



DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA MALARIA EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA EN EL PERIODO 2015 – 2018

Resumen

La malaria es una enfermedad infecciosa de origen parasitario causada por parásitos del género *Plasmodium* (*P*): *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae* y *P. knowlesi* que infectan mosquitos hembra del género *Anopheles*, los cuales se alimentan de sangre. Esta hace presencia en lugares que cuentan con unas condiciones topográficas y climáticas como temperatura y precipitación, las cuales permiten la presencia de estos mosquitos vectores transmisores de esta enfermedad. Se analizó la distribución espacial de número de personas infectadas por malaria en los municipios del departamento de Córdoba para el periodo de 2015 a 2018, así como un análisis del tipo de malaria *vivax* o malaria *falciparum* que predomina en las diferentes subregiones del departamento de Córdoba. Este estudio se realizó utilizando las técnicas de análisis espacial como el Índice de Moran el cual nos determinó la asociación espacial que existe entre el número de personas infectadas y el sur de departamento en todo el periodo de 2015 - 2018 donde se evidencia una tendencia a la concentración espacial en los municipios de Tierralta, Valencia y Puerto Libertador, esto debido a que son municipios que estas directamente vinculados con los factores topográficos y climáticos antes mencionados dado a su cercanía con el parque nacional natural paramillo.

Palabras claves: *malaria, análisis, autocorrelación, infectados, patrón espacial.*

Abstract: Malaria is an infectious disease of parasitic origin caused by parasites of the genus *Plasmodium* (*P*): *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae* and *P. knowlesi* that infect female mosquitoes of the genus *Anopheles*, which feed of blood. This is present in places that have topographic, climatic and socio-economic conditions which allow the presence of these mosquito vectors that transmit this disease. The spatial distribution of the number of people infected by malaria in the municipalities of the department of Córdoba for the period from 2015 to 2018 was analyzed, as well as an analysis of the type of *vivax* malaria or *falciparum* malaria that predominates in the different subregions of the department of Córdoba. This study was carried out using spatial analysis techniques such as the Moran Index, which determined the spatial association that exists between the number of infected



people and the south of the department in 2015-2018, where a trend towards spatial concentration in the municipalities of Tierralta, Valencia and Puerto Libertador, This is due to the fact that they are municipalities that are directly linked to the aforementioned physical - environmental factors given their proximity to the Paramillo National Natural Park.

Keywords: *malaria, analysis, autocorrelation, infected, space pattern*

Introducción

Este artículo tiene como objetivo fundamental analizar el comportamiento espacial de la malaria en los municipios del departamento de Córdoba para el periodo 2015 – 2018 teniendo en cuenta algunos factores asociados al fenómeno en el área de estudio como lo son los: Climáticos, topográficos. Estos determinan ausencia o presencia de vectores transmisores en dichas áreas. Por otra parte, se pretende analizar la distribución espacial de este fenómeno entorno a los municipios del departamento de Córdoba a través de las herramientas de información geográficas.

Para la ciencia geográficas la temática de la salud es un tema de índice espacial, así como lo expresa (Barcellos, Buzai, Santana, 2018), la geografía de la salud tiene como principal objetivo comprender las particularidades de cada problema de salud en el territorio y relacionarlos con procesos generales como la globalización, la expansión del capitalismo, la precarización del trabajo, la vulnerabilidad de las poblaciones, la degradación ambiental, la urbanización, entre otros. La cartografía y el trabajo de campo son aporte de la geografía en la espacialización y recolección de datos espaciales en territorios definidos, es decir mediante estas herramientas se puede llevar a cabo estudios desde el ámbito de la salud.

En el ámbito técnico-instrumental la representación espacial de problemáticas de la salud son estudiado desde la cartografía médica, así como lo considera Ramírez (2004), como la representación de mapas de patrones espaciales de la salud y algunas enfermedades las cuales se relacionan en la distribución de los complejos patógenos como se dijo anteriormente, contribuyen los trabajos más conocidos dentro de esta rama, es decir en el mundo hay multitudes de trabajos que son ejemplos significativos de esta especialidad con la ayuda de



los sistemas de información geográficos ya que en la última década han surgido diversos tipos de atlas de la salud generado mediante la cartografía médica.

La geografía de la salud se ha encargado de llevar a cabo este tipo de estudios ya que son de gran utilidad, Sarasua (2015), afirma que estos permiten una descripción y análisis de los patrones espaciales de las enfermedades y de las causas de muerte. Además, permiten conocer las relaciones geográficas entre los factores demográficos, sociales, económicos y ambientales y algunos indicadores de salud.

La Organización Mundial de la Salud – OMS (2017), considera la malaria como la principal enfermedad de origen parasitario del género *plasmodium* que son transmitida por mosquitos vectores (hembras) infectados del genero *Anopheles*; de las 172 especies de plasmodium, cinco de ellas pueden infectar humanos: *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *p. malariae* y *P. knowlesi*, siendo las dos primeras las más prevalentes en el mundo; estas afectan grandemente la salud y la capacidad de trabajo de cientos de millones de personas, y es uno de los grandes obstáculos que ha frenado el desarrollo social y económico de muchas regiones del mundo. Según la OMS (2019), unos 3.200 millones de personas viven en riesgo de contraer esta enfermedad. En el 2010, se registraron 216 millones de casos de malaria y unas 655.000 muertes. La malaria sigue siendo la enfermedad infecciosa con mayor prevalencia en regiones tropicales, causando 5.000 muertes diariamente, en su gran mayoría niños.

Según el Instituto Nacional de Salud (2019), las características clínicas de la enfermedad pueden variar dependiendo de la especie infectada, edad, estado nutricional e inmunológico del paciente, y la parasitemia (concentración de parásitos en la sangre). Se pueden presentar desde cuadros clínicos asintomáticos, hasta cuadros sintomáticos característicos de fiebre, cefalea, sudoración, escalofríos, dolores musculares y articulaciones, y signos y síntomas más graves como disfunción, daño y muerte celular de diferentes órganos, lo que puede provocar una falta multi-organica que puede causar la muerte (Ferro, 2019).

Diversos factores están asociados con la transmisión de la malaria en regiones endémicas, entre ellos, viviendas desprotegidas, presencia de criaderos cercanos a las viviendas, y características socioeconómicas, culturales, demográficas y epidemiológicas de la población.



Es posible que se presenten brotes de malaria no sólo en áreas tradicionalmente palúdicas, sino en aquellas que incluso han sido declaradas con anterioridad libres de la enfermedad. Es importante indicar que la reemergencia de la malaria en muchas regiones obedece a diferentes factores, entre ellos, cambios en las políticas de control de los programas de malaria, aspectos biológicos del huésped humano, el vector y el parásito, cambios en el medio ambiente y desarrollo de resistencia a los insecticidas en poblaciones de anofelinos vectores (Ministerio de Salud, 2018).

Los casos estimados de malaria *falciparum* según Salas (2017), crecieron de 211 millones en 2015 a 216 millones en 2016, un aumento de 2.4 %. Aunque relativamente pequeños, el crecimiento en los casos confirmó que el proceso reciente, incluida una disminución del 37% en nuevos casos de malaria desde el 2000 hasta 2015, se ha desacelerado. La mayoría de los casos de malaria en 2016 se registraron en la región de África de la OMS (90%), seguidos por la región de Asia sudoriental de la OMS (7%) y la región del mediterráneo oriental de la OMS (2%).

En América de los 18 países endémicos; 12 están en el objetivo de lograr un >40% de la reducción en la incidencia de casos para el 2020, mientras que cinco están un 20-40% de reducción, y cuatro países como son (Nicaragua, Panamá, Perú y Venezuela) se vio un aumento en 2016 en comparación con 2010. Los casos en Colombia se duplicaron entre 2015 y 2016, a pesar de la reducción anterior de esta forma, Brasil y Venezuela representa el 65% de los casos de la región.

