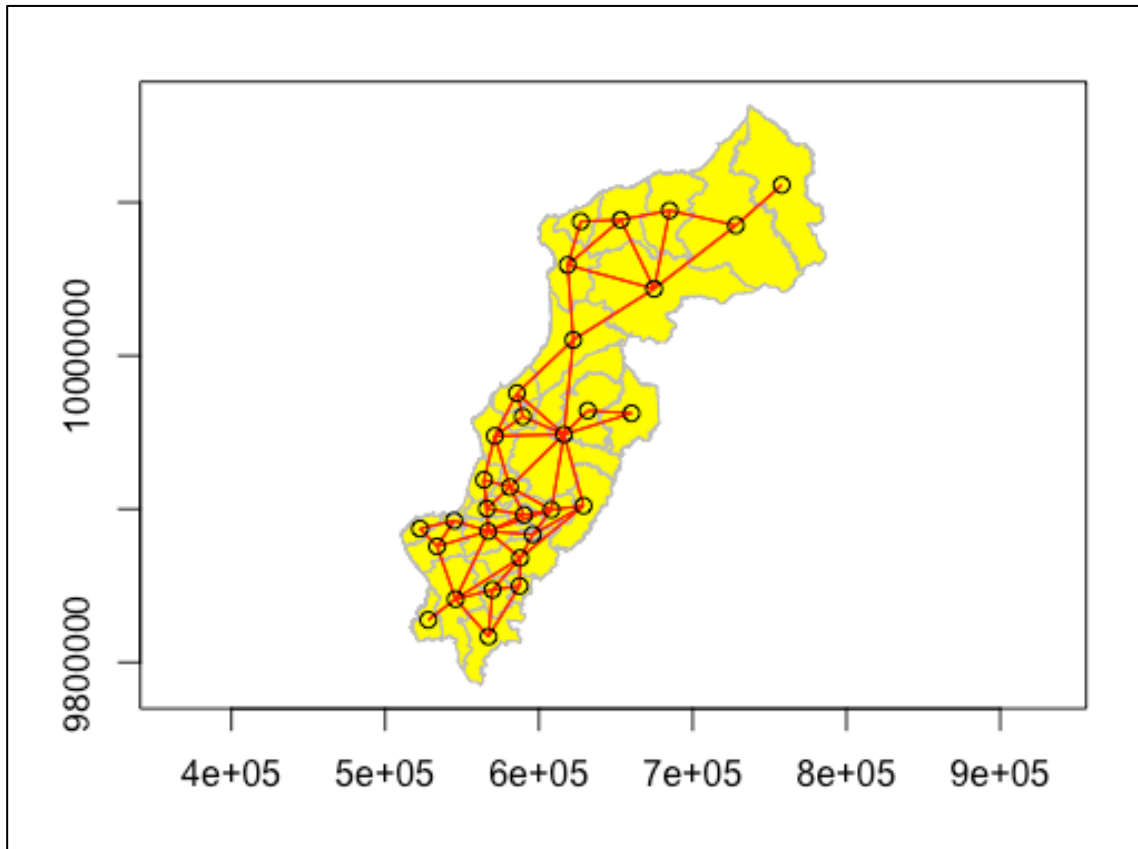


Figura 28. Red topológica de conexión de centroides correspondientes a las provincias de Manabí y Esmeraldas

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador – INEC.

Elaboración propia

Los diagramas de dispersión registraron para el año 2010 altos niveles de dengue en los cantones Jipijapa y Puerto López, Flavio Alfaro localizados en el cuadrante 1 y en sus vecinos; en el cuadrante 2 se presentaron altos niveles para el cantón El Carmen perteneciente a la provincia de Manabí y bajos niveles para sus vecinos; y en el cuadrante 4 el cantón Flavio Alfaro de Manabí presenta niveles superiores a la media y los vecinos valores menores a la media. Para el año 2011 en el cantón Puerto López perteneciente a la provincia de Manabí se presentaron niveles altos de dengue, y para sus vecinos niveles bajos; mientras que en el cuadrante 4 el cantón Rocafuerte

perteneciente a la misma provincia el gráfico registró valores arriba de la media para los cantones Eloy Alfaro y Jipijapa y bajo la media para sus vecinos.

En el 2012 se registraron en el cuadrante 1 valores altos para los cantones Atacames y Muisne en Esmeraldas y Flavio Alfaro en Manabí, mientras que en el cuadrante 4 altos niveles para el cantón El Carmen de Manabí y bajos niveles para sus vecinos. El cantón El Carmen perteneciente a la provincia de Manabí para el año 2013 registró en el cuadrante 2 niveles altos para este cantón y bajos para sus vecinos; mientras que en el cuadrante 4 el cantón Rocafuerte presentó valores arriba de la media tanto para este cantón como para sus vecinos.

Durante el año 2014 en el cuadrante 1 se presentaron altos niveles de dengue en los cantones de Atacames y Esmeraldas y sus vecinos. En el año 2015 el cantón El Carmen y Flavio Alfaro en la provincia de Manabí se ubican en el cuadrante 1, estos registraron altos niveles de dengue en estos cantones y en sus vecinos. Durante los años 2016 se ubicaron en el cuadrante 1 los cantones Chone, Flavio Alfaro y El Carmen de la provincia de Manabí registrando altos valores para estos cantones y sus vecinos; los mismos resultados se registraron para los cantones El Carmen, Atacames, Paján y Flavio Alfaro de Manabí ubicados en el cuadrante 1.

En cuanto a la relación existente entre el indicador de interés y el rezago espacial de la misma variable se denotó una relación positiva de similar intensidad durante los años 2010, 2012, 2013, 2015, 2016 y 2017, mientras que la relación se incrementó notoriamente durante el año 2014 y es negativa para el año 2011, los gráficos correspondientes a los diagramas de dispersión se presentan a continuación en la figura 29.

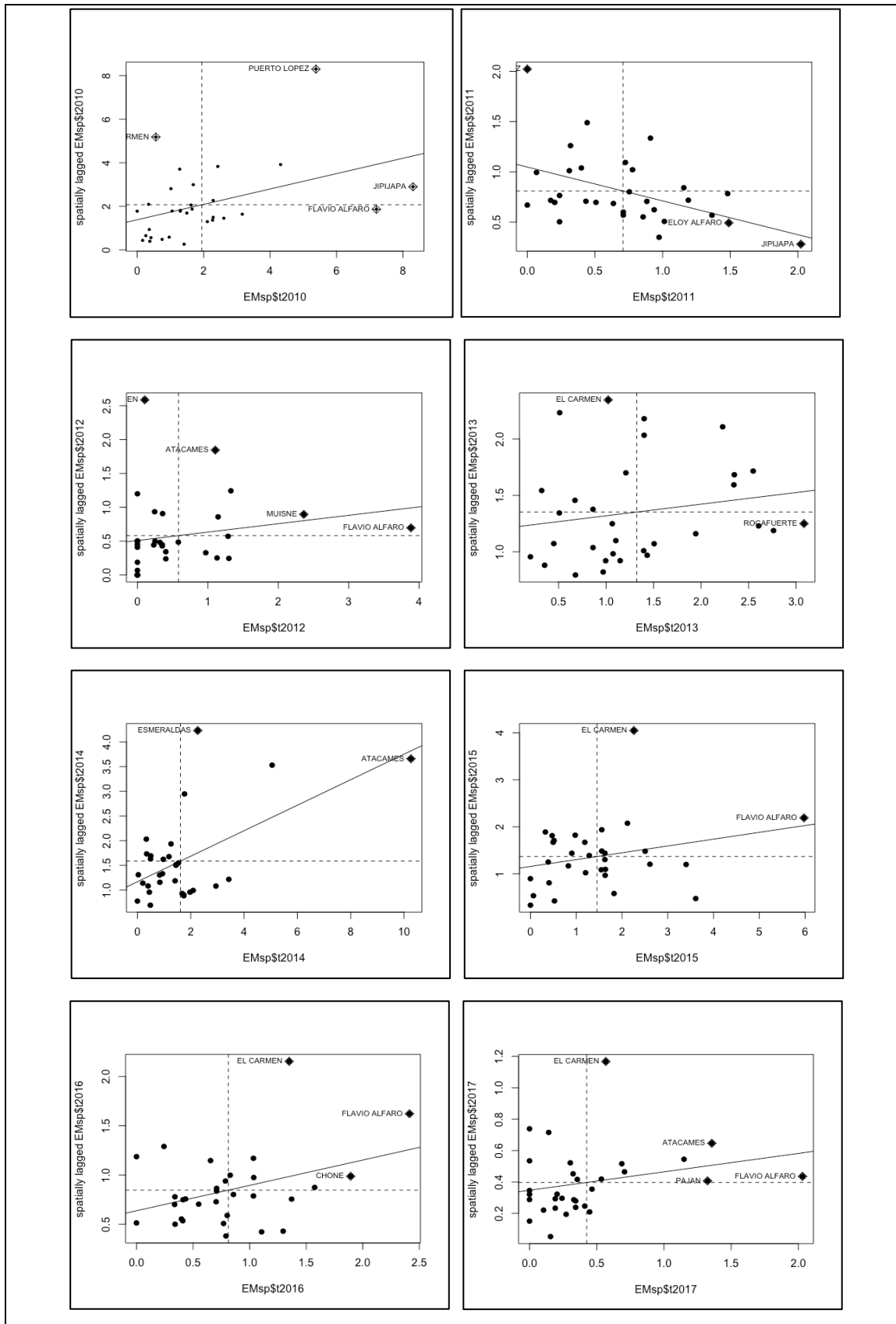


Figura 29. Diagramas de dispersión correspondientes a los años 2010 al 2017

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador – INEC

Elaboración propia

Los resultados estadísticos obtenidos de la aplicación del test de Moran I determinaron una autocorrelación positiva fuerte de la variable estudiada durante los años 2010, 2014, 2016. Los valores correspondientes a los años citados anteriormente son: 0,35; 0,26 y 0,26 respectivamente.

Durante los años 2012, 2013, 2015 y 2017 el valor estadístico de Moran I determinaron una autocorrelación positiva pero no tan marcada como en los años citados anteriormente. Los valores fueron 0,12; 0,10; 0,14 respectivamente y se registra un valor negativo de $-0,34$ para el año 2011, siendo el único año en donde la autocorrelación es negativa, el p valor es significativo en los años 2010, 2014 y 2016.

Los resultados del test estadístico Moran I correspondientes al período 2010 - 2017 procesados en el programa estadístico R se presentan en la tabla 1.

Tabla 1
Test estadístico de Moran I período 2010-2017

Año	Desviación estándar Moran I	p-valor	Hipótesis alternativa	Estimaciones de muestra mayor	Variación de la expectativa, Test de Moran I
2010	3.2391	0.0005995	0,35295288	- 0.03333333	0.01422224
2011	-2.3921	0.9916	-0.33650434	- 0.03333333	0.01606206
2012	1.4091	0.0794	0.12406518	- 0.03333333	0.01247712
2013	1.0624	0.144	0.10300160	- 0.03333333	0.01646821
2014	3.0309	0.001219	0.258226360	- 0.03333333	0.009253359
2015	1.5142	0.06498	0.14498714	- 0.03333333	0.01386797
2016	2.3444	0.009529	0.25727564	- 0.03333333	0.01536566
2017	1.2635	0.1032	0.11716841	- 0.03333333	0.01418865

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador – INEC.
Elaboración propia

Los resultados obtenidos del análisis del estudio local (Índice Local de Moran-LISA) de los “clusters” o sitios con valores significativos de casos de dengue registraron que durante 3 años se presentaron valores significativos. Esto confirmó los resultados previos del análisis de “clusters” espaciales tratados mediante el índice de Moran (Moran I). Los años con valores significativos corresponden a los años: 2010 en la provincia de Manabí en los cantones Puerto López, Jipijapa y Paján, 2014 en Muisne y Atacames en la provincia de Esmeraldas y 2016 en Flavio Alfaro, El Carmen y Chone en Manabí.

Tabla 2
Índice Local de Autocorrelación Espacial-LISA período 2010-2017

Año	Minima	1st Qu	Mediana	Significancia	3 rd	Maxima
2010	-1.84040	-0.6439	0.14894	0.68212	1.10957	6.46075
2011	-6.67975	-0.90097	0.04864	-0.53945	0.13543	0.98059
2012	-2.28250	0.06697	0.30063	0.38715	1.02447	2.02448
2013	-2.5623	-0.1603	0.2286	0.3377	0.5697	3.3129
2014	-0.55472	0.01784	0.10345	0.64583	0.51373	9.37783
2015	-1.50964	-0.20632	0.08016	0.38116	0.76469	3.54089
2016	-2.7092	0.04025	0.014555	0.47605	0.59520	7.26295
2017	-1.1668.	0.0669	0.2201	0.3135	0.5918	1.5835

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador – INEC.
 Elaboración propia

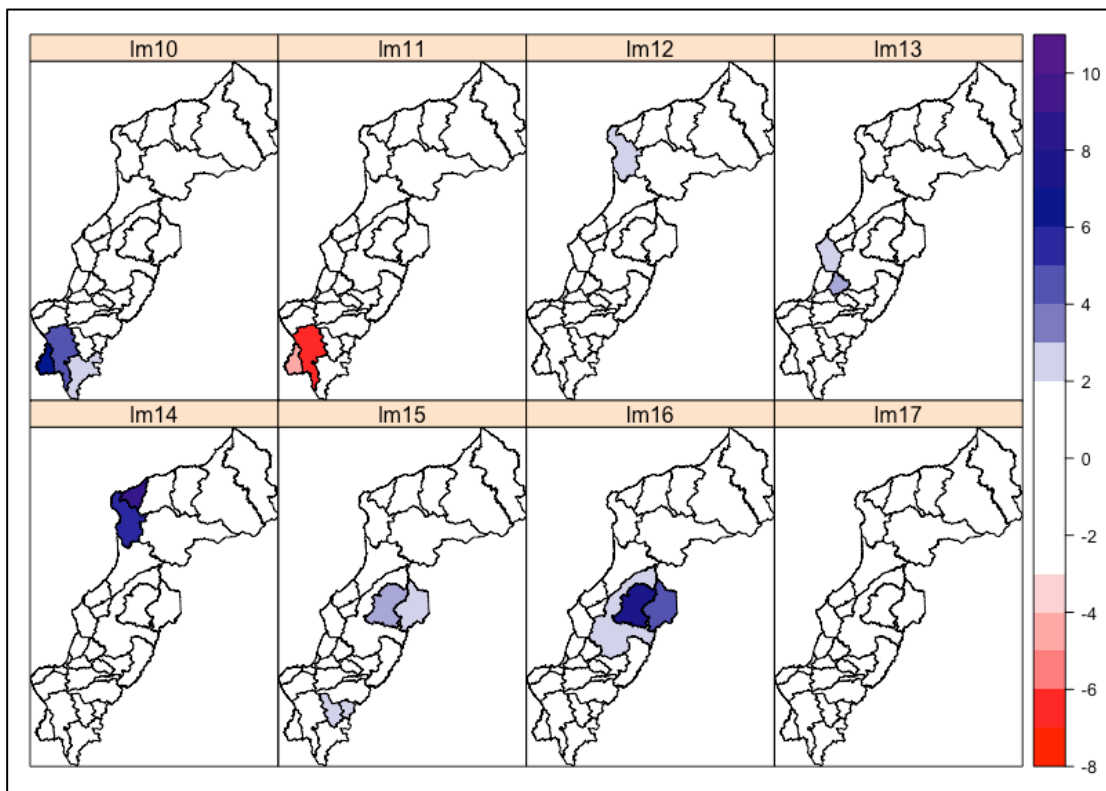


Figura 30. Índice Local de Moran-LISA 2010-2017

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador – INEC
 Elaboración propia

1.5 Influencia de los factores sociales en la prevalencia de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí

Los resultados de los análisis de regresión lineal simple aplicados a los factores sociales relacionados con la pobreza, y las regresiones lineales múltiples ejecutados en los factores correspondientes a la clase o tipo de vivienda (casa o villa, departamento, cuartos, mediagua, rancho, covacha, choza), el tipo de abastecimiento de agua que posee la población (red pública, pozo, vertiente, carro repartidor), el modo de eliminación de la basura (carro recolector, arrojan en terreno baldío o quebrada, lo queman, la entierran, la arrojan), no registraron valores significativos (Tablas 3-6).

Los gráficos que se obtuvieron de los análisis de regresión describen una fuerte dispersión de los datos y además se reconocieron la formación de modelos lineales. Este resultado evidenció que se definió una relación nula entre los factores sociales elegidos que fueron tomados en cuenta como las variables independientes y las tasas de dengue que se las utilizó como variables dependientes.

Tabla 3
Análisis de regresión simple sobre el porcentaje de pobreza 2010-2017

Año	Coeficientes de regresión		Error estándar		R ²	P-valor
2010	2.00404	-0.05408	3.05594	3.54341	8.627	0.9879
2011	1.3994	-0.7903	0.7357	0.8531	0.03081	0.3624
2012	0.9133	-0.3678	1.3102	1.5192	0.002126	0.810
2013	1.5086	-0.2018	1.2274	1.4232	0.0007444	0.8883
2014	2.3098	-0.8106	3.0112	3.4915	0.001993	0.8182
2015	1.6439	-0.2331	1.9537	2.2653	0.0003921	0.9188
2016	1.0770	-0.3142	0.8247	0.9563	0.003982	0.745
2017	-0.4314	1.0141	0.7070	0.8197	0.05364	0.2267

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC 2010
Elaboración propia

Tabla 4
Análisis de regresión múltiple sobre el tipo de vivienda 2010-2017

Año	Coeficientes de regresión		Error estándar		R ²	P-valor
2010	2.0758	1.2644	1.2644	4.7847	0.0003553	0.9227
2011	0.6573	0.2620	0.3090	1.1692	0.001856	0.8244
2012	0.7194	-0.4797	0.5422	2.0519	0.00202	0.8169
2013	1.1841	0.6030	0.5072	1.9193	0.003643	0.7558
2014	1.5572	0.2343	1.2473	4.7200	9.123	0.9608
2015	2.6006	-4.5910	0.7742	2.9297	0.08337	0.1287
2016	1.2959	-1.9368	0.3275	1.2392	0.08296	0.1297
2017	-0.04297	1.90287	0.28474	1.07752	0.1035	0.0887

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC 2010

Elaboración propia

Tabla 5
Análisis de regresión múltiple sobre el tipo de abastecimiento de agua 2010-2017

Año	Coeficientes de regresión		Error estándar		R ²	P-valor
2010	2.0598	-0.1774	1.1078	1.8072	0.0003567	0.9225
2011	0.9091	-0.3232	0.2683	0.4376	0.0198	0.4665
2012	0.57784	0.03613	0.47556	0.77576	8.033	0.9632
2013	1.3952	-0.1031	0.4450	0.7259	0.0007459	0.8882
2014	2.480	-1.502	1.078	1.759	0.02631	0.4006
2015	1.6384	-0.3371	0.7074	1.1539	0.003151	0.7724
2016	0.6423	0.2884	0.2977	0.4856	0.01289	0.5576
2017	0.1504	0.4969	0.2569	0.4191	0.0495	0.2461

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC 2010

Elaboración propia

Tabla 6
Análisis de regresión múltiple sobre el tipo de recolección de basura 2010-2017

Año	Coeficientes de regresión		Error estándar		R ²	P-valor
2010	1.99333	-0.08162	0.86806	1.78746	7.722	0.9639
2011	0.6587	0.1481	0.2118	0.4362	0.004251	0.7368
2012	0.4520	0.3364	0.3713	0.7645	0.007122	0.6634
2013	1.1614	0.4005	0.3468	0.7140	0.01152	0.5795
2014	2.2472	-1.4481	0.8455	1.7409	0.02498	0.4128
2015	1.6921	-0.5683	0.5525	1.1377	0.02754	0.6215
2016	0.7288	0.1821	0.2341	0.4821	0.005255	0.7086
2017	0.07744	0.82339	0.19156	0.39445	0.139	0.4464

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC 2010

Elaboración propia

Los modelos ajustados resultantes del análisis de regresión simple correspondientes a las variables independientes no fueron significativos en cuanto al p valor. Este resultado que expresó no significancia se repite en los valores correspondientes a los coeficientes de regresión.

