

Artículo Original

Distribución temporoespacial del dengue en Tingo María, Huánuco, Perú

Temporal and spatial distribution of dengue in Tingo María, Huánuco, Peru

<https://doi.org/10.52808/bmsa.8e7.63ee.004>

Ruth Katherine Mendivel Geronimo ^{1,*}

<https://orcid.org/0000-0002-3147-2655>

María Cristina Ramos Toledo ²

<https://orcid.org/0000-0003-1499-9487>

Julio César Luján Minaya ³

<https://orcid.org/0000-0003-3752-824X>

Juan de Dios Aguilar Sánchez ⁴

<https://orcid.org/0000-0001-5152-5665>

Sonia Gladys Gutiérrez Monzón ²

<https://orcid.org/0000-0001-6474-762X>

Recibido: 01/10/2022

Aceptado: 08/12/2022

RESUMEN

El dengue es una enfermedad viral causada por un arbovirus del género *Flavivirus* transmitido por el mosquito *Aedes aegypti*. La circulación simultánea de los cuatro serotipos virales (DENV1, 2, 3 y 4) viene ocurriendo desde 2010 en Perú y determina un escenario de hiperendemicidad de la enfermedad en el país. Este estudio tuvo como objetivo describir la situación epidemiológica del dengue en Tingo María, Huánuco en los dos últimos años. Se trata de un estudio observacional descriptivo que utilizó datos de notificaciones de dengue del Sistema Nacional de Vigilancia desde marzo 2021 hasta agosto 2022, disponibles en los Boletines Epidemiológicos y publicaciones del Ministerio de Salud. Se realizó un análisis de conglomerados que examinan y describen los patrones de introducción, incluidas la velocidad y la dirección de la propagación del dengue. Abordamos esta brecha de conocimiento, brindando información significativa sobre los patrones únicos y compartidos de riesgo de enfermedad espacio-temporal en Tingo María. Los índices de incidencia y morbilidad apuntan a la necesidad de mejorar la organización de la respuesta a las epidemias de dengue. Este estudio brinda información sobre la epidemiología del dengue en el país y puede ser utilizado en la formulación de políticas de salud pública para reducir los impactos de la transmisión viral.

Palabras clave: dengue, Perú, epidemiología, distribución temporoespacial.

ABSTRACT

Dengue is a viral disease caused by an arbovirus of the Flavivirus genus transmitted by the Aedes aegypti mosquito. The simultaneous circulation of the four viral serotypes (DENV1, 2, 3 and 4) has been occurring since 2010 in Peru and determines a scenario of hyperendemicity of the disease in the country. This study aimed to describe the epidemiological situation of dengue in Tingo María, Huánuco in the last two years. This is a descriptive observational study that used data from dengue notifications from the National Surveillance System from March 2021 to August 2022, available in the Epidemiological Bulletins and Ministry of Health publications. A cluster analysis examining and describing patterns of introduction, including the speed and direction of dengue spread, was conducted. We address this knowledge gap, providing meaningful insights into the unique and shared patterns of spatiotemporal disease risk in Tingo María. The incidence and morbidity rates point to the need to improve the organization of the response to dengue epidemics. This study provides information on the epidemiology of dengue in the country and can be used in the formulation of public health policies to reduce the impacts of viral transmission.

Keywords: dengue, Peru, epidemiology, temporospatial distribution

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

² Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú.

³ Universidad Nacional de Cañete, Lima, Perú.

⁴ Universidad Nacional Autónoma de Chota, Chota, Perú.

*Autor de Correspondencia: rmendivel@unmsm.edu.pe

Introducción

El dengue es la enfermedad viral más común en el mundo transmitida por mosquitos (Bhatt *et al.*, 2013). Es una enfermedad tropical desatendida (Hotez *et al.*, 2014) que presenta una rápida diseminación a nivel mundial, con perfil pandémico y representa uno de los mayores problemas de salud pública mundial (WHO, 2018a). Su incidencia ha ido en aumento en las últimas décadas, expandiéndose geográficamente a regiones subtropicales. Aproximadamente 3900 millones de personas viven en más de 100 países endémicos con riesgo de infección por dengue (Brady *et al.*, 2012). Definido como una enfermedad febril, aguda y no contagiosa, el dengue es uno de los arbovirus más importantes que afectan al ser humano; esto se debe a su alta incidencia y potencial de diseminación. El agente etiológico es transmitido por las especies de mosquito hembra *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* infectados, siendo el primero, el vector responsable de la transmisión en 22 de las 24 regiones de Perú (Valderrama, 2020). Este arbovirus está compuesto de ARN monocatenario de polaridad positiva con cuatro serotipos, conocidos como DEN-1, 2, 3 y 4. Cada serotipo provoca