El aumento de los casos en Perú desde 2010 en adelante permitió la pérdida de los logros alcanzados desde el año 2000 (MINSALUD, 2018).

En Colombia, tal y como lo afirma MINSALUD (2018), la malaria también continúa siendo un grave problema de salud pública, debido a que cerca del 85% del territorio rural colombiano está situado por debajo de los 1.600 MSNM y presenta condiciones climáticas, geográficas y epidemiológicas aptas para la transmisión de la enfermedad, cerca del 60% de la población colombiana se encuentra en área de riesgo para la enfermedad o morir por esta causa.



Los casos de malaria se concentran principalmente en los departamentos de Chocó, Antioquía, Nariño, Amazonas, Valle del Cauca y Córdoba; con mayores afectaciones en pacientes del sexo masculino y ambos sexos entre los 10 y 24 años. Se presentó una reducción en la notificación de los casos, pasando de 117,638 casos en el año 2010 a 51.722 en el año 2013 y a 40.768 en el año 2014. Sin embargo, durante el 2015 se observa un incremento en la notificación de los casos con 56,705 registros (Salas, 2018)

Localización del área de estudio

Se ilustra el área de estudio como podemos observar en la figura 1 el departamento de Córdoba se encuentra localizado en la región del Caribe colombiano, en el extremo noroccidental del país, cuenta con una superficie de 25.020 km², en la cual se encuentran las cuencas: De los ríos Sinú y San Jorge que representa en este orden un total del 52% y 38% del total de área del departamento, es decir que estos ocupan un total del 90% del territorio cordobés, el 10% restante corresponde a la denominada zona costanera de Córdoba, que involucra cuencas de menor extensión, las cuales drenan directamente al mar en la costa cordobesa, el 3,8% del área, en la costa del departamento de Sucre (Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge).

En el departamento de Córdoba, de sur a norte, la cordillera Occidental se trifurca en las serranías de Abibe, Ayapel y San Jerónimo, formando una región montañosa, entre ondulada y quebrada. Hacia el sur se encuentra el Parque Nacional Natural de Paramillo, una importante reserva ecológica de Colombia donde nacen los ríos Sinú y San Jorge.

De igual manera el departamento cuenta con una subdivisión político-administrativa de 5 subregiones como lo son: Alto Sinú, Sinú medio, Bajo Sinú, Sabanas, San Jorge y Costanera (CVS).



Figura 1. Localización del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Materiales y métodos

Este ejercicio investigativo se realizó en 3 etapas.

Eta 1 Recolección de información: Se hace un análisis descriptivo de tipo cuantitativo con datos espaciales del número de personas infectadas con malaria en el departamento de Córdoba para el periodo de 2015- 2018, obtenidos a partir de la base de datos del Ministerio de Salud en la dependencia de SIVIGILA 2020.



Etapa 2 procesamiento de la información: Se hace un procesamiento de los datos con el software de Arcgis 10.3.1 en el cual se tiene como unidad de análisis el total de los 32 municipios del departamento para estos periodos. también se realizó un análisis en las subregiones del departamento donde se muestra el número de infectados por tipos de malaria como lo son la *vivax* la y *falciparum* con el fin de determinar cual hace más presencia en dichas subregiones.

Etapa 3 análisis de la información: Se analizaron datos geo-estadísticos, para fines prácticos del estudio se llevaron a cabo los procedimientos de autocorrelación espacial o Índice de Moran y a su vez los análisis de asociación espacial como el análisis local de autocorrelación espacial o análisis de clúster para el periodo 2015 – 2018.

Análisis de Autocorrelación espacial

Para llevar a cabo el análisis de autocorrelación espacial del número de personas infectadas con malaria en el departamento de Córdoba se utilizó el Índice de Moran el cual indica que existe un grado de correlación espacial de un fenómeno en una unidad territorial y sus vecinos, este método expresa valores de 0, 1 y -1. Los valores cercanos de 0 expresan que no hay correlación espacial y que la distribución del fenómeno se debe al azar, los valores cercanos a 1 indican una autocorrelación espacial y la existencia de una dependencia espacial en la ocurrencia del fenómeno en este caso el número de infectados con malaria en los municipios, y los valores cercanos a -1 indican que la dependencia es negativa, esto es, que las unidades geográficas son distintas entre sí y el fenómeno en un área dificulta o impide su aparición en áreas vecinas (Falcon y Ramírez, 2015).

Se realizó un análisis de autocorrelación espacial de patrones ya sea agrupado, aleatorio o disperso para identificar el nivel de asociación espacial de que tiene el número de infectados por malaria en los municipios con respecto a las vecindades más cercanas donde se tuvo en cuenta todo el departamento.



Resultado

Factores climáticos y topográficos asociados a la presencia de malaria en el departamento de Córdoba.

En el departamento del Córdoba los factores climáticos y topográfico están directamente asociados con la presencia o ausencia de malaria en todos los municipios dado que estos favorecen la presencia de mosquitos transmisores de la enfermedad como se puede evidenciar en la figura 2. Según Castilla (2004), los cambios climáticos influyen en las condiciones de vida, longevidad y dinámica de los *Anopheles* adultos, repercutiendo de esta manera en la transmisión de las enfermedades, el *Plasmodium sp.* se desarrolla sólo desde los 15°C, la temperatura mínima de desarrollo de *P. falciparum* es de 18°C y de *P. vivax* es de 15°C. Se observa que ocurre un acortamiento del periodo de incubación extrínseca a temperaturas entre 20° y 27°, a los 20°C *P. falciparum* demora 26 días en madurar mientras que a 25°C le toma 13 días.

En el mapa podemos evidenciar que el sur del departamento de Córdoba es donde se genera un área de influencia puesto que en esta zona es donde las condiciones topográficas y climáticas tienen mayor impacto para la presencia de mosquitos vectores de la enfermedad, esto debido a la influencia que tiene el parque Nacional Natural Paramillo, en muchas comunidades rurales de estos municipios (Tierralta, Montelibano, Puerto libertador y Valencia).

Cabe resaltar que aquí se puede evidenciar un claro ejemplo de determinismo geográfico donde las condiciones de la naturaleza o el medio natural condicionan la presencia de la enfermedad, ya que dicha zona cuenta con las características específicas para que se desarrolle la enfermedad en este caso la malaria, es decir que las condiciones del territorio favorecen la presencia de los agentes transmisores de la malaria, estas condiciones van de la mano con los factores topográficos y climáticos como los es: temperatura, precipitación y relieve de estas zonas en específico.