Los valores correspondientes al error estándar fueron bajos lo que demostró que la estimación de las medias de la población en los modelos de regresión fue muy precisa en la mayoría de los casos, solamente durante el año 2010 se registraron los valores más altos en los 4 parámetros analizados; sin embargo, las oscilaciones en cuanto a este factor estadísticos son buenas. En cuanto al valor de R^2 los valores fueron bajos en la mayoría de los años a excepción del año 2010 en el porcentaje de pobreza y el tipo de recolección de basura, también durante los años 2012 en el tipo de abastecimiento de agua y en el 2014 en el tipo de recolección de basura.

Hay que tomar en cuenta que “la significación estadística no resuelve todos los interrogantes que hay que responder en estudios de asociación, ya que la asociación estadísticamente significativa puede no ser relevante. En definitiva, podemos encontrar asociaciones estadísticamente posibles y conceptualmente estériles” (Fernández y Díaz 2001, 1).

2. Discusión

En las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período 2010–2017 sobre los casos de enfermos con dengue se registraron proporciones de ocurrencia altas en pacientes contagiados por dengue clásico, y también se registraron proporciones de ocurrencia bajas en personas con dengue hemorrágico. La diferencia entre las dos manifestaciones de dengue es amplia y coincidió con las tendencias registradas en el continente americano.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) registró en sus actualizaciones epidemiológicas que durante las semanas epidemiológicas 1 a la 52 del año 2019 un total de 3.139.335 casos de dengue, de los cuales 28.169 casos que representan el 0,9 % fueron clasificados como dengue grave o también llamado dengue hemorrágico. Según la información disponible hasta las semanas epidemiológicas 44, 43, 42, 21 y 44 correspondientes a los años 2010, 2011, 2012, 2013 y 2018, respectivamente, la prevalencia de los casos de dengue hemorrágico en relación a los casos de dengue clásico siguió siendo baja con porcentajes correspondientes al 2,31 %, 3,61 %, 2,44 %, 0,97 % y 0,48 % durante los años antes mencionados.

Varios pueden ser los motivos por los que una infección con el virus del dengue evolucione a formas graves de la enfermedad, una de las causas puede ser una infección secundaria por cualquiera de los 4 serotipos del virus (Guzmán et al 2013). En el

Ecuador circulan los 4 serotipos del virus DEN1, DEN2, DEN3 y DEN4, todos los serotipos tienen diferencias genotípicas y sus interacciones con el vector y hospedero indudablemente influyen en las manifestaciones de la enfermedad (Bhatt et al 2013). Según los estudios realizados en el Ecuador por Real-Cotto et al en el año 2017 durante el período 2000 al 2015, se observó la presencia de algún serotipo en la mayoría de las provincias, además, hay la circulación de varios serotipos de los virus diferentes o la reaparición de serotipos que habían circulado en una zona anteriormente, este hecho incrementa el riesgo de la población al contagio de la enfermedad en sus diversas formas.

Si bien las tasas de mortalidad registradas en este estudio son bajas no se debe olvidar que el Ecuador presenta todas las condiciones necesarias para el desarrollo de epidemias graves de dengue. El riesgo de muerte a causa de los contagios por cualquiera de los serotipos que evolucione a cuadros de dengue grave está presente y puede incrementarse con facilidad. Se hace entonces necesario mejorar en el país los planes de prevención para evitar que se presenten epidemias y en consecuencia eliminar los contagios y casos de muerte por dengue. Los planes enfocados al control y a la eliminación del vector deben ser fortalecidos debido a las ventajas relacionadas con su costo y eficacia.

Los procedimientos ejecutados en el Ecuador para considerar que un paciente con dengue confirmado entre al sistema hospitalario tomando en cuenta los signos de alarma son muy amplios. Al parecer estos protocolos han impedido que los pacientes compliquen sus cuadros clínicos y se produzca su deceso por causa de esta enfermedad.

En cuanto a los contagios de dengue en relación al sexo durante el período estudiado, se reveló que no hay diferencias grandes al comparar estas variables en las 2 provincias. En Esmeraldas la proporción de ocurrencia es ligeramente mayor en hombres, mientras que en Manabí sucedió lo contrario ya que el contagio en las mujeres es ligeramente mayor. Durante cada año no se distinguieron patrones que determinen a las personas del sexo masculino o femenino con mayor o menor predisposición a ser contagiados; si tomamos en cuenta que el insecto vector es un mosquito doméstico tanto los hombres como las mujeres tuvieron las mismas posibilidades de ser infectados durante su permanencia en los hogares. Varios estudios revelan que los picos de actividad de los mosquitos hembras para alimentarse es temprano en la mañana y al atardecer, es entonces durante estos períodos de tiempo cuando todos los integrantes de

una familia se encuentran al interior de las casas y tienen similares posibilidades de ser contagiados.

Tomando en cuenta el rango de edad en Esmeraldas y Manabí se registró un patrón de comportamiento similar en cuanto al contagio de la enfermedad en las dos provincias. Se pudo observar claramente que los casos son más numerosos en las personas que se encontraban en el rango de los 0 a 14 años, seguidas por las personas que se encontraban en el rango de los 76 a los 90 años.

La tendencia registrada en el Ecuador coincide con el estudio realizado por Tantawichien durante el año 2012 en el Asia. En este estudio se concluyó que el dengue es una enfermedad tradicionalmente pediátrica, pero es un problema creciente en adolescentes y adultos mayores quienes corren mayor riesgo de desarrollar cuadros de dengue grave.

En el Ecuador también Real-Cotto y sus colaboradores en el año 2017 destacan que durante las semanas epidemiológicas 19 a la 26 del año 2014 se registró también la ocurrencia de una mayor tasa de contagio de dengue en menores de edad, esto al comparar los datos de 2 hospitales en Guayaquil. El número de niños ingresados por dengue cuyas edades oscilaban entre los 0 a 14 años fue muy superior al número de jóvenes, adultos y adultos mayores registrados en estas unidades de salud.

Las series temporales obtenidas en esta investigación demuestran que los contagios de dengue se presentaron durante todo el periodo de estudio. Los casos se incrementaron durante las épocas lluviosas y disminuyeron en ocasiones a muy pocos casos durante la estación seca.

Las conductas de comportamiento del dengue en el Ecuador son confirmadas por varios estudios; Reyes-Bake y su equipo de trabajo publicaron en el 2019 un estudio en el que confirman el comportamiento endemo-epidémico que presenta el dengue en el Ecuador desde finales de 1988, este es el año en que aparece nuevamente la enfermedad después de la reinfestación del vector. Los casos se presentaron de manera progresiva en concordancia con la dispersión del insecto y la circulación de nuevos serotipos virales que infectan a más población, esto debido a la susceptibilidad a los nuevos agentes. Sin embargo, las tasas de contagio registradas por el sistema hospitalario del Ecuador que fueron tomados en cuenta en este estudio no registraron eventos de hiperendemias que afecten al 50% de la población o más; el rango de contagios se mantiene en porcentajes menores al 10 % de la población de Esmeraldas y Manabí, lo que reveló el desarrollo de hipoendemias. Sin embargo, es importante tomar en cuenta

que muchos pacientes pudieron no ser registrados en el sistema hospitalario debido a que no acudieron a estos centros por presentar sintomatología leve o porque se produjo un diagnóstico equivocado, esto debido a que el dengue presenta una sintomatología general que puede ser confundida fácilmente con otras enfermedades que presentan cuadros clínicos similares.

La presencia constante del vector y la circulación en el Ecuador de los 4 serotipos del virus del dengue han dado lugar a la aparición de epidemias constantes en el tiempo. Estos graves eventos epidémicos se suscitaron a partir del año 2000 cuando se introdujeron conjuntamente el genotipo asiático de DEN2 y el serotipo DEN3, esto dio lugar además a la aparición de casos de dengue hemorrágico que fueron documentados por primera vez en país (Alaba et al 2005). La información obtenida mediante las series temporales advierte la presencia del dengue como una endemo-epidemia, confirmando la presencia del vector y del virus durante todo el período 2010-2017.

Chretien en un trabajo publicado en el 2015 concluye que el fenómeno de EL Niño/ Oscilación del Sur (ENOS) se ha presentado a lo largo de la historia como un fenómeno climático global que afecta el riesgo de las enfermedades infecciosas en todo el mundo mediante la creación de sequías, inundaciones y otros eventos climáticos extremos. Se ha evaluado que durante los años 2014 y 2015 en la región del Pacífico Ecuatorial la temperatura de la superficie del mar se ha elevado de manera anómala durante los meses de agosto a octubre del 2014, la persistencia de estas condiciones podría producir los entornos ambientales propicios para que se produzcan epidemias en donde se presenten altas tasas de transmisión de enfermedades infecciosas en los humanos como el cólera, el dengue, la malaria o paludismo, la fiebre del valle del Rift y otras en varios puntos críticos del planeta.

Estos estudios coinciden con los resultados obtenidos de las series temporales correspondientes a la provincia de Esmeraldas que fueron presentados en este estudio. A nivel cantonal y a nivel provincial las series temporales registraron también varios picos importantes durante los años 2014 y 2015 en la mayoría de los cantones pertenecientes a esta provincia.

En cuanto a la provincia de Manabí se presentó un pico importante a nivel cantonal y provincial durante el año 2010. En la provincia de Esmeraldas se registró también un pico durante este año, pero este es significativamente menor en relación al de Manabí. Los especialistas del Ministerio de Salud del Ecuador en el año 2010

coinciden en el registro del incremento de casos de dengue y lo atribuyen a condiciones climáticas anómalas provocadas por el incremento de la temperatura y la humedad que favorece la proliferación de mosquitos.

Stewart y Lowe (2013), mediante la aplicación de un modelo estadístico mixto, evaluaron la importancia de los factores climáticos y no climáticos en las epidemias de dengue en la provincia del El Oro durante el período 1995-2010. En este último año se registró un incremento muy evidente de los casos de dengue; la causa fue el incremento de la temperatura y las lluvias, lo que se confirmó con los resultados descritos por las series temporales de esta investigación.

A mediados del año 2016 se produjo un terremoto de una magnitud de 7,8 Mw a una profundidad de 20 Km y una duración de 1 minuto cuyo epicentro se localizó entre las localidades de Cojimíes y Pedernales, en la zona norte de la provincia de Manabí (Instituto Geofísico-EPN 2019). Este evento afectó principalmente a las provincias de Esmeraldas y Manabí. Watson et al (2007) señalaron que a menudo la relación entre los desastres naturales y las enfermedades transmisibles se interpretan equivocadamente ya que se presume que las tasas son muy altas luego de un desastre natural; sin embargo, los factores de riesgo posteriores a estos eventos están asociados principalmente con el desplazamiento de la población, la disponibilidad de instalaciones, servicios básicos y el grado de hacinamiento de los afectados. La transmisión del dengue está influenciada principalmente por variables meteorológicas que incluyen la precipitación, temperatura ambiental y humedad, además, frecuentemente exhibe una fuerte estacionalidad.

Durante el 2016 año del terremoto, en las provincias de Esmeraldas y Manabí no se registraron los picos más altos de casos de dengue, los picos más bien fueron de mediana intensidad según la tendencia de las series temporales, el comportamiento de las tasas de dengue durante este período de tiempo podría estar influenciadas por la disminución de las precipitaciones registradas durante esta época. Las condiciones climáticas que se presentaron durante el terremoto pudieron ayudar a evitar la ocurrencia de una epidemia de dengue inmediatamente después de producido este fenómeno natural; sin embargo, tiempo después del terremoto las tasas de contagio de dengue se incrementaron, aunque no llegaron a los más altos niveles en relación a los picos de los años 2010, 2014 y 2015. Según Sorensen et al (2017), se produjo un comportamiento similar con los casos de ZIKV una enfermedad transmitida por el mismo vector (*Aedes aegypti*) después del terremoto en Manabí, en este caso los

contagios se incrementaron tiempo después del terremoto a medida que las condiciones sociales se desmoronaron como consecuencia del evento telúrico.

En el análisis descriptivo relacionado con la descomposición de las series temporales se consiguió diferenciar un patrón estacional definido al observar la descomposición correspondiente a las dos provincias. La tendencia no estacionaria se mantuvo a lo largo del período en estudio al igual que el patrón estacional anual.

Las series temporales sin duda describieron un comportamiento estacional anual que reveló picos de contagio de dengue en el mes de mayo en las 2 provincias. Estos picos tienden a disminuir hasta el mes de octubre; sin embargo, se registra un incremento a partir de los meses de noviembre y diciembre, dicho incremento fue más intenso en los meses de enero, febrero y marzo, esto en la provincia de Manabí, en cambio en Esmeraldas se registró una pequeña variación ya que la tendencia también tiende a incrementarse a partir del mes de enero; sin embargo, hay un brusco descenso en el mes de febrero, esta tendencia no se mantuvo e inmediatamente volvió a subir, los meses de marzo, abril y mayo marcaron un incremento muy definido en las 2 provincias (Fig. 23).

En cuanto al análisis espacial mediante la utilización de semivariogramas para el análisis de la variable precipitación en las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período 2010 –2017 se observó un comportamiento estacional marcado, la tendencia resultante registró que durante los meses de diciembre a mayo los valores correspondientes a la precipitación fueron los más altos y la distribución abarcó un mayor territorio en las 2 provincias. En cambio, durante los meses de junio a noviembre los rangos de lluvias son mucho menores en cuanto a sus valores y a su distribución espacial. Burke et al (2010), confirmaron la tendencia de la precipitación resultante de este estudio en donde se definen claramente las estaciones de invierno y verano en la costa ecuatoriana.

La distribución espacial de la precipitación abarcó en la mayoría de ocasiones mucho más territorio en la provincia de Esmeraldas. La tendencia registró una mayor cantidad de lluvias en los cantones Eloy Alfaro, Rio Verde, Esmeraldas y Quinindé, los valores disminuyen un poco en los cantones del sur correspondientes a Atacames y Muisne.

En Manabí la distribución espacial de la precipitación registró los más altos valores en los cantones localizados en el límite oriental de la provincia, mientras que gran parte de los cantones localizados hacia el occidente revelaron una estación seca

muy marcada. Sin embargo, la situación evidentemente cambia durante la estación húmeda en donde casi todos los cantones registraron valores altos de precipitación. Tomando en cuenta estos aspectos en la provincia de Esmeraldas los índices de precipitación fueron los más altos en comparación con los registrados en Manabí durante el período de estudio (Figs. 24, 25, 26 y 27). La Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental publicada por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2013) que toma en cuenta el papel de la precipitación en cuanto a la distribución de los ecosistemas, confirmó que en Esmeraldas predominan los bioclimas húmedos y en Manabí los bioclimas secos

El patrón de estacionalidad anual correspondiente a la descomposición de las series temporales que fue registrado para las provincias de Esmeraldas y Manabí, coincidió con los patrones de distribución de las lluvias registrados en los mapas resultantes de los semivariogramas. En las épocas lluviosas se registraron las tasas más altas de dengue y en las épocas secas las tasas de dengue son más bajas.

Mediante la utilización del Test de Moran I y análisis por medio del Índice Local de Moran-LISA se identificaron “clusters” o zonas con valores estadísticos significativos en 3 de los 8 años estudiados. Además, estas zonas no se presentaron en un cantón definido durante la serie de tiempo analizada, al contrario, los “clusters” se distribuyeron en distintos cantones de las zonas norte, centro y sur del territorio de las 2 provincias.

Durante el año 2010 se registraron valores significativos en los cantones Puerto López Jipijapa y Paján, en el 2014 en los cantones Atacames y Muisne en la provincia de Esmeraldas y durante el año 2016, en el cantón El Carmen, el foco del año 2016 está en una zona de influencia directa con la ocurrencia del terremoto cuyo epicentro fue en Pedernales.

Al tomar en cuenta los factores sociales, la aplicación de correlaciones entre estos y las tasas de dengue no produjeron valores significativos que relacionen los eventos de contagio de dengue con los factores sociales. Sin embargo, es indudable que los factores de riesgo de carácter social influyen en la prevalencia e incidencia de las epidemias de dengue, y son determinantes en los países en vías de desarrollo, las evidencias publicadas por los principales organismos de salud y varios autores en el mundo lo confirman. El mayor número de personas afectadas se localizan en países ubicados en los continentes africano y americano en donde las condiciones socio-económicas son deficientes en un alto porcentaje de la población.

Sin embargo, es importante tomar en cuenta que la significancia estadística no debe tomarse como definitiva, esto debido a que la complejidad de los estudios que involucran la dinámica de las enfermedades vectoriales no hace posible que los resultados puedan explicar exactamente la naturaleza de los eventos epidemiológicos, por ejemplo en este estudio en los lugares donde la cobertura de los servicios básicos es alta, específicamente en las ciudades de Portoviejo y Esmeraldas, las tasas de dengue están entre las más altas, este resultado puede estar relacionado con la conducta y el compromiso de las personas ante las prácticas de prevención que deben ejecutar para evitar los contagios de dengue.

Ante la carencia de servicios básicos el compromiso de los habitantes para evitar los contagios de dengue es vital, si la comunidad carece del abastecimiento de agua por tubería, el almacenamiento de agua debe realizarse tomando en cuenta la protección del líquido para impedir que los mosquitos vectores coloquen los huevos en estos contenedores, el simple hecho de tapar los reservorios de agua puede evitar eficientemente la proliferación de mosquitos, de la misma manera la eliminación inmediata de la basura, el uso de toldos para dormir y el interés de las personas por conocer las dinámicas básicas de la enfermedad son herramientas simples pero efectivas en la prevención de la enfermedad.

