



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DEL ECUADOR**

**Facultad de Salud y Bienestar – Medicina**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE MÉDICO GENERAL**

**TÍTULO**

**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO EPIDEMIOLÓGICO DE  
ENFERMEDADES VECTORIALES EN RELACIÓN CON  
DETERMINANTES CLIMÁTICOS EN EL ECUADOR DESDE EL AÑO  
2012 AL 2022.”**

**AUTORES:**

ARIEL SEBASTIÁN COBOS CUEVA

YARYMAR DANIELA PAREJA ESTRELLA

**DIRECTOR:**

DR. JULIO PATRICIO SALAZAR BUENAÑO

**QUITO- ECUADOR**

**2025**

## Índice

<b>Título</b> .....	4
<b>Autores y filiación</b> .....	4
<b>Agradecimiento</b> .....	5
<b>Resumen</b> .....	6
<b>Antecedentes</b> .....	6
<b>Objetivo</b> .....	6
<b>Resultados esperados</b> .....	6
<b>Palabras clave</b> .....	6
<b>Justificación</b> .....	7
<b>Marco Teórico</b> .....	9
<b>Dengue</b> .....	10
<b>Zika</b> .....	11
<b>Leishmaniasis</b> .....	11
<b>Paludismo/ Malaria</b> .....	12
<b>Chikungunya</b> .....	13
<b>Metodología</b> .....	15
<b>Resultados</b> .....	17
<b>Discusión</b> .....	52
<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	55

<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>57</b>
---	-----------

### **Título**

“Análisis del comportamiento epidemiológico de enfermedades vectoriales en relación con determinantes climáticos en el Ecuador desde el año 2012 al 2022.”

### **Autores y filiación**

#### **Autores:**

Ariel Sebastián Cobos Cueva, estudiante de la carrera de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Yarymar Daniela Pareja Estrella, estudiante de la carrera de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

#### **Director de tesis:**

Julio Patricio Salazar Buenaño, Doctor en Medicina y Cirugía. Especialista Superior en Gerencia Social. Especialista en Medicina Familiar. Máster en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. Máster en Medicina Tropical. Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

## **Agradecimiento**

*Agradecemos a nuestros queridos padres, los pilares más importantes, por todo su cariño, apoyo y sacrificio constante durante este largo camino, su presencia ha sido nuestra mayor fortaleza. Nos motivan a esforzarnos diariamente para conseguir nuestros sueños, sin mirar atrás, sin rendirnos hasta lograr ser los profesionales que hemos deseado desde hace ya seis años. Gracias por creer en nosotros.*

*Agradecemos a nuestros hermanos por su apoyo incondicional y motivación constante durante nuestras vidas académicas y personales, su presencia ha sido fundamental en nuestros caminos, ayudándonos a superar obstáculos y alcanzar nuestras metas.*

*Agradecemos a nuestros compañeros de carrera que han sido uno de los pilares fundamentales en este camino, con los cuales hemos compartido muchos momentos, buenos y malos, pero siempre hemos estado el uno para el otro, apoyándonos en cualquier circunstancia, riendo, llorando, bailando, cantando y disfrutando de cada paso juntos.*

*Agradecemos a cada docente de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sobre todo al Doctor Julio Salazar, director de este proyecto de investigación, por guiarnos en nuestro desarrollo en múltiples aspectos de la vida, sobre todo en el ámbito estudiantil y profesional. Su paciencia, dedicación, sabiduría y enseñanzas han sido parte fundamental e invaluable en nuestra formación como profesionales.*

## Resumen

### Antecedentes

Las enfermedades vectoriales son aquellas transmitidas por un vector y causadas por la transmisión de bacterias, virus o parásitos al ser humano. Entre las más comunes se encuentran el dengue, el paludismo, el zika, chikungunya, leishmaniasis, entre otras. Alrededor del mundo y, sobre todo en el Ecuador, se ha notado un aumento de la incidencia de estas enfermedades asociado a algunos factores, entre ellos, el efecto del cambio climático y sus determinantes (temperatura y pluviosidad) (OPS, 2020).

### Objetivo

Este proyecto de investigación tiene como finalidad el describir la tendencia epidemiológica de las principales enfermedades vectoriales del Ecuador, entre ellas el dengue, zika, chikungunya, leishmaniasis y paludismo. Además, busca distinguir las zonas geográficas más prevalentes en las que se desarrollan estas enfermedades y posterior a ello correlacionar los determinantes climáticos, pluviosidad y temperatura con la frecuencia de las mismas en un período de diez años, desde 2012 a 2022.

### Resultados esperados

Presentar la tendencia de las enfermedades vectoriales en los últimos 10 años por zona geográfica en el Ecuador y buscar una relación observable entre estas enfermedades y los determinantes climáticos entre 2012 a 2022 para el futuro uso de datos y el control epidemiológico adecuado de las enfermedades vectoriales a nivel público.

### Palabras clave

Enfermedades vectoriales, enfermedades tropicales, determinantes climáticos, cambio climático, dengue, paludismo/malaria, leishmaniasis, zika, chikungunya.

## **Introducción**

Las enfermedades vectoriales son aquellas transmitidas por un vector y causadas por la transmisión de bacterias, virus o parásitos al ser humano. En los últimos años se ha visto alrededor del mundo un aumento de casos de enfermedades tropicales, representando así más del 17 % de las enfermedades infecciosas y provocando más de 700.000 muertes (OMS, 2024). Entre las enfermedades más comunes se encuentran el dengue, con una estimación de “96 millones de casos sintomáticos y 40 000 muertes” (OMS, 2024), el paludismo, con una estimación de 219 millones de casos alrededor del mundo y más de 400 000 muertes ocurridas en menos de 5 años (OMS, 2024), zika, chikungunya, leishmaniasis, entre otras. En Ecuador también crecen estas enfermedades, sobre todo en regiones que hace años no era elevada la incidencia como la Sierra Ecuatoriana. Una de las razones que más sorprende es el efecto del cambio climático, un problema no solo a nivel nacional sino mundial

## **Justificación**

Las enfermedades vectoriales, como se expresa en estudios, son un problema para la salud de la población, sobre todo en el clima actual, que es un grave factor de riesgo para el aumento del número de casos. Así lo demuestra el Foro Farmacéutico de las Américas (FIP) quien refiere que “muchas de estas enfermedades se han limitado en gran medida a regiones específicas, especialmente en las zonas tropicales y subtropicales. Esta situación está ahora bajo un profundo cambio debido a muchos factores, entre ellos el cambio climático” (OPS, 2020). La OMS que responde a tal problemática ha planteado un proyecto llamado “Respuesta mundial para el control de vectores 2017-2030” que ofrece diferentes estrategias a los países afectados con la finalidad de fortalecer el control de vectores y así prevenir tales enfermedades (OMS, 2024). En Ecuador, pese a los esfuerzos de control de vectores, se visualiza una tendencia al

aumento de enfermedades vectoriales y por eso nuestro estudio busca informar sobre el comportamiento epidemiológico de las mismas en relación a los parámetros climáticos.

### **Objetivos**

- a) Describir la tendencia de las principales enfermedades vectoriales del Ecuador, leishmaniasis, paludismo, dengue, zika y chikungunya, en un período de diez años (2012-2022).
- b) Distinguir las zonas geográficas más prevalentes de las principales enfermedades vectoriales del Ecuador (leishmaniasis, paludismo, dengue, zika y chikungunya) en un período de 10 años (2012-2022).
- c) Correlacionar los determinantes climáticos, pluviosidad y temperatura, con la frecuencia de las principales enfermedades vectoriales del Ecuador (leishmaniasis, paludismo, dengue, zika y chikungunya).

## Marco Teórico

El Ecuador es un país ubicado “al noroccidente de América del Sur, entre Colombia, Perú y el Océano Pacífico” (Food and Agriculture Organization, 2000) sobre la línea ecuatorial. “Está dividido en cuatro regiones geográficas: Región Pacífica o Costa, Región Andina o Sierra Región Amazónica u Oriente, y Región Insular o Archipiélago de Galápagos” (Food and Agriculture Organization, 2000). La Región Costa, de entre 100 y 200 km de ancho “se encuentra situada bajo los 1300 m.s.n.m. en las estribaciones occidentales de los Andes y El Océano Pacífico” (Food and Agriculture Organization, 2000). La Región Sierra está conformada por “todas las áreas ubicadas sobre los 1300 m.s.n.m. hasta la cúspide de las montañas...” (Food and Agriculture Organization, 2000). La Región Amazónica “corresponde a los territorios ubicados por debajo de los 1300 m.s.n.m. en las estribaciones orientales de los Andes...” (Food and Agriculture Organization, 2000).

El clima en el Ecuador es variado “debido al relieve y a la influencia de la corriente fría de Humboldt en verano, y de la cálida de El Niño en invierno” (Food and Agriculture Organization, 2000). La Región Pacífica “presenta un clima cálido húmedo” (Food and Agriculture Organization, 2000) con niveles de precipitación desde “355 mm en el sur occidente hasta 6000 mm en la parte norte, y la temperatura media es de alrededor 23-35 °C” (Food and Agriculture Organization, 2000). La región Andina presenta una precipitación media anual de 1500 mm con una temperatura media fluctuante entre 12- 20°C (Food and Agriculture Organization, 2000). En la Región Amazónica “el clima es cálido húmedo, las precipitaciones anuales fluctúan entre 2.000 y 5.000 mm, no existe una estación seca definida como se da en la Sierra, y la temperatura es más bien uniforme, con fluctuaciones promedio entre 24 y 27°C” (Food and Agriculture Organization, 2000).

## Principales enfermedades vectoriales en el Ecuador

### Dengue

Es una enfermedad que se transmite por vectores, siendo el más representativo el mosquito *Aedes aegypti* (OMS, 2020). El virus del dengue es un arbovirus de tipo ARN, perteneciente a la familia *Flaviviridae*, al género *Flavivirus* (Sociedad Argentina de Virología, 2023) que afecta comúnmente a zonas tropicales y subtropicales. Este virus es transmitido “por la picadura de mosquitos hembras infectadas, principalmente del mosquito *Aedes aegypti*” (OMS, 2024). El mosquito al picar a una persona infectada permite el ingreso del virus para replicarse en el intestino medio del mosquito y posteriormente dirigirse hacia las glándulas salivales. Allí vuelve a picar, en este caso, a una persona sana en quien el período de incubación extrínseco ocurre entre 8 y 12 días “cuando la temperatura ambiente oscila entre 25 y 28°C” (OMS, 2024). A nivel mundial el virus del dengue infecta a casi 390 millones de personas al año (Ministerio de Salud Pública, 2023). En la mayoría de los casos, “la persona es asintomática o presenta síntomas leves que se pueden controlar sin ayuda médica, por lo que el número real de casos de dengue es superior al notificado” (OMS, 2024). El cambio climático juega un papel importante en la distribución de los vectores encargados de la transmisión del virus del dengue. Se reconoce que, en temperaturas más cálidas, entre 20-30°C (Roque Pérez et al., 2018) aumenta el tiempo en el que el mosquito *Aedes aegypti* sigue siendo infeccioso, además de tener una incubación más corta impulsando así la transmisión del virus del dengue (Thomas et al., 2023). En el Ecuador, en el año 2022, “se notificaron 16.017 casos confirmados de dengue, de los cuales 14.133 (88.23%) fueron dengue sin signos de alarma, 1775 casos (11.08%) dengue con signos de alarma y 109 casos (0.68%) dengue grave” afectando comúnmente a niños en este último grupo (OMS, 2020) (Ministerio de Salud Pública, 2020).

## **Zika**

Es una enfermedad causada por un arbovirus tipo ARN perteneciente a la familia *Flaviviridae*, dentro del género *Flavivirus* transmitida por mosquitos. De la misma manera que en el dengue su vector principal es el *Aedes aegypti*, sin embargo, también puede ser transmitido por el mosquito *Aedes albopictus* (LaBeaud Angelle, 2025). En Ecuador, en el año 2016 el número de casos de Zika aumentó de 92 a 1106 en todo el país, sin embargo, “la mayoría de casos (80%) ocurrió en Manabí” (UNICEF, 2016). Las poblaciones más afectadas por este virus fueron “las mujeres entre 15 y 49 años” (UNICEF, 2016). Posterior a este acontecimiento la OMS reporta en enero- marzo de 2017 20 casos de esta enfermedad. Según el SIVE- VIEPI, en 2018 se reportaron 9 casos de Zika, sin embargo, hasta 2022 no se han notificado más casos de infecciones (Ministerio de Salud Pública, 2022).

## **Leishmaniasis**

Es una “histoparasitosis producida por protozoos del género *Leishmania*, de localización intracelular” (Zaragozano et al., 2001). Es transmitida por “mosquitos hematófagos” (Zaragozano et al., 2001) ya infectados. “Los flebótomos inyectan la fase infecciosa, es decir los promastigotes” (CDC, 2024) que luego se encargan de llegar a una herida cutánea para allí ser fagocitados por macrófagos. “Los promastigotes se transforman en estas células en la fase tisular del parásito (es decir, los amastigotes)” (CDC, 2024) para multiplicarse e infectar a otras células fagocíticas. Los microorganismos que producen Leishmaniasis “son endémicos principalmente en las regiones tropicales y subtropicales” (Filho D, Vedobello;FA, Jorge; MV, Lonardon; U, 2010). Alrededor del mundo se calcula que aproximadamente 12 millones de personas sufren de leishmaniasis. En el Ecuador en el año 2019 se presentaron 1106 casos, en 2020 982 casos, en 2021 1247 casos y en 2022 913 casos (Ministerio de Salud Pública, 2023).