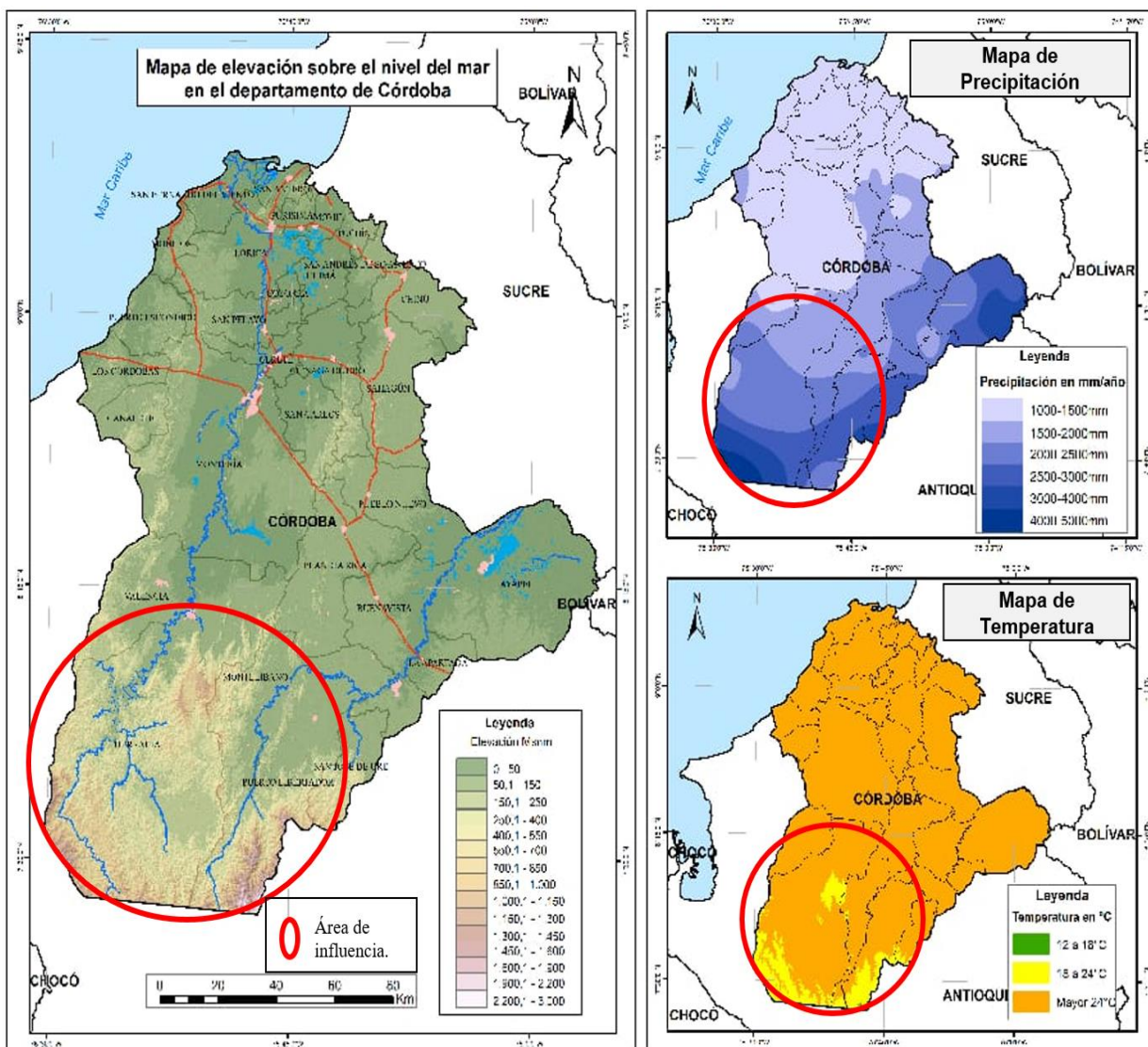


Figura 2: Factores topográficos y climáticos asociados a la distribución de la malaria en el departamento de Córdoba

Fuente: Elaboración propia con datos del IDEAM



Variación espacial de casos reportados con malaria en el departamento de Córdoba para el periodo 2015 – 2018

En el periodo de estudio se logra observar en la figura 3 para el periodo de 2015 una tasa de personas infectadas por malarías mayor a 100 en el municipios de Tierralta y en un segundo plano Puerto Libertador siendo estos los focos de concentración para este periodo, le siguen los municipios de Montelíbano, San José de Uré, Canalete, Tuchin, Montería, Planeta Rica y Valencia; predominando el sur del departamento con los mayores casos de infectados, convirtiéndose esto en un patrón debido a las condiciones geográficas, climáticas, topográficas y socio-económicas. Según la (CVS), la región sur del departamento es montañosa con relieves pertenecientes a las Serranías de Abibe, San Jerónimo y Ayapel, que son prolongaciones de la Cordillera Occidental.

Allí se encuentra el Parque Natural de Paramillo, reserva natural que posee bosques secos de llanura, selvas húmedas en las tierras bajas y de montaña y cimas como la del Paramillo del Sinú, en la culminación de la Cordillera Occidental. Alberga una de las mayores concentraciones de fauna y flora nativa del norte de Suramérica y allí nacen los ríos Sinú y San Jorge. De acuerdo con la ONU, (2016), el aumento de la temperatura, las precipitaciones y la humedad puede provocar una proliferación de los mosquitos que transmiten la malaria a menor altitudes, lo que tendría como resultado un aumento de la transmisión de la malaria en estas zonas, es decir que el sur del departamento de Córdoba al ser una zona con estas características climáticas permite la presencia de este tipo de enfermedad afectando a la población que allí reside.

Tal y como podemos observar en la figura 4 para el periodo de 2016 se sigue presentando este patrón en el sur de Córdoba donde podemos evidenciar que los municipios como: Tierralta, Montelíbano y San José de Uré son los municipios donde se presenta el foco de concentración de infectados por malaria, siendo Tierralta el principal municipio infectado con alrededor de 430 personas, y en una escala descendente le sigue Puerto Libertador con un promedio de 125 a 430 personas infectadas y en un tercer lugar Montelíbano con un alrededor de 29 a 124 personas infectadas para este periodo.

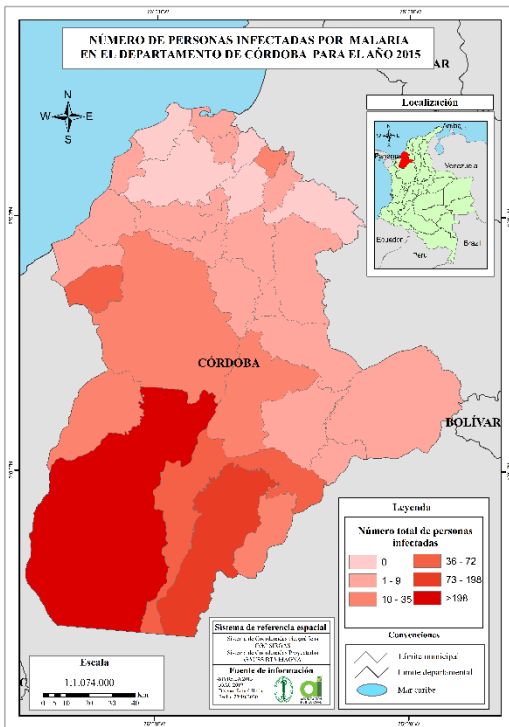


Figura 3. Número de personas infectadas por malaria en el departamento de Córdoba para el año 2015

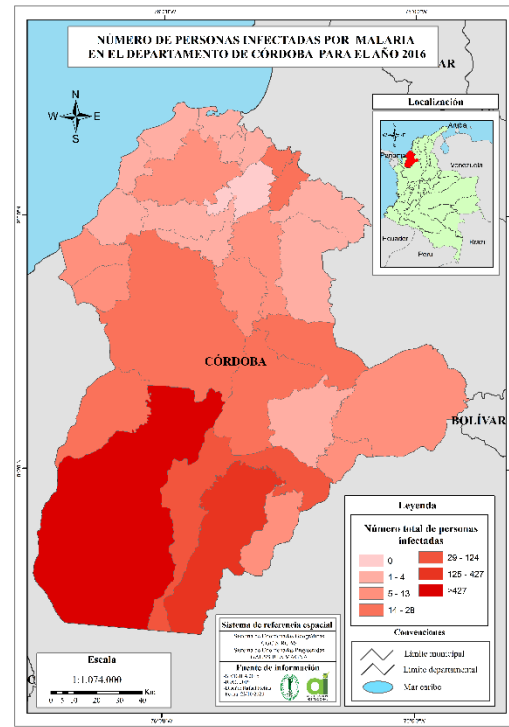


Figura 4. Número de personas infectadas por malaria en el departamento de Córdoba para el año 2016