En otros trabajos de investigación ejecutados en el Ecuador como el de Stewart et al (2014) en la ciudad de Machala, en el cual se estudió las percepciones de las personas sobre las causas y las acciones que se realizan para prevenir los brotes de dengue, reveló que el cerrar las ventanas para evitar la entrada de los insectos es la única práctica de prevención que se ejecuta adecuadamente. La misma comunidad destaca los malos hábitos de limpieza y la falta de actitud relacionada con la prevención de la enfermedad como una de las causas importantes que provocan las epidemias de dengue.

Kennenson y sus colaboradores en el año 2017 desarrollaron un estudio que tomó en cuenta los factores socioecológicos y preventivos con acciones que disminuyen el riesgo de infección por dengue en los hogares de un barrio de Machala. Se tomó en cuenta una muestra de 219 hogares, de los cuales 80 no tuvieron problemas de contagio y 139 si tuvieron problemas de contagio, y se hizo una comparación. En este estudio muy focalizado en la mayoría de factores de riesgo no se encontraron valores con significancia estadística.

Conclusiones

La fluctuación de los casos de dengue en las provincias de Esmeraldas y Manabí durante el período de estudio (2010 – 2017) reveló que la prevalencia de dengue clásico superó ampliamente a la prevalencia de dengue hemorrágico, los hombres y las mujeres estuvieron igualmente expuestos al contagio, los rangos de edad más afectados por los contagios de dengue correspondieron a las personas jóvenes que se encontraban en el rango de los 0 a los 14 años seguidas por las personas de la tercera edad que pertenecían al rango de los 75 a los 89 años de edad, las tasas de mortalidad relacionadas con el dengue fueron bajas en las 2 provincias. La descripción de las series temporales permitió definir claramente un patrón estacional anual definido por los casos de pacientes con dengue. Se identificaron principalmente dos picos de contagio correspondientes a los años 2014 en Esmeraldas y 2010 en Manabí, los cuales están relacionados directamente con las variaciones de la precipitación

Los mapas generados mediante el procesamiento de los semivariogramas registraron una distribución estacional de la precipitación, esta se caracterizó por presentar los índices más altos en la zona norte del área de estudio, la misma que pertenece al territorio de Esmeraldas, y los índices más bajos son frecuentes en la provincia de Manabí ubicada en la zona sur. El comportamiento de la precipitación durante el período de estudio permitió, además, diferenciar claramente la estación húmeda de la estación seca, las mismas que se presentaron desde el mes de diciembre al mes de mayo y desde el mes de junio a noviembre respectivamente, también fue posible entonces diferenciar un patrón estacional anual definido que estuvo relacionado con la precipitación.

Los mapas de significancia resultantes del análisis LISA, nos permitieron identificar como las zonas más afectadas por los brotes de dengue a los cantones: Puerto López, Jipijapa y Paján durante el año 2010 en la provincia de Manabí; también a los cantones Atacames y Muisne en Esmeraldas durante el año 2014; y finalmente a los cantones El Carmen, Flavio Alfaro y Chone durante el año 2016 en la provincia de Manabí.

El análisis estadístico de correlación no mostró valores significativos que permitan identificar la influencia de los factores sociales seleccionados en la ocurrencia de los brotes de dengue durante el período de estudio; sin embargo, este resultado no

debe tomarse como definitivo y nos lleva a considerar varios factores que podrían haber influido en los datos resultantes, la investigación relacionada con la dinámica de las enfermedades vectoriales es compleja y se deben enfrentar las limitaciones u obstáculos que se presenten para diseñar mejores estudios que contribuyan a mejorar las situaciones críticas que presentan los países en desarrollo en el campo de la salud pública.

Lista de referencias

- Acevedo, Cristóbal, Mario Álvarez, Ernesto Hernández, Raúl Maldonado, Martha Pérez, Rocío Castro. 2008. “Variabilidad espacial de propiedades químicas del suelo y su uso en diseño de experimentos”. *Revista Terra Latinoamericana* 26 (9): 317-24. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792
- Álava, Aracely, Carlos Mosquera, Carmen Mosquera, Wilson Vargas, y Jhonny Cotto. 2005. “Dengue en el Ecuador 1989-2002”. *Revista Ecuatoriana de Higiene y Medicina Tropical* 4(42): 11-29. <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-ecuatoriana-de-higiene-y-medicina-tropical>
- Altamirano, Alejandra. 2000. “Principales medidas en epidemiología”. *Revista Salud Pública de México* 4 (42): 337-48. <https://www.scielosp.org/article/spm/2000>
- Álvarez-Escobar María, Arnella Torres, Arling Torres, Abel Semper y Daniel Almanza. 2018. “Dengue, chikungunya, virus de Zika. Determinantes sociales”. *Revista Médica Electrón* 40 (1): 120-28. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242018000100013
- Andrade-Ochoa, Sergio, Karla Chacón-Vargas, Blanca Rivera-Chavira, y Lluvia Sánchez-Torres. 2017. “Enfermedades transmitidas por vectores y cambio climático”. *Revista Investigación y Ciencia* 25 (72): 23-37. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/674/67453654012/html/index.html>.
- Anselin, Luc. 1995. “Local Indicators of Spatial Association-LISA”. *Journal Geographical Analysis* 27 (2): 93-115. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Badii, Mohammad, Jerónimo Landeros, Ernesto Cerna, y José Abreu. 2007. “Ecología e historia del dengue en las Américas”. *International Journal of Good Conscience* 2 (2): 248-73. <https://pdfs.semanticscholar.org/0c66/03b659148c5650309d52b4e30b597f3c87a.pdf>.
- Badii, Georsuath, Hernández, Stephanie, y Gómez, Rebeca. 2020. “Actualización de la fiebre del dengue”. *Revista Médica Sinergia* 5 (1): 1-56. <https://revistamedicassinergia.com/index.php/rms/article/view/341/709>

- Basso, César. 2010. *Abordaje ecosistémico para prevenir y controlar al vector dengue en Uruguay*. Montevideo: s.e. http://www.fadu.edu.uy/itu/files/2014/1_2/Vector-del-Dengue.pdf.
- Bernal, Arturo, Zamora, Mireya y Juan Carlos Alvarenga. 2015. “¿Cómo y cuando realizar un análisis de regresión lineal simple?”. Aplicación e interpretación. *Revista Mexicana de Dermatología* 55 (6): 395-402. <https://www.medigraphic.com/pdfs/derrevmex/rmd-2011/rmd116n.pdf>.
- Bhatt, Samir, Peter Gething, Oliver Brady, Jane Messina, Andrew Farlow, Catherine Moyes, Jhon Drake, John Brownstein, Anne Hoen, Osman Sankoh, Monica Myers, George Dylan, Thomas Jaenisch, William Wint, Cameron Simmons, Thomas Scott, Jeremy Farrar y Simon Hay. 2013. “The global distribution and burden of dengue”. *Journal Nature* 4 (43): 504-07. <https://www.nature.com/articles/nature12060>
- Bohorquez, Ingrid y Emilson Velázquez. 2008. “Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales”. *Revista Ecos de Economía* 12 (27): 9-34. <https://www.redalyc.org/pdf/3290/329027263007.pdf>
- Brundtland, Gro Harlem. 2002. “Salud y desarrollo sostenible”. *Revista ICE Desarrollo Sostenible* 4 (8): 173-79. http://www.trabajoyambiente.com.ar/php/documentos/doc110_Salud%20y%20desarrollo%20sostenible.pdf
- Carrie, Manore, Richard Ostfeld, Augusto Folashde, Gaff Holly y Shannon Ladeau. 2017. “Defining the risk of zika and chikungunya virus transmission in human population centers of the Eastern United States”. *Journal PLOS Neglected Tropical Diseases* 7-19. https://www.researchgate.net/publication/312517727_Defining_the_Risk_of_Zika_and_Chikungunya_Virus_Transmission_in_Human_Population_Centers_of_the_Eastern_United_States
- Castillo, Adolfo y Jorge Osorio. 2002. “Desarrollo sustentable y fortalecimiento de la sociedad civil”. *Revista Polis Revista Latinoamericana* 2 (4): 87-106. <https://journals.openedition.org/polis/7817>
- Celemín, Juan Pablo. 2009. “Autocorrelación e indicadores locales de asociación espacial. Importancia estructura y aplicación”. *Revista Universitaria de Geografía* 18 (9): 11-31. https://www.redalyc.org/pdf/3832/383239_099001
- Cerda, Jaime, Gonzalo Valdivia, Teresa Valenzuela, y Jairo Venegas. 2008. “Cambio Climático y enfermedades infecciosas. Un nuevo escenario epidemiológico”.

- Revista Chilena de infectología* 25 (6): 447-452. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071610182008000600006
- Cepeda, Rosana. 2015. "Análisis de asociación espacial en variables de calidad de vida en Argentina". *Revista Geográfica* 1 (19): 109-131. <https://www.js-tor.org/stable/40996690?seq=1>
- Chiparelli, Héctor y Felipe Schelotto. 2005. "Dengue, una enfermedad emergente muy cerca de nuestro país". *Revista Infectología* 2 (9): 12-26. <http://gsdl.sld.cu/collect/sindrome/index/assoc/HASH01d0.dir/doc.pdf>
- Cochrane, John. 2005. *Time Series for Macroeconomics and Finance*. Chicago: s.e. <http://econ.lse.ac.uk/staff/wdenhaan/teach/cocharane.pdf>
- EC Consejo Provincial de Manabí. 2015. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Manabí 2015-2024 provincia del milenio*. Portoviejo: Consejo Provincial de Manabí. http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1360000120001_PDyOT%20Manabi%20actualizado%2031-10-2016%20último_29-12-2016_09-46-27.pdf
- Corres, Guillermo, Alejandra Esteban, Juan-Carlos García y Claudia Zárate. 2009. "Análisis de series temporales". *Revista Ingeniería Industrial* 8 (1): 21-33. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/80>
- Coutin, Gisele. 2001. *Las Series Temporales*. La Habana: s.e. https://files.sld.cu/preveni/files/2016/11/series_temporales_2001.pdf
- Chretien, Jean-Paul, Assaf Anyamba, Jennifer Small, Seth Britch, José Sanchez, Alaina Halbach, Compton Tucker, y Kenneth Linthicum. 2015. "Global Climate Anomalies and Potential Infectious Disease Risks: 2014-2015". *Journal PLOS*. 1(3): 1-20. https://www.researchgate.net/publication/271495496_Global_Climate_Anomalies_and_Potential_Infectious_Disease_Risks_2014-2015
- Díaz-Alarcón, Ismael y Gilda Maccarte. 2005. "Geoestadística y los sistemas de información geográfica". *Revista Universidad del Bío Bío* 2 (4): 245-48. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/77145/245_248%20APLIC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fajardo-Gutiérrez, Arturo. 2017. "Medición en epidemiología: prevalencia, incidencia, riesgo, medidas de impacto". *Revista alergia México* 64 (1): 109-20. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448_9190201700010109

- Fernández, Santiago y Sandra Diaz. 2001. “Significancia estadística y relevancia clínica”. *Revista de la Unidad de Epidemiología Clínica* 8 (10): 191-95. https://www.fisterra.com/mbe/investiga/signi_estadi/signi_estadi.asp
- Giteko, Andrew, Steve Lindsay, Ulie Confalonieri, y Jonathan Patz. 2001. “El cambio climático y las enfermedades transmitidas por vectores: un análisis regional”. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud* 2 (4): 72-82. <http://www.pdcorynthia.sld.cu/Documentos/lucha%20antivectorial/el%20cambio%20climatico.pdf>
- Giraldo, Hernán. 2011. *Introducción a la Geoestadística*. Bogotá: s.e. https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2015/05/LIBRO_-DE_-GEOESTADISTICA-R-Giraldo.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Esmeraldas*, 2015. http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumento%20final/0860000160001_PDOT%20ACTUALIZACIÓN%202015_18082015_12-32-18.pdf
- EC Gobierno Provincial de Manabí Desarrollo y Equidad. “Datos geográficos”. *Consejo Provincial de Manabí*. Accedido 12 de mayo de 2019. <https://www.manabi.gob.ec/datos-manabi/datos-geograficos>
- Gubler, Duane. 2002. “Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21 st century”. *Journal TRENDS in Microbiology* 10 (2): 100-3. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.403.8551&rep=rep1&type=pdf>
- Guzmán, María, Gissel García, y Gustavo Kourí. 2006. “El dengue y el dengue hemorrágico: prioridades de investigación”. *Revista Panamericana de Salud Pública* 19 (3): 204-15. <https://scielosp.org/pdf/rpsp/2006.v19n3/204-215/es>
- Guzman, Maria, Mayling Alvarez y Scott Halstead. 2013. “Secondary infection as a risk factor for dengue hemorrhagic fever/dengue shock syndrome: an historicalperspective and role of antibody-dependent enhancement of infection”. *Journal Archives of virology* 158 (6): 145-159. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00705-013-1645-3>
- Hales, Weinstein, Yenn Souares, y Ann Woodward. 1999. “El Niño and the dynamics of vectorborne disease transmission”. *Journal Environmental Health Perspectives* 107 (2): 99-102. <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/pdf>

- Hassan, Khormi y Lalit Kumar. 2014. "Climate change and the potencial global distribution of *Aedes aegypti*: spatial modeling using geographical information system and CLIMEX". *Geospatial Health* 8 (2): 405-15. https://www.researchgate.net/publication/293238135_Climate_change_and_the_potential_global_distribution_of_Aedes_aegypti_spatial_modelling_using_geographical_information_system_and_CLIMEX
- Hawley, Walter. 1988. "The biology of *Aedes albopictus*". *Journal of the American Mosquito Control Association Suppl* 1 (4): 11-39. <https://europepmc.org/article/med/3068349>
- Hernández-Lallnde, Juan. 2020. "Sobre el uso adecuado de la regresión lineal: conceptualización básica mediante un ejemplo aplicado a las ciencias de la salud". *Revista Archivos de Farmacología y Terapéutica* 39 (5): 608-14. https://www.researchgate.net/publication/339241633_Sobre_el_uso_adecuado_de_la_regresion_lineal_conceptualizacion_basica_mediante_un_ejemplo_aplicado_a_las_ciencias_de_la_salud
- Hernández, Maira, Marysabel Piña, Ana Soto-Vivas, María Rangel, y Jonathan Liria. 2015. "Primer registro de *Aedes albopictus* (Skuse, 1984) (Diptera-Culicidae) en el Estado Carabobo, Venezuela". *Revista Salud* 19 (1): 39-41. http://ve.scielo.org/&script=sci_arttext
- Hernández, Víctor, Valmore Nermudez, Jhon Espinoza y Diego García. 2016. "Estudios epidemiológicos: tipos, diseño e interpretación. Revista de enfermedades infecciosas". 16 (3): 98-115. https://www.elsevier.es/e_s-revista-220-articulo-estudios-epidemiologicos-tipos-diseno-e-S16967801173000209
- Hidalgo, Grace. 2019. "Use of Moran and LISA index to explain rural electoral absenteeism in Ecuador". *Revista Geográfica* 3 (2): 91-108. <https://www.revistasipgh.org>
- EC Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. "Terremoto de pedernales". Accedido 3 de marzo de 2019. <https://www.igepn.edu.ec/interactuamos-conusted/1810-cuatro-anos-despues-del-terremoto-de-pedernalesuntestimoniosobre-el-peligro-sismico-en-el-ecuador>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. 2019. "Anuario de Estadísticas Hospitalarias: Camas y Egresos". *Ecuador en cifras*. Accedido el 8 de enero. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

- Kenneson, Aileen, Efraín Beltran-Ayala, mercy Borbor-Córdova, Mark Polhemus, Sadie, Ryan, Timothy Endy, y Anna Steward-Ibarra. 2017. “Social-ecological factors and preventive actions decrease risk of dengue infection at the household-level: Results from a prospective dengue surveillance study in Machala, Ecuador”. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 11(12): 1-19. <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.00067150>
- Khormi, Hassan y Lalit Kumar. “Climate change and the potential global distribution of *Aedes aegypti*: spatial modelling using GIS and CLIMEX”. *Journal Geoespatial health* 8 (2): 405-15. <https://www.researchgate.net/publication/293238135>
- Kuri, Pablo. Eduardo Guzmán, Estefanía De La Paz, y Alejandra Salas-Fernández. 2015. “Enfermedades emergentes y reemergentes”. *Revista Gaceta Médica de México* 151: 674-80. <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-20Ecología15/gm155q.pdf>
- López, Antonio. 2006. *Estadística Espacial en Epidemiología y Medio Ambiente*. Bogotá: s.e. <https://www.uv.es/antonio1/EEEMA/EEEMA.pdf>
- López-Bonilla, José. Yasmín Ponce-Rojas, Sergio Vidal-Beltrán, e Iván Zamudio-Castro. 2011. “Aplicación del método de Krige para el análisis de cobertura en un nodo B”. *Revista Nova Scientia* 2 (3): 16-31. <https://www.redalyc.org/pdf/2033/203318388002.pdf>
- López-Latorre, María y Marco Neira. 2016. “Influencia del cambio climático en la biología de *Aedes aegypti* (Diptera-Culicidae) mosquito transmisor de arbovirosis humanas”. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* 37 (2): 11-21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6369419>
- Lugones Miguel y Marieta Bermudez. 2012. “Dengue”. *Revista Cubana de Medicina General Integral* 28 (1): 123-26. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252012000100015
- Maguiña, Ciro, Fernando Osoreo, Luis Suárez, Leslie Soto y Karim Pardo. “Dengue clásico y hemorrágico: una enfermedad reemergente y emergente en el Perú”. *Revista Médica Herediana* 16 (2): 120-40. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v16n2/v16n2tr1.pdf>
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. 2013. *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: s.e. https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf

- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. “Boletines epidemiológicos”. Accedido el 1 de julio de 2019. <https://www.salud.gob.ec/boletín-epidemiologico-de-la-situación-del-dengue-en-ecuador-no-46-07-de-enero-de2014/>.
- . “Sistema de vigilancia SIVE-ALERTA. Enfermedades transmitidas por vectores”. Accedido el 4 de junio 2021. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/Vectores-SE-01.pdf>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador, Organización Panamericana de la Salud, y Organización Mundial de la Salud. 2007. “Estrategia de la Gestión Integrada para la prevención y control del dengue en el Ecuador”. *Revista de la OMS* 1-110. <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/EGI%20Dengue%20Ecuador%20FINAL1.pdf>.
- Montero, Roberto. 2016. “Modelos de regresión lineal múltiple”. *Revista de Economía Aplicada*. 2 (34): 1-61. https://www.ugr.es/~montero/matematicas/regresion_lineal.pdf
- More, Milagros y Carlos Castañeda. 2018. “Nuevo registro altitudinal de *Aedes aegypti* en la region de Piura, Perú”. *Revista Peruana Médica de Salud Pública* 35 (3): 534-536. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000300026
- Moore, Gendry, Louis Cline y Joseph Rivera. 1978. “*Aedes aegypti* in Puerto Rico: environmental determinants of larval abundance and relation to dengue virus transmission”. *Journal of Tropical Medical and Hygiene* 27 (6): 1225-31. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/727328>
- Navarro, Juan-Carlos, Adriana Zorrilla, y Nelson Moncada. 2009. “Primer registro de *Aedes albopictus* (Skuse) en Venezuela. Importancia como vector de dengue y acciones a desarrollar”. *Revista Boletín de Malariología y Salud Ambiental* 49 (1): 161-68. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S66.16166. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S169046482009000100013
- Ocazonez, Raquel, Sergio Gómez y Fabián Cortés. 2007. “Serotipo, Patrón de Infección y Dengue Hemorrágico en área Endémica Colombiana”. *Revista de Salud Pública* 9 (2): 262-74. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642007000200010
- Ochoa-Ortega, Max, María Casanova y María Díaz. 2015. “Análisis sobre el dengue, su agente transmisor y estrategias de prevención y control”. *Revista Archivos*

- Médicos Camagüey 19 (2): 189-202. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552015000200013
- Olmo, Mario. 2005. “La geoestadística como herramienta de análisis espacial de datos de inventario forestal”. *Revista Sociedad Española de Ciencias Forestales* 19 (6): 47-55. <https://www.researchgate.net/publication/40836599>
- ONU. “Informe de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano”. *Organización de las Naciones Unidas*. 4 de Diciembre de 2019. <https://www.dipublico.org/conferencias/mediohumano/A-CONF.48-14-REV.1>
- Organización Mundial de la Salud. *Geographical distribution of arthropod-borne disease and their principal vectors*. Suiza: Organización Mundial de la Salud, 1989. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/60575>
- . 2009. *Dengue: Guías para el diagnóstico, tratamiento, prevención y control*. La Paz. s.e. https://www.who.int/denguecontrol/resources/dengue_guidelinesrol/resources/dengue_guidelines_2009/es/.
- . “Agenda para el desarrollo sostenible”. Accedido el 4 de octubre 2019. <https://www.un.org/sustainable-development/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- . “Objetivos para el desarrollo sostenible”. Accedido el 4 de febrero de 2019. <https://www.who.int/topics/sustainable-development-goals/es/>
- . “Weekly Epidemiological Record (WER)”. Accedido el 7 de noviembre 2019. <https://www.who.int/wer/en/>
- . 2017. *Respuesta mundial para el control de vectores 2017-2030*. Zúrich.s.e. https://www.who.int/malaria/areas/vector_control/Draft-WHO-GVCR-2017-2030-esp.pdf?ua=1
- . “Dengue control epidemiology”. Accedido el 10 de marzo de 2019. <https://www.who.int/denguecontrol/epidemiology>
- . “Situación del dengue y dengue grave”. Accedido el 2 de octubre de 2019. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
- Organización Panamericana de la Salud. Dengue: “Alertas y actualizaciones epidemiológicas”. Accedido el 6 de Marzo de 2019. https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=rdmore&cid=2=2158&item=dengue&type=alerts&Itemid=40734&lang=es

- Ortega, Max, Maria Casanova, y María Dominguez. 2015. “Análisis sobre el dengue, su agente transmisor y estrategias de prevención y control”. *Revista Archivo Médico de Camaguey* 19 (2): 189-202. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=02552015000200013
- Padilla, Julio, Fredy Lizarazo, Olga Murillo, Fernando Mendigaña, Edwin Pachón, y Mauricio Vera. 2017. “Epidemiología de las principales enfermedades transmitidas por vectores en Colombia, 1990-2016”. *Revista Biomédica* 37 (2): 27-40. <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica.org/index.php/biomedica/article/view/3769/3688>
- Parra, Francisco. 2017. *Decomposición temporal con R*. Bogotá. s.e. https://rstudio-pubsstatic.s3.amazonaws.com/289564_7557e58aac42b1a8ca4689ee3cff.html
- Powell, Jeffrey y Walter Tabachnick. 2013. “History of domestication and spread of *Aedes aegypti*-A Review”. *Revista Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 108 (1): 11-17. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S007402762013000900011&script=sci_abstract
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. “IPCC Reportes”. Accedido el 3 de noviembre de 2019. https://archive.ipcc.ch/home_languages_mainspanish.shtml
- Paupy, C, H Delatte, L Bagny, E Corbel y D Fontenille. 2009. “*Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light”. *Journal Microbes Infection*. 11(4): 14-25. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S12864557909001051>
- Ponce, Patricio, Diego Morales, Adriana Argoti y Varsovia Cevallos. 2017. “First record of *Aedes albopictus*, the Asian tiger mosquito in Ecuador”. *Journal of Medical Entomology* 20 (20): 1-2. <http://www.investigacionosalud.gob.ec/webs/airev/wp-content/uploads/2018/02/tjx165.pdf>
- Porras, Alberto. 2017. “Método Kriging de inferencia espacial”. *Revista Repositorio Nacional CONACYT* 8 (2): 37-65. <https://www.repositorionacionalcti.mx/recurso/oai:centrogeo.repositorioinstitucional.mx:1012/160>
- Ramírez, Liliana. 2007. “La vulnerabilidad sanitaria y epidemiológica. Aportes metodológicos que permiten definir áreas sanitarias y epidemiológicas críticas y la población en riesgo en la provincia del Chaco”. *El Crecimiento urbano y salud ambiental en ciudades intervenidas*, editado por Cámara Ecuatoriana del Libro. 334-397. Quito.

- Real-Cotto, Jhony, Mary Regato, Virginia Burgos, y Eduardo Jurado. 2017. "Evolución del virus del dengue en el Ecuador. Período 2000 a 2015". *Revista Anales de la Facultad de Medicina*. 78 (1): 29-35. [Http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832017000100005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832017000100005)
- Reiter, Paul. 1998. "Aedes albopictus and the world trade in use tires, 1988-1995: The shape of things to come?". *Journal of the American Mosquito Control Association* 4 (1): 83-94. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9599329/>
- Ríos, Fernando. 2004. "Aspectos entomológicos del dengue". *Revista de la Asociación Colombiana de Infectología* 8 (3): 231-35. <https://www.revistainfectio.org/index.php/infectio/article/view/252>
- Rodriguez-Licea, Gabriela, José García-Salazar y Juvencio Hernández-Martínez. 2016. "Identification of clusters to boost the productive chains of met in Mexico". *Revista Agronomía Mesoamericana*. 27 (2): 25-48. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/437/43745945013/html/index.html>
- Sánchez, Jesús. 2004. *Introducción a la Estadística Empresarial*. Malaga. s.e. <https://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/jsf/jsf.htm>
- Serrano, Rosina y Esther Valcarce. 2002. "Econometría espacial: nuevas técnicas para el análisis regional. Una aplicación a las regiones europeas". *Revista de investigación regional* 20 (1): 83-106. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28900104>
- SENPLADES. "Servicios básicos en provincias de la costa ecuatoriana". *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Ecuador*. 7 de junio de 2018. <https://www.planificacion.gob.ec>
- Scholte, Ernest-Jan y Francis Schaffner. 2007. "Waiting the tiger: establishment and spread of the Aedes albopictus mosquito in Europe". *En Emerging pests and vector-borne diseases in Europe*. 2 (7): 23-34. <https://www.redalyc.org/pdf/3220/322028481007.pdf>.
- Siabato, Willington y Jhon Guzmán-Manrique. 2019. "La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa". *Revista Colombiana de Geografía* 28 (8): 1-22. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/76919>
- Steward, Ana y Rachel Lowe. 2013. "Climate and Non-Climate Drivers of Dengue Epidemics in Southern Coastal Ecuador". *Journal American Society of Tropical Medicine and Hygiene* 88 (5): 971-81. <https://www.researchgate.net.net/publication/235>

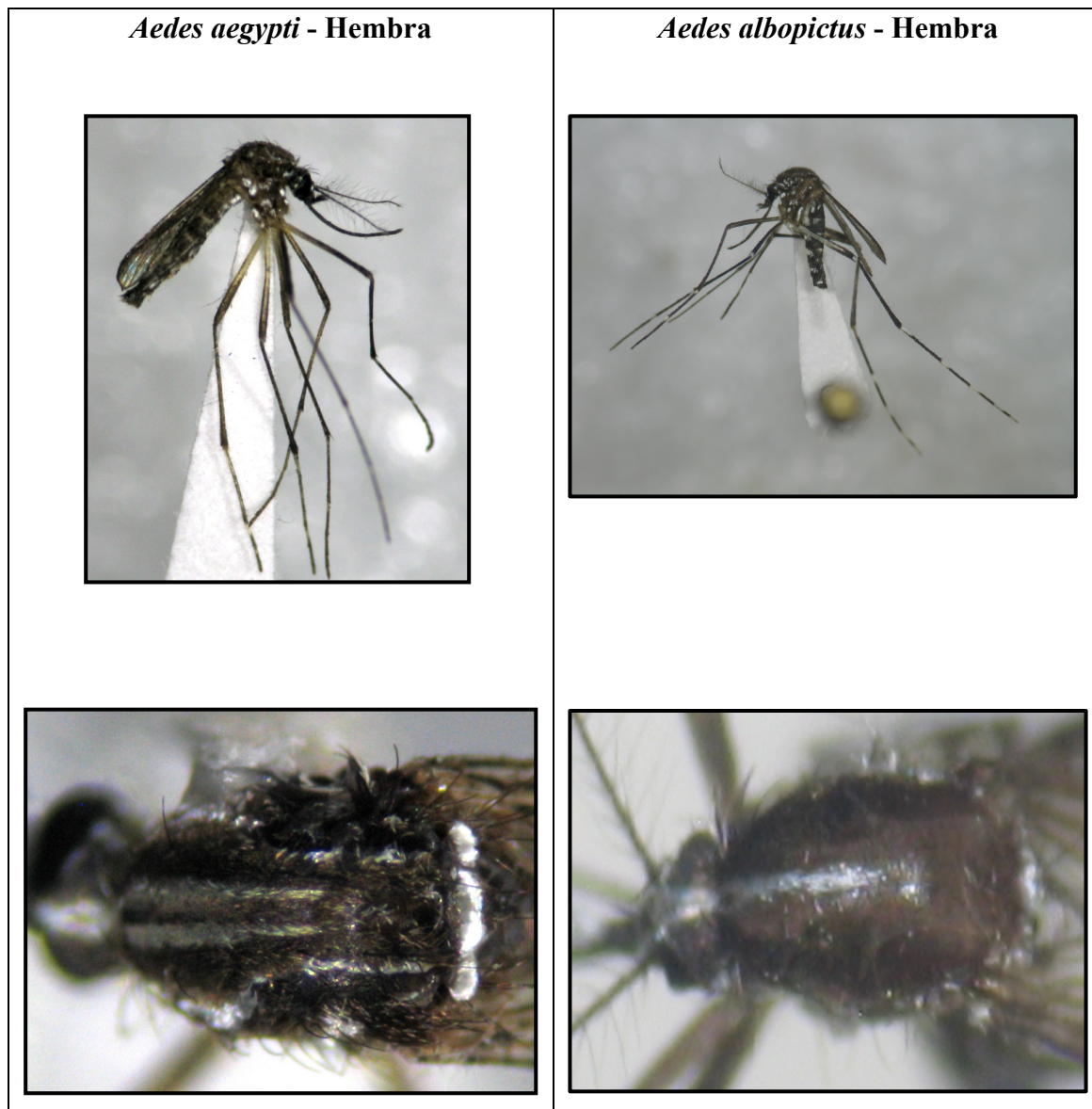
905536_Climate_and_Non-Climate_Drivers_of_Dengue_Epidemics_in_Southern_Coastal_Ecuador

- Steward, Anna, Valerie Luzadis, Mercy Borbor-Cordova y Mercy Silva. 2014. “A social-ecological analysis of community perceptions of dengue fever and *Aedes aegypti* in Machala, Ecuador”. *Journal BMC Public Health* 14 (8): 1-12. https://www.researchgate.net/publication/267874168_A_Socio_ecological_analysis_of_community_perceptions_of_dengue_fever_and_aedes_aegypti_in_Machala_Ecuador
- Steven, Juliano y Phillip Lounibos. 2005. “Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health”. *Journal Ecology* 2 (8): 558-74. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1461-0248.2005.00755.x>
- Sorensen, Cecilia, Mercy Borbor-Cordova, Emilie Calvellido-Hynes, Avriel Diaz, Anna Stewart-Ibarra. 2017. “Climate Variability, Vulnerability, and Natural Disasters: A Case Study of Zika Virus in Manabí, Ecuador Following the 2016 Earthquake”. *Journal GeoHealth* 1 (3): 298-304. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017GH000104>
- Tabachnick, Walter. 1991. “Evolutionary genetics and arthropod-borne disease: the yellow fever mosquito”. *Journal American Entomologist* 37 (1): 14-26. https://www.researchgate.net/publication/233617049_Evolutionary_Genetics_and_Arthropod-borne_Disease_The_Yellow_Fever_Mosquito
- Tantawichien, Terapong. 2012. “Dengue fever and dengue hemorrhagic fever in adolescents and adults”. *Journal Pediatrics and international child health* 32 (1): 22-7. https://www.researchgate.net/publication/225279190_Dengue_fever_and_dengue_haemorrhagic_fever_in_adolescents_and_adults
- Triana-Vidal, Luz., Morales-Gracia, Mónica., Arango-Cárdenas, Marisol., y Cuartas Daniel. 2019. “Análisis de la distribución espacial y temporal de los virus Dengue (2006-2017), Zika (2015-2017) y Chikungunya (2014-2017) en Colombia”. *Revista de Infectología* 23 (4): 250-352. <https://revistainfectio.org/index.php/infectio/article/view/810>
- Uribe, Luis. 1983. “El problema del control de *Aedes aegypti* en América”. *Revista Bol Of Sanit Panam* 94 (5): 473-481. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/106/10665.2/16521/v94n5p473.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Valero, Nereida y Andrés Levi. 2008. "Perspectivas futuras en el desarrollo de vacunas para dengue". *Revista de Investigación Clínica* 49 (2): 135-38. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332008000200001
- Villavicencio, Jhon. 2010. *Introducción a series de tiempo*. Buenos Aires. s.e. http://www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/LinkClick.aspx?fileticket=4_BxecUaZ mg%3D
- Watts, Douglas., Donald Burke, y Bruce Harris. 1987. "Effect of temperature on the vector efficiency of *Aedes aegypti* for Dengue 2 Virus". *Journal of Tropical medicine and Hygiene* 36 (1): 143-152. <https://www.ajtmh.org/view/journals/tp/md/36/1/article-p143.xml>

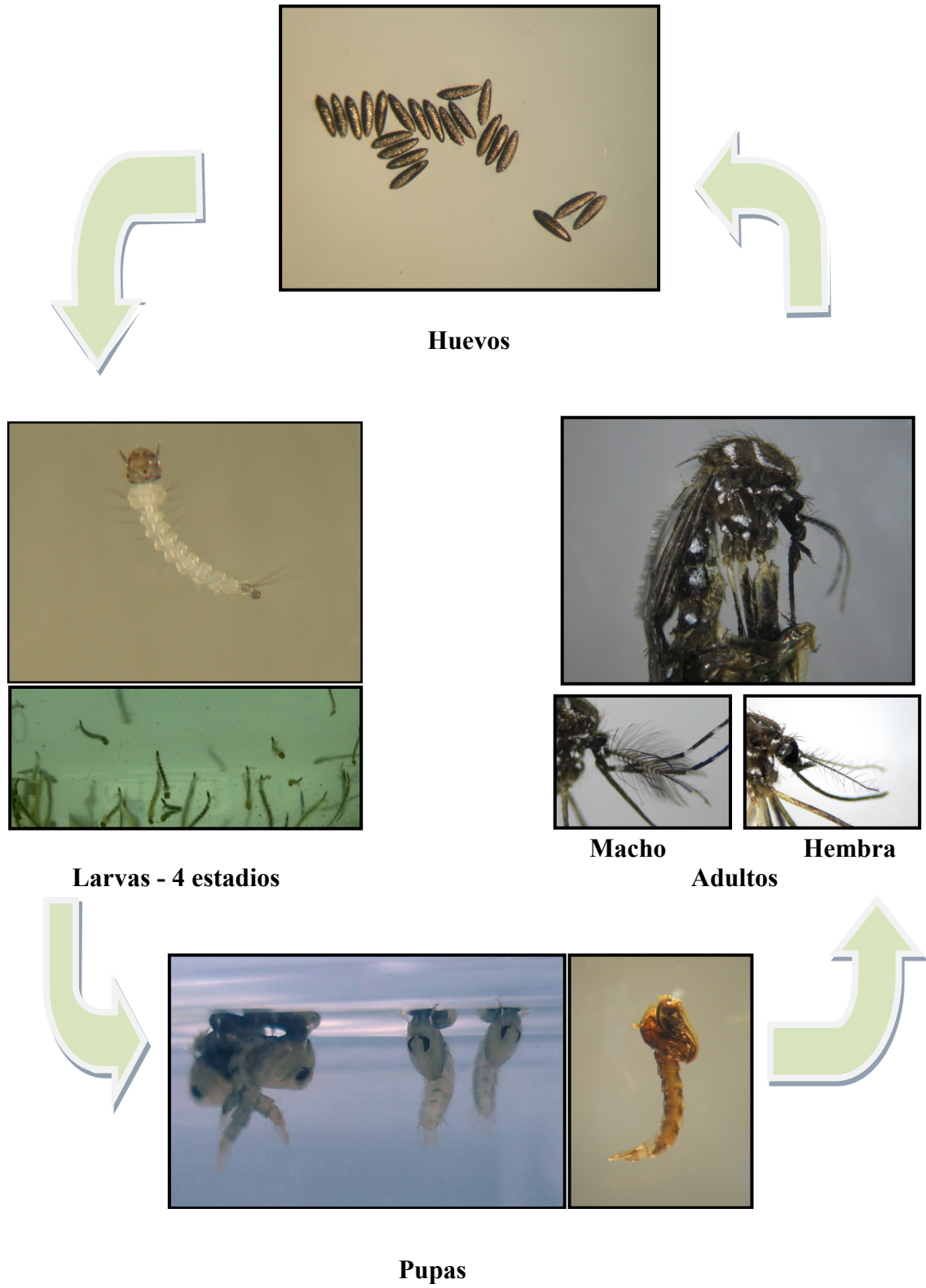
Anexos

Anexo 1: Vectores del dengue registrados en el Ecuador: *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, vista lateral y dorsal (tórax)



Fuente: Instituto de Investigación en Zoonosis-CIZ
Elaboración propia

Anexo 2: Ciclo de vida de mosquitos Diptera: Culicidae (*Aedes aegypti*)



Anexo 3: Criterios de hospitalización para pacientes con dengue en el Ecuador

<p>Uno solo de cualquiera de los signos de alarma, es suficiente como criterio de hospitalización.</p> <p>SIGNOS DE ALARMA: Dolor abdominal de instalación brusca, inquietud, irritabilidad, decaimiento, somnolencia, postración excesiva, descenso brusco de temperatura, náusea y vómitos frecuentes, sudoración abundante, piel fría y húmeda, palidez marcada, distensión abdominal, sangrado de nariz y encías, vómitos con sangre, heces con sangre, sangrado de cualquier parte del cuerpo, dificultad para respirar, dolor torácico, líquido en serosas demostrado por Rayos X</p>
Cualquier tipo de sangrado
Hallazgos de Laboratorio Clínico que demuestran plaquetas igual o menor de 100.000 y hematocrito igual o mayor del 20% de su valor inicial o evidencia de derrames pleural o abdominal.
Marcado decaimiento.
Intolerancia a líquidos por vía oral.
Domicilio lejano.
Desnutridos graves, Cardiópatas, Diabéticos, inmunocomprometidos, Epilépticos.