## Paludismo/ Malaria

Es una patología “producida por protozoos intracelulares y transmitida por la picadura del mosquito *Anopheles*” (Zaragozano, 2001). Solo cuatro plasmodios pueden generar la enfermedad en seres humanos: *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, y *P. malariae*. El mosquito *Anopheles* hembra infecta con malaria durante una alimentación con sangre, inoculando esporozoitos en el humano. “Los esporozoitos infectan las células del hígado y maduran en esquizontes que se rompen y liberan merozoitos” (CDC, 2024) en este punto el *P. vivax* y *P. ovale* pueden tener una etapa latente, denominados como hipnozoítos que perduran en el hígado causando recaídas posteriores (CDC, 2024). Después de replicarse en el hígado, “los parásitos experimentan una multiplicación asexual en los eritrocitos (esquizogonia eritrocítica) y cuando infectan la sangre es cuando se produce la clínica de esta patología (CDC, 2024). El paludismo “resulta de la interacción entre factores epidemiológicos y ecológicos” (Benavides-Melo, 2015), uno de estos factores es el clima, el cual influye directamente sobre la dinámica de transmisión de la enfermedad, aumentando así las “tasas de reproducción, tanto de vectores como de parásitos, en áreas con climas más cálidos” (Benavides-Melo, 2015). La transmisión malárica está condicionada por algunos factores ambientales, entre los que se encuentran “temperatura entre 17 y 24 °C, humedad relativa mayor a 50%, pluviosidad hasta de 2000 mm/año, altitud hasta 2500 m y ecosistemas como selvas, bosques densos (incluyendo bosques en galería) y vertiente” (Benavides-Melo, 2015). En Ecuador, “en el año 2022 se notificaron 1214 casos, entre los cuales las infecciones son por *P. vivax* y *P. falciparum*, siendo este último el que más complicaciones o muertes produce” (Ministerio de Salud Pública, 2023). Las provincias en las que se presentaron la mayoría de casos de malaria no complicada por *P. vivax* fueron Morona Santiago, continuando con Orellana, Pastaza y Pichincha (Ministerio de Salud Pública, 2023). En la actualidad se está haciendo un arduo trabajo para erradicar esta

patología, sin embargo, todavía se mantiene confinada a ciertas zonas específicas alrededor del Ecuador.

### **Chikungunya**

Es una enfermedad “cuyo agente etiológico es el virus chikungunya, un virus ARN del género *Alphavirus*, familia *Togaviridae*” (OMS, 2025), transmitida por mosquitos, principalmente *Aedes Aegypti* en regiones tropicales y subtropicales, además de *Aedes albopictus*, que, debido a la adaptación genética del virus, el mosquito tiene mayor potencial para propagarse, sobre todo en regiones templadas (Burt et al., 2017). La enfermedad que provoca el virus CHIKV, al ser transmitido por el mosquito *Aedes Aegypti*, es influida por el clima con la misma intensidad que la transmisión del dengue. El virus CHIKV se introdujo en 2013 en las Américas, provocando más de 2 millones de casos sospechosos en casi 50 países (L. Silva & Dermody, 2017). En Brasil se identificó el primer caso autóctono en 2014 y hasta la actualidad se han presentado “al menos siete grandes brotes, uno por año desde 2016 en adelante, con casi 254.000 infecciones confirmadas por laboratorio y 1.2 millones de casos sospechosos, así como unos mil fallecidos” (Felipe Florespi, 2023). En Ecuador, en el año 2017 se notificaron 196 casos, en el 2018 hubo 8 casos, en 2019 se presentaron 2 casos, en 2020 se presentó 1 caso confirmado por laboratorio. En el año 2021 no se notificaron casos al igual que en 2022” (MSP, 2022).

### **Clima y enfermedades vectoriales**

Uno de los principales y más representativos vectores de las enfermedades antes mencionadas es el mosquito *Aedes aegypti*. Este mosquito tiene un “metabolismo que depende de forma directa de la temperatura del ambiente para poder regular sus funciones vitales, es así que, los mosquitos residen en zonas donde la temperatura se mantiene de 20- 30°” (Roque Pérez et al., 2018). De esta manera, “la temperatura es una variable que influye sobre el mosquito *Aedes*, desde su desarrollo hasta la relación con el virus, lo que hace que sea la variable climática más importante moldeando la transmisión en una región” (Márquez et al., 2019)

En cuanto a la transmisión de leishmaniasis, dada por flebótomos, la temperatura en la que estos presentan mayor actividad se encuentre entre 20- 25 °C y su ciclo dura mínimo 6 días si las temperaturas oscilan entre 17- 33 °C (DeWinter et al., 2024).

Por otra parte, la temperatura óptima para la transmisión de malaria es 25°C y disminuye si la temperatura supera los 28°C (Mordecai et al., 2013).

Por último, como se mencionó anteriormente, el Ecuador tiene clima variable debido a dos corrientes importantes, una de ellas, la corriente cálida de El Niño, con sus eventos principales en 1982 a 1983, 1997 a 1998, 2002, 2017 y 2023. Estos eventos generaron precipitaciones acumuladas, crecida de los ríos, inundaciones de distintas áreas, en el mar la temperatura más alta de lo normal, entre otras consecuencias graves y de afectación social que no se especificarán en este estudio (Ministerio de Salud Pública, 2016). Es importante recalcar estos eventos ya que, como se explicó, la presencia de mosquitos está determinada por algunos factores, entre ellos la temperatura y las precipitaciones.

## Metodología

La información de este estudio proviene de la base de datos pública de la plataforma INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) del apartado de egresos hospitalarios por años del 2012 al 2022, junto con datos de gacetas vectoriales emitidas por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Estos datos son completamente anonimizados y no involucran ningún tipo de conflicto de interés.

Se usó el programa SPSS para los análisis estadísticos de la base de datos y el cruce de las variables correspondientes para el estudio del comportamiento epidemiológico. Además, se utilizó el sistema Microsoft Excel para generación de gráficas.

La página web en la que se obtuvieron los datos climáticos es WeatherSpark, que recoge datos de fuentes meteorológicas confiables y reconocidas. Según la documentación presentada en su página web WeatherSpark recopila datos históricos del clima de fuentes internacionales como la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) y METAR (Meteorological Aerodrome reports) que usan información meteorológica emitidas por aeropuertos y MERRA-2 (Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2) que es un conjunto de datos analizados por la NASA. Algunas provincias de Ecuador no constan de registro climático ni de pluviosidad en esta página web, entre ellas se encuentran Esmeraldas, Santo Domingo, Los Ríos, Morona Santiago y Pastaza, por lo cual los resultados que involucren a estas provincias pueden no ser los más exactos. Los datos faltantes en la página web fueron obtenidos de los boletines climatológicos anuales del INAMHI desde los años 2012 al 2017 y 2020, del boletín agroclima del Ministerio de Agricultura y Ganadería del 2019, del boletín meteorológico mensual de la Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y del anuario hidrometeorológico de la Red Integrada de Monitoreo Hidrometeorológico FONAG- EPMAPS del año 2021 y 2022.

Una vez obtenidos todos los datos se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para observar la correlación entre las temperaturas y cada una de las enfermedades. Se utilizaron los rangos dados en el estudio de (Fiallos, 2021).

Por último, se utilizó la herramienta Datawrapper para la generación de mapas coropléticos de los años con más y menos casos, que nos ayuda con la visualización por colores de las provincias que han presentado mayor cantidad de casos.

## Resultados

A continuación, se puede observar la distribución que se encontró en este estudio. Se organizó por años desde 2012 a 2022 el número absoluto de casos que se encontró de cada una de las enfermedades estudiadas, dengue, chikungunya, zika, leishmaniasis y paludismo. Asimismo, la temperatura promedio de cada año en °C y la pluviosidad promedio del Ecuador en milímetros, obteniendo la siguiente tabla y gráfico (Tabla 1) y (Figura 1).

**Tabla 1**

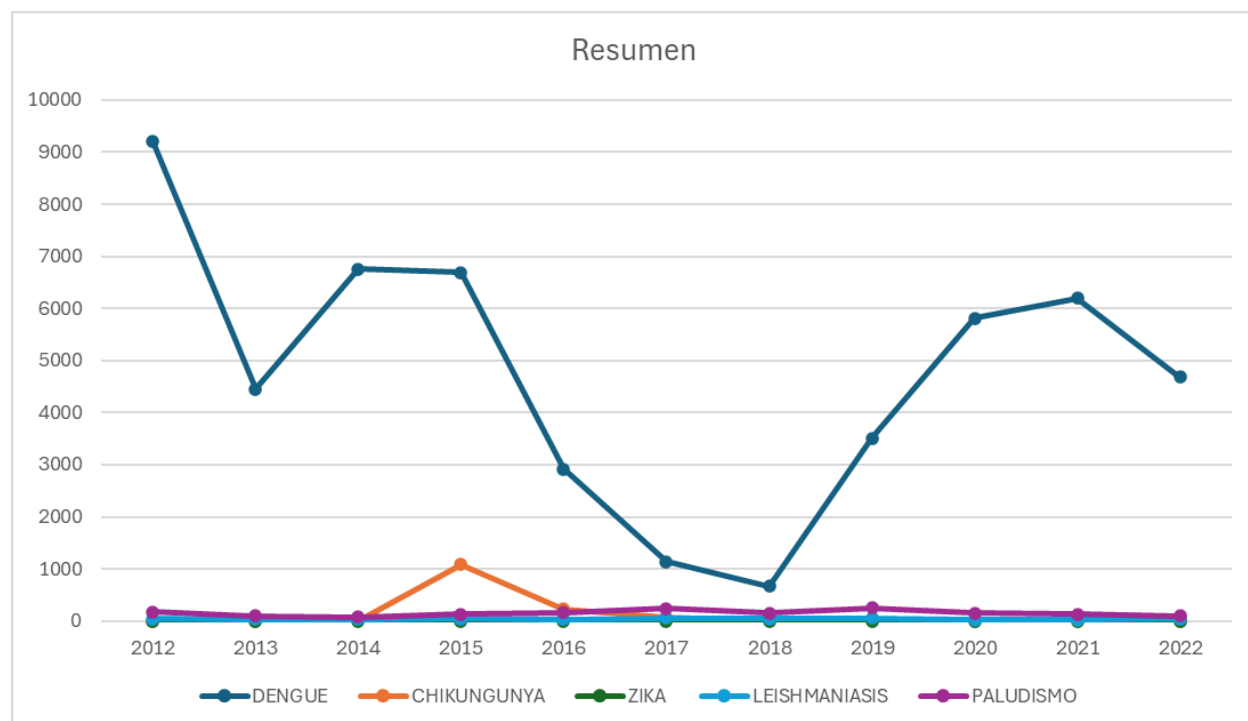
*Total de casos de enfermedades vectoriales, temperatura y pluviosidad por años*

<b>Año</b>	<b>Dengue</b>	<b>Chikungunya</b>	<b>Zika</b>	<b>Leishmaniasis</b>	<b>Paludismo</b>	<b>Temperatura promedio del Ecuador (°C)</b>	<b>Pluviosidad promedio del Ecuador (mm)</b>
<b>2012</b>	9204	0		45	174	20.36 °C	1641.21mm
<b>2013</b>	4457	0		28	95	20.48 °C	938.68 mm
<b>2014</b>	6752	4		33	77	20.85 °C	198.96 mm
<b>2015</b>	6691	1082		37	132	21.20 °C	1459.81 mm
<b>2016</b>	2921	226	2947	33	159	21.35 °C	1081.14 mm
<b>2017</b>	1142	69	2413	48	237	21.18 °C	1294.44 mm
<b>2018</b>	673	10		37	157	21.06 °C	1131.4 mm
<b>2019</b>	3511	15		51	252	20.87 °C	1100.98 mm
<b>2020</b>	5808	3		15	148	20.55 °C	1371.36 mm
<b>2021</b>	6193	3		21	134	20.43 °C	2051.5 mm
<b>2022</b>	4677	3		40	95	20.93 °C	1538.8 mm

Posterior a ello se ubicó a las enfermedades vectoriales en la Figura 1, considerando los casos en total por cada año desde 2012 a 2022.

**Figura 1**

*Casos de enfermedades vectoriales por años*



Al momento de analizar la Figura 1 de manera aislada, se observó los años donde se reportó la mayoría de casos de las enfermedades en estudio, a esto lo denominaremos “picos” de las enfermedades en el presente trabajo.

Una vez obtenidos los picos de las enfermedades por años se realizó un análisis minucioso de cada año para determinar en qué provincias existen picos de casos reportados de cada una de ellas y nadires, que en el presente trabajo serán la menor cantidad de casos en las mismas provincias para poder realizar comparaciones, con excepción del Zika que únicamente tuvo dos picos en diferentes provincias. Se realizó cruce de datos por provincia y por enfermedad,

obteniendo tendencias de las enfermedades en provincias como Guayas, Pichincha, Esmeraldas y Manabí.

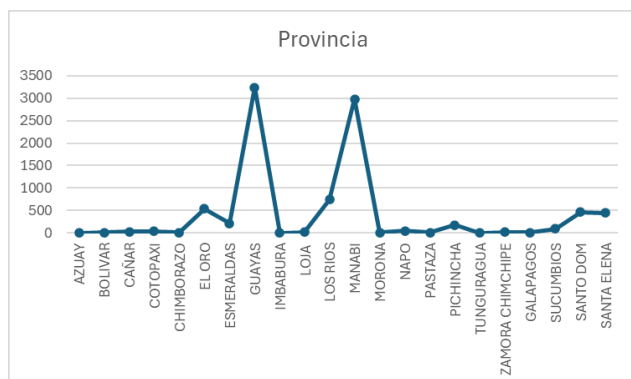
Al momento de objetivar los años y las provincias con más casos de cada enfermedad, se extrajo la temperatura y pluviosidad de las provincias descritas para análisis y correlación del aumento de casos de enfermedades vectoriales con la fluctuación de la temperatura y pluviosidad.