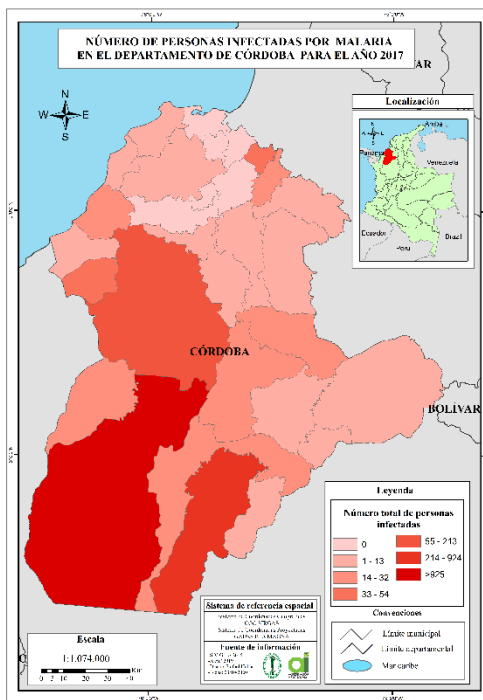


Figura 5. Número de personas infectadas por malaria en el departamento de Córdoba para el año 2017

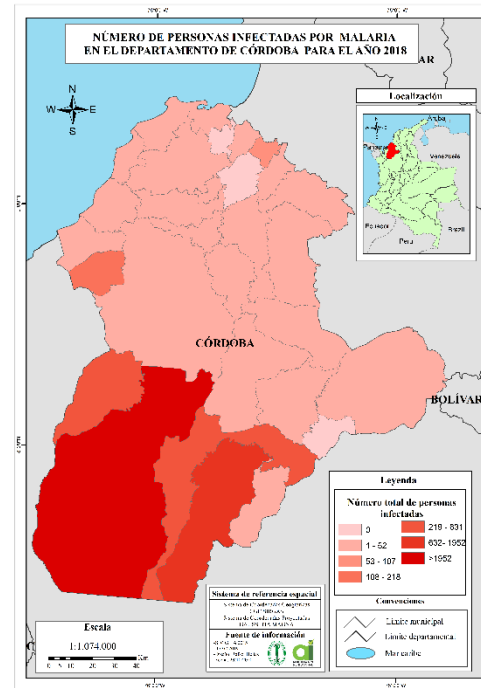


Figura 6. Número de personas infectadas por malaria en el departamento de Córdoba para el año 2018



Como se presenta en la figura 5 para el periodo de 2017 en el departamento de Córdoba, se sigue observando el patrón de infectados en el sur del departamento siendo los municipios de Tierralta y Puerto libertador los focos de contagios para este periodo, con un total del infectados respectivamente mayor a 924 personas infectadas para el municipio de Tierralta y un promedio de 214 a 924 personas infectadas para el municipio de Puerto Libertador, cabe resaltar que para este periodo el municipio de Montería presentó un promedio de personas infectadas de 55 a 213, dato a resaltar puesto que en periodos anteriores el número de infectados para este municipio era menor. Considerando un estudio llevado a cabo por Fonseca (2017), donde se encontró que el departamento de Córdoba aporta el 60% de los casos de malaria que se presentan diariamente en el país, es decir más de la mitad de los casos de malaria que se presentan en Colombia hacen parte del departamento de Córdoba específicamente en los municipios del sur del departamento.

Por otra parte, en el año 2018 tal y como se muestra en la figura 6 podemos evidenciar que se sigue manteniendo el patrón de infectados para el del departamento de Córdoba, donde el municipio de Tierralta es el foco principal de personas contagiadas, seguido de los municipios de Puerto libertador, Montelíbano y Valencia respectivamente; teniendo en cuenta que para este años se presentó un aumento de personas infectadas mayor a 1500 siendo el municipio de Tierralta quien presenta esta cifra con un total de 1950 personas infectadas con malaria, seguido del municipio de Puerto libertador con un promedio de 632 a 1950 personas infectadas, luego le sigue los municipios de Montelíbano y Valencia con un promedio de personas infectadas alrededor de 219 a 631 y por ultimo municipios como Canalete y Tuchín con un promedio de 53 a 218 personas infectadas para este periodo.

En un estudio realizado por Serrano (2018), el departamento de Córdoba registró 6.700 casos de malaria aportando el 16% de los casos en Colombia, ubicando al departamento en el tercer lugar en aportar mayor número de casos, dentro de los municipios con mayor afectación está Tierralta, que aporta el 39% de los casos que se han reportado en Córdoba lo que nos da a entender que a través del paso de estos años el departamento tuvo un aumento notable en el número personas infectadas, donde siempre predominó el sur de Córdoba teniendo como foco principal de contagiados el municipio de Tierralta, gracias a todas las condiciones geográficas, climáticas y socio – económicas presentes en esta zona.



Distribución de malaria *vivax* y malaria *falciparum* en las subregiones del departamento de Córdoba para los periodos 2015 - 2018.

El departamento de Córdoba está dividido en 5 subregiones las cuales son:

Tabla 1. Subregiones del departamento de Córdoba.

Subregión	Municipios
Alto Sinú	Tierralta y Valencia
Medio Sinú	Montería, Cerete, Ciénaga de Oro, San Carlos, San Pelayo
Bajo Sinú	Lorica, Purísima, Momil, Chima, Cotorra
Costanera	San Antero, San Bernardo del Viento, Moñitos, Los Córdoba, Canalete, puerto Escondido
San Jorge	Planeta Rica, Montelibano, La Apartada, Buenavista, Puerto Libertador, Ayapel
Sabanas	Sahagún, Chinú, Pueblo Nuevo, San Andrés de Sotavento

Fuente: CVS 2016

Para Minsalud (2013), las características clínicas de la malaria dependen de la especie de *Plasmodium* que afecta al ser humano: *Plasmodium vivax* es el agente infeccioso que origina la malaria conocida como fiebre terciaria; *Plasmodium malariae* produce la forma de paludismo más letal y peligrosa conocida como fiebre terciana maligna; mientras que *Plasmodium falciparum* es el causante de la mayoría de las muertes por malaria. Una característica importante de la patogénesis de *P. falciparum* es su habilidad para secuestrarse en la microvasculatura venosa profunda y producir manifestaciones severas que incluyen malaria cerebral, anemia profunda, insuficiencia respiratoria, insuficiencia renal y malaria severa del embarazo.



La figura 7 hace referencia a la distribución que tienen los diferentes tipos de malaria en este caso la *vivax* y *falciparum* en las subregiones del departamento de Córdoba para el año 2015 en el que se puede evidenciar que predomina la malaria *vivax* en todos los porcentajes por encima de la malaria *falciparum* en todas las 6 subregiones del departamento de Córdoba, sin embargo, en la subregión del medio Sinú, en la zona costanera y la subregión del alto Sinú se observa una pequeña presencia de personas infectadas por malaria *falciparum*, por consiguiente para el periodo 2015 la mayoría de las personas infectadas fueron por malaria *vivax*. Según datos de SIVIGILA (2020), para el periodo de 2015 en el departamento de Córdoba se presentó una muerte, dato que es suministrado por parte de las entidades públicas y privadas de salud en el departamento, a las cuales llegan estas personas con síntomas de la enfermedad, de igual manera debido al número de infectados para este año se puede considerar que hubo más decesos no notificados.

