

# Factores ambientales y cambio climático relacionados con el comportamiento del Dengue en Guayaquil

Jhony, Real-Cotto<sup>1</sup>; William, Sánchez-Calle<sup>2</sup>; Fausto, Hington-Chica<sup>3</sup>; Janeth, Hurtado-Astudillo<sup>4</sup>; Juan, Fariño-Cortez<sup>5</sup>; Elsa, Vera-Lorenti<sup>6</sup>; Alicia, Cercado-Mancero<sup>7</sup>

## Resumen

En Guayaquil existe el dengue y tiene una población expuesta de forma endémico – epidémica, pero hay escasos estudios sobre la tendencia histórica de los factores que influyen en el comportamiento del dengue. El objetivo de este trabajo es relacionar los factores ambientales y el cambio climático en el comportamiento del Dengue en la ciudad de Guayaquil, durante el período 2010-2014. Se aplicó una investigación no experimental, tipo longitudinal de tendencia. Analizándose el comportamiento de dengue con la pluviosidad, temperatura, humedad y vientos por semanas epidemiológicas. Los resultados de más casos fueron en los años 2010, 2012 y 2014; existiendo variabilidad en su comportamiento. Las variables ambientales mostraron que la pluviosidad tiene escasa relación en la presencia de casos, hallazgos de humedad por encima del 70% con temperaturas altas y escasos vientos provocan condiciones para incremento en la transmisión de la enfermedad, pero existen períodos epidemiológicos donde su transmisión disminuye y puede estar relacionado a las temperaturas promedio bajas, humedad relativa y presencia de vientos. A su vez, es de relevancia observar la relación que tiene el aumento de la temperatura superficial del mar con el incremento de casos de Dengue como se observa en los años de más casos.

**Palabras Clave:** ambiente; comportamiento; dengue; relación.

## Environmental factors and climate change related to the behavior of Dengue in Guayaquil

### Abstract

In Guayaquil there is dengue and it has an exposed population in an endemic – epidemic way, but there is little research on the historical trend of the factors that influence the behavior of dengue. The objective of this work is to relate environmental factors and climate change in the behavior of Dengue in Guayaquil city during the period 2010-2014. A Non - experimental research of a longitudinal type of trend was applied, analyzing the behavior of dengue with rainfall, temperature, humidity and winds per epidemiological weeks. The results with more cases were in the years 2010, 2012 and 2014; Showing variability in their behavior. The environmental variables showed that the rainfall has little relation in the presence of cases, humidity findings above 70% with high temperatures and few winds cause conditions to increase the transmission of the disease, but there are epidemiological periods where the transmission decreases and may be related to low average temperatures, relative humidity and presence of winds. At the same time, it is relevant to observe the relationship between the increase in sea surface temperature and the increase in Dengue cases as observed in the years of more cases.

**Keywords:** environment; behavior; dengue; relationship.

**Recibido:** 8 de septiembre de 2015

**Aceptado:** 18 de marzo de 2017

<sup>1</sup> Docente Universidad de Guayaquil, Ecuador. Máster en Epidemiología. Doctor en Medicina y Cirugía. jreal\_cotto@hotmail.com

<sup>2</sup> Dirección de Vigilancia de la Salud Pública CZ8-Salud/MSP, Ecuador. Ingeniero en Estadísticas e informática. william\_sanchez@hotmail.com

<sup>3</sup> Dirección de Vigilancia de la Salud Pública / Coordinación Zonal 8-Salud. Máster en Medicina Tropical. Doctor en Medicina y Cirugía. farhington@hotmail.com

<sup>4</sup> Docente Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Máster en Gerencia en Servicios de Salud. Química Farmacéutica. janethreina220@gmail.com

<sup>5</sup> Universidad Estatal de Milagro, Ecuador. Máster en Gerencia y Liderazgo educacional; Ingeniero en Mercadotecnia. juanenrique81@hotmail.com