Fuente: Estrategia de Gestión Integrada para la prevención y control del dengue en Ecuador-Ministerio de Salud Pública del Ecuador; Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud 2007
Elaboración Propia

Anexo 4: Códigos R Software estadístico, series temporales

```

library(ggplot2)
remove(list=ls())
tasas=read.csv("/Users/franklinnorbertovacamoyano/Desktop/Datos_abiertos_EH_2017/cantesmabespectral.csv",sep=";")
attach(tasas)
names(tasas)
plot(ano,tasa,"l")
mes=factor(mes,levels=c("enero","febrero","marzo","abril","mayo","junio","julio","agosto","septiembre","octubre","noviembre","diciembre"))
month=aggregate(tasa,list(mes,provincia),mean)
month
par(mfrow=c(1,2))
plot(month$Group.1[month$Group.2=="emeraldas"],
month$x[month$Group.2=="emeraldas"],ylim=c(0,0.8),"l")
plot(month$Group.1[month$Group.2=="manabi"],
month$x[month$Group.2=="manabi"],ylim=c(0,0.8),"l")

ggplot(data=month,aes(x=month$Group.1, y=month$x, group=month$Group.2))+
geom_line(aes(color=month$Group.2))+
geom_point(aes(color=month$Group.2))

tot=aggregate(tasa,list(mes,ano,provincia),mean)
esemts=ts(tot$x[tot$Group.3=="emeraldas"],frequency = 12,start=c(2010,1))
plot.ts(esemts)
esmetsdescomp=decompose(esemts)
esmetsdescomp$seasonal
plot(esmetsdescomp)

manbts=ts(tot$x[tot$Group.3=="manabi"],frequency = 12,start=c(2010,1))
plot.ts(manbts)
manbtsdescomp=decompose(manbts)
manbtsdescomp$seasonal
plot(manbtsdescomp)

```

Fuente y Elaboración propia

Anexo 5: Códigos R Software estadístico, semivariogramas y representación del modelo espacial (mapas)

```

library(sp)
library(rgdal)
library(raster)
library(maptools)
library(RColorBrewer)
library(gridExtra)
library(ggplot2)
library(gstat)
library(lattice)
library(latticeExtra)
cantEM=readOGR("/Users/franklinnorbertovacamoyano/Desktop/Datos_abiertos_EH_2017/", "Esmeraldas Manabi Cant")
plot(cantEM, axes=T)
my.palette<-brewer.pal(n=6, name="OrRd")
spplot(cantEM, "t2010")
cantEM$Tasa.2010=as.numeric(as.character(cantEM$t2010))
cantEM$Tasa.2011=as.numeric(as.character(cantEM$Tasa.2011))
cantEM$Tasa.2012=as.numeric(as.character(cantEM$Tasa.2012))
cantEM$Tasa.2013=as.numeric(as.character(cantEM$Tasa.2013))
cantEM$Tasa.2014=as.numeric(as.character(cantEM$Tasa.2014))
cantEM$Tasa.2015=as.numeric(as.character(cantEM$Tasa.2015))
cantEM$Tasa.2016=as.numeric(as.character(cantEM$Tasa.2016))
cantEM$Tasa.2017=as.numeric(as.character(cantEM$Tasa.2017))

spplot(cantEM, c("Tasa.2010", "Tasa.2011", "Tasa.2012",
"Tasa.2013", "Tasa.2014", "Tasa.2015",
"Tasa.2016", "Tasa.2017"), col.regions=my.palette, cuts=6)

parr=readOGR("/Users/franklinnorbertovacamoyano/Desktop/Datos_abiertos_EH_2017/", "Esmeraldas Manabi parr")
plot(parr)
my.palette<-brewer.pal(n=6, name="OrRd")
spplot(parr, "Tasa.2010")
parr$Tasa.2010=as.numeric(as.character(parr$Tasa.2010))
parr$Tasa.2011=as.numeric(as.character(parr$Tasa.2011))
parr$Tasa.2012=as.numeric(as.character(parr$Tasa.2012))
parr$Tasa.2013=as.numeric(as.character(parr$Tasa.2013))
parr$Tasa.2014=as.numeric(as.character(parr$Tasa.2014))
parr$Tasa.2015=as.numeric(as.character(parr$Tasa.2015))
parr$Tasa.2016=as.numeric(as.character(parr$Tasa.2016))
parr$Tasa.2017=as.numeric(as.character(parr$Tasa.2017))
spplot(parr, c("Tasa.2010", "Tasa.2011", "Tasa.2012",
"Tasa.2013", "Tasa.2014", "Tasa.2015",
"Tasa.2016", "Tasa.2017"), col.regions=my.palette, cuts=6, ncol=4)
parr.utm=spTransform(parr, CRS("+proj=utm +zone=17 +south +datum=WGS84 +units=m +no_defs"))

Cantones=read.csv("/Users/franklinnorbertovacamoyano/Desktop/Datos_abiertos_EH_2017/episigprecipitacion.csv", sep=";")
plot(Cantones$LONG.GD, Cantones$LAT.GD)
UTM17S<-"+proj=utm +zone=17 +south +datum=WGS84 +units=m +no_defs"
long=Cantones$LONG.GD
lat=Cantones$LAT.GD
coord.UTM17S<-as.data.frame(project(cbind(long, lat), UTM17S))
plot(cantEM, axes=T, add=T)
points(coord.UTM17S, col="red", pch=19)
Cantones$longN=coord.UTM17S$long
Cantones$latN=coord.UTM17S$lat

```

```

x.range<- range(Cantones$longN)
y.range<-range(Cantones$latN)
grd<-expand.grid(x=seq(x.range[1]-19000,x.range[2]+24000,500),
  y=seq(y.range[1]-45000,y.range[2]+55000,500))
coordinates(grd)<- ~x+y
gridded(grd)<-TRUE
plot(grd)
attach(Cantones)

#Enero2010
Cantones20101=as.data.frame(subset(Cantones,ANO==2010,select=c(ENERO,longN,latN)))
attach(Cantones20101)
coordinates(Cantones20101)<- ~longN+latN
var20101<-variogram(ENERO~1,cutoff=500000,width=10000,data=Cantones20101)
plot(var20101)
plot(var20101$dist,var20101$gamma,col="blue")
v.fit=fit.variogram(var20101,vgm("Gau",nugget=500,sill=2500,range=1.8e5))
plot(var20101,v.fit)
G_str=gstat(NULL,id="OBS1",formula=ENERO~1,data=Cantones20101,model=v.fi)
krige01=predict(G_str,grd)
image(krige01,legend.only=TRUE)
plot(raster(krige01))
e2010=raster(krige01)
e2010=crop(e2010,parr.utm)
e2010=mask(e2010,parr.utm)
plot(e2010)
plot(cantEM,add=T)

cantEM2010s <-
stack(e2010,f2010,mz2010,ab2010,my2010,jn2010,jl2010,ag2010,s2010,oc2010,nv2010,d2010)
spplot(cantEM2010s,col.regions=rev(terrain.colors(100)))+
  layer(sp.polygons(parr.utm,lwd=0.4,col="black"))

```

Fuente y Elaboración propia

Anexo 6: Códigos R Software estadístico, test de Moran I y análisis LISA

```

library(rgdal)
library(sp)
library(spdep)
library(raster)
library(maptools)

EM<-
st_read("/Users/franklinbertovacamoyano/Desktop/Datos_abiertos_EH_2017/tasasnumeros.shp")
plot(EM,axes=T)
EM.sf=st_transform(EM,crs="+proj=utm +zone=17 +south +datum=WGS84 +units=m +no_defs")

EMsp=as(EM.sf,"Spatial")
class(EMsp)
plot(EMsp,border="grey",col="yellow",axes=T)
sacb=poly2nb(EMsp,queen = T)
summary(sacb)
sacw=nb2listw(sacb,style="W")
sacw$weights[[2]]
plot(sacw,coords=coordinates(EMsp),add=T,col=2)
moran.test(EMsp$t2010,listw=sacw)
geary.test(EMsp$t2010,listw=sacw)

localG10=localG(x=as.numeric(EMsp$t2010),listw=sacw,zero.policy = TRUE)
localG10=round(localG10,4)
EMsp$IGm10=localG10[1:31]
spplot(EMsp,"IGm10",col.regions=lm.palette(20),cuts=8,col="grey")

spplot(EMsp,c("IGm10","IGm11","IGm12","IGm13","IGm14","IGm15","IGm16","IGm17"),
as.table=T,col.regions=lm.palette(25),pretty=T)

spplot(EMsp,"IGm10",col.regions=lm.palette(20),cuts=8,col="grey")
moran.plot(EMsp$t2010,listw=sacw,labels=as.character(EMsp$NOM_CANTON),pch=19,cex=0.5)
moran.plot(EMsp$t2011,listw=sacw,labels=as.character(EMsp$NOM_CANTON),pch=19)
moran.plot(EMsp$t2012,listw=sacw,labels=as.character(EMsp$NOM_CANTON),pch=19)
moran.plot(EMsp$t2013,listw=sacw,labels=as.character(EMsp$NOM_CANTON),pch=19)
moran.plot(EMsp$t2014,listw=sacw,labels=as.character(EMsp$NOM_CANTON),pch=19)
moran.plot(EMsp$t2015,listw=sacw,labels=as.character(EMsp$NOM_CANTON),pch=19)
moran.plot(EMsp$t2016,listw=sacw,labels=as.character(EMsp$NOM_CANTON),pch=19)
moran.plot(EMsp$t2017,listw=sacw,labels=as.character(EMsp$NOM_CANTON),pch=19)

lm10=localmoran(EMsp$t2010,listw=sacw,zero.policy = T)
EMsp$lm10<-lm10[,4]
lm.palette<-colorRampPalette(c("red","white","blue","blue4"),space="rgb")
spplot(EMsp,zcol="lm10",col.regions=lm.palette(20),pretty=T,main="2010")

lm13=localmoran(EMsp$t2013,listw=sacw,zero.policy = T)
EMsp$lm13<-lm13[,4]
spplot(EMsp,zcol="lm13",col.regions=lm.palette(20),pretty=T,main="2013")

colorRampPalette(c("red","white","white","blue4","purple4"),space="rgb")

spplot(EMsp,c("lm10","lm11","lm12","lm13","lm14","lm15","lm16","lm17"),
as.table=T,col.regions=lm.palette(25),pretty=T)

summary(EMsp)

```

Fuente y Elaboración propia

Anexo 7: Códigos R Software estadístico, correlación de las variables sociales

```

dataME=read.csv("/Users/franklinnorbertovacamoyano/Desktop/Datos_abiertos_EH_2017/socialt
asaesmeraldasmanabicantonal.csv",sep=";")
dataME
names(dataME)
attach(dataME)
plot(X2010~porcentaje.pobres)
plot(X2011~porcentaje.pobres)
plot(X2012~porcentaje.pobres)

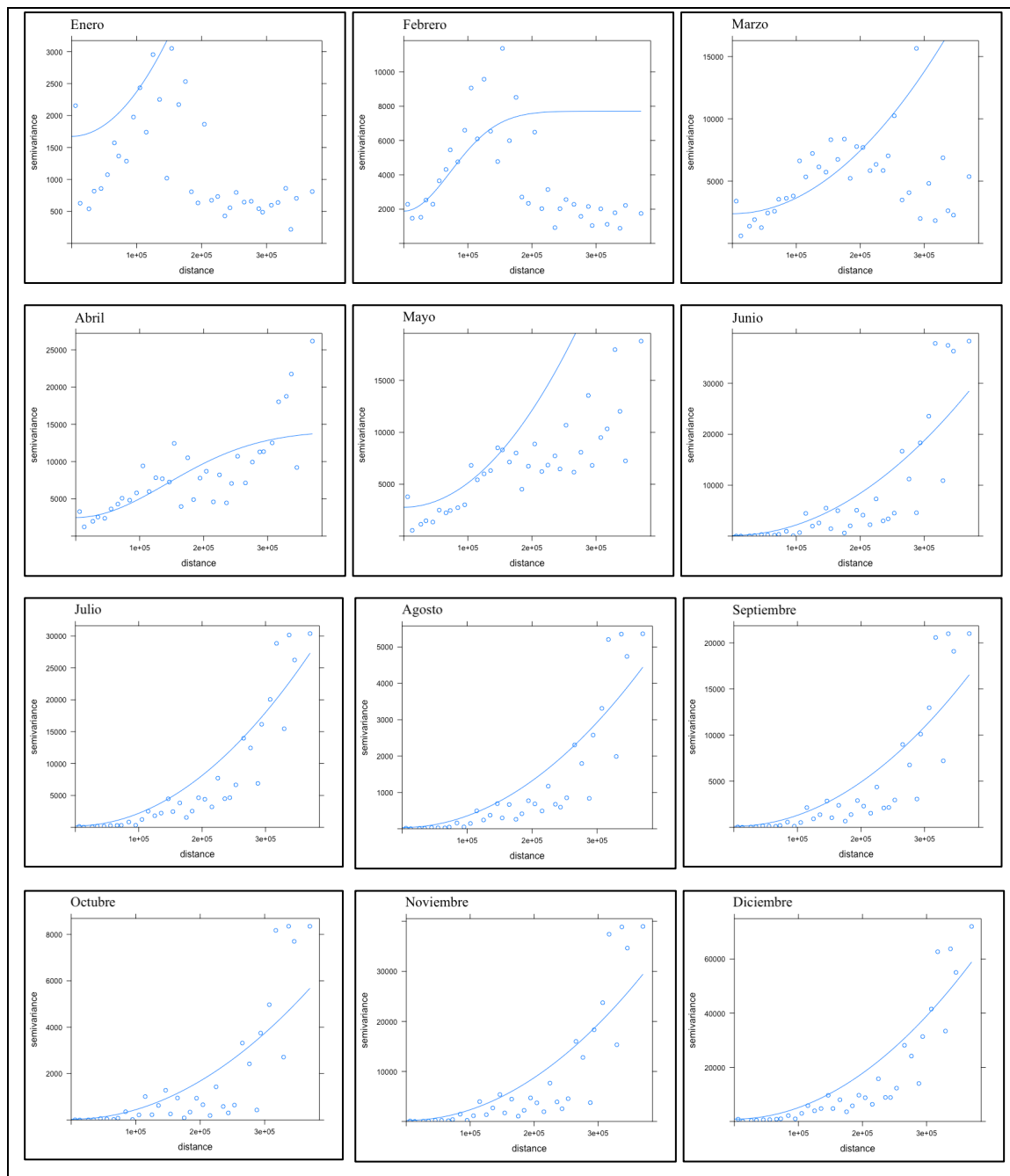
cor(X2010,porcentaje.pobres)
cor(X2011,porcentaje.pobres)

summary(lm(X2010~porcentaje.pobres))
summary(lm(X2011~porcentaje.pobres))
Vnoad=(Vcuartos+Vmediagua+Vrancho+Vcovacha+Vchoza)/Vtotal_hogares
Vnoad
plot(X2010~Vnoad)
plot(X2011~Vnoad)
aguaNA=(a.pozo+a.vertiente+a.carro.repartidor+a.otro)/a.total
plot(X2010~aguaNA)
plot(X2011~aguaNA)
plot(X2012~aguaNA)
cor.test(X2010,aguaNA)
cor.test(X2011,aguaNA)
cor.test(X2012,aguaNA)
basura=(b.arrojan.en.terreno.bald.o.o.quebrada+b.queman+b.entieran+
b.entieran+b.la.arrojan+b.otra.forma)/btotal_hogares
plot(X2010~basura)
plot(X2011~basura)
plot(X2012~basura)
cor.test(X2010,basura)
cor.test(X2011,basura)
cor.test(X2012,basura)
plot(X2010~X2011)
plot(X2011~X2012)
plot(X2012~X2013)
plot(X2015~X2016)
cor.test(X2010,X2011)
cor.test(X2011,X2012)
cor.test(X2012,X2013)
cor.test(X2013,X2014)
cor.test(X2014,X2015)
cor.test(X2015,X2016)
cor.test(X2016,X2017)