De igual manera como se evidencia en la figura 8 para el periodo de 2016 en el departamento de Córdoba se puede observar que la malaria *vivax* predomina por encima de la malaria *falciparum* en 5 de las 6 subregiones, en las subregiones de San Jorge y la Sabana es donde se puede notar de una manera un poco más evidente la malaria *vivax* con un porcentaje de 5% y 10% respectivamente para este periodo, mientras que en la subregión del alto Sinú se presenta la malaria *falciparum* de igual manera que la malaria *vivax*, podemos considerar que en comparación con el año 2015 para el periodo 2016 aumentó de una manera notable la malaria *falciparum* para todas las subregiones del departamento de Córdoba; en cambio, las muertes por malaria para este periodo según SIVIGILA (2020), se presentó una muerte para el periodo 2016 al igual que el año 2015.

Con lo anterior se puede deducir que para los años 2015 y 2016 en las 6 subregiones del departamento de Córdoba, predomina la malaria *vivax* por encima de *la falciparum*; el departamento a través de los años ha promovido las fumigaciones en las subregiones más afectadas por la malaria, fumigaciones que son ejecutadas por la secretaria de salud de Córdoba para las temporadas de proliferación de los mosquitos transmisores de esta enfermedad, esta es la medida de contingencia que más se promueve para mitigar el número de infectados en todos los municipios de las subregiones.

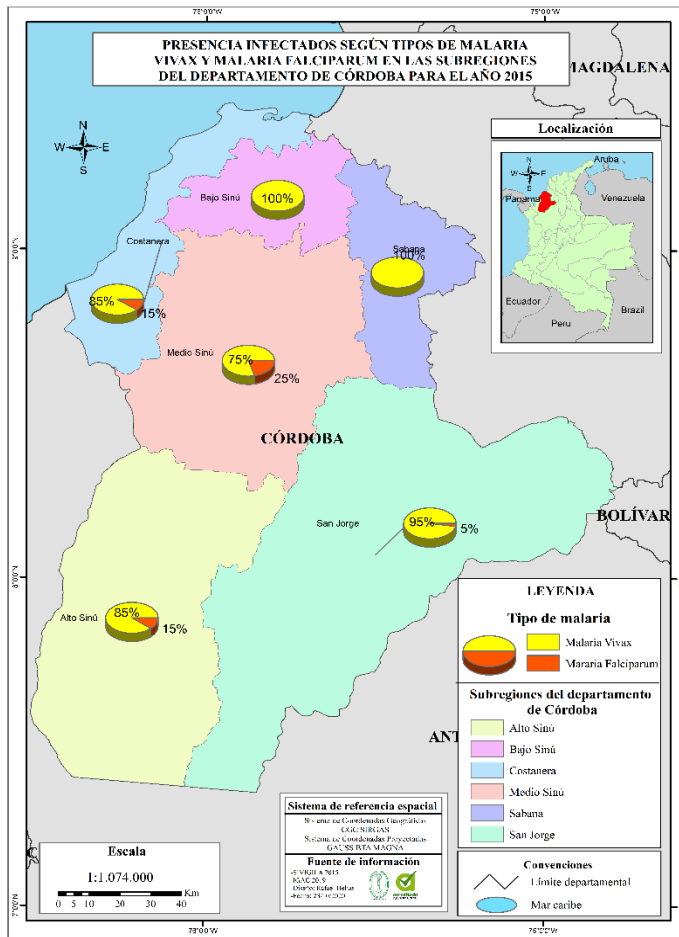


Figura 7: Presencia de infectados según tipo de malaria vivax y malaria falciparum en las subregiones del departamento de Córdoba para el año 2015

Fuente: Elaboración propia con datos del SIVIGILA 2020

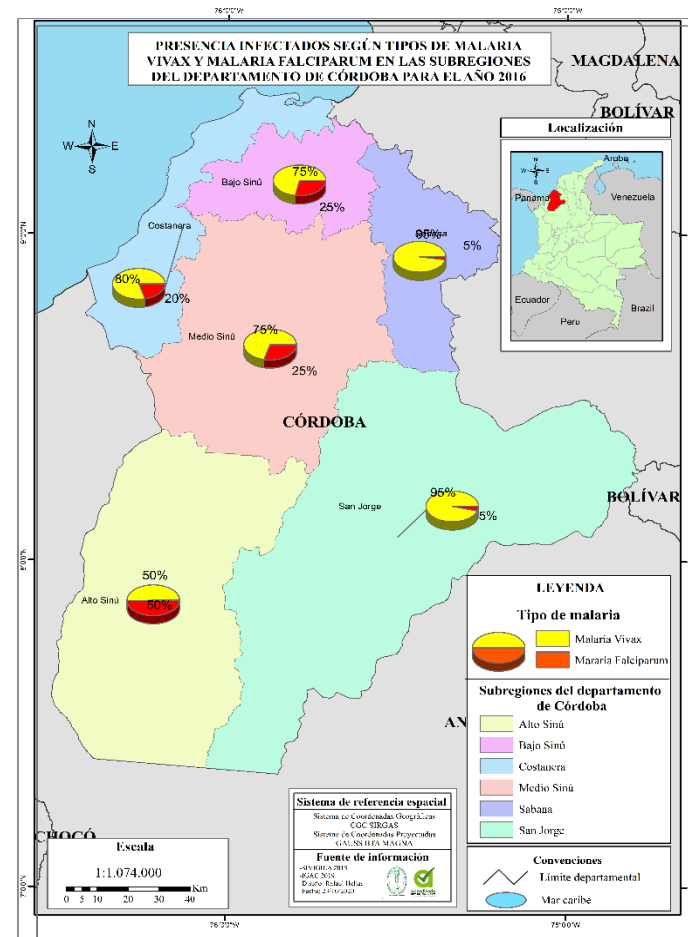


Figura 8: Presencia de infectados según tipo de malaria vivax y malaria falciparum en las subregiones del departamento de Córdoba para el año 2016

Fuente: Elaboración propia con datos del SIVIGILA 2020



A nivel nacional, durante el año 2017 se notificaron 55.117 casos de malaria, 54.102 casos de malaria no complicada (23.177 por malaria *vivax*, 29.752 malaria *falciparum* y 1.173 por malaria mixta) y 1.015 (559 por malaria *vivax*, 418 malaria *falciparum* y 38 por malaria mixta) casos de malaria complicada ingresaron al sistema 25 muertes probables por malaria, 6 no cumplían con la definición de caso para el evento y se descartaron en unidad de análisis, quedando 19 muertes la cuales fueron clasificadas como confirmadas (Salas, 2017).

De igual manera cómo podemos observar en la figura 9 la malaria *vivax* sigue predominando por encima de la malaria *falciparum* en la mayoría de las 6 subregiones del departamento de Córdoba, con una excepción en la subregión costanera donde se puede evidenciar que para este periodo la malaria *falciparum* ya alcanzo una proporción del 50% al igual que la malaria *vivax*; sin embargo para la subregión del san Jorge mantiene las mismas proporciones que los periodos anteriores donde sigue predominando la malaria *vivax*.

Durante el 2018 a nivel nacional, según registros de Minsalud (2018), se detectaron 63 143 casos de malaria, 62 194 casos de malaria no complicada (31 078 por *Plasmodium vivax* (*P. vivax*), 29 906 *Plasmodium falciparum* (*P. falciparum*) y 1 210 por malaria mixta) y 949 casos de malaria complicada ingresaron al sistema (584 por malaria *vivax*, 328 por malaria *falciparum* y 37 por infección mixta); se presentaron 18 muertes probables por malaria, 9 no cumplían con la definición de caso para el evento y se descartaron en unidad de análisis, quedando 9 muertes la cuales fueron clasificadas como confirmadas.