<sup>6</sup> Docente Universidad Estatal de Milagro, Ecuador. Directora de la Carrera Enfermería. Máster en Gerencia y Liderazgo educacional. Licenciatura en Enfermería. fevl51@outlook.com

<sup>7</sup> Docente Universidad Estatal de Milagro, Facultad de Ciencias de la Salud, Ecuador. Máster en Salud Comunitaria. Licenciatura en Enfermería. alicia.cercado@gmail.com

## I. INTRODUCCIÓN

Debido a la privilegiada posición geográfica, Ecuador es considerado como uno de los 17 países donde está concentrada la mayor biodiversidad del planeta, ya que goza de una gran variedad de condiciones ecológicas debido a la presencia de la cordillera de los Andes, las corrientes marinas fría de Humboldt y cálida de El Niño, dan origen a una gran diversidad de microclimas en cada región del país; (Alhalel, 2002) (Dick et al., 2012) (Camargo, Olatte, & Díaz, 2012) (Bhatt et al., 2013) (Bar, 2014) (Gubler, Ooi, Vasudevan, & Farrar, 2014) asimismo, el influjo atmosférico, el rico sistema hidrográfico, las variaciones en la temperatura y los regímenes de precipitación, se manifiestan en una amplia variedad de hábitats y ecosistemas (De Landázuri, 2016).

En Guayaquil existe una población concentrada en el área urbana y urbano-marginal, representa el 22,5% del país, en él existen sectores con deficiencia de servicios básicos y una población urbano-marginal con altas tasas de migración. Históricamente es la ciudad con mayor presencia de casos de Dengue, (González Fernández, et al., 2010) (Guzmán & Harris, 2014) (Minocha, 2016) y del virus dengue circulante, cuya mayor incidencia es en la época invernal con condiciones ambientales predisponentes, pero se desconocía la influencia que tiene el ambiente, su tendencia y riesgo de la población. (Stewart-Ibarra & Lowe, 2013) (Aray-Andrade, et al., 2015)

El dengue tiene una presentación endémico y epidémico y se conocen los factores ambientales incidentes en su transmisión, (Guzman et al., 2010) (Lapierre, Venegas, Rivera, & Vergara, 2012) sin embargo, se desconoce la tendencia de la enfermedad. El objetivo de este artículo es relacionar los factores ambientales y el cambio climático en el comportamiento del Dengue en la ciudad de Guayaquil, durante el período 2010 – 2015. Mediante un enfoque cuantitativo, de diseño No experimental, de tipo longitudinal, de tendencia.

## II. DESARROLLO

### 1. Metodología

Fue una investigación de diseño No experimental, de tipo longitudinal, de tendencia. Siendo su población y muestra la ciudad de Guayaquil (Hernández Sampieri et al, 2014).

Para este estudio se tomaron los casos a partir del año 2010 al 2014, iniciándose con la revisión de la

información de los atendidos por el sistema de salud en Guayaquil. Se aplicó un instrumento de recolección de datos para las variables temperatura, humedad, pluviosidad y vientos de acuerdo a lo establecido en este estudio, procediéndose al análisis de observación de las series de casos de dengue registrados por el MSP. En lo que respecta a la pluviosidad, temperatura, humedad y vientos por semanas epidemiológicas, basándose en la información pública dada por el Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INHAMI) («Dengue. Guías ... », s. f.)

Se llevó un registro del procedimiento realizado, para obtener los resultados, los mismos que fueron validados y almacenados mediante códigos en el programa de computación Excel 2010, que luego de ser tabulados se realizaron figuras con el propósito de hacer el análisis estadístico respectivo.

Analizando el comportamiento del Dengue, y su presentación por semana epidemiológica, se especifica, que toda serie de datos obtenidos en diferentes momentos en los cuales el objetivo de estudio es el efecto del tiempo, esta serie cronológica lleva a la utilización de técnicas estadísticas para elaborar modelos explicativos y probar la hipótesis operativa en que los factores ambientales inciden en el comportamiento del dengue («Dengue. Guías para...», s. f.) (Vélez, Núñez, & Ruiz, 2013).