```

Fuente y Elaboración propia

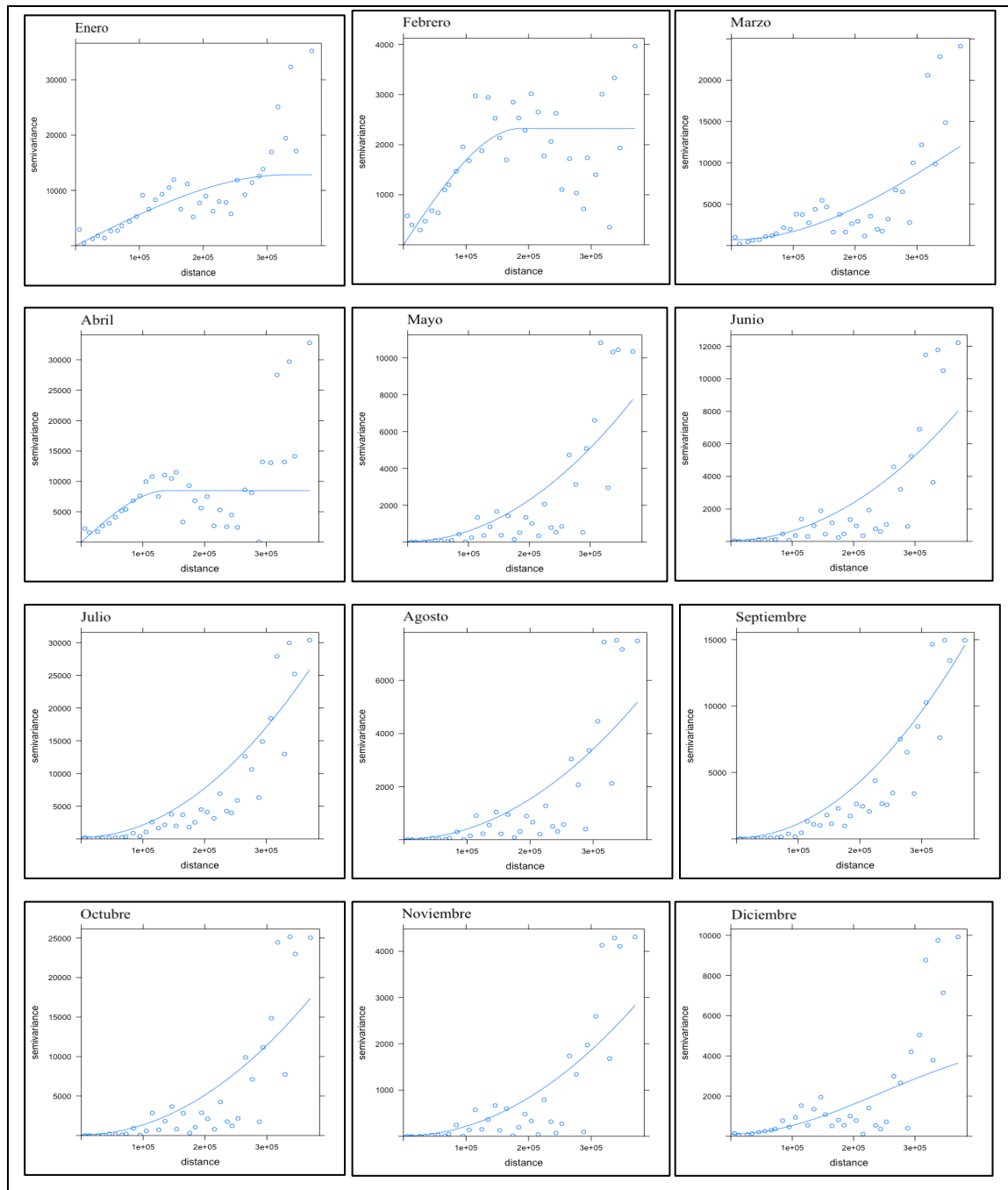
Anexo 8: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2010



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

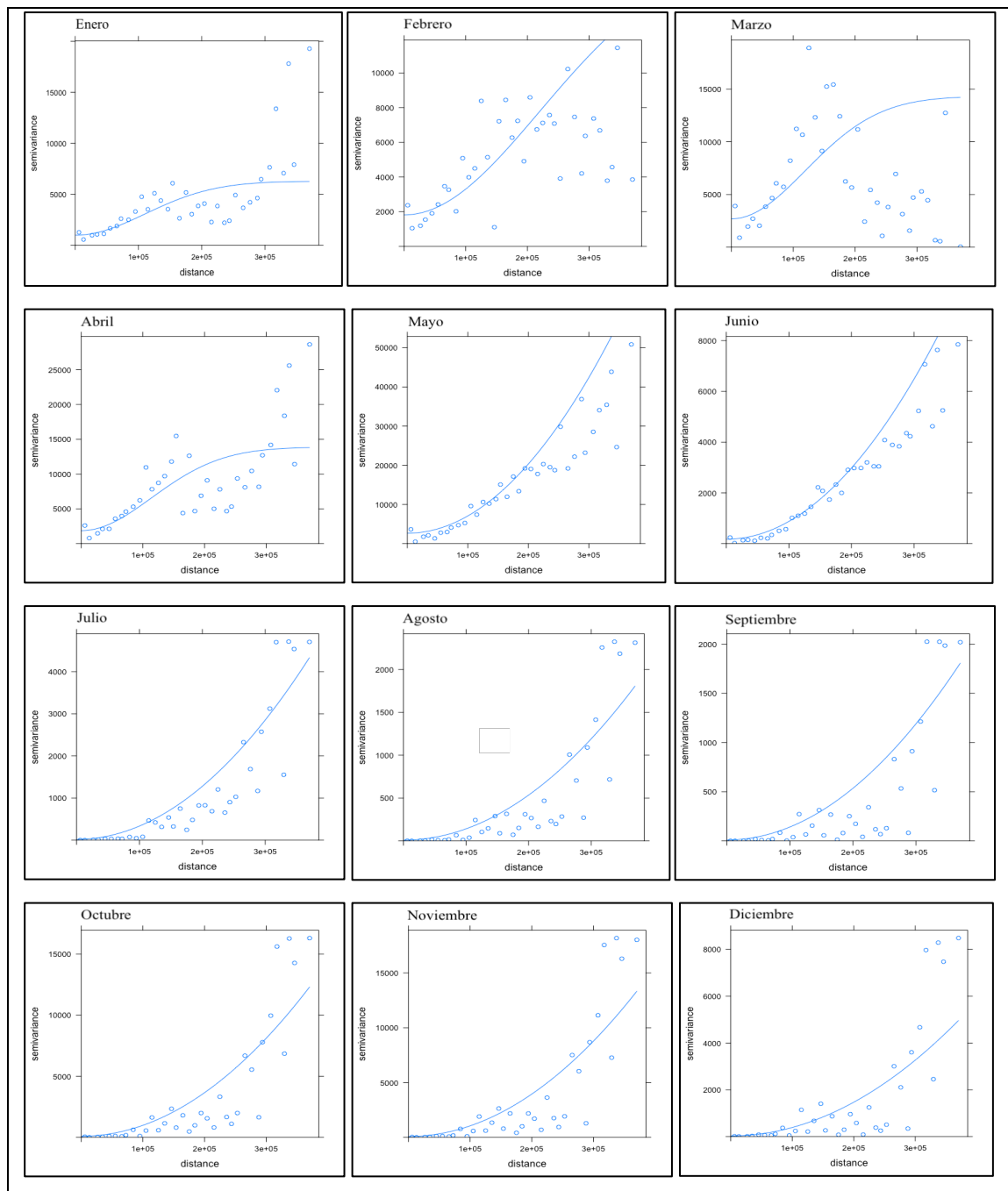
Anexo 9: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2011



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

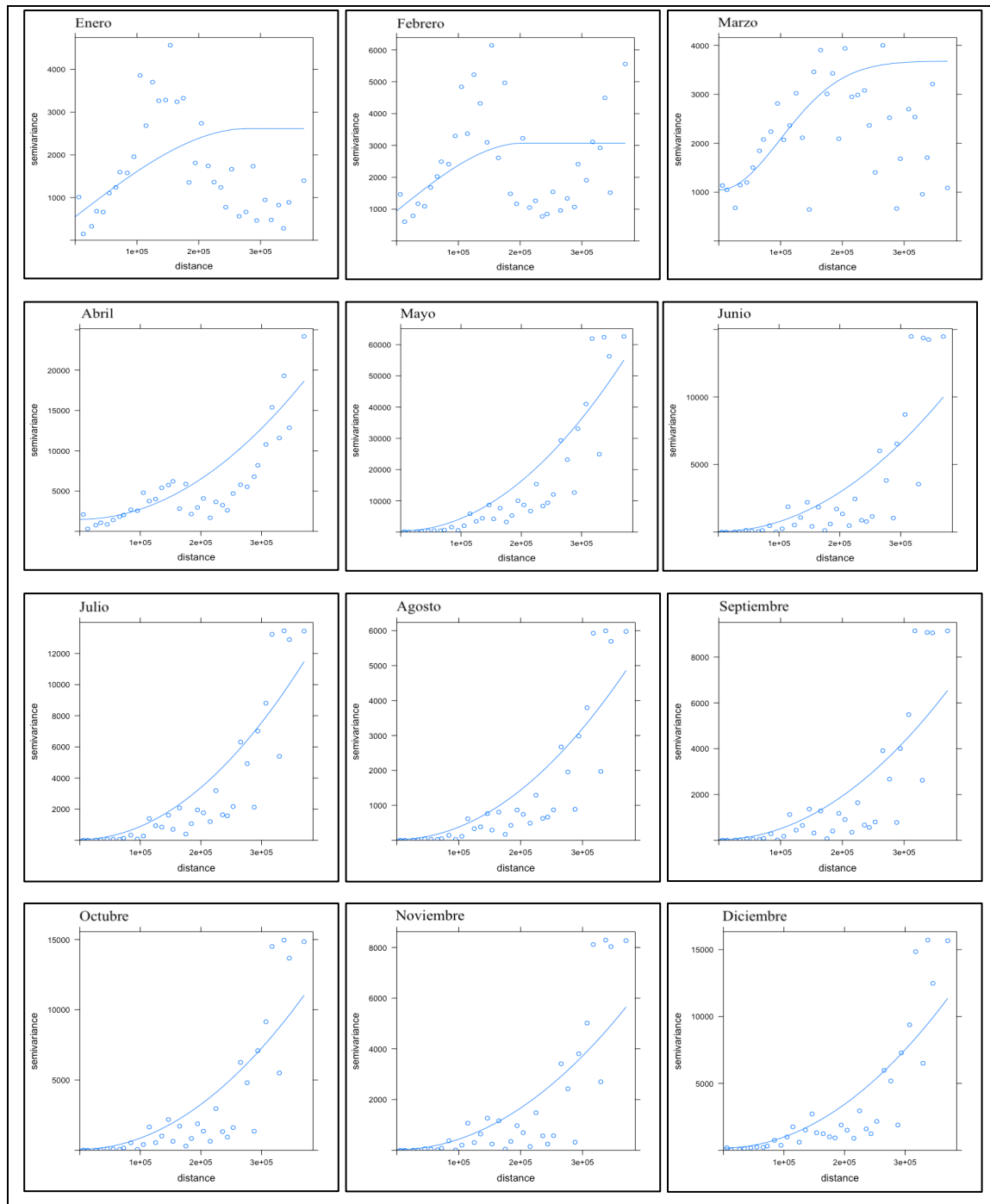
Anexo 10: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2012



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

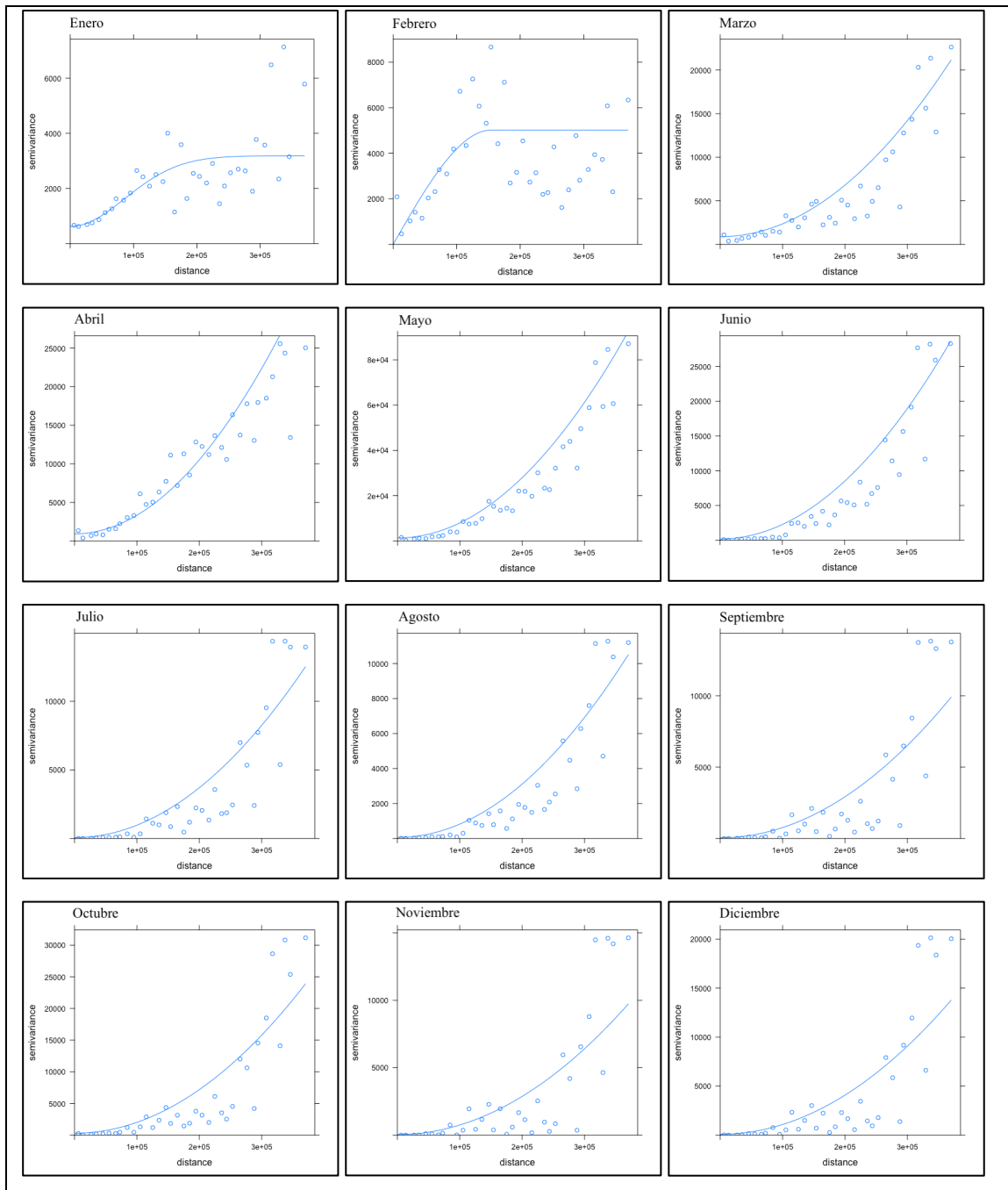
Anexo 11: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2013



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

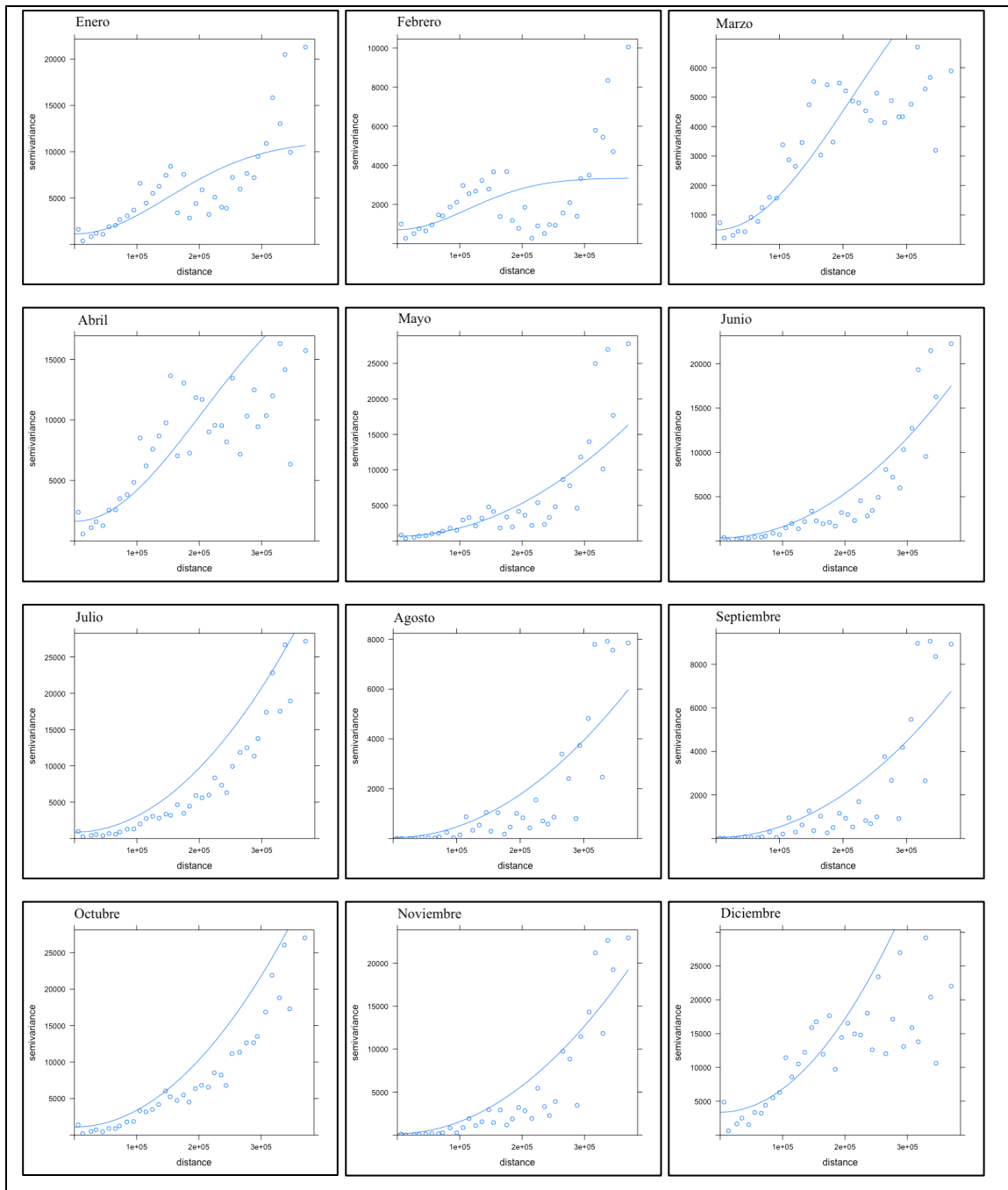
Anexo 12: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2014