Para el departamento de Córdoba en este periodo podemos evidenciar como se presenta en la figura 10, en cuanto a la malaria *vivax*, esta sigue por encima de la malaria *falciparum* en 4 de las 6 subregiones haciendo excepciones en la subregión del medio Sinú y la zona costanera donde de esta manera para el medio Sinú aumentó un 65% por encima de la malaria *vivax* y la región costanera tuvo un aumento considerable del 90% por encima de la malaria *vivax* lo que soporta el patrón de crecimiento que se venía evidenciando en los anteriores periodos, podemos considerar que de las 6 subregiones en esta es donde la malaria *falciparum* tuvo su crecimiento continuo que la llevo a estar por encima de la malaria *vivax*. Esto podemos decir que se debe al crecimiento exponencial de los vectores transmisores de este tipo de *Plasmodium* que se vieron en aumento a través del paso de los años.

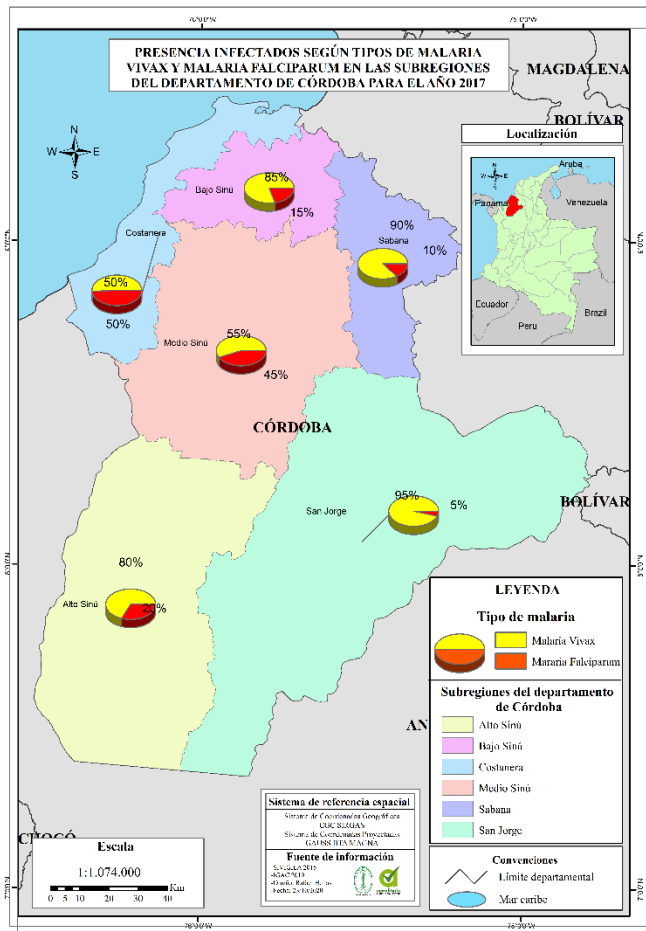


Figura 9: Presencia de infectados según tipo de malaria vivax y malaria falciparum en las subregiones del departamento de Córdoba para el año 2017

Fuente: Elaboración propia con datos del SIVIGILA 2020

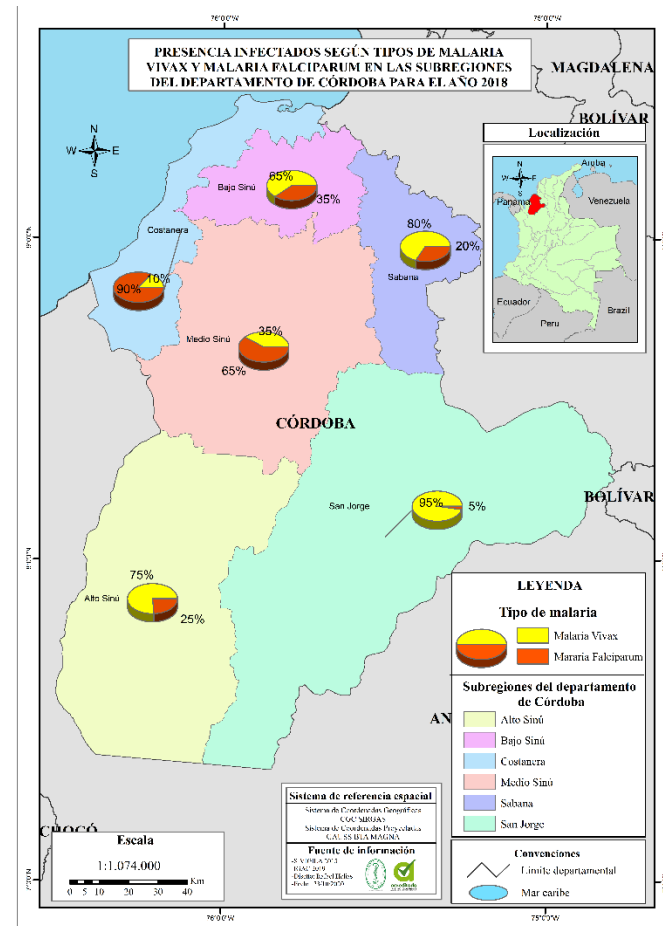


Figura 10: Presencia de infectados según tipo de malaria vivax y malaria falciparum en las subregiones del departamento de Córdoba para el año 2018

Fuente: Elaboración propia con datos del SIVIGILA 2020

Autocorrelación espacial de personas infectadas con malaria en el departamento de Córdoba para el periodo 2015 - 2018

El valor de la autocorrelación espacial o índice de Moran fue de 0,1 tal y como se observa en la figura 11, es decir es una autocorrelación positiva lo cual permite deducir que existe un grado de agrupación espacial del fenómeno en el área de estudio, ya que hay municipios del departamento cercanos que poseen un valor de asociación espacial similares con un 99% de confianza.

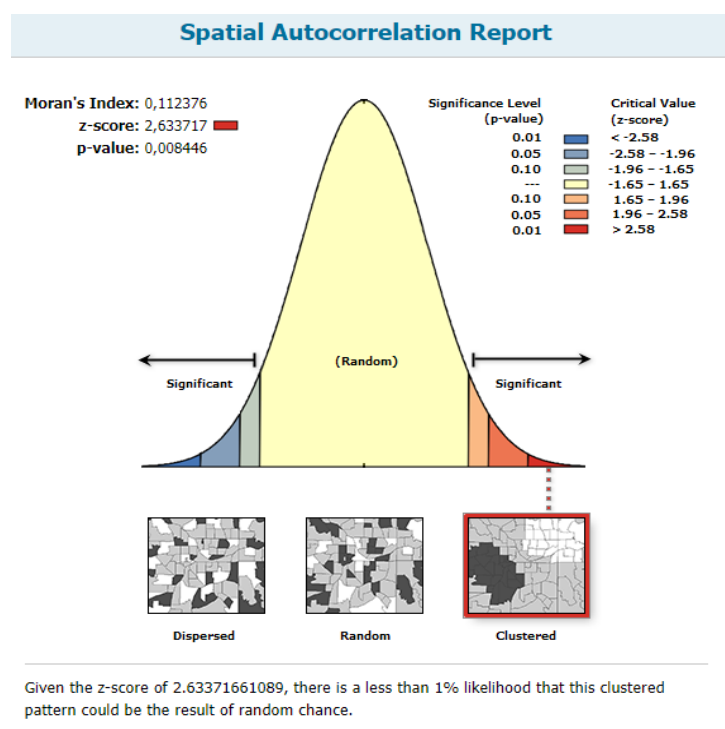


Figura 11. Autocorrelación espacial de personas infectadas con malaria en el departamento de Córdoba para el año 2018

Fuente: Elaboración propia con datos de SIVIGILA 2020

Con un nivel de confianza del 99% se deduce que la agrupación de personas infectadas con malaria en el departamento de Córdoba para el periodo 2015 - 2018 se encuentra aleatoria, como lo muestra la figura 12, es decir hay municipios en el departamento que se agrupan en el territorio con valores bajos y altos de personas infectadas por malaria.