Para probar la hipótesis se realizaron tendencias en la presentación de esta enfermedad en los años investigados con los datos de los factores ambientales analizados; para lo cual fue importante el concepto utilizado, donde se aplicaron pruebas estadísticas y el uso del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), estableciéndose la calidad del modelo, considerándose los resultados mayores a 60% (porcentaje de variabilidad) y entre más cercano sea al 100% el resultado obtenido será óptimo, para la toma de medidas inmediatas de los decisores.

Para estimar la tendencia de esta serie se consideró varias pruebas, entre ellas la de tendencia lineal y la tendencia logarítmica; considerada igual a la lineal en su interpretación de resultados; pero si existe un resultado con los parámetros adecuados comparado con los puntos de presentación de la tendencia, su significado se acercará más al comportamiento del evento, considerándose este fiable.

En los métodos de tendencia polinómicos, la importancia del grado de estos es el máximo exponente entero (1, 2, 3, ..., n); mediante una ecuación polinómica,

que a través del grado de la variable de investigación se puede determinar el porcentaje de variabilidad de los datos, el mismo orienta que, a mayor porcentaje de los puntos, se encuentren más cercanos a la línea de tendencia del comportamiento del evento, su interpretación es significativa, generando una mayor confianza en la toma de decisión. Al utilizar el método de tendencia polinomial hay que considerar que al obtener un mayor porcentaje de variabilidad aumenta la fiabilidad, siendo este método el que permite observar un pronóstico cercano a la realidad, que puede predecir la continuidad de la tendencia reflejado en el comportamiento del evento.

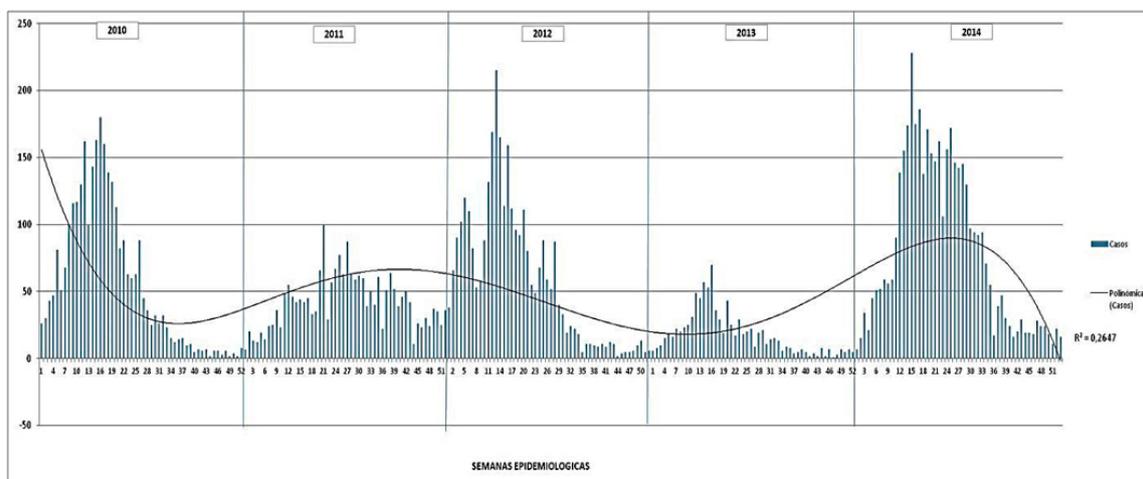
Por lo que, este modelo de tendencia fue comparado y revisado con la tendencia lineal y logarítmica, escogiéndose la tendencia polinomial, ya que describe mejor la variabilidad de los datos, en la que se obtuvo

una mejor representatividad.

## 2. Resultados

El Dengue en los años de estudio, con una línea de tendencia polinomial de orden 5; observó variabilidad de datos de los años 2010, 2012 y 2014 con respecto a la línea de comportamiento, y sus puntos son lejanos a la línea de tendencia. Se suma a este modelo la observancia de los puntos de la tendencia que se acercan al comportamiento, en los años 2011 y 2013, con menos puntos de acercamiento en el año 2011 y más cercano a los puntos de tendencia en el 2013.