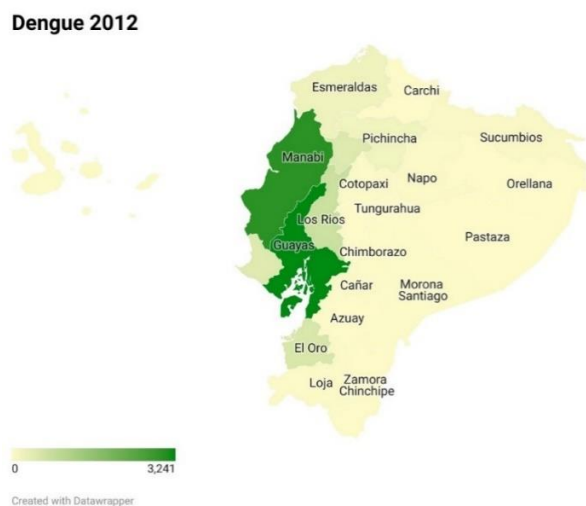
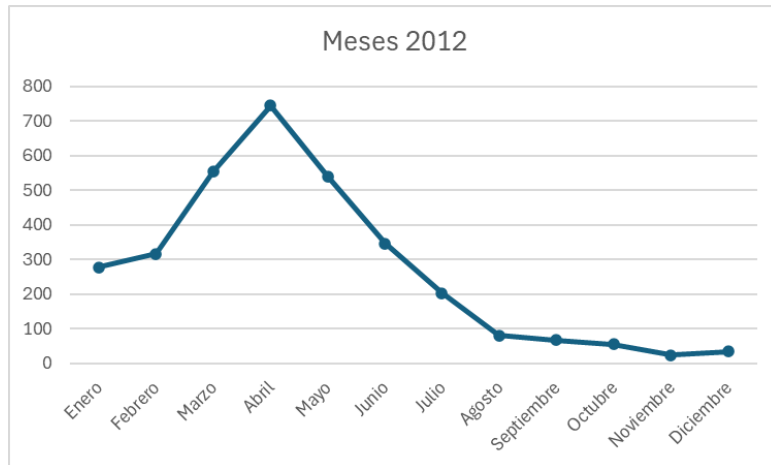
## Dengue

En la Figura 2 y Figura 3 se puede observar picos de casos de dengue por provincia en el año 2012, en donde la provincia que destaca con un pico representativo es Guayas.

### Figura 2

*Casos de dengue por provincias en el año 2012*



**Figura 3***Casos de dengue por provincias en el año 2012***Figura 4***Casos de dengue por meses en el año 2012 en la provincia de Guayas***Tabla 2***Casos de dengue por meses en el año 2012 en la provincia de Guayas*

<b>Dengue</b>	
<b>Guayas, 2012</b>	
Enero	277

---

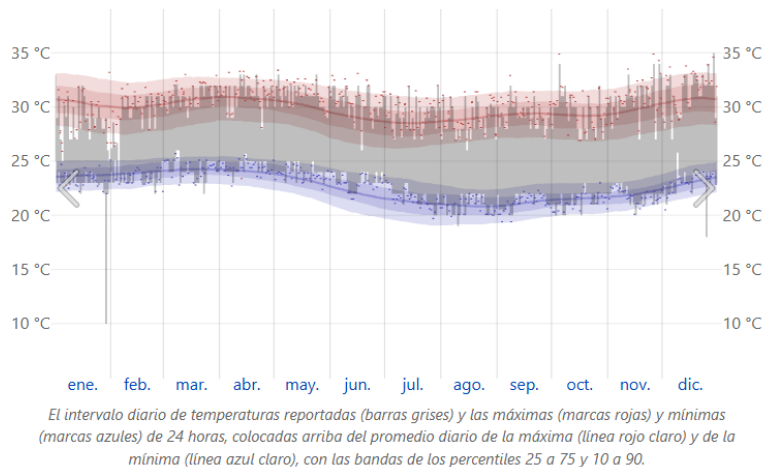
Febrero	317
Marzo	553
Abril	744
Mayo	540
Junio	346
Julio	203
Agosto	80
Septiembre	67
Octubre	55
Noviembre	24
Diciembre	35
Total	3241

---

Según la Figura 4 y Tabla 2 la mayoría de casos presentados en la provincia de Guayas en 2012 se reportan entre el mes de Marzo con 553 casos y Junio con 346 casos, siendo Abril el mes con un mayor pico de 744 casos. El nadir se presenta en Noviembre con 24 casos, dando un total de 3241 casos en total durante todo el año 2012.

## Figura 5

### Temperatura promedio, mínima y máxima de Guayas en el año 2012

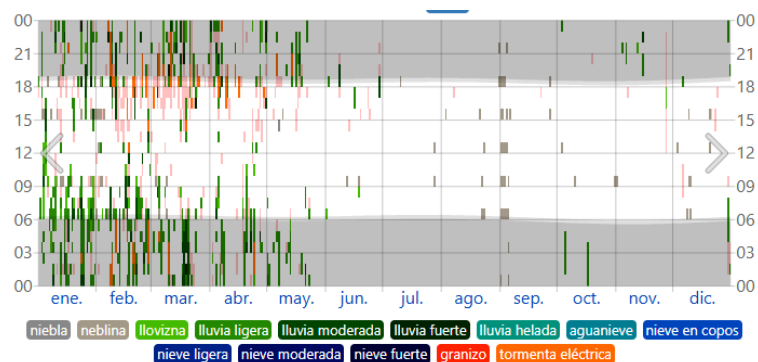


Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

En cuanto a la temperatura de Guayas en el año 2012 se mantiene con una curva de temperaturas máximas constante y un aumento de la temperatura máxima entre Febrero y Abril, sin una disminución visible de la temperatura promedio, mínima y máxima durante todo el año (Figura 5), resultando una temperatura promedio de 26.6 °C (Juan et al., 2013).

## Figura 6

### Pluviosidad promedio de Guayas en el año 2012



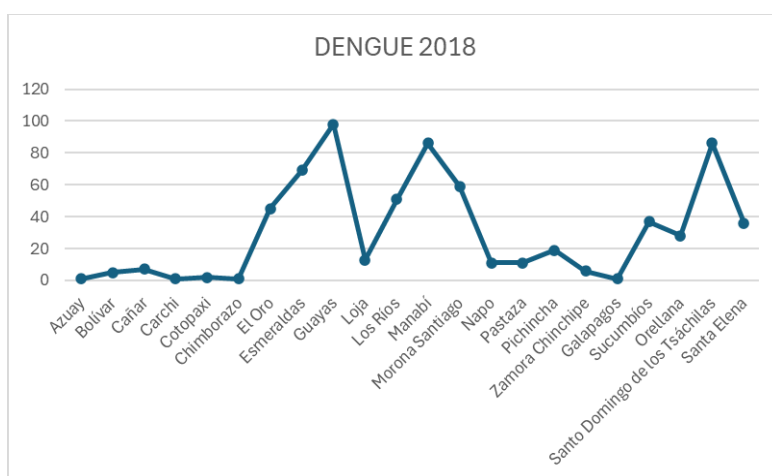
Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

La pluviosidad promedio en 2012 fue de 1641.21 mm (Juan et al., 2013) y como se observa en la Figura 6, entre Enero y Mayo la cantidad de lluvia fue significativamente mayor al resto de meses, con presencia de lloviznas, lluvia ligera y lluvia moderada.

Por otra parte, en Guayas en el año 2018 se evidencia en la Figura 7 otro pico de dengue, pero con menos casos que en el año 2012 (Ministerio de Salud Pública, 2019).

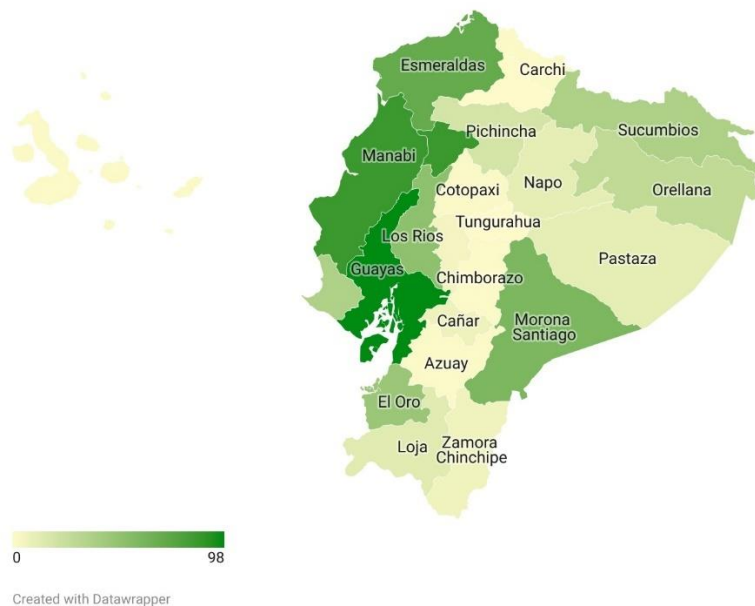
### Figura 7

*Casos de dengue por provincias en el año 2018*



**Figura 8**

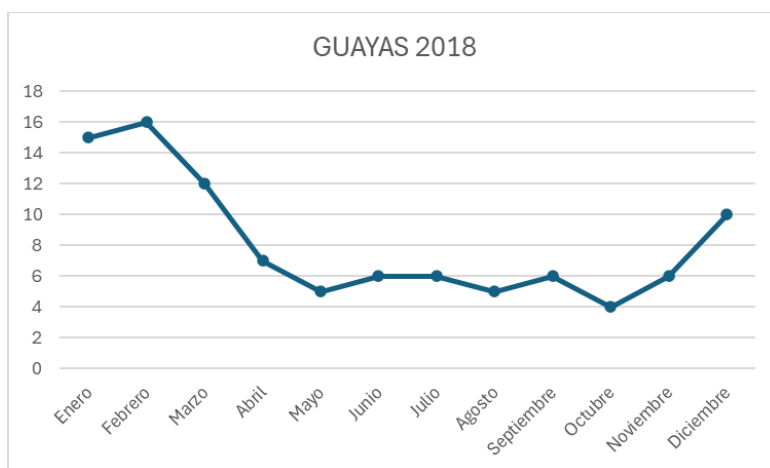
*Casos de dengue por provincias en el año 2018*

**DENGUE 2018**

Si siguiendo el mismo análisis que en 2012, en comparación con Guayas en el año 2018, en la Figura 9 y Tabla 3, se puede observar un pico de contagios en el mes de Febrero con 16 casos y un nadir en Octubre con 4 casos, dando un total de 98 casos durante todo el año 2018.

**Figura 9**

*Casos de dengue por meses en el año 2018 en la provincia de Guayas*



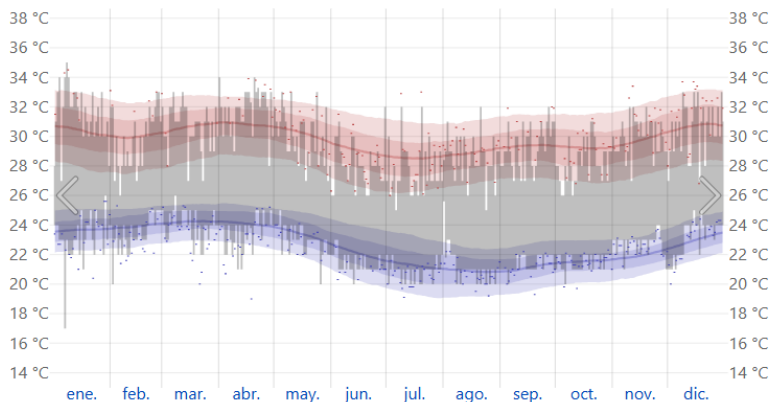
**Tabla 3***Casos de dengue por meses en el año 2018 en la provincia de Guayas*

<b>Dengue</b>	
<b>Guayas, 2018</b>	
Enero	15
Febrero	16
Marzo	12
Abril	7
Mayo	5
Junio	6
Julio	6
Agosto	5
Septiembre	6
Octubre	4
Noviembre	6
Diciembre	10
<b>Total</b>	<b>98</b>

En cuanto a la temperatura de Guayas en 2018 se puede observar en la Figura 10 una variable fluctuación durante todo el año, con ascensos de la temperatura máxima entre Marzo y Mayo, y Noviembre y Diciembre, dando como temperatura promedio 27.8 °C (Tiupul & Arevalo, 2018).

**Figura 10**

*Temperatura promedio, mínima y máxima de Guayas en el año 2018*



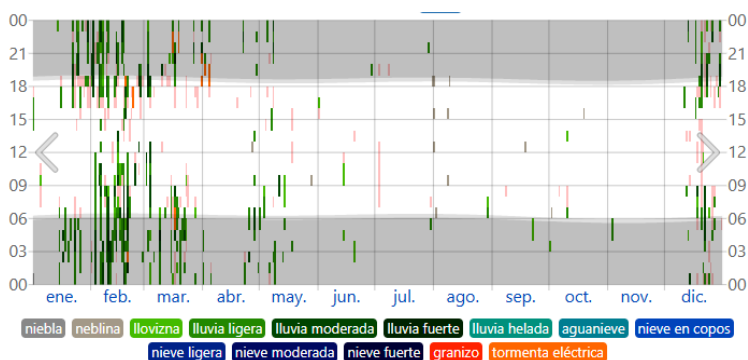
*El intervalo diario de temperaturas reportadas (barras grises) y las máximas (marcas rojas) y mínimas (marcas azules) de 24 horas, colocadas arriba del promedio diario de la máxima (línea rojo claro) y de la mínima (línea azul claro), con las bandas de los percentiles 25 a 75 y 10 a 90.*

Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

La pluviosidad promedio en 2018 fue de 1131.4 mm (Tiupul & Arevalo, 2018) y como se observa en la Figura 11 se presentan fluctuaciones de llovizna, lluvia ligera y lluvia moderada en Febrero. En comparación con la pluviosidad promedio del año 2012 de 1641.21 mm (Juan et al., 2013) que fue evidentemente mayor que la del año 2018.

**Figura 11**

*Pluviosidad promedio de Guayas en el año 2018*



*El tiempo observado por hora, codificado por color por categoría (en orden de gravedad). Si hay múltiples informes, se muestra el código más drástico.*

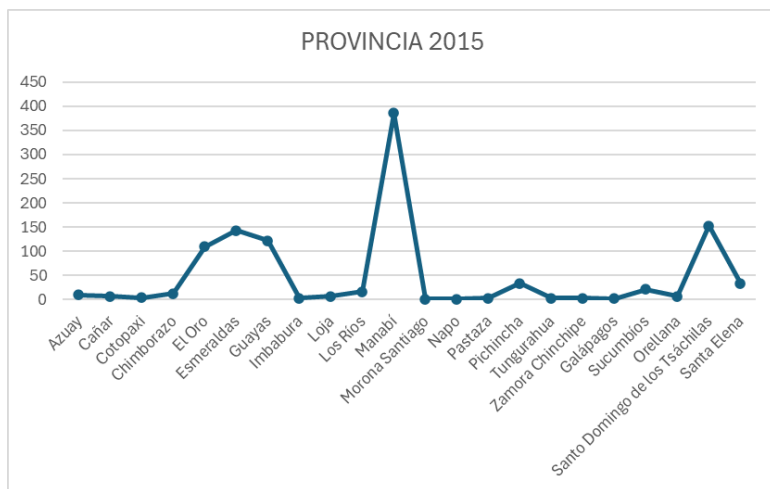
Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

## Chikungunya

Según la Figura 12 y Figura 13 el chikungunya presentó picos de casos en el año 2015 en la provincia de Manabí.