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

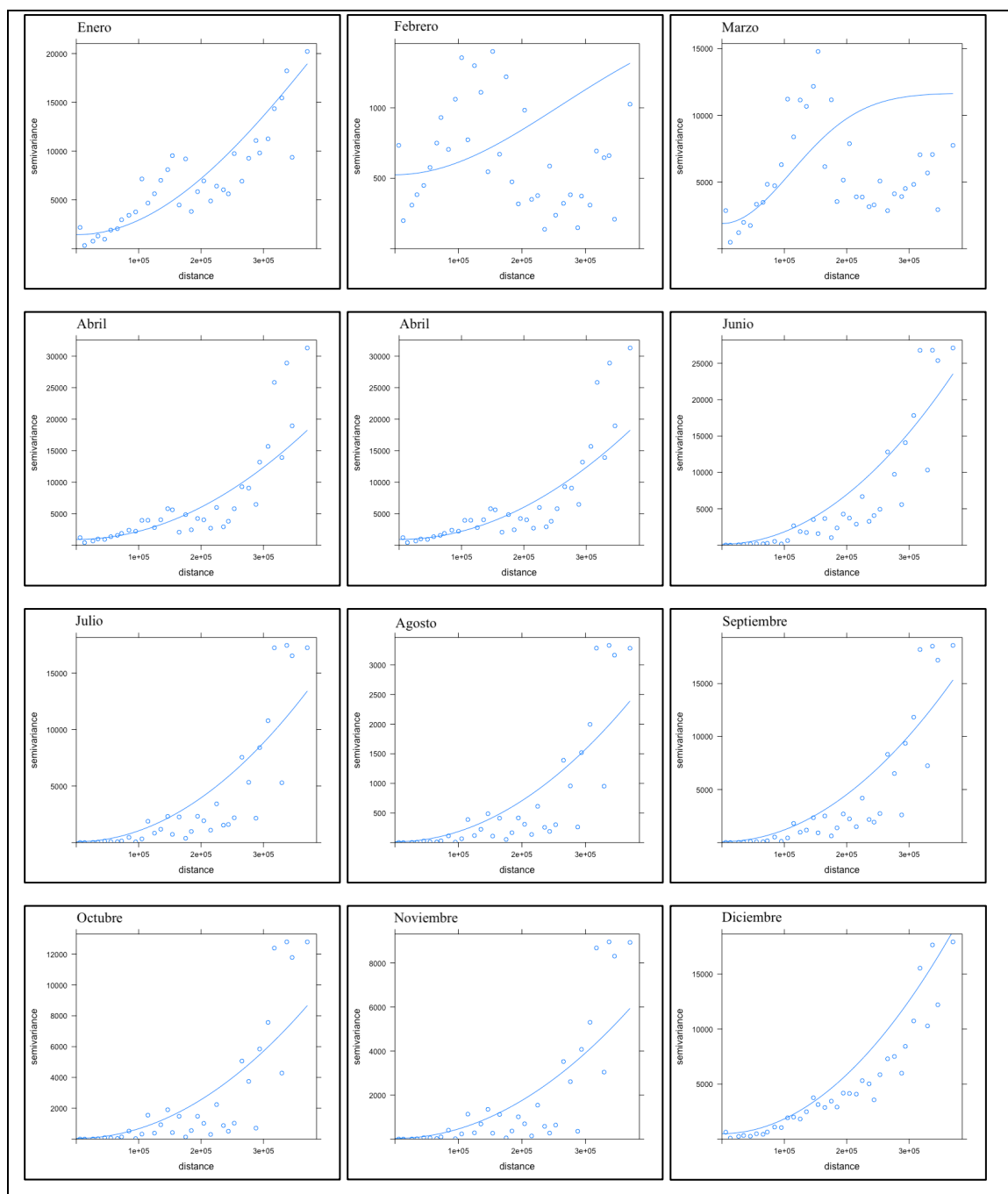
Anexo 13: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2015



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

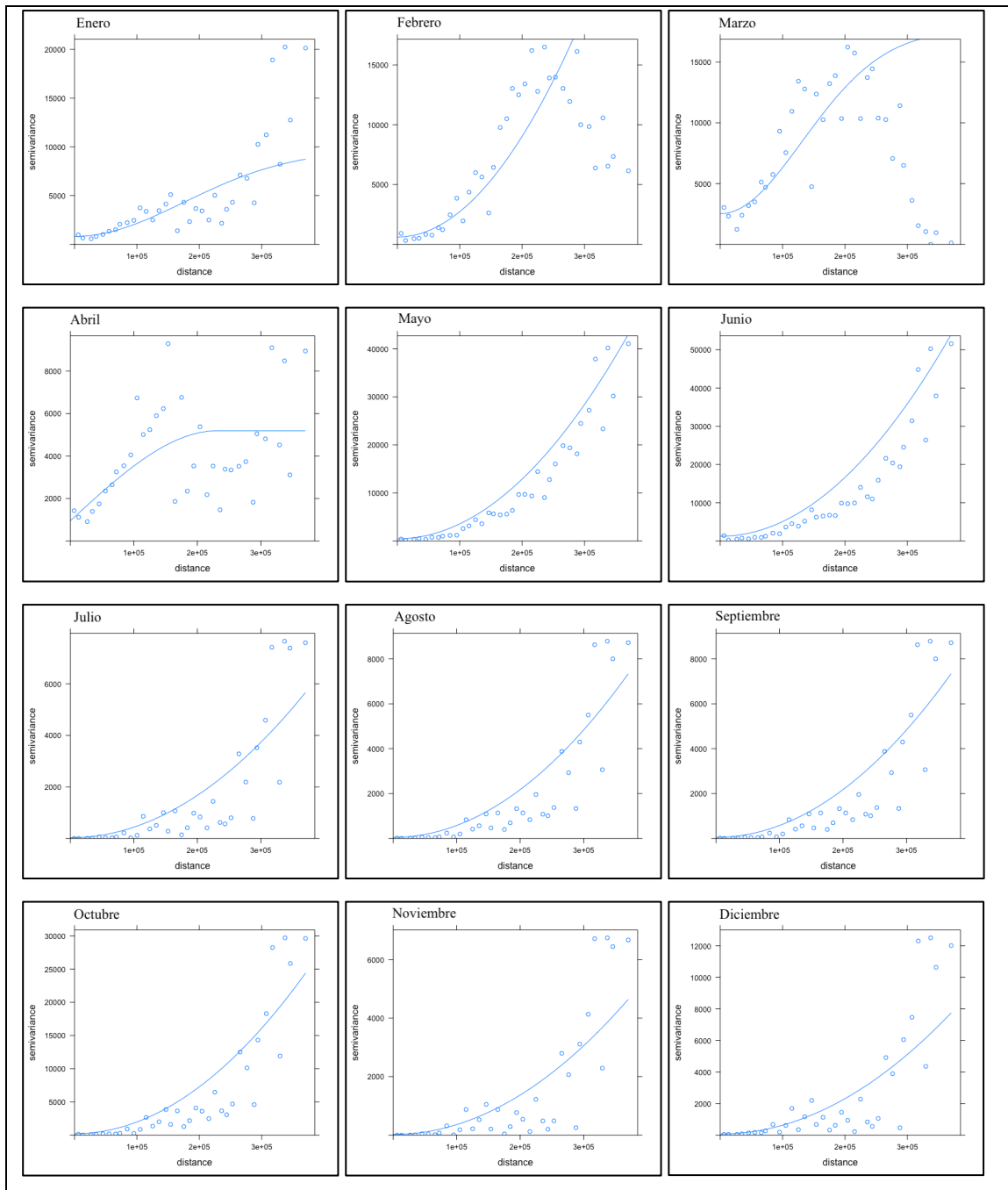
Anexo 14: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2016



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

Elaboración propia

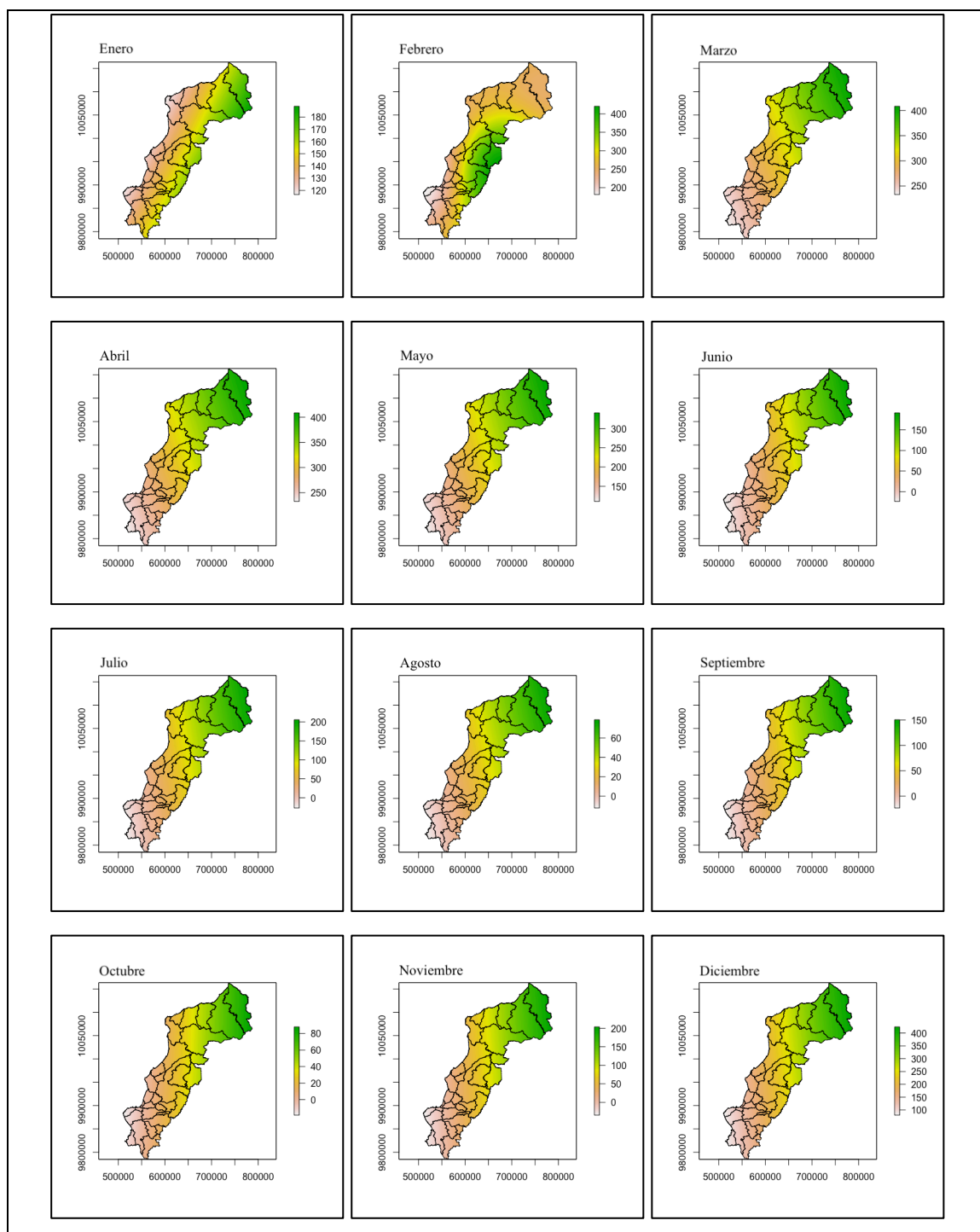
Anexo: 15: Semivariogramas sobre la precipitación mensual generados para la provincia Esmeraldas correspondientes al año 2017



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

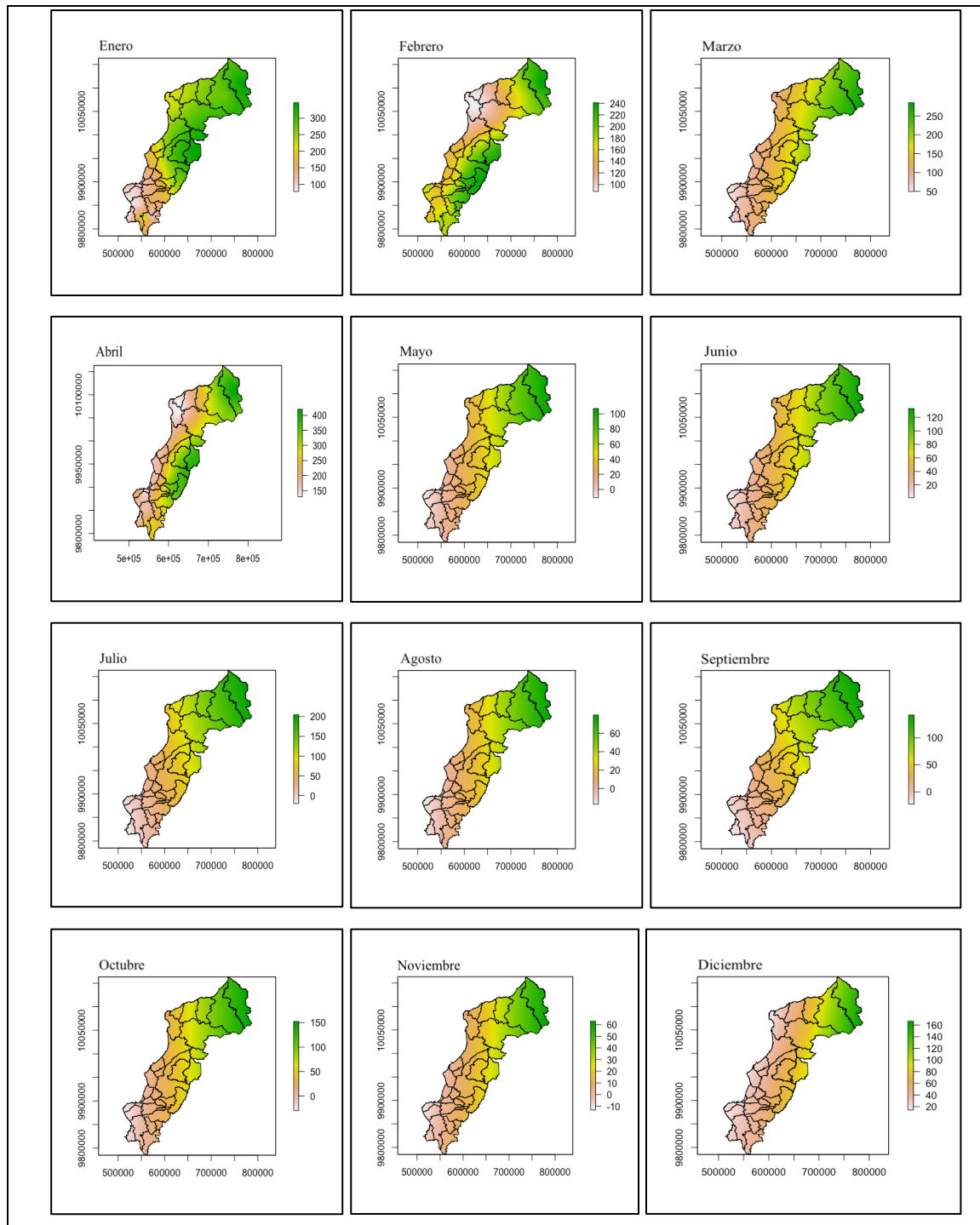
Elaboración propia

Anexo16: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2010



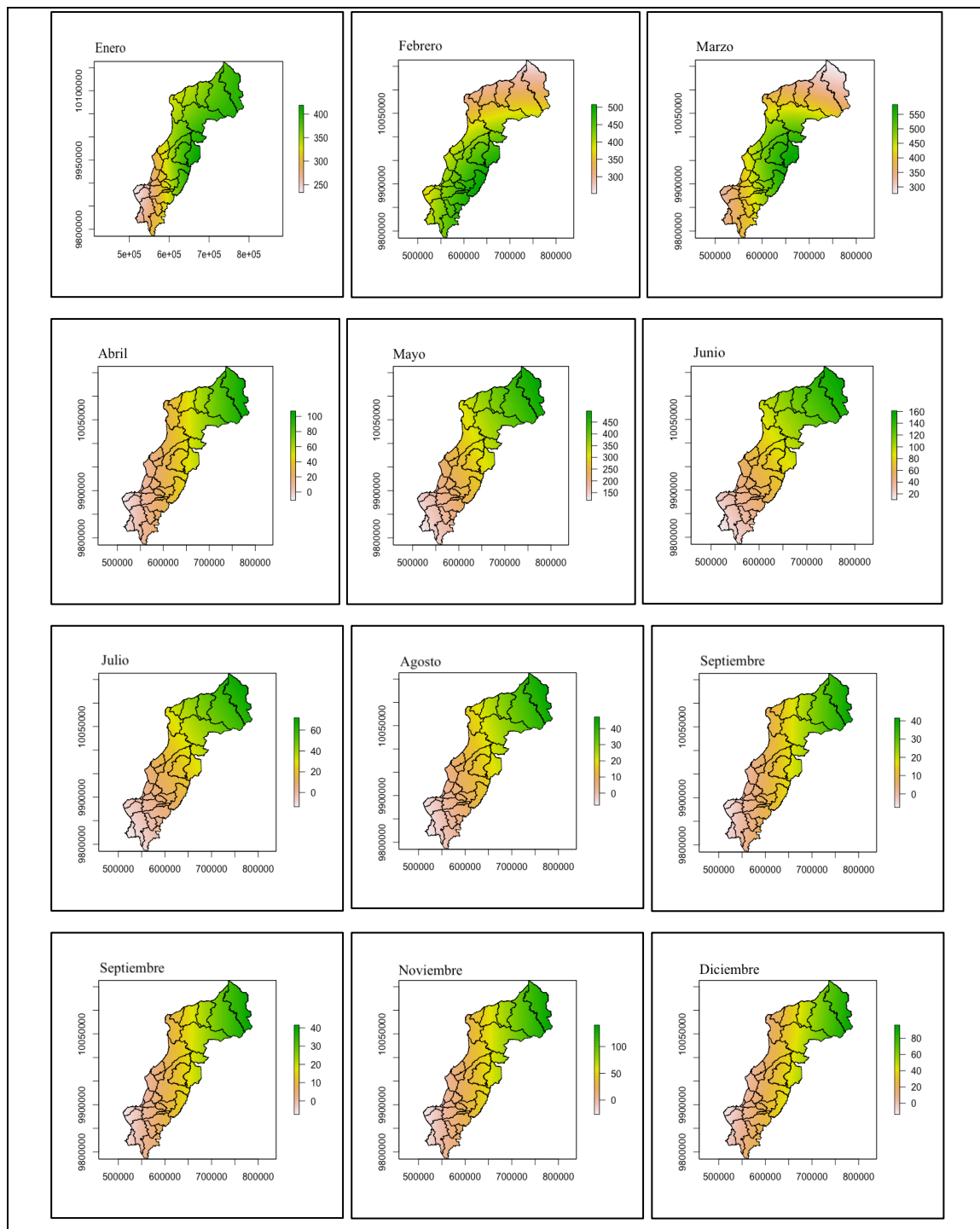
Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019
Elaboración propia