El resultado fue del 26% de variabilidad según la ecuación de este modelo, que permite ver la dispersión de puntos del comportamiento con respecto a la línea de tendencia. (Ver Figura 1).



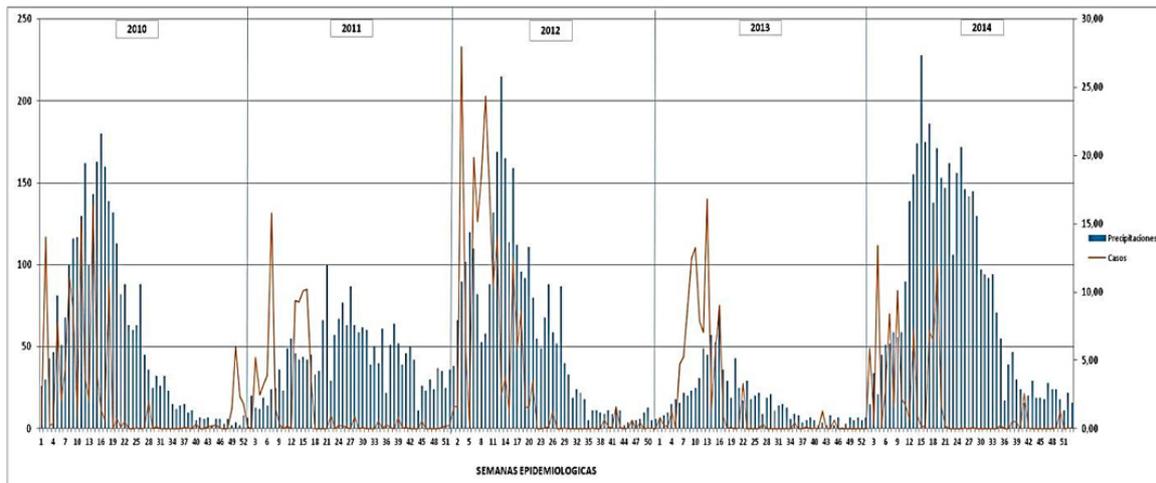
**Figura 1. Tendencia del dengue en Guayaquil por semanas epidemiológicas. Período 2010 - 2014**  
Fuente.: Estadísticas del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Zona 8-Salud.

Al observar la presentación del Dengue en Guayaquil por semanas epidemiológicas, comparado con el factor ambiental de pluviosidad muestra escaso hallazgo de una influencia en el comportamiento del Dengue, como lo demuestra al darse el aumento de la casos existiendo poca pluviosidad (ver Figura 2).

Al analizar la presentación de los casos con la temperatura promedio semana a semana que está dada entre 23°C a 28 °C, se halló que cuando disminuye la temperatura bajan los casos o cuando aumenta la temperatura (por encima del límite superior promedio, se encuentra entre los 28 °C a 33 °C), los casos se incrementan (ver Figura 3).