### Figura 12

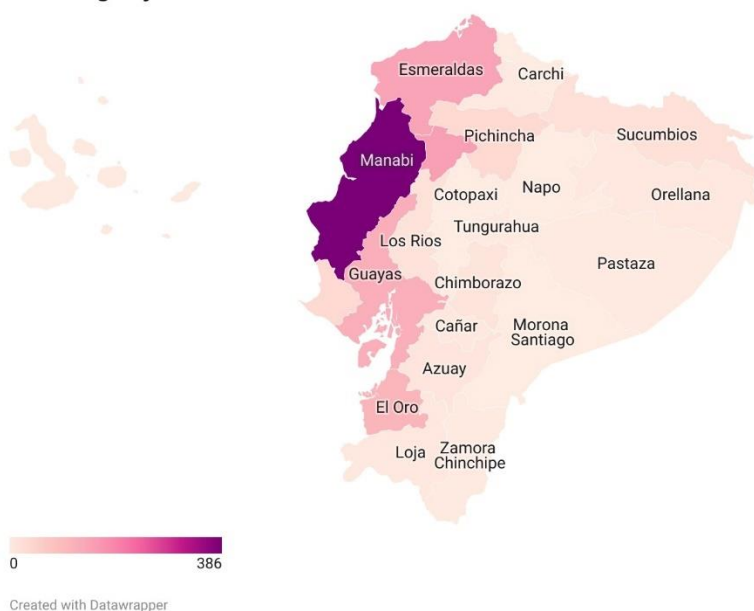
Casos de chikungunya por provincias en el año 2015



### Figura 13

Casos de chikungunya por provincias en el año 2015

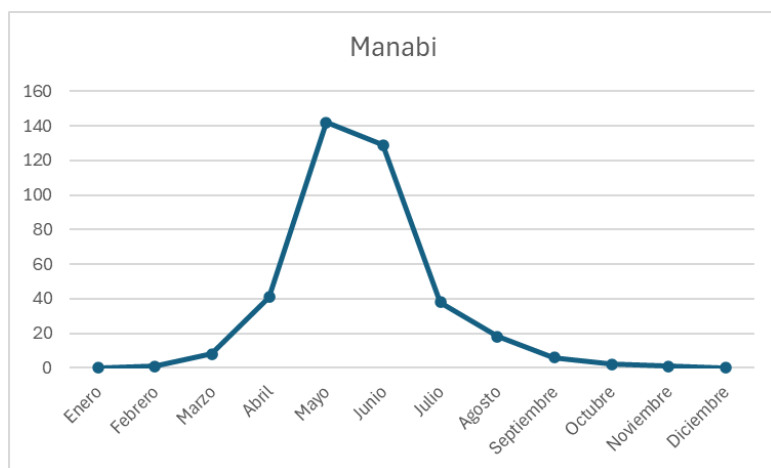
#### Chikungunya 2015



Al analizar de manera exhaustiva se puede observar en la Figura 14 y Tabla 4 un pico de contagios en el mes de Mayo con 142 casos, seguido del mes de Junio con 129 casos. El nadir se puede observar en Enero y Diciembre sin la presencia de casos, dando un total de 386 casos durante todo el año 2015 en Manabí.

**Figura 14**

*Casos de chikungunya por meses en el año 2015 en la provincia de Manabí*



**Tabla 4**

*Casos de chikungunya por meses en el año 2015 en la provincia de Manabí*

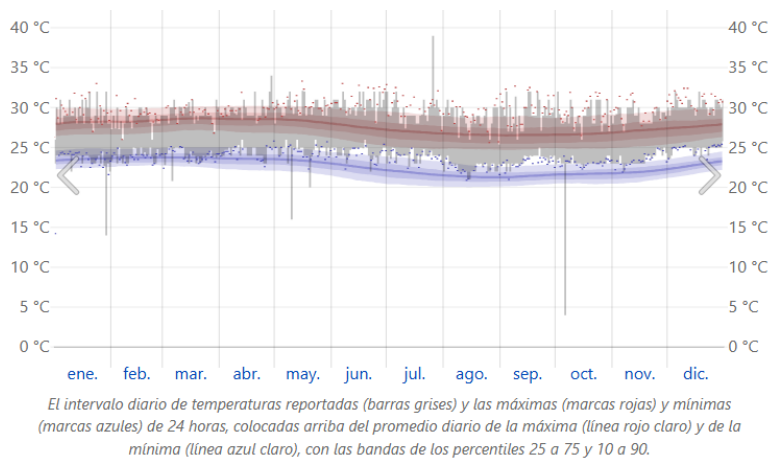
<b>Chikungunya</b>	
<b>Manabí, 2015</b>	
Enero	0
Febrero	1
Marzo	8
Abril	41
Mayo	142
Junio	129
Julio	38

Agosto	18
Septiembre	6
Octubre	2
Noviembre	1
Diciembre	0
<b>Total</b>	<b>386</b>

La temperatura de Manabí presentó leves fluctuaciones durante todo el año según la Figura 15 y la temperatura promedio en el año 2015 fue de 27.7 °C (INAMHI, 2015)

### Figura 15

*Temperatura promedio, mínima y máxima de Manabí en el año 2015*

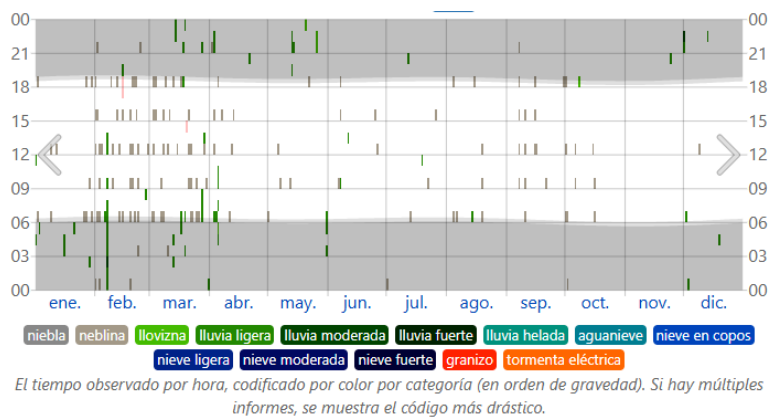


Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

En cuanto a la pluviosidad promedio del año 2015 fue de 1459.81 mm (INAMHI, 2015) con ligeras variaciones de lluvia ligera y moderada entre los meses de Febrero y Marzo según la Figura 16.

**Figura 16**

*Pluviosidad promedio de Manabí en el año 2015*



Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

En comparación, en Manabí en el año 2022 se puede observar un solo caso de chikungunya en total en todo el mes de Marzo (Figura 17).

**Figura 17**

*Casos de chikungunya por provincias en el año 2022*

**Tabla 5**

*Casos de chikungunya por provincias en el año 2022*

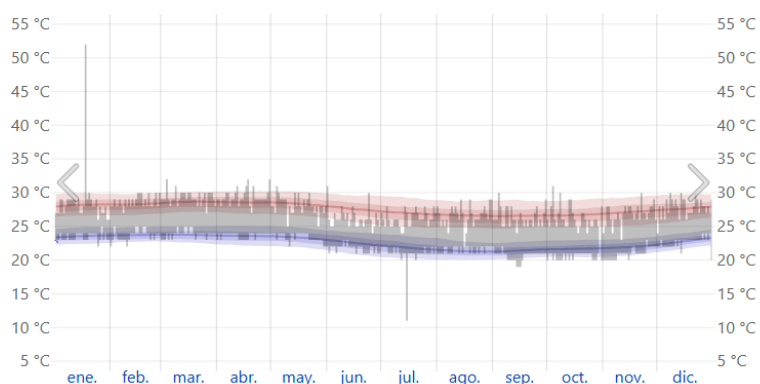
<b>Chikungunya</b>	
<b>Manabí, 2022</b>	
Marzo	1

Total	1
-------	---

En 2022 la temperatura promedio de Manabí fue de 27 °C (Red Integrada de Monitoreo Hidrometeorológico EPMAPS-FONAG, 2023) y como se observa en la Figura 18 no se presencia una fluctuación relevante de la temperatura en ese año.

### Figura 18

*Temperatura promedio, mínima y máxima de Manabí en el año 2022*



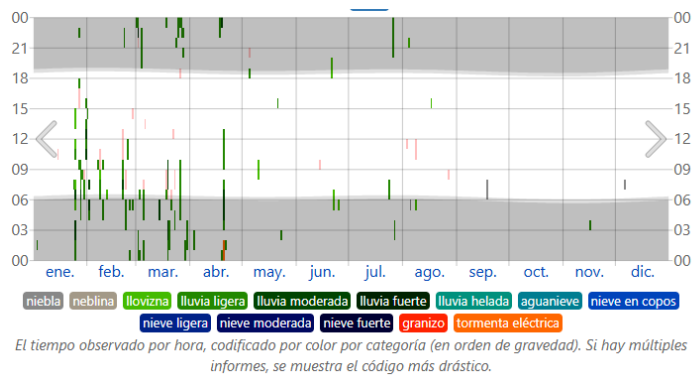
*El intervalo diario de temperaturas reportadas (barras grises) y las máximas (marcas rojas) y mínimas (marcas azules) de 24 horas, colocadas arriba del promedio diario de la máxima (línea rojo claro) y de la mínima (línea azul claro), con las bandas de los percentiles 25 a 75 y 10 a 90.*

Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

En cuanto a la pluviosidad promedio en 2022 fue de 1538.8 mm (Red Integrada de Monitoreo Hidrometeorológico EPMAPS-FONAG, 2023) y hubo ligera fluctuación entre los meses de Enero y Marzo como se observa en la Figura 19. Comparado con el año 2015, la pluviosidad de 2022 fue mayor con un valor de 1459.81 mm (INAMHI, 2015).

Figura 19

Pluviosidad promedio de Manabí en el año 2022



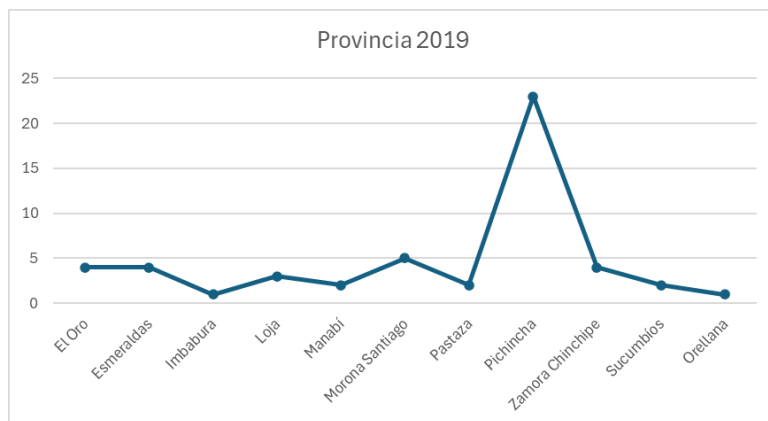
Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

## Leishmaniasis

Esta enfermedad tuvo un pico importante en el año 2019, y la provincia en la que se presentó la mayor parte de casos fue Pichincha como se observa en la Figura 20 y Figura 21.

Figura 20

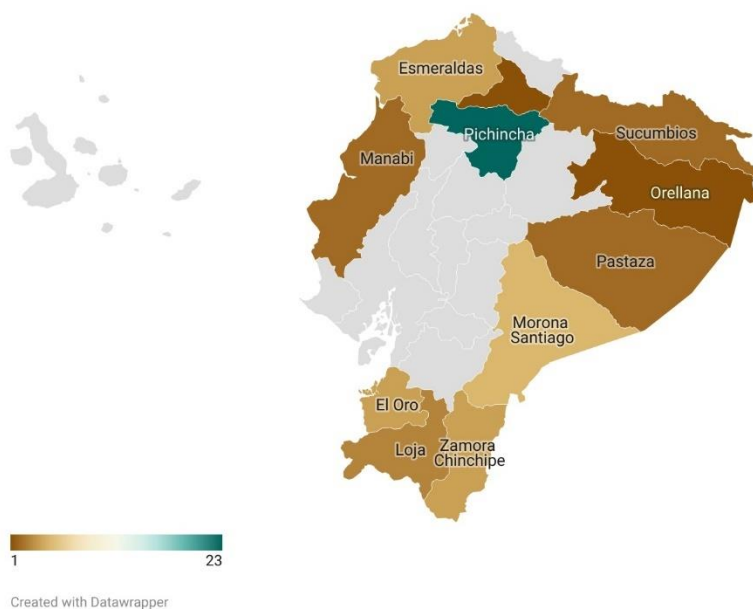
Casos de leishmaniasis por provincias en el año 2019



**Figura 21**

*Casos de leishmaniasis por provincias en el año 2019*

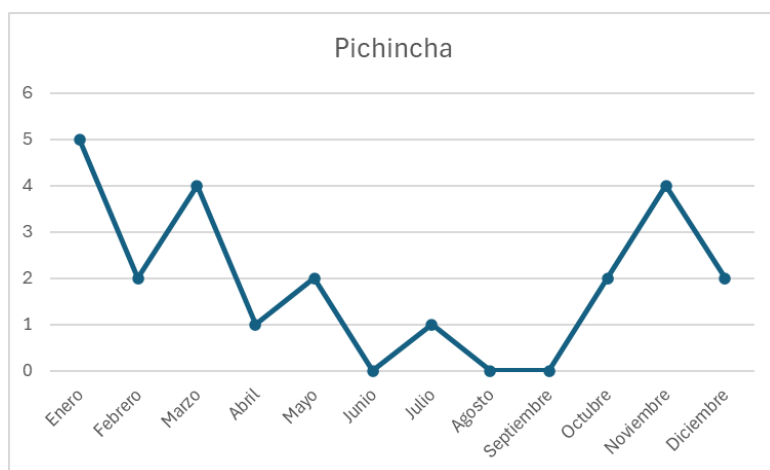
### Leishmaniasis 2019



En Pichincha en el año 2019, el mes que presentó la mayoría de casos fue Enero con 5 casos, y los nadires fueron en Junio, Agosto y Septiembre, cada uno con 1 caso, dando un total de 23 casos durante todo el año 2019 (Figura 22 y Tabla 6).