Anexo 17: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2011



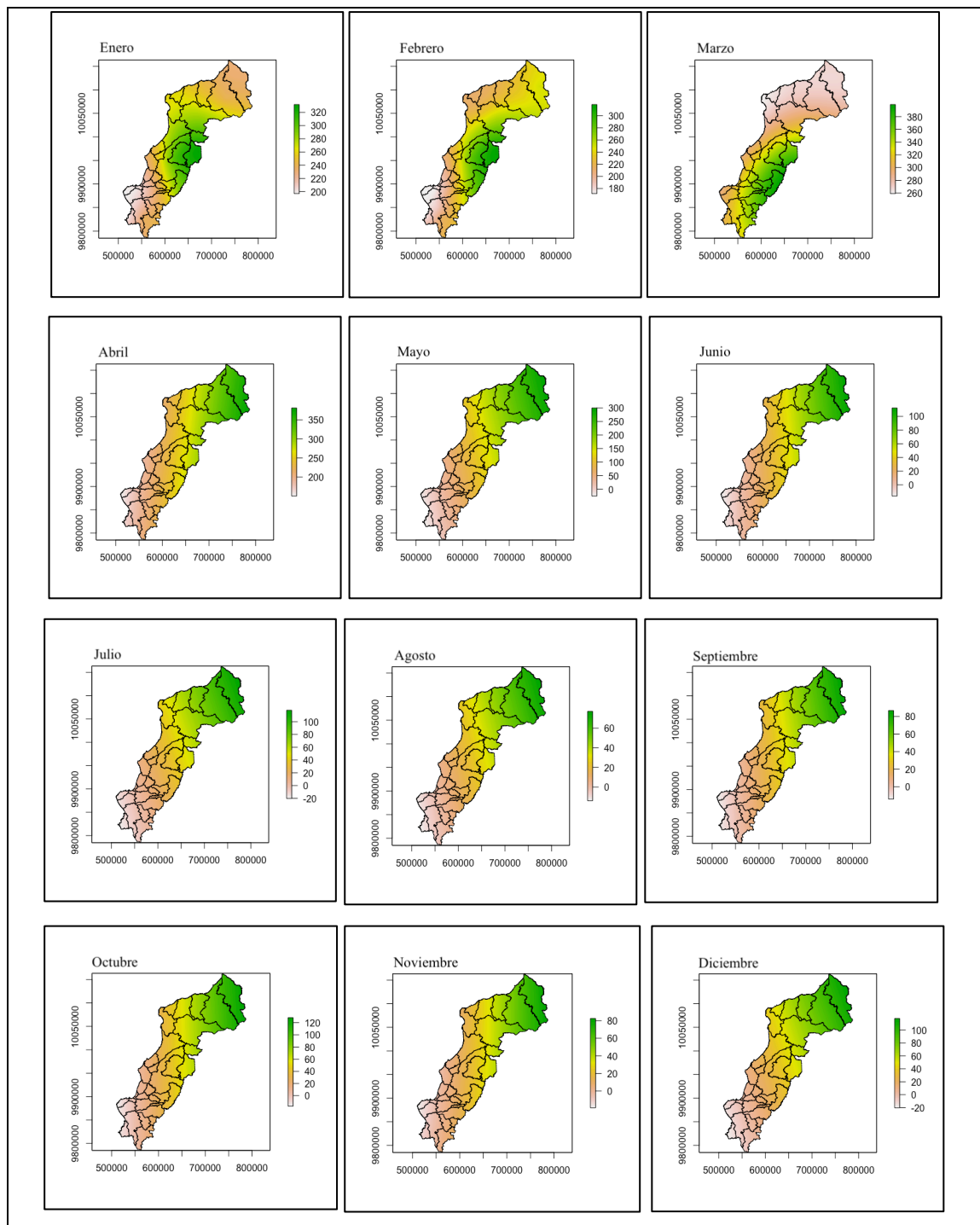
Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019
Elaboración propia

Anexo 18: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2012



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019
Elaboración propia

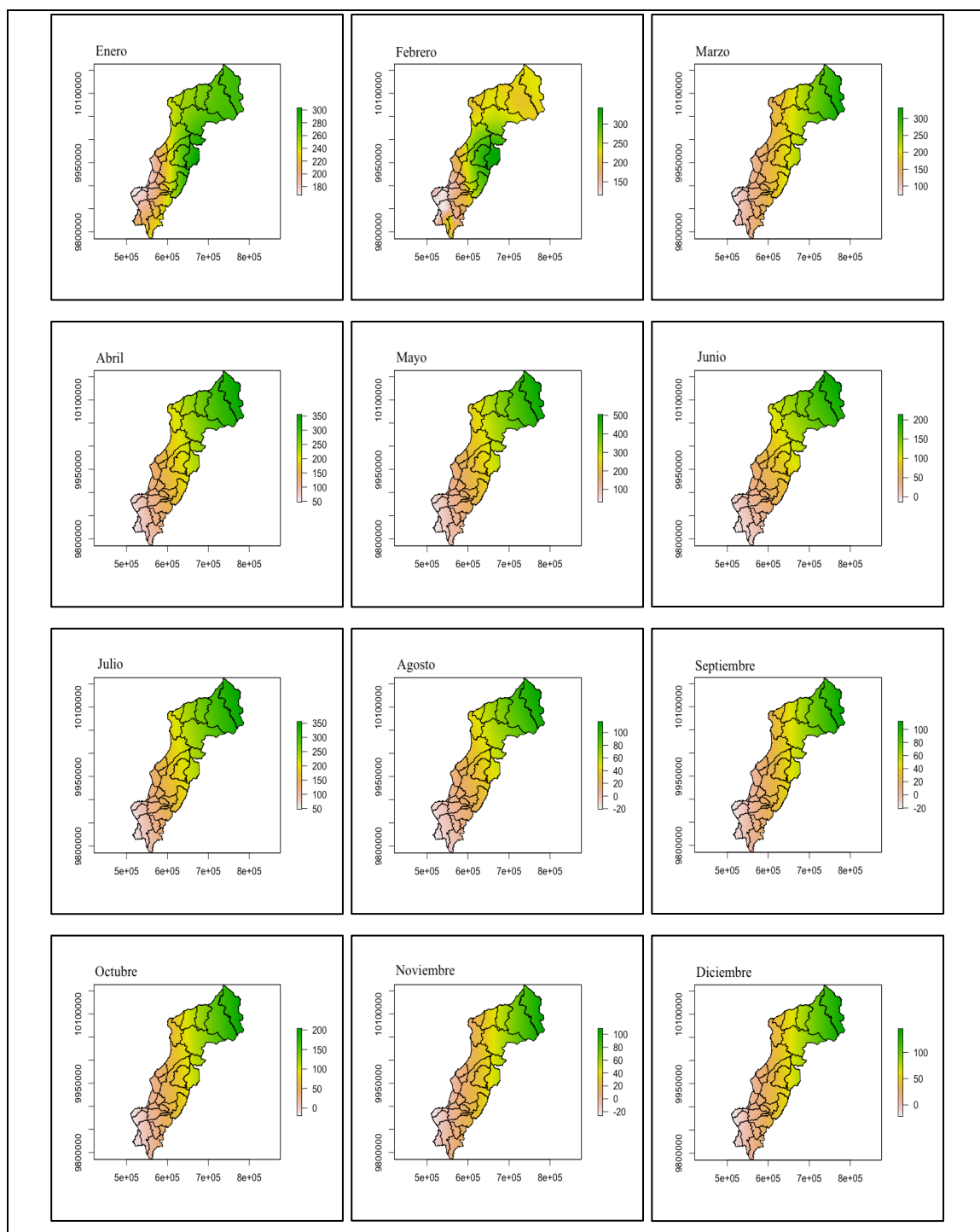
Anexo 19: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2013



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019

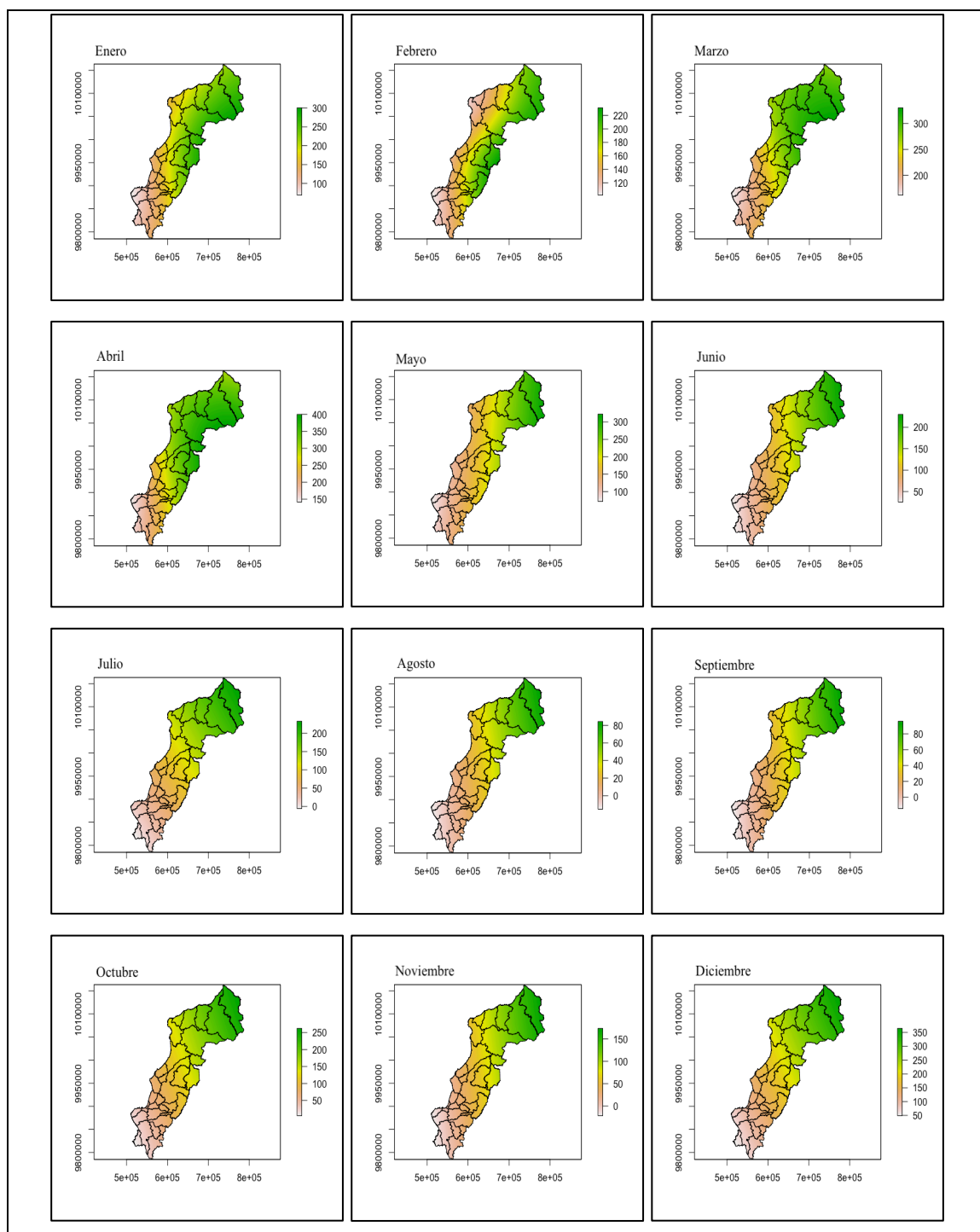
Elaboración propia

Anexo 20: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2014



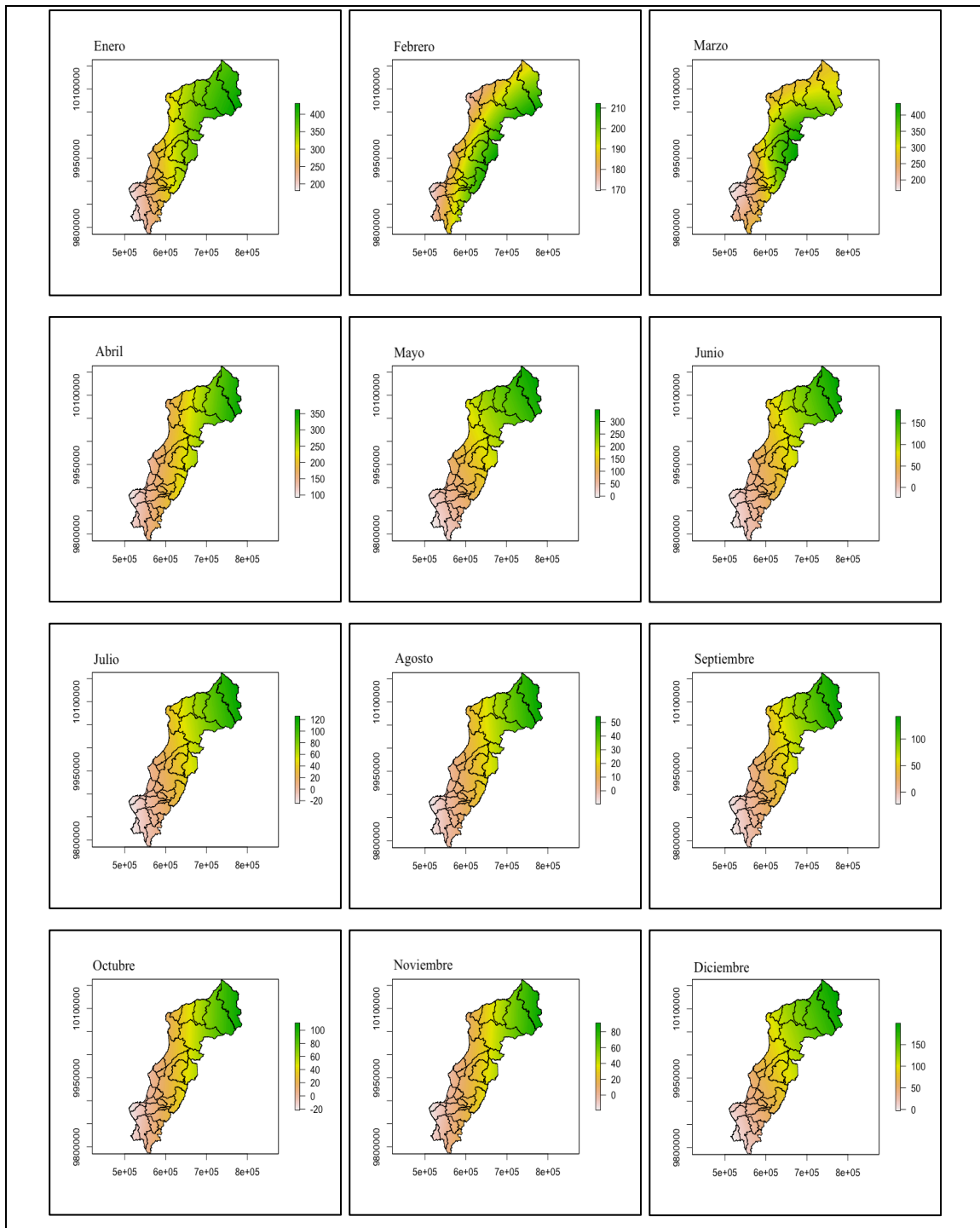
Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019
Elaboración propia

Anexo 21: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2015



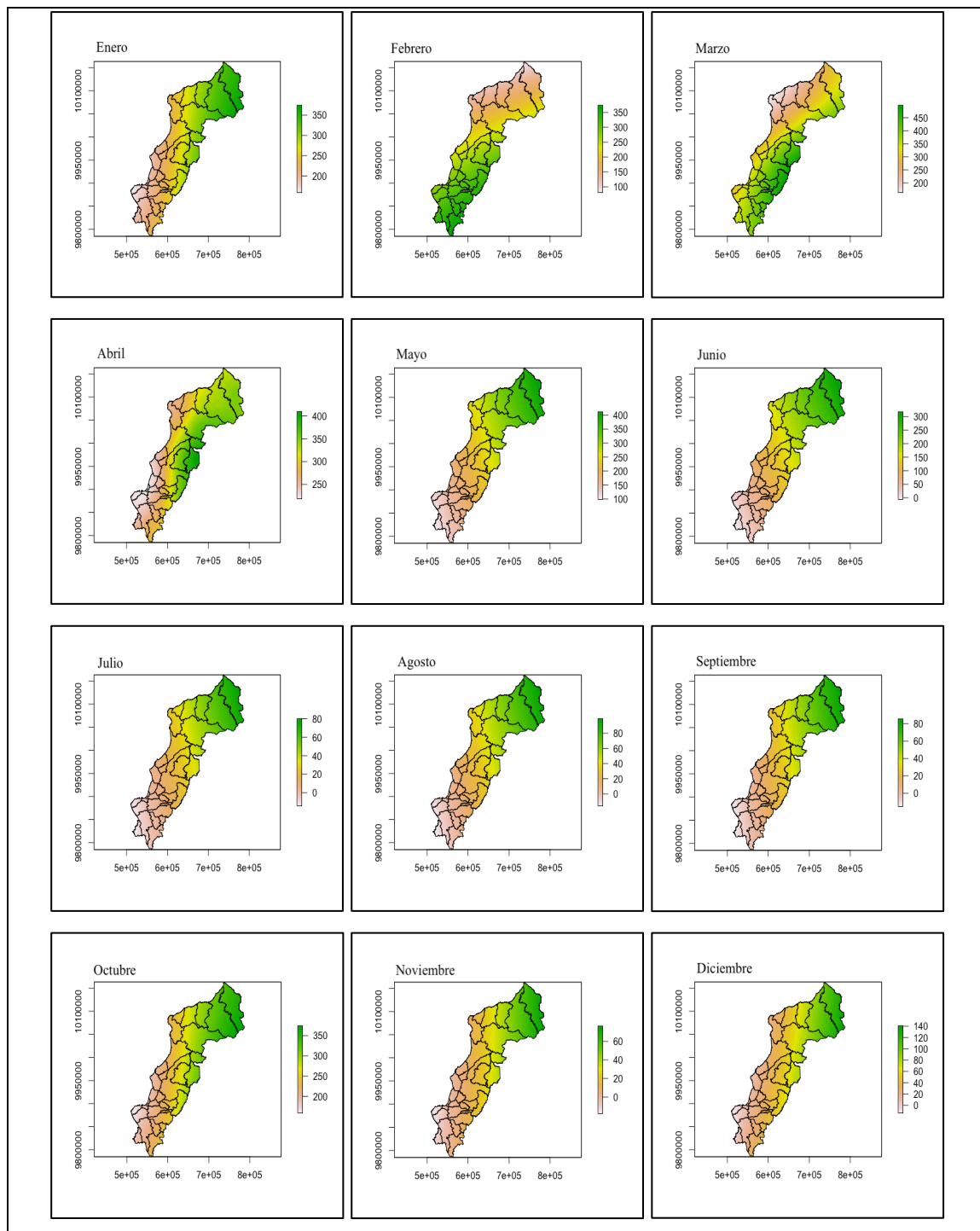
Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019
Elaboración propia

Anexo 22: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2016



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019
Elaboración propia

Anexo 23: Representación en mapas del comportamiento de la precipitación mensual en las provincias de Esmeraldas y Manabí correspondientes al año 2017



Fuente: Centro de Investigación en Epidemiología, Geomática y ciencias afines EpiSIG-INSPI 2019
Elaboración propia