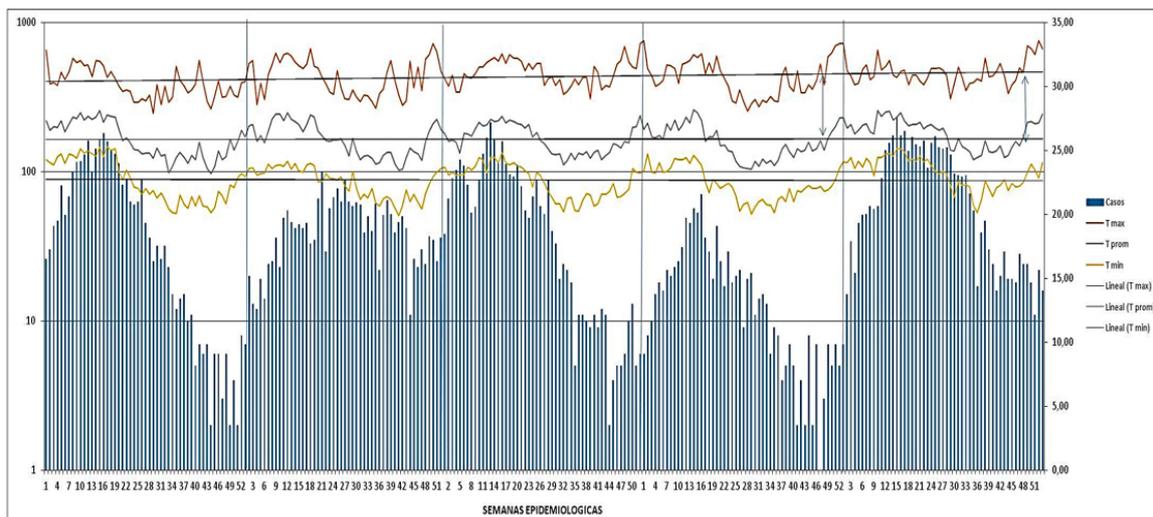
La variable humedad mantiene un promedio entre 50% a 80%, observándose un aumento de casos cuando existe una humedad por encima del 70%, lo que condiciona el mantenimiento de la transmisión de la enfermedad; es decir, que a humedad promedio alta, entre las semanas epidemiológicas 1 a 20 (etapa lluviosa), existe aumento del evento (ver Figura 4).

Por otro lado, se valoró los vientos y ráfagas de vientos, en la que se demuestra que cuando aumentan los vientos disminuye la presentación de casos y cuando disminuyen hay propensión al aumento de casos (ver Figura 5).



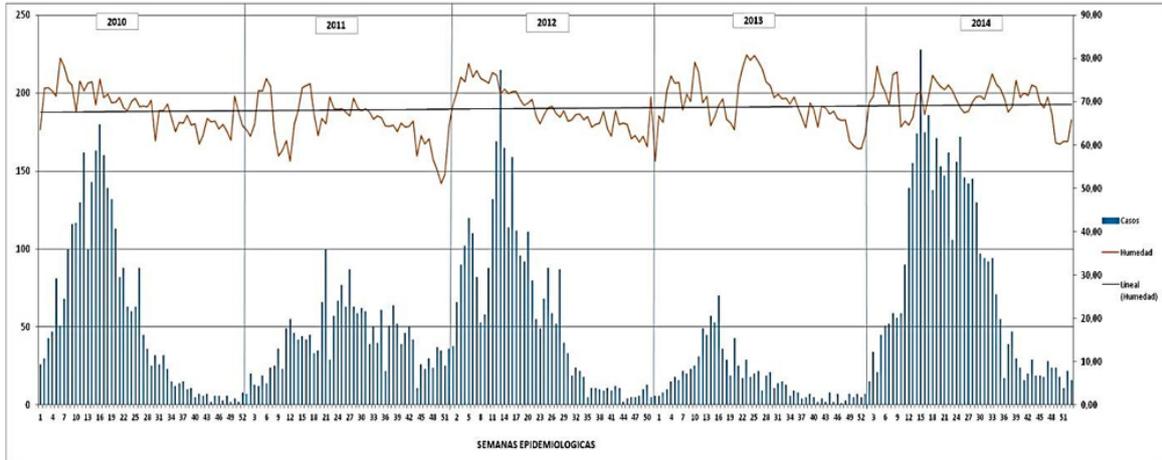
**Figura 2. Comportamiento del dengue en Guayaquil por semanas epidemiológicas comparado con factor ambiental de pluviosidad. Período 2010 - 2014**

Fuente. Datos de pluviosidad tomados de la Información del Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INHAMI).