**Figura 22**

*Casos de leishmaniasis por meses en el año 2019 en la provincia de Pichincha*



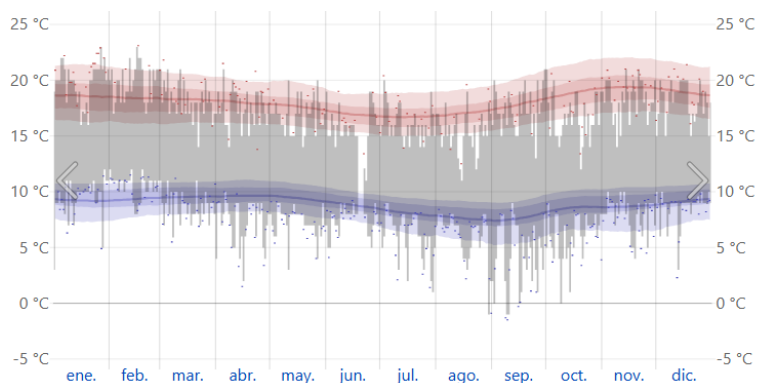
**Tabla 6***Casos de leishmaniasis por meses en el año 2019 en la provincia de Pichincha*

<b>Leishmaniasis</b>	
<b>Pichincha, 2019</b>	
Enero	5
Febrero	2
Marzo	4
Abril	1
Mayo	1
Junio	0
Julio	1
Agosto	0
Septiembre	0
Octubre	2
Noviembre	4
Diciembre	2
<b>Total</b>	<b>23</b>

La temperatura promedio de Pichincha en el año 2019 fue de 15.5°C (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019) y como se observa en la Figura 23 hubo ascenso de temperaturas promedio, máxima y mínima entre Octubre y Diciembre.

## Figura 23

Temperatura promedio, mínima y máxima de Pichincha en el año 2019



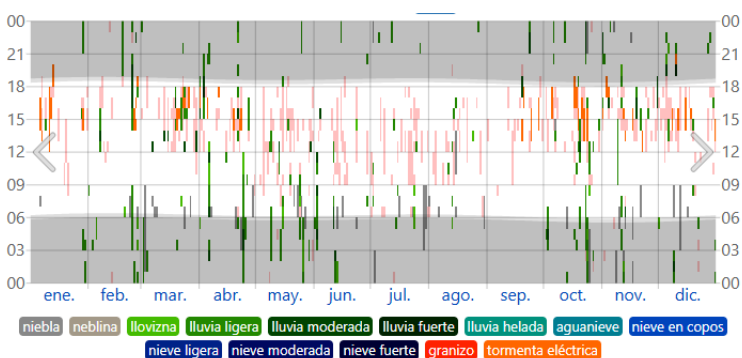
El intervalo diario de temperaturas reportadas (barras grises) y las máximas (marcas rojas) y mínimas (marcas azules) de 24 horas, colocadas arriba del promedio diario de la máxima (línea rojo claro) y de la mínima (línea azul claro), con las bandas de los percentiles 25 a 75 y 10 a 90.

Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

En cuanto a la pluviosidad promedio en el año 2019 fue de 1100.98 mm (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019) con variaciones de lluvia ligera y moderada durante todo el año, destacando Abril y Mayo, y variaciones de granizo en casi todos los meses (Figura 24).

## Figura 24

Pluviosidad promedio de Pichincha en el año 2019



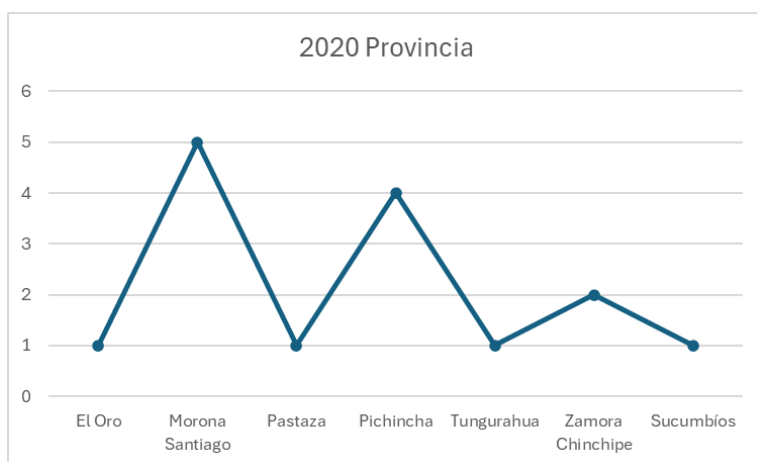
El tiempo observado por hora, codificado por color por categoría (en orden de gravedad). Si hay múltiples informes, se muestra el código más drástico.

Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

Por otra parte, en Pichincha en el año 2020 se presentó la menor cantidad de casos de leishmaniasis, a pesar que tuvo el segundo pico de casos por provincias (Figura 25).

### Figura 25

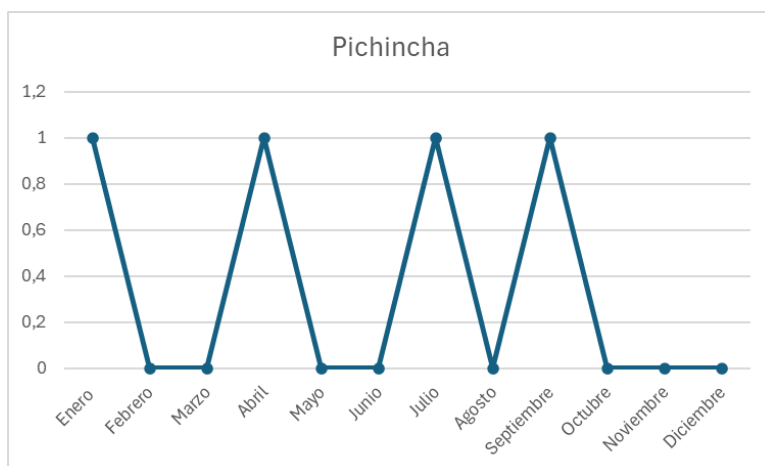
*Casos de leishmaniasis por provincias en el año 2020*



Durante todo el año 2020 en Pichincha se presenta solamente un caso en Febrero, Abril, Julio y Septiembre, mientras que en el resto de meses no se presentaron casos. Dando un total de 4 casos durante todo el año 2020 (Figura 26 y Tabla 7).

### Figura 26

*Casos de leishmaniasis por meses en el año 2020 en la provincia de Pichincha*



**Tabla 7**

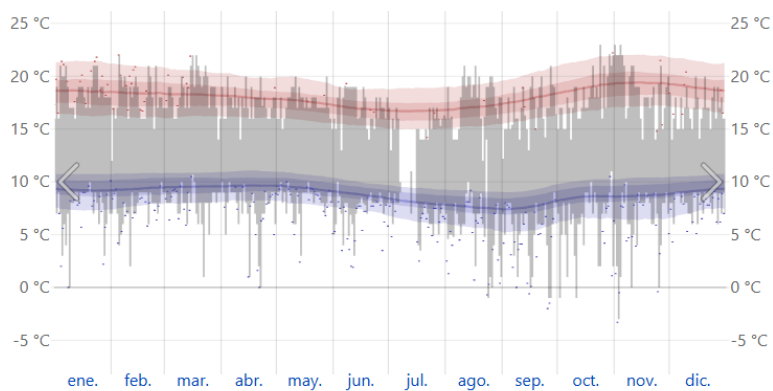
*Casos de leishmaniasis por meses en el año 2020 en la provincia de Pichincha*

<b>Leishmaniasis</b>	
<b>Pichincha, 2020</b>	
Febrero	1
Abril	1
Julio	1
Septiembre	1
<b>Total</b>	<b>4</b>

La temperatura promedio de Pichincha en el año 2020 fue de 15.6°C (INAMHI, 2020) y como se observa la Figura 27 hay ligera fluctuación y ascenso de temperaturas promedio, mínima y máxima de Octubre a Noviembre.

**Figura 27**

*Temperatura promedio, mínima y máxima de Pichincha en el año 2020*



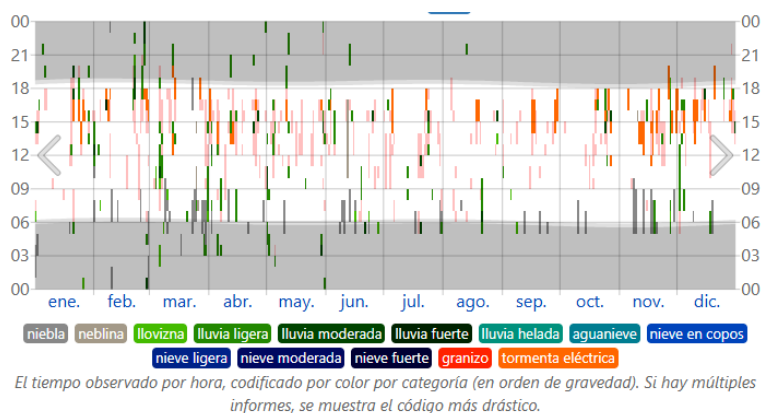
*El intervalo diario de temperaturas reportadas (barras grises) y las máximas (marcas rojas) y mínimas (marcas azules) de 24 horas, colocadas arriba del promedio diario de la máxima (línea rojo claro) y de la mínima (línea azul claro), con las bandas de los percentiles 25 a 75 y 10 a 90.*

Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

Por otra parte, la pluviosidad promedio en 2020 fue de 1371.36 mm (INAMHI, 2020) y se mantuvo variable, presenciando granizo, tormentas eléctricas y lluvia moderada durante todo el año (Figura 28).

## Figura 28

*Pluviosidad promedio de Pichincha en el año 2020*



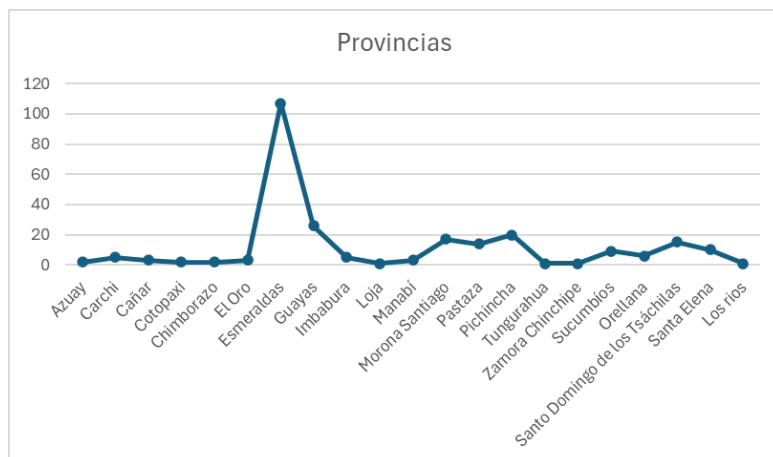
Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

## Paludismo

Esta enfermedad tuvo picos en el año 2019 en la provincia de Esmeraldas (Figura 29 y Figura 30).

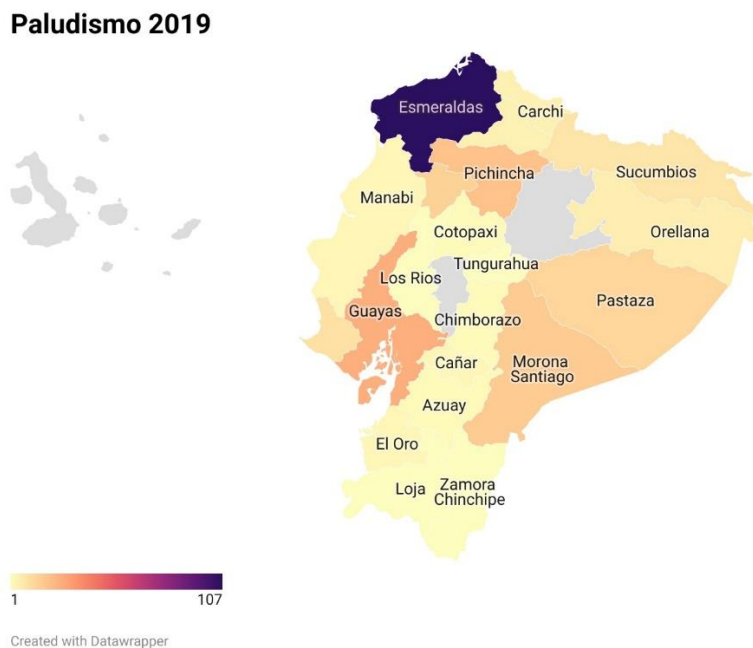
## Figura 29

*Casos de paludismo por provincias en el año 2019*



**Figura 30**

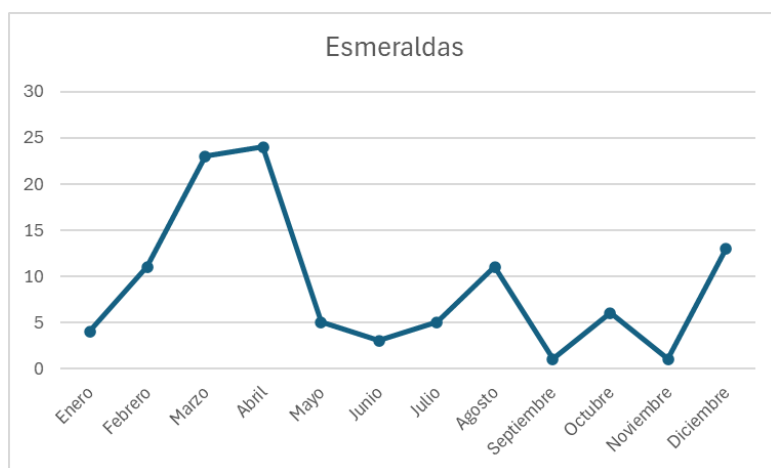
*Casos de paludismo por provincias en el año 2019*



En Esmeraldas en 2019 la mayor parte de casos se concentró en el mes de Abril con 24 casos y el nadir en Noviembre con 1 caso, dando un total de 107 casos durante todo el año 2019 (Figura 31 y Tabla 8).