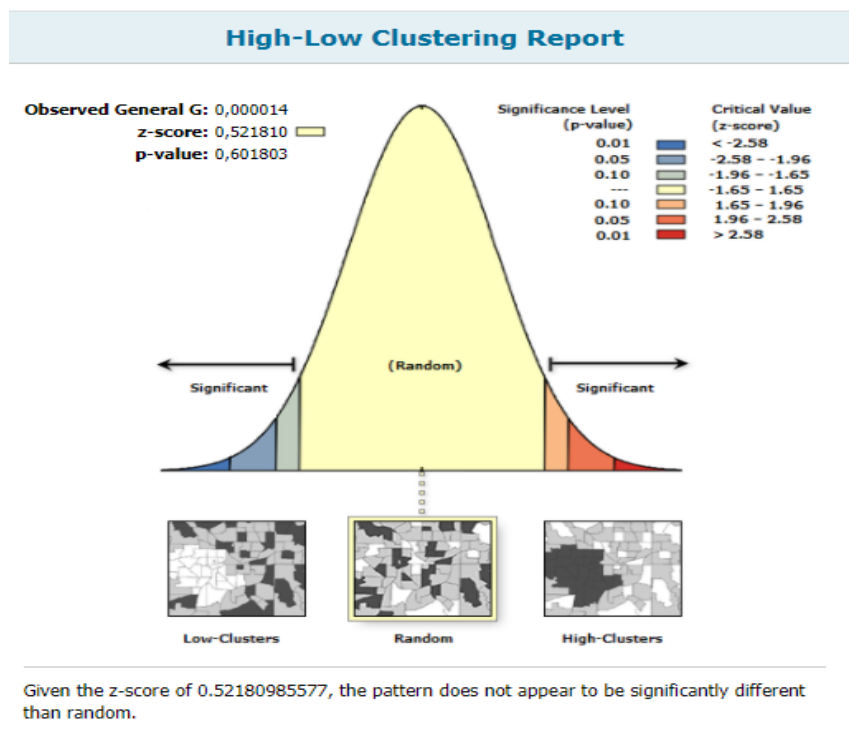


Figura 12. Análisis de Cluster

Fuente: Elaboración propia con datos de SIVIGILA 2020

Análisis de asociación espacial de personas infectadas por malaria en el departamento de Córdoba para el periodo 2015 - 2018

Tal y como podemos observar en la figura 13, la cual nos muestra el tipo de asociación espacial que existe entre los municipios del departamento de Córdoba en cuanto al número de personas infectadas por malaria para el periodo de 2015 - 2018, cuyas categorías fueron establecidas bajo los criterios de Índice Local de Autocorrelación Espacial (Anselin, 1993). Se puede inferir que en el sur del departamento de Córdoba existe una tendencia a la agrupación espacial de personas infectadas con malaria, específicamente en los municipios de Tierralta, Valencia y Puerto Libertador, estos municipios presenta un nivel de infectados ubicados dentro de la categoría (Alto-Alto) en el índice local de autocorrelación espacial. Estos municipios presentan este nivel de infectados debido a las condiciones antes mencionada como lo son la ubicación geográfica en la que se encuentran al igual que las condiciones climáticas, topografías y socio-económicas que permite que se desarrollen los



mosquitos vectores los cuales transmiten este tipo de paracito llamado *esteorozoíto* el cual hace que se presente la malaria; Por otra parte, los demás municipios presentan valores atípicos sin ningún tipo de asociación espacial.

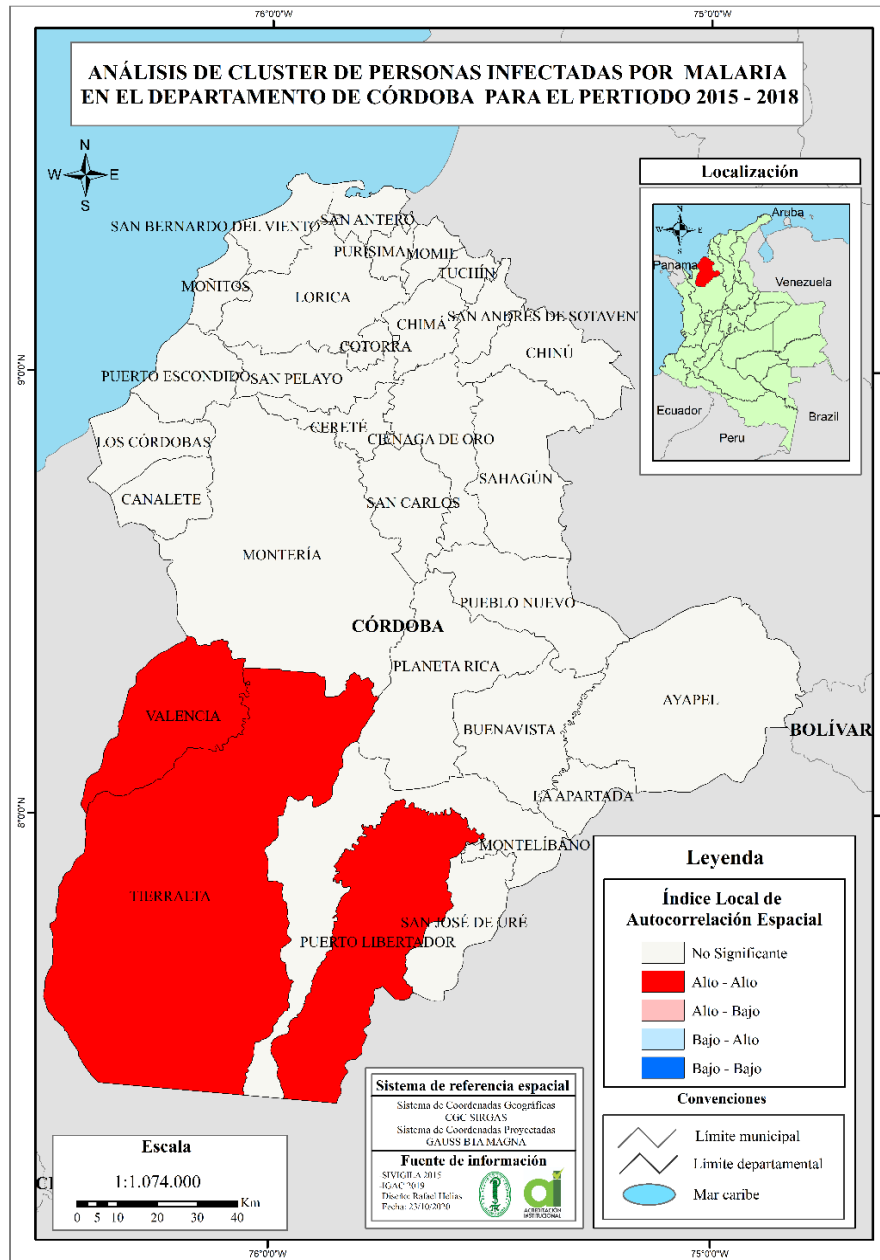


Figura 13. Asociación espacial del número de personas infectadas por malaria en el departamento de Córdoba para el año 2018

Fuente: elaboración propia con datos del SIVIGILA 2018



Discusión

A través de las herramientas cartográficas que posibilitaron el análisis del número de personas infectadas por malaria en el departamento de Córdoba se llegó al análisis en diferentes periodos de tiempo, donde algunos municipios presentaron un alto número de personas infectadas por malaria, esto debido a las condiciones geográfica, climáticas, topográficas y socio-económica que estas presentan las cuales posibilitan la proliferación de los agentes infecciosos que dan origen a la enfermedad, los municipios más afectados fueron aquellos localizados al sur del departamento de Córdoba como Tierralta, Valencia, Puerto Libertador y Montelibano quienes por su cercanía al nudo del Paramillo presentan las condiciones antes mencionadas que favorecen para el crecimiento de esta enfermedad. Sin embargo, en un estudio realizado por Sotomayor (2014), donde se encontró que para el año 2014 existían zonas que han sido catalogadas con alto riesgo para malaria donde miles de personas se encuentran expuestas a la infección, principalmente en las áreas rurales, siendo Tierralta el municipio que más casos reporta.