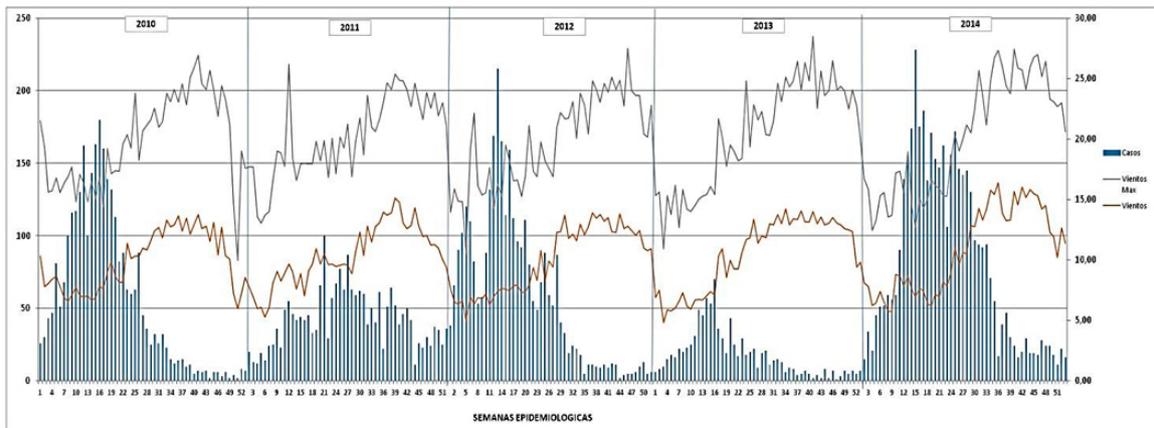


**Figura 3. Comportamiento del dengue en Guayaquil por semanas epidemiológicas comparado con factor ambiental de temperatura. Período 2010 - 2014**

Fuente. Datos de temperatura tomados de la Información del Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INHAMI).



**Figura 4. Comportamiento del dengue en Guayaquil por semanas epidemiológicas comparado con factor ambiental de Humedad. Período 2010 - 2014**  
Fuente. Datos de humedad tomados de la Información del Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INHAMI).



**Figura 5. Comportamiento del dengue en Guayaquil por semanas epidemiológicas comparado con factor ambiental de Vientos. Período 2010 - 2014**  
Fuente. Datos de Vientos tomados de la Información del Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INHAMI).