**Figura 31**

*Casos de paludismo por meses en el año 2019 en la provincia de Esmeraldas*

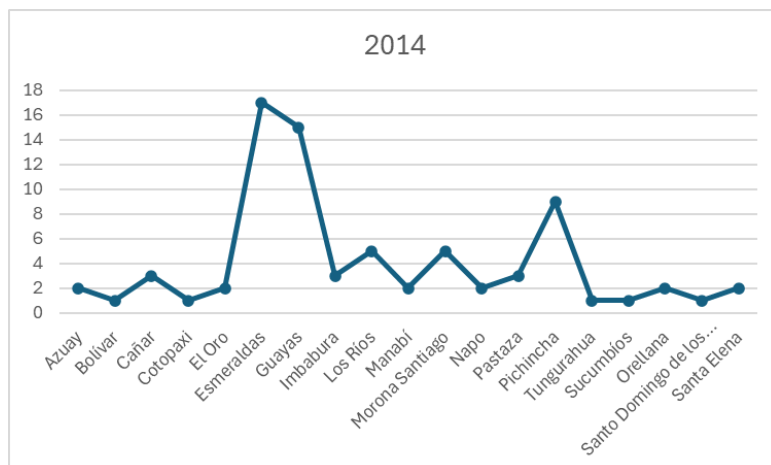
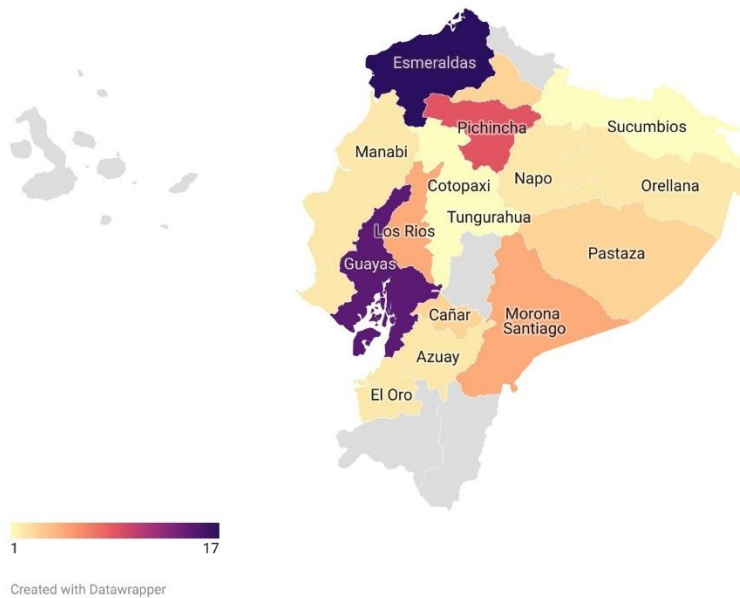


**Tabla 8***Casos de paludismo por meses en el año 2019 en la provincia de Esmeraldas*

<b>Paludismo</b>	
<b>Esmeraldas, 2019</b>	
Enero	4
Febrero	11
Marzo	23
Abril	24
Mayo	5
Junio	3
Julio	5
Agosto	11
Septiembre	1
Octubre	6
Noviembre	1
Diciembre	13
<b>Total</b>	<b>107</b>

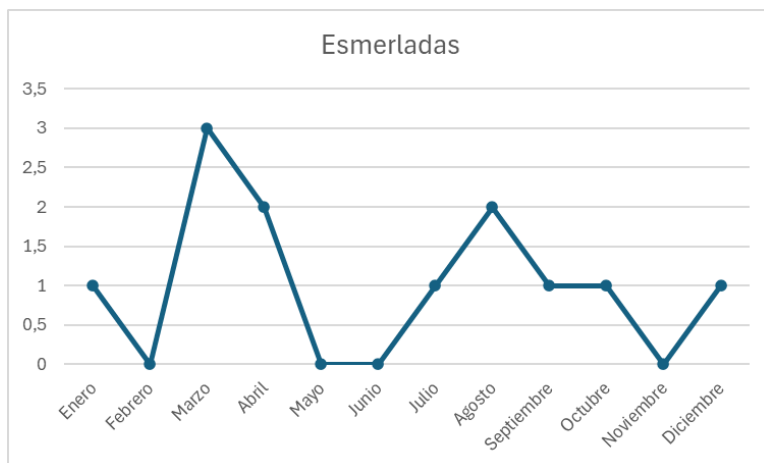
La temperatura media de Esmeraldas en el año 2019 fue de 26.7 °C (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019) y la pluviosidad promedio del año 2019 fue 1100.98 (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019). Los gráficos de fluctuación de temperatura y pluviosidad de esta provincia no se encuentran disponibles en Weatherspark.

Por el contrario, en el año 2014 se presentó la menor cantidad de casos en Esmeraldas, en la Figura 32 y Figura 33 se observa un pico en Esmeraldas, sin embargo, en la Figura 34 y Tabla 9 se puede analizar la presencia de menos casos en comparación al año 2019.

**Figura 32***Casos de paludismo por provincias en el año 2014***Figura 33***Casos de paludismo por provincias en el año 2014***Paludismo 2014**

**Figura 34**

*Casos de paludismo por meses en el año 2014 en la provincia de Esmeraldas*

**Tabla 9**

*Casos de paludismo por meses en el año 2014 en la provincia de Esmeraldas*

<b>Paludismo</b>	
<b>Esmeraldas, 2014</b>	
Enero	1
Febrero	0
Marzo	3
Abril	2
Mayo	0
Junio	0
Julio	1
Agosto	2
Septiembre	1
Octubre	1
Noviembre	0

Diciembre	1
Total	12

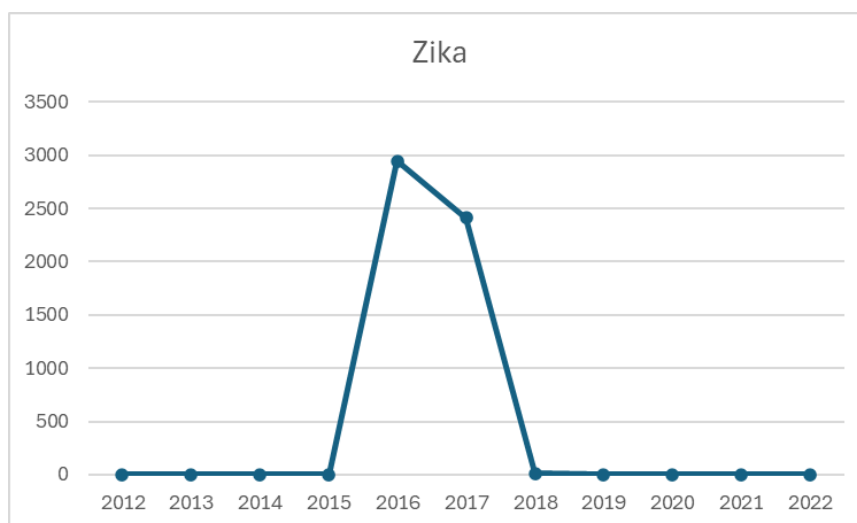
En Esmeraldas en el año 2014 la mayor parte de casos se presentó en Marzo con 3 reportados en ese mes, en cambio Noviembre no presentó ningún caso, dando un total de 12 casos en todo el año (Figura 34 y Tabla 9). La temperatura promedio fue de 27°C (INAMHI, 2014) y la pluviosidad promedio del año 2014 fue 1989.6 mm (INAMHI, 2014).

Comparado con Esmeraldas en 2019 que la temperatura promedio fue menor (26.7 °C) (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019) y la pluviosidad promedio fue menor (1100.98) (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019).

## Zika

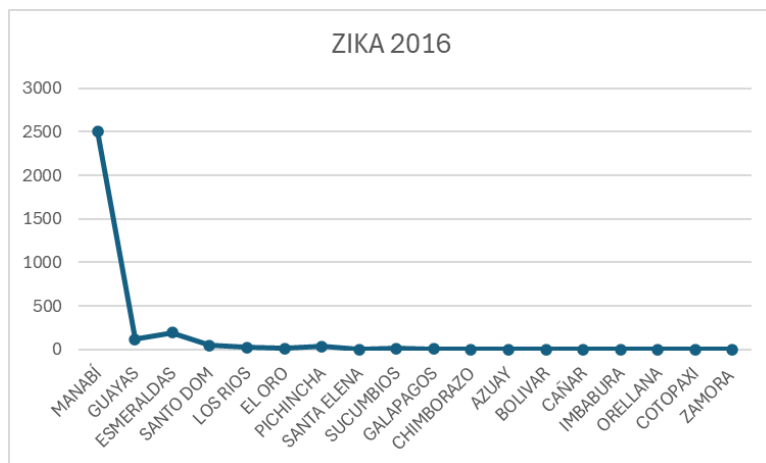
### Figura 35

*Casos de zika por año*



En la Figura 35 se puede observar que los años en donde se presentan picos de casos son 2016 y 2017.

En el año 2016 se puede visualizar la Figura 36, Figura 37 y Tabla 10 un pico de contagios en la provincia de Manabí (2509 casos), dando un total de 2946 casos durante todo el año.

**Figura 36***Casos de zika por meses en el año 2016***Tabla 10***Casos de zika por provincias en el año 2016*

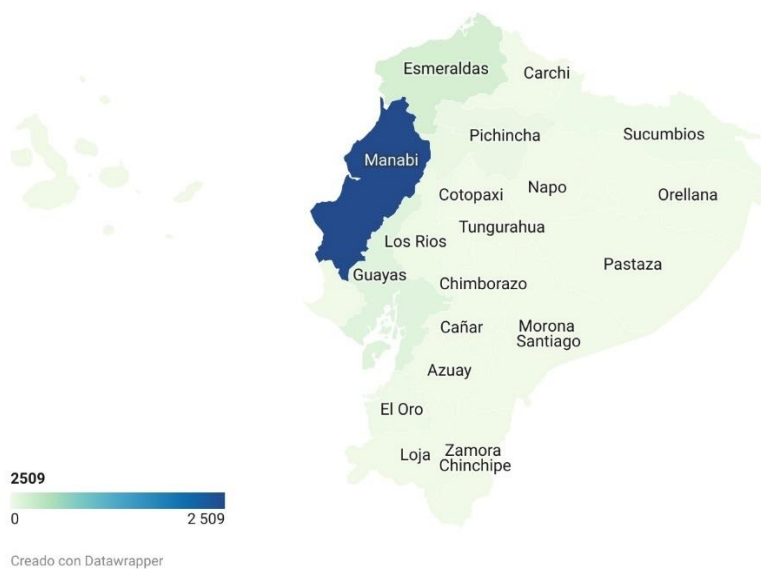
<b>Zika, 2016</b>	
Manabí	2509
Guayas	113
Esmeraldas	192
Santo Domingo	47
Los Ríos	24
El Oro	12
Pichincha	35
Santa Elena	0
Sucumbios	8
Galápagos	2
Chimborazo	1
Azuay	1

Bolívar	0
Cañar	0
Imbabura	1
Orellana	1
Cotopaxi	0
Zamora	0
<b>Total</b>	<b>2946</b>

**Figura 37**

*Casos de zika por provincias en el año 2016*

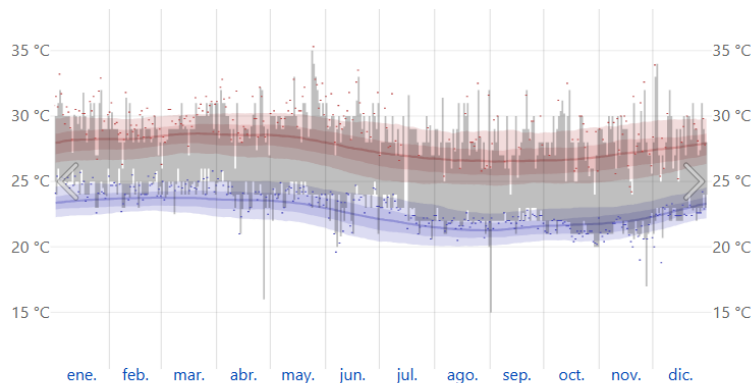
**Zika 2016**



En cuanto a la temperatura promedio de Manabí en 2016 fue de 28.4 °C (Lara, 2016) y las fluctuaciones de temperatura se observa en la Figura 38.

**Figura 38**

*Temperatura promedio, mínima y máxima de Manabí en el año 2016*



*El intervalo diario de temperaturas reportadas (barras grises) y las máximas (marcas rojas) y mínimas (marcas azules) de 24 horas, colocadas arriba del promedio diario de la máxima (línea rojo claro) y de la mínima (línea azul claro), con las bandas de los percentiles 25 a 75 y 10 a 90.*

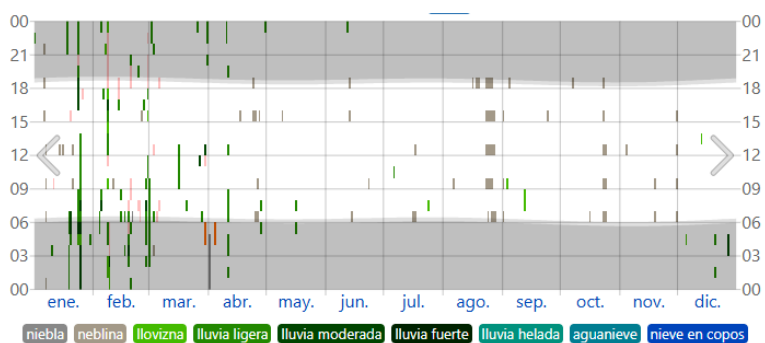
Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

La temperatura varió ligeramente durante todo el año, con un ascenso de la temperatura máxima entre Marzo y Mayo (Figura 38).