Asimismo, se hace un análisis de acuerdo al tipo de malaria que se presenta en cada subregión del departamento, donde en periodos distintos predominó la malaria *vivax* en la mayoría de las subregiones, sin embargo, en algunas subregiones hubo ciertos cambios donde a lo largo del tiempo aumentaba la malaria *falciparum* sobre la *vivax* que tenía dominio, es el caso de la subregión costanera.

Por otra parte, mediante un análisis espacial a través del Índice de Moran, se dio a conocer el nivel de asociación espacial que presentan los municipios con relación al número de personas infectadas por la malaria, tal y como se mencionó anteriormente, existe una autocorrelación espacial positiva, es decir hay una tendencia a la agrupación espacial de municipios con valores altos de malaria en el departamento, estos municipios se localizan al sur del departamento.



Conclusión

Gracias a este artículo se logró evidenciar un patrón espacial concentrado con valores aleatorios distribuidos en todo el territorio departamental, siendo los municipios de Valencia, Tierralta y Puerto Libertador los más afectados por la malaria, por otra parte se lograron obtener resultados de como ha sido el comportamiento de la malaria entorno al número de personas infectada en el periodo de 2015 - 2018 en los cuales se evidencia un crecimiento proporcional de número de personas infectadas en diferentes municipios, en los cuales para algunos periodos el número de personas aumentaba y disminuía, tal es el caso de los municipios de: Montería, Canalete y Tuchín, en cambio para otros municipios como lo son los del sur del departamento se evidenció que el número de personas infectadas por periodo de año crecía de una manera acelerada como es el caso de los municipios de Tierralta y Puerto Libertador.

De igual manera se evidencia el cambio en sufrieron algunas subregiones como los son; la zona costanera donde el transcurso del periodo de tiempo se pudo evidenciar un aumento de 15% al 90% en la malaria *falciparum* sobre la malaria *vivax* y el medio Sinú también se evidencia este cambio ya que se ve un aumento del 25% al 65% de la malaria *falciparum* sobre la malaria *vivax*. Mientras que en la subregión del San Jorge en todo el periodo se mantuvo sin cambio las malaria *vivax* sobre la malaria *falciparum*.

Tal y como el análisis de autocorrelación espacial nos logró evidenciar la asociación del número de personas infectadas por malaria que se presenta en tres de los municipios del sur del departamento los cuales son: Tierralta, Valencia y Puerto Libertador, estos municipios presentan estos valores debido a las condiciones que favorecen al crecimiento exponencial de mosquitos vectores de transmisión de esta enfermedad.

Es de suma importancia saber el papel que juega la geografía en este fenómeno, puesto que es el espacio geográfico el primer factor que favorece a la existencia o ausencia de esta enfermedad debido a las características topográficas y climáticas que existan en un lugar determinado. Por otra parte, las herramientas cartográficas también juegan un papel fundamental debido a que estas proporcionan toda la información y localización del fenómeno en un territorio determinado.



Referencias Bibliográfica

- Anselin, L. (1995). Índice Local de Autocorrelación Espacial – LISA. https://dces.webhosting.cals.wisc.edu/wpcontent/uploads/sites/128/20138/W4_Anselin1995.pdf
- Barcellos C, Buzai G, Santana P. (2018) Geografía de la salud: bases y actualidad. Salud Colectiva, pag. 4. ;14(1):1-4. doi:10.18294/sc.2018.1763
- Castilla, E. (2004). Influencia de factores climáticos sobre las enfermedades infecciosas. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2004000400007
- Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge. 2019. <https://cvs.gov.co/web/cobertura-geografica/>
- Ferro, C. (2019). Informe de evento malaria, Colombia, semana epidemiológica 24, 2019. <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/MALARIA%20SEMESTRE%20I%202019.pdf>
- Fonseca, J. (2017). Córdoba hace parte de región con mayor producción de casos de malaria. <http://www.zoominformativo.com/noticia/20170422140441/cordoba-hace-parte-de-region-con-mayor-produccion-de-casos-de-malaria>
- Instituto Nacional de Salud. (2019). Informe de evento malaria, Colombia, semana epidemiológica 24, 2019. <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/MALARIA%20SEMESTRE%20I%202019.pdf>
- Ministerio de Salud, (2018). Caracterización de la transmisión de la malaria por Plasmodium vivax en la región fronteriza de Panamá con Costa Rica en el municipio de Barú, Panamá. <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/773>



Ministerio de salud. (2013). Malaria memorias.
https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/memorias_malaria.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2019). El Informe mundial sobre el paludismo 2019 de un vistazo. <https://www.who.int/malaria/media/world-malaria-report-2019/es/>

Organización de Naciones Unidas. (2016). El cambio climático y la malaria: una relación compleja. <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-cambio-climatico-y-la-malaria-una-relacion-compleja>

Organización Mundial de la Salud. (2017). Paludismo datos y cifras.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malaria#:~:text=El%20paludismo%2C%20o%20malaria%2C%20es,paludismo%20en%20todo%20el%20mundo>

Ramírez, L. y Falcon, V. (2015). Autocorrelación espacial: analogías y diferencias entre el índice de moran y el índice getis y ord. Aplicaciones con indicadores de acceso al agua en el norte argentino.
https://www.researchgate.net/publication/318842667_AUTOCORRELACION_ESPACIAL_ANALOGIAS_Y_DIFERENCIAS_ENTRE_EL_INDICE_DE_MORAN_Y_EL_INDICE_GETIS_Y_ORD

Ramírez, M (2004). La moderna geografía de la salud y las tecnologías de la información geográficas. Pag. 6.

Sala, D. (2017). Informe de evento malaria, Colombia, 2017.
<https://www.ins.gov.co/buscadoreventos/Informesdeevento/Malaria%202017.pf>

Sala, D. (2017). Informe de evento malaria, Colombia, 2017. Pg, 2, 3.
<https://www.ins.gov.co/buscadoreventos/Informesdeevento/Malaria%202017.pf>



Sarasa, M. (2015). Fundamentos y aplicaciones de la Geografía de la Salud.
<https://core.ac.uk/download/pdf/84678902.pdf> Pag. 3.

Serrano, N. (2018). 6.700 casos de malaria en Córdoba.
<https://www.eluniversal.com.co/regional/6700-casos-de-malaria-en-cordoba-287905-FUEU405145>

Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública. (2020). Estadísticas de Vigilancia Rutinaria: Número de personas infectadas por malaria.
<http://portalsivigila.ins.gov.co/Paginas/Vigilancia-Rutinaria.aspx>

Sotomayor, J. (2014). prevalencia de plasmodium malariae en cuatro municipios endémicos para malaria en el departamento de Córdoba-Colombia.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/997/01%20PREVALENCIA%20DE%20Plasmodium%20malariae%20EN%20CUATRO%20MUNICIPIOS%20END%20C3%89MICOS%20PARA%20MALARIA%20EN%20EL%20DEPARTAMENTO%20DE%20C3%93RDOBA%20-%20COLOMBIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>