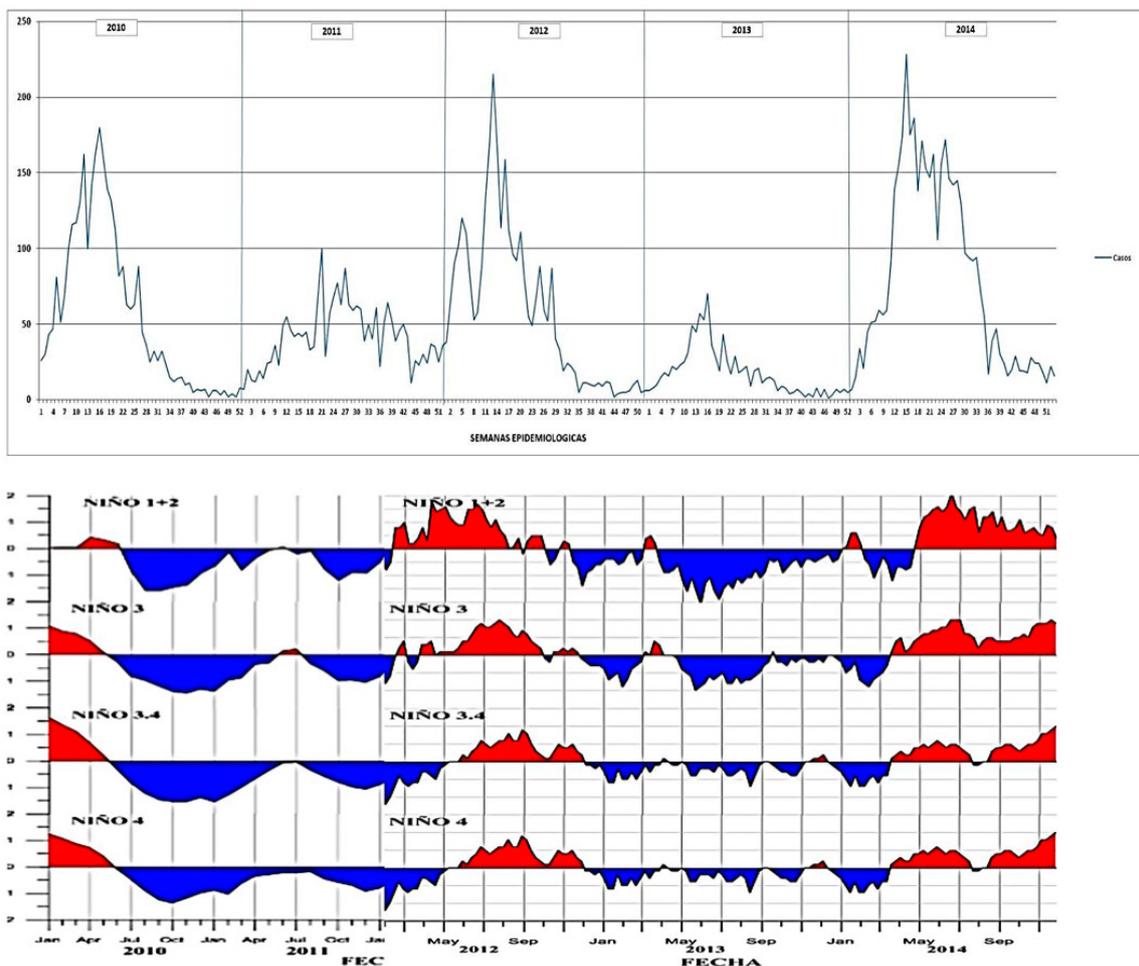


Figura 6. Comportamiento del dengue en Guayaquil comparado con factor ambiental de Temperatura Superficial del Mar Periodo 2010 - 2014

Fuente. Datos tomados de las Estadísticas 2010-2014 del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Zona 8-Salud. Fuente. Datos de Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar tomados de la Información del Centro de Investigación Internacional para el Fenómeno del El Niño (CIIFEN).

Se relacionó el comportamiento del Dengue en Guayaquil entre los años 2010 - 2014 con la Temperatura Superficial del Mar, lo que se evidenció en el incremento de casos en los años 2010, 2012 y 2014, años en los que la temperatura de la superficie del Mar presentó anomalías y dio paso al Fenómeno de El Niño 1 + 2 en la costa de Ecuador y por ende en Guayaquil, pudiendo influenciar este factor en la presentación de casos (ver Figura 6).

### III. CONCLUSIONES

Se examinó el comportamiento del dengue en Guayaquil, observándose en las primeras 20 semanas epidemiológicas (época de invierno) el mayor número de casos, pero con presencia de la enfermedad durante todo

el año; y al paso de los años la observancia de períodos como 2010, 2012 y 2014 son de mayor incidencia, considerados de transmisión endémico - epidémica intensa; así como, su representatividad en la dispersión de puntos comparado con la línea de tendencia del período estudiado, por lo que existe variabilidad en su comportamiento.

El estudio de las variables ambientales mostró hallazgos de influencia en el comportamiento del Dengue, en relación a cuando la temperatura ha incrementado y la humedad está por encima del 70% y hay escasos vientos, estados ambientales que provocan condiciones para que pueda existir un aumento en la transmisión de la enfermedad, que ha sido variada en los años estudiados, puede incidir en otros componentes

de la cadena epidemiológica de esta enfermedad, como los virus circulantes, vector transmisor, entre otros; que es similar al estudio realizado en Medellín donde se ha evidenciado que la variabilidad climática influye en la incidencia de la enfermedad al afectar la dinámica de población de los vectores y el período de incubación extrínseca del virus (Uribe et al, 2012).

En conclusión, es importante destacar que existen períodos epidemiológicos donde la transmisión del dengue disminuye, puede estar relacionado a factores condicionantes como son las temperaturas promedios bajas, humedad relativa y presencia de vientos. A su vez, es relevante observar el comportamiento que tiene el aumento de la temperatura superficial del Mar con el incremento de casos de Dengue, como lo observado en el período de mayor incidencia.