Por otro lado, la pluviosidad promedio del año 2016 fue de 1081.14 mm (Lara, 2016) y la fluctuación es ligeramente visible entre Enero y Marzo con lluvia ligera y lluvia moderada (Figura 39).

**Figura 39**

*Pluviosidad promedio de Manabí en el año 2016*



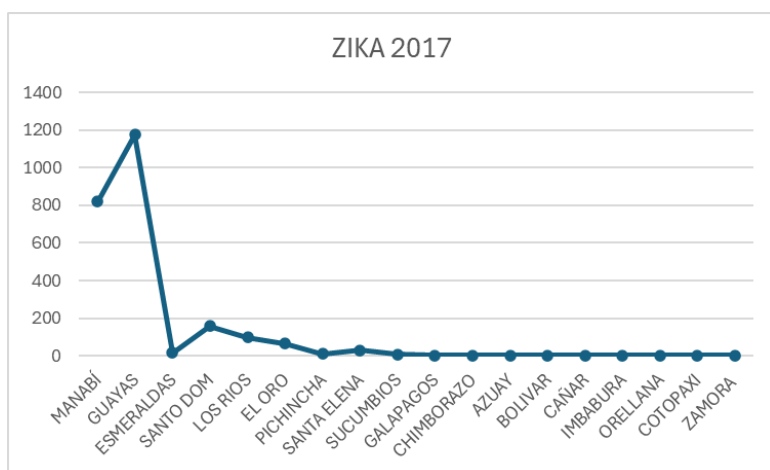
*El tiempo observado por hora, codificado por color por categoría (en orden de gravedad). Si hay múltiples informes, se muestra el código más drástico.*

Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

También se presentó otro pico de casos en el año 2017, pero esta vez en la provincia de Guayas, como se observa en la Figura 40 y Figura 41.

**Figura 40**

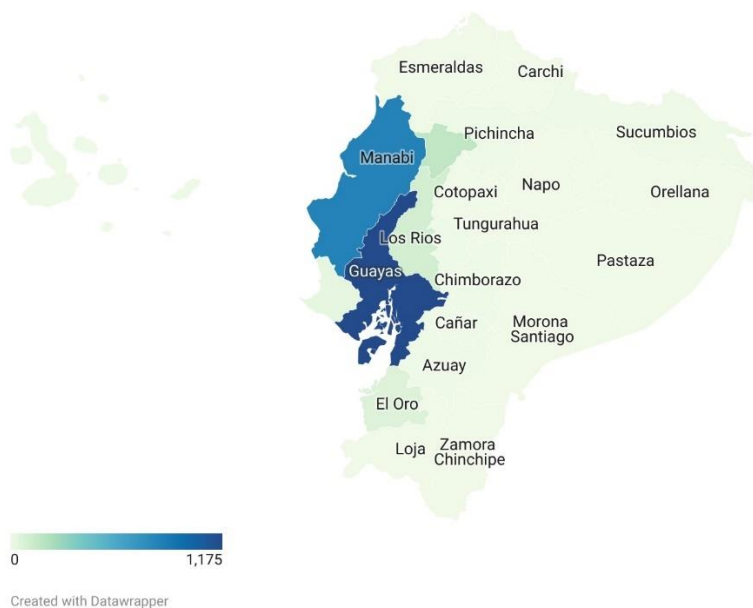
*Casos de zika por provincias en el año 2017*



**Figura 41**

*Casos de zika por provincias en el año 2017*

**Zika 2017**



**Tabla 11***Casos de zika por provincias en el año 2017*

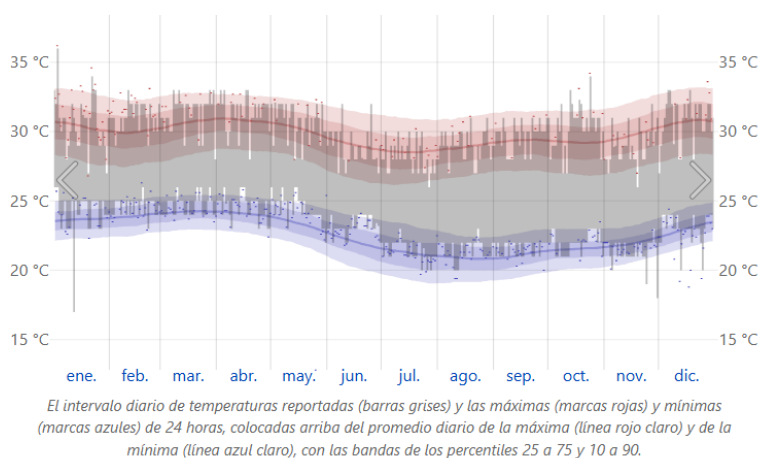
<b>Zika, 2017</b>	
Manabí	820
Guayas	1175
Esmeraldas	16
Santo Domingo	158
Los Ríos	99
El Oro	66
Pichincha	10
Santa Elena	30
Sucumbíos	7
Galápagos	3
Chimborazo	3
Azuay	2
Bolívar	2
Cañar	2
Imbabura	1
Orellana	1
Cotopaxi	1
Zamora	1
<b>Total</b>	<b>2397</b>

En Guayas en el año 2017 se presentó un pico de 1175 casos, seguido por Manabí con 820 casos, dando un total de 2397 casos durante todo el año. Desde 2017 no se han presentado otros picos de contagios de zika en el Ecuador (Tabla 11).

La temperatura promedio de Guayas en 2017 fue de 27.9 °C (INAMHI, 2017), presentando ascensos y descensos variables de las temperaturas promedio, máximas y mínimas, sobre todo de la temperatura máxima entre Marzo y Abril, y Noviembre y Diciembre como se observa en la Figura 42.

### Figura 42

*Temperatura promedio, mínima y máxima de Guayas en el año 2017*



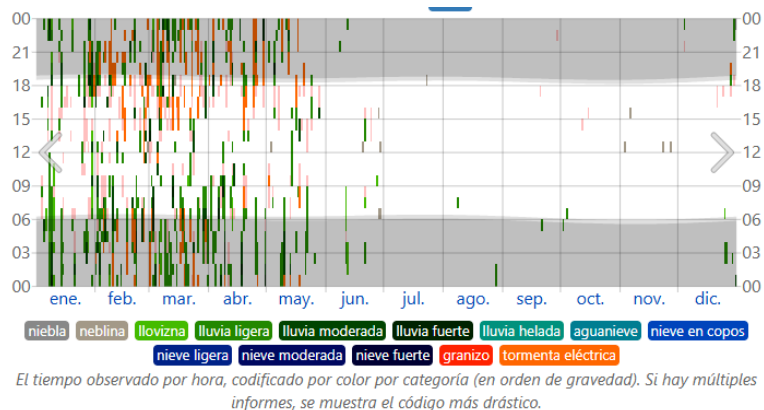
Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

En la Figura 42 se observan ascensos de las temperaturas promedio, máxima y mínima entre Marzo a Mayo y Noviembre a Diciembre.

En cuanto a la pluviosidad promedio del año 2017 fue de 1294.44 mm (INAMHI, 2017) y como se observa en la Figura 43 hubo mayor cantidad de lluvias entre Enero y Mayo. Comparando estos datos con el año 2016 cuya pluviosidad promedio fue de 1081.14 mm (Lara, 2016) estuvo ligeramente disminuida.

Figura 43

*Pluviosidad promedio de Guayas en el año 2017*



Nota. Adaptado de Weatherspark [Fotografía], 2025, Weatherspark <https://weatherspark.com/>

En la Figura 43 se observa fluctuaciones de lluvia ligera, moderada, granizo y tormenta eléctrica entre los meses de Enero a Mayo.

Por último, para sintetizar la información se utilizó la correlación de Pearson en donde se obtuvo la siguiente tabla (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Coeficiente de correlación de Pearson de cada enfermedad vectorial con la temperatura de cada año. Intervalo de confianza del 95%*

Enfermedad	Coeficiente de correlación de Pearson
Dengue	-0.606
Chikungunya	0.475
Zika	0.620
Leishmaniasis	0.390
Paludismo	0,221

**Figura 44***Rangos del coeficiente de correlación de Pearson*

1. Si  $r = \text{cero}$  significa que no hay asociación o correlación entre las dos variables.
2. Si  $0 < r < 0.25$  = débil correlación.
3. Si  $0.25 \leq r < 0.75$  = intermedia correlación.
4. Si  $0.75 \leq r < 1$  = fuerte correlación.
5. Si  $r = \pm 1$  = perfecta correlación.

Nota. Adaptado de la Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados [Fotografía], 2025, Ciencia Latina Revista multidisciplinar

<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/466>

Para el coeficiente de correlación de Pearson se utilizaron rangos demostrados en el estudio de (Fiallos, 2021) que se observan en la Figura 44. En tal estudio los rangos de 0 a 0.25 indican una correlación débil, 0.25 a 0.75 correlación intermedia y de 0.75 a 1 correlación fuerte. En el cruce de variables podemos observar que en el caso del dengue con un valor de -0.606 demuestra que existe una correlación intermedia indirecta, mientras que el Chikungunya señala una correlación intermedia, Zika correlación intermedia, Leishmaniasis una correlación intermedia y por último el paludismo una correlación débil.

## Discusión

Varios estudios han demostrado que la temperatura y la pluviosidad son factores muy ligados a la aparición de casos e incluso epidemias de enfermedades tropicales, sobre todo de dengue como lo expresa Wang (Wang et al., 2019) quienes confirman que para el dengue “las condiciones climáticas propicias para brotes importantes dentro de una temporada son una combinación de temperaturas relativamente altas, precipitaciones abundantes con un pico máximo en junio y julio, y lloviznas ininterrumpidas o lluvias regulares”, permitiendo así una “base teórica para la alerta temprana de posibles brotes importantes dentro del año para informar la planificación de salud pública y las respuestas rápidas a los brotes transmitidos por mosquitos” (Wang et al., 2019). Otro estudio que ha demostrado la relación entre la temperatura y precipitación con la aparición de dengue es el de (Kakarla et al., 2019) cuyos resultados “muestran que la temperatura mínima (26 °C), la temperatura máxima (32 °C) con un intervalo de 0 a 5 semanas y la precipitación (60 mm) con un intervalo de 8 a 12 semanas son las variables más significativas asociadas con un aumento del riesgo relativo (RR) del dengue” (Kakarla et al., 2019). Según (Feng et al., 2024) su estudio “reveló un aumento persistente en la incidencia y los casos de dengue a nivel mundial entre 1990 y 2019” (Feng et al., 2024) cuyo factor contribuyente principal fue el calentamiento global estableciendo “una correlación positiva entre la temperatura mínima media anual y la incidencia del dengue” (Feng et al., 2024). Una revisión sistemática demostró que “el riesgo de infección por dengue aumentó en un 13% por cada aumento de 1 °C en las temperaturas altas por encima de los valores de referencia” (Damtew et al., 2023), los valores de referencia fueron extraídos de otros metaanálisis, donde determinaron temperaturas entre 25 y 30°C (Damtew et al., 2023).

La información descrita previamente confirma los resultados obtenidos en este trabajo. Tal es el caso del dengue que tanto en Guayas 2018 como en 2012 las temperaturas medias fueron superiores a 25°C, temperatura que permite una incubación más rápida del mosquito

*Aedes* y una mayor capacidad de transmisión (Roque Pérez et al., 2018), lo que probablemente predispuso a presentar casos de contagios en esos años.

Lo mismo ocurre con el chikungunya y el zika, enfermedades que al ser transmitidas por el mismo mosquito que transmite el dengue, el *Aedes aegypti*, requieren de las mismas condiciones climáticas para su contagio. Es decir, temperaturas superiores a 25°C (Roque Pérez et al., 2018) y presencia de lluvias, como ocurrió en el año 2015 para el chikungunya y 2016-2017 para el zika.

Por otra parte, según (A. S. da Silva et al., 2021) las variaciones climáticas como la precipitación, la temperatura y la humedad, “modifican la dinámica de leishmaniasis cutánea americana, lo que provoca aumentos o disminuciones posteriores en la incidencia de casos...” (A. S. da Silva et al., 2021) Asimismo, se debe tomar en cuenta que el flebótomo que transmite esta enfermedad tiene un ciclo más corto, de 6 días, si la temperatura es de 17-33°C (DeWinter et al., 2024). Todo lo descrito y comparando los resultados del estudio de (A. S. da Silva et al., 2021) con los de este trabajo, las condiciones climáticas coinciden con un aumento de casos de leishmaniasis en Pichincha en el año 2019.

En cuanto a la malaria, según (Fletcher et al., 2020) demostró que “temperaturas más cálidas aumentan la incidencia de la malaria por *P. falciparum*, lo cual es importante considerar a la luz del cambio ambiental global y la creciente idoneidad del clima para la transmisión de la malaria” (Fletcher et al., 2020). Los resultados de otro estudio “sugieren que el aumento de las temperaturas puede explicar una parte significativa del aumento de casos de malaria, actuando en la misma dirección, si no de forma sinérgica, con el cambio en otros factores importantes” (Alonso et al., 2011). Esta información apoya a los resultados obtenidos en este trabajo, ya que la mayoría de casos se presentó en Esmeraldas en el año 2019, lugar con temperaturas más cálidas, con una temperatura promedio de 26.7 °C (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019).

Por último, según una revisión sistemática acerca de la consecuencia del cambio climático sobre las enfermedades vectoriales se establece que “el cambio climático incrementó la incidencia de enfermedades tropicales aumentando un aproximado de 65% en un período de 30 años, donde claramente se evidencia las alteraciones sobre los fenómenos climáticos que guardan relación y afectan directamente sobre la transmisión de las enfermedades, pudiendo afectar a la densidad de vectores, los hospedadores, el reservorio y ofreciendo condiciones óptimas para las enfermedades tropicales” (Pierre et al., 2023).

Es así que, en este trabajo se demostró lo que algunos estudios previos han señalado, la temperatura y la presencia de lluvias influye en la presencia de contagios de enfermedades vectoriales como el dengue, chikungunya, zika, leishmaniasis y paludismo.

### Conclusiones y recomendaciones

- En conclusión, según los resultados expuestos, se puede expresar que las provincias más afectadas de las cinco enfermedades vectoriales estudiadas (dengue, chikungunya, leishmaniasis, paludismo y zika) entre 2012 y 2022 son Guayas, Manabí, Esmeraldas y Pichincha.
- Asimismo, se puede evidenciar que los años en los que se presentaron los picos de contagios fueron los siguientes para cada enfermedad. El dengue tuvo un pico en el año 2012 en la provincia de Guayas, chikungunya en el año 2015 en la provincia de Manabí, la leishmaniasis en el año 2019 en la provincia de Pichincha, el paludismo en el año 2019 en la provincia de Esmeraldas y el zika tuvo dos picos importantes, uno en el año 2016 en la provincia de Manabí y el segundo en el año 2017 en la provincia de Guayas. Los nadires, analizados en las mismas provincias en las que se presentaron los picos de contagios, se evidencian en el año 2018 para el dengue, 2022 para Chikungunya, 2020 para leishmaniasis y 2014 para paludismo.
- En este trabajo se demuestra que las variables climáticas, temperatura del aire mayor a 20°C y la presencia de lluvias podría aumentar el número de contagios.
- Pueden existir otros factores que influyen en la presencia de contagios, como las condiciones sociales, demográficas, económicas, culturales y hasta conductuales (Braithwaite et al., 2024) los cuales no son tomados en cuenta en este trabajo, por ende, se recomienda realizar futuros estudios en los que se involucren todos los factores de riesgo que predisponen a un pico de contagios de las enfermedades vectoriales descritas.
- Es oportuno que con los datos brindados se generen estrategias que prevengan la propagación de las enfermedades vectoriales estudiadas en los meses donde existe mayor cantidad de casos. Algunas de las estrategias podrían involucrar sistemas de alerta

temprana, seguimiento de casos y planes para disminuir el reservorio de dichas enfermedades.

- Es importante destacar la complejidad al momento de la obtención de los datos. Si bien los datos fueron extraídos de gacetas epidemiológicas y el INEC que son de acceso público y fáciles de encontrar, los datos de temperatura por año y por provincia son muy complejos de conseguir. Los datos del INAMHI están incompletos pues esta base de datos no cuenta con información de años actuales, ni anuales en muchos de los casos, sino semestrales, lo cual vuelve a la información poca intuitiva al momento de analizarla. Por lo que recomendamos un manejo más adecuado de los datos históricos de temperatura y pluviosidad, ya que son una herramienta muy importante para futuros estudios epidemiológicos.

#### **Declaratorio de conflicto de interés**

Ariel Sebastián Cobos Cueva y Yarymar Daniela Pareja Estrella, en calidad de investigadores, dejamos expresa constancia que no presentamos conflicto de intereses de ningún tipo en relación a este proyecto de investigación titulado “Análisis del comportamiento epidemiológico de enfermedades vectoriales en relación con determinantes climáticos en el Ecuador desde el año 2012 al 2022”, por lo que garantizamos la transparencia en el manejo de información y resultados del mismo.

### Referencias bibliográficas

- Alonso, D., Bouma, M. J., & Pascual, M. (2011). Epidemic malaria and warmer temperatures in recent decades in an East African highland. *Proceedings. Biological Sciences*, 278(1712), 1661–1669. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.2020>
- Benavides-Melo, J. A. (2015). El cambio climático como determinante de la distribución de la malaria. *Curare*, 2(2), 33–45. <https://doi.org/10.16925/cu.v2i2.1185>
- Braithwaite, J., Smith, C. L., Leask, E., Wijekulasuriya, S., Brooke-cowden, K., Fisher, G., Patel, R., Pagano, L., Rahimi-ardabili, H., Spanos, S., Rojas, C., Partington, A., Mcquillan, E., Dammerly, G., Carrigan, A., Ehrenfeld, L., Coiera, E., Westbrook, J., & Zurynski, Y. (2024). *Strategies and tactics to reduce the impact of healthcare on climate change : systematic review*. 1–17. <https://doi.org/10.1136/bmj-2024-081284>
- Burt, F., Chen, W., Miner, J. J., Deborah J Lenschow, Andres Merits, Esther Schnettler, Khol, A., Rudd, P. A., Taylor, A., Herrero, L. J., Zaid, A., Ng, L. D. P., & Mahalingam, S. (2017). Chikungunya virus: an update on the biology and pathogenesis of this emerging pathogen. *The Lancet Infectious Diseases*, 17(4), e107–e117. [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(16\)30385-1/abstract](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(16)30385-1/abstract)
- CDC. (2024a). *Leishmaniasis*. <https://www.cdc.gov/dpdx/leishmaniasis/index.html#print>
- CDC. (2024b). *Malaria*. <https://www.cdc.gov/dpdx/malaria/index.html>
- da Silva, A. S., Andreoli, R. V., de Souza, R. A. F., da Silva Chagas, É. C., de Moraes, D. S., de Figueiredo, R. C., Doria, S. S., Mwangi, V. I., de Sousa Moura, E., dos Santos Souza, É., de Morais, R. F., Monteiro, M. M., João, F. M., das Graças Vale Barbosa Guerra, M., & de Oliveira Guerra, J. A. (2021). Impact of El Niño on the dynamics of American cutaneous

- leishmaniasis in a municipality in the western Amazon. *Acta Tropica*, 222, 106032.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.106032>
- Damtew, Y. T., Tong, M., Varghese, B. M., Anikeeva, O., Hansen, A., Dear, K., Zhang, Y., Morgan, G., Driscoll, T., Capon, T., & Bi, P. (2023). Effects of high temperatures and heatwaves on dengue fever: a systematic review and meta-analysis. *EBioMedicine*, 91, 104582. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104582>
- DeWinter, S., Shahin, K., Fernandez-Prada, C., Greer, A. L., Weese, J. S., & Clow, K. M. (2024). Ecological determinants of leishmaniasis vector, *Lutzomyia* spp.: A scoping review. *Medical and Veterinary Entomology*, March, 393–406. <https://doi.org/10.1111/mve.12741>
- Felipe Florespi. (2023). *El virus del chikunguña causó siete brotes en 10 años en Brasil*. Revista Pesquisa FAPESP. <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/el-virus-del-chikunguna-causo-siete-brotos-en-10-anos-en-brasil/>
- Feng, F., Ma, Y., Peng, Q., Zhao, Y., Zongrui, L., Wang, W., & Cheng, B. (2024). Transmisión del dengue impulsada por la temperatura en un clima cambiante: patrones, tendencias y proyecciones futuras. *GeoSalud*, 8(10).  
[https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2024GH001059?utm\\_source=chatgpt.com](https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2024GH001059?utm_source=chatgpt.com)
- Fiallos, G. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados Pearson ' s Correlation and the regression process by the Least Squares Method. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2215, 2491–2509.
- Filho D, Vedobello;FA, Jorge; MV, Lonardoní; U, T. (2010). Leishmaniasis ( Cutánea y Visceral ). *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, II(10), 1–13.

- Fletcher, I. K., Stewart-Ibarra, A. M., Sippy, R., Carrasco-Escobar, G., Silva, M., Beltran-Ayala, E., Ordoñez, T., Adrian, J., Sáenz, F. E., Drakeley, C., Jones, K. E., & Lowe, R. (2020). The Relative Role of Climate Variation and Control Interventions on Malaria Elimination Efforts in El Oro, Ecuador: A Modeling Study. *Frontiers in Environmental Science*, 8(August), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00135>
- Food and Agriculture Organization. (2000). *Bibliografía Comentada Cambios en la Cobertura Forestal- Ecuador*. Forest Resources Assessment. <https://www.fao.org/4/ad670s/ad670s00.htm#TopOfPage>
- INAMHI. (2014). *Análisis climatológico 2014*.
- INAMHI. (2015). *Boletín Climatológico Anual*.
- INAMHI. (2017). *Análisis climatológico 2017*.
- INAMHI. (2020). *Boletín climatológico mensual 2020*.
- Juan, I., Tapia, P., Gonzalo, I., & Rosales, O. (2013). *BOLETIN CLIMATOLOGICO ANUAL AÑO 2012*.
- Kakarla, S. G., Caminade, C., Mutheneni, S. R., Morse, A. P., Upadhyayula, S. M., Kadiri, M. R., & Kumaraswamy, S. (2019). Lag effect of climatic variables on dengue burden in India. *Epidemiology and Infection*, 147, 1–10. <https://doi.org/10.1017/S0950268819000608>
- LaBeaud Angelle. (2025). *Infección por el virus del Zika: una visión general*.
- Lara, P. B. (2016). *Boletín climatológico semestral 2016*.
- Márquez, Y., Cvlac, B., Johana, K., Cortés, M., & Martínez, E. G. (2019). *Influencia de la temperatura ambiental en el mosquito Aedes spp y la transmisión del virus del dengue*  
*Influence of environmental temperature in the mosquito Aedes spp and the transmission of the dengue virus*.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). *Boletín de Precipitación y Temperatura Precipitación y Temperatura*.
- Ministerio de Salud Pública. (2016). El Fenómeno El Niño en Ecuador. *Naciones Unidas, Consejo Económico y Social Comisión Económica Para América Latina CEPAL*, 1–58.  
<https://www.eird.org/estrategias/pdf/spa/doc12863/doc12863-10.pdf>
- Ministerio de Salud Pública. (2019). *ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES. DENGUE. Ecuador, SE52/2018*.
- Ministerio de Salud Pública. (2020). *ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES. DENGUE. Ecuador, SE01-52/2019*.
- Ministerio de Salud Pública. (2022). *N F E. 5*.
- Ministerio de Salud Pública. (2023). *Enfermedades vectoriales*.
- Ministerio de Salud Pública. (2023). *Gaceta-VECTORES-SE-10. Mini*, 4–5.  
<https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/Gaceta-VECTORES-SE-10.pdf>
- Mordecai, E. A., Paaijmans, K. P., Johnson, L. R., Balzer, C., Ben-Horin, T., de Moor, E., McNally, A., Pawar, S., Ryan, S. J., Smith, T. C., & Lafferty, K. D. (2013). Optimal temperature for malaria transmission is dramatically lower than previously predicted. *Ecology Letters*, *16*(1), 22–30. <https://doi.org/10.1111/ele.12015>
- MSP. (2022). *ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES. GACETA GENERAL VECTORIALES SE-01*. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/GACETA-GENERAL-VECTORIALES-SE-01.pdf>
- OMS. (2020). *Enfermedades transmitidas por vectores. Enfermedades Transmitidas Por Vectores*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>

- OMS. (2024a). *Dengue y dengue grave*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
- OMS. (2024b). *Enfermedades transmitidas por vectores*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
- OMS. (2025). *Chikungunya*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>
- OPS. (2020). *Enfermedades transmitidas por vectores: un manual para farmacéuticos. Organización Panamericana de La Salud*, 1–65. <https://www.fip.org/file/4970>
- Pierre, J., Chaparro, H., & R, B. A. (2023). *REVISIÓN SISTEMÁTICA : ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS INFECCIONES TROPICALES Y SU RELACIÓN COMO CONSECUENCIA EL CAMBIO CLIMÁTICO*. 24(2), 60–68.
- Red Integrada de Monitoreo Hidrometeorológico EPMAPS-FONAG. (2023). *Anuario Hidrometeorológico 2022*.
- Roque Pérez, L., Alfonso Alfonso, Y., González Escudero, M., David Pérez Acosta, N., Ciencias Médicas, de, Doce Sánchez, L., & Clara-Cuba, V. (2018). *Influencia del cambio climático en la emergencia del Zika Influence of the climatic change in the Zika's emergency*. 16 de Abril, 57(270), 284–288.
- Silva, L., & Dermody, T. (2017). *Chikungunya virus: Epidemiology, replication, disease mechanisms, and prospective intervention strategies*. *Journal of Clinical Investigation*, 127(3), 737–749. <https://doi.org/10.1172/JCI84417>
- Sociedad Argentina de Virología. (2023). *Breve actualización sobre Dengue 2023*. *Asociación Argentina de Microbiología*. [https://panel.aam.org.ar/img\\_up/03052023.1.pdf](https://panel.aam.org.ar/img_up/03052023.1.pdf)

- Thomas, S. J., Rothman, A. L., Hirsch, M., & Hall, K. K. (2023). *Infección por el virus del dengue*. 1–17. <https://www-uptodate-com.ezproxy.uninorte.edu.co/contents/dengue-virus-infection-epidemiology/print?search=epidemiologiadeldengue&source=se...1/20>
- Tiupul, P., & Arevalo, M. (2018). *Estación Agrometeorológica*. <https://historicoweb.esPOCH.edu.ec/index.php/component/k2/item/650.html>
- UNICEF. (2016). *Casos de Zika incrementan casi doce veces desde el terremoto en Ecuador*. <https://www.unicef.org/ecuador/comunicados-prensa/casos-de-zika-incrementan-casi-doce-veces-desde-el-terremoto-en-ecuador>
- Wang, X., Tang, S., Wu, J., Xiao, Y., & Cheke, R. A. (2019). A combination of climatic conditions determines major within-season dengue outbreaks in Guangdong Province, China. *Parasites and Vectors*, *12*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3295-0>
- Zaragoza, J. F. (2001). Paludismo: un grave problema de salud mundial. *Medicina Integral*, *38*(4), 167–174. <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-paludismo-un-grave-problema-salud-13018801>
- Zaragoza, J. F., Rodríguez-Martínez, G., & Clavel-Parrilla, A. (2001). Leishmaniasis visceral y cutaneomucosa : aspectos epidemiológicos y clínicos. *Medicina Integral*, *38*, 264–269. [https://www.unsis.edu.mx/ciiissp/enfermedades/enfermedades-transmisibles/Leishmaniasis/Información de consulta/¿Qué es la Leishmaniasis/Leishmaniasis visceral y cutaneomucosa, aspectos epidemiológicos y clínicos.pdf](https://www.unsis.edu.mx/ciiissp/enfermedades/enfermedades-transmisibles/Leishmaniasis/Información%20de%20consulta/%C3%84Qu%C3%A9%20es%20la%20Leishmaniasis/Leishmaniasis%20visceral%20y%20cutaneomucosa,%20aspectos%20epidemiol%C3%B3gicos%20y%20cl%C3%ADnicos.pdf)