#### IV. REFERENCIAS

- Alhalel, B. (2002). Infecciones emergentes y reemergentes en el Perú. *Anales de la academia de medicina. Lima: Academia Nacional de Medicina*. Recuperado de
- Aray-Andrade, M. M., Moscoso-Solórzano, G. T., & Aray-Andrade, M. M. (2015). Dengue: una enfermedad persistente todo el año. *Revista Ciencias Biomédicas*, 6(1), 79-84. Recuperado de [http://revistas.unicartagena.edu.co/index.php / cienciasbiomedicas/article/view/1264](http://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/cienciasbiomedicas/article/view/1264)
- Bar, M. E. (2014). *Aedes aegypti y la transmisión del dengue. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Corrientes: Universidad Nacional del Nordeste; 2010.*
- Bhatt, S., Gething, P. W., Brady, O. J., Messina, J. P., Farlow, A. W., Moyes, C. L., ... Hay, S. I. (2013). The global distribution and burden of dengue. *Nature*, 496(7446), 504-507. <https://doi.org/10.1038/nature12060>
- Camargo, G., Olatte, G., & Díaz, H. (2012). Modelo del Dengue estratificado por edad e incluyendo dos serotipos del virus para representar la dinámica en Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*, 4-8.
- DeLandázuri, E. O. (2016). El control de las enfermedades transmisibles en el hombre. AS Benenson (Ed.). Organización Panamericana de la Salud. 486 pp. Washington. 1983. *Revista de Medicina de la Universidad de Navarra*, 30(3). Recuperado de <http://www.unav.edu/publicaciones/revistas/index.php/revista-de-medicina/article/view/6507>
- Dick, O. B., San Martín, J. L., Montoya, R. H., del Diego, J., Zambrano, B., & Dayan, G. H. (2012). The history of dengue outbreaks in the Americas. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 87(4), 584-593.
- González Fernández, M. I., Orozco Núñez, E., & Cifuentes, E. (2010). Policy analysis of the dengue control program in Mexico. *Revista de Saúde Pública*, 44(6), 1079-1086.
- Gubler, D. J., Ooi, E. E., Vasudevan, S., & Farrar, J. (2014). *Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever, 2nd Edition*. CABI.
- Guzman, M. G., Halstead, S. B., Artsob, H., Buchy, P., Farrar, J., Gubler, D. J., ... Peeling, R. W. (2010). Dengue: a continuing global threat. *Nature Reviews Microbiology*, 8, S7-S16. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2460>
- Guzman, M. G., & Harris, E. (2014). Dengue. *The Lancet*, 385(9966), 453-465. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60572-9
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. B. L., Valencia, M. del P. M., Torres, S. M., Sampieri, C. P. H., Carlos Fernández Collado, M. del P. B. L., ... others. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.
- Lapierre, L., Venegas, J., Rivera, D., & Vergara, C. (2012). Dengue una enfermedad emergente y re-emergente en América. *Avances en Ciencias Veterinarias*, 27(2), 20-27.
- Minocha, S. (2016). Dengue: A Continuing Global Threat. *Journal of drug discovery and therapeutics*, 5(2), 26-35
- Stewart-Ibarra, A. M., & Lowe, R. (2013). Climate and non-climate drivers of dengue epidemics in southern coastal Ecuador. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 88(5), 971-981.
- Uribe, R., León, G., Londoño, C., Alonso, D., Ospina, R., Alberto, R., ... Rosario, C. del. (2012). Influencia del evento climático El Niño sobre la dinámica de transmisión de dengue en Medellín, Antioquia, Colombia. *Iatreia*, 25(4), 314-322.
- Vélez, S., Núñez, C. P., & Ruiz, D. (2013). Hacia la construcción de un modelo de simulación de la transmisión del dengue en Colombia. *Revista ELA*, 3(5), 23-43.