inmunidad específica de por vida contra el mismo serotipo (homólogo), así como inmunidad cruzada a corto plazo contra los otros tres serotipos, que pueden durar varios meses. Los cuatro serotipos pueden causar una enfermedad grave y mortal (Sukri *et al.*, 2003).

La infección puede ser asintomática o sintomática; en el segundo caso, varía desde formas leves hasta condiciones graves y puede provocar la muerte. El vector es cosmopolita y se presenta en países tropicales y subtropicales donde las condiciones climáticas y ambientales favorecen su dispersión y desarrollo. Además, factores como el crecimiento desordenado de la ciudad asociado con un saneamiento deficiente también contribuyen a la propagación del vector. En Perú, el dengue es endémico y epidémico, con circulación simultánea de los cuatro serotipos virales: DENV1, DENV2, DENV3 y DENV4. Actualmente no existe un tratamiento particular para las infecciones por el virus del dengue. Se brinda terapia de reposición de líquidos y hospitalización para los casos graves de la enfermedad. La tasa de mortalidad en los casos graves de dengue podría reducirse a menos del 1% mediante la detección temprana y la atención médica adecuada. Sin embargo, una vacuna prometedora para el dengue, conocida como Dengvaxia (CYD-TDV), se encuentra en un ensayo clínico de fase III con una eficacia de vacuna del 35 al 80% según el serotipo del virus. La vacuna se recomienda para personas de 9 a 45 años que vivan en áreas endémicas y personas que hayan tenido previamente al menos una infección documentada (WHO, 2021).

Varios estudios han demostrado el impacto económico y social en las poblaciones de áreas endémicas de dengue (Guzman & Harris, 2015; Shepard *et al.*, 2016), incluido el impacto económico en regiones donde la economía se basa en el turismo (Bangert *et al.*, 2018). Una estimación de Bhatt *et al.*, (2013) indica que el dengue es responsable de alrededor de 390 millones de infecciones por año, de los cuales 96 millones son casos aparentes (clínicamente manifiestos). La creciente incidencia y expansión geográfica de los brotes y epidemias de dengue está asociada con la falta de un control eficaz de los vectores, los cambios en el estilo de vida, el crecimiento de la población, la urbanización, la globalización y la movilidad humana internacional (Messina *et al.*, 2015). Entre estos factores, la urbanización probablemente influyó en la amplificación del dengue dentro de los países, y la movilidad internacional tuvo el mayor impacto en la propagación entre países (Wilder-Smith & Gubler, 2008). Asimismo, el crecimiento global de casos de dengue y su aparición está relacionado con los cambios climáticos, ambientales, demográficos y sociales de las últimas décadas, incluyendo el crecimiento poblacional, el movimiento de personas por comercio, turismo o forzado por desastres naturales, factores políticos y económicos, guerras civiles, urbanización desorganizada, fragilidades en la salud pública y en el programa de control de vectores (Guzman & Harris, 2015; WHO, 2018a). Debido a la magnitud de las epidemias, la presencia de los cuatro serotipos de dengue en Perú y la creciente probabilidad de ocurrencia de casos graves de la enfermedad, es necesario organizar y planificar acciones adecuadas para el control de vectores y la prevención de la enfermedad. La investigación del perfil epidemiológico del dengue es importante para conocer su magnitud, para la definición de políticas públicas y la asignación oportuna de recursos en las acciones de control y prevención. Por otro lado, también es importante y necesario hacer una evaluación constante de los datos que genera la vigilancia epidemiológica del país. En esta perspectiva, Bhatt *et al.*, (2013) refuerzan que el éxito en el control requiere la solidez de la evidencia en la que se basan las decisiones de planificación del control.

El uso de la vigilancia del dengue proporciona a los funcionarios de salud pública datos de referencia para monitorear tendencias y detección temprana de brotes que permitan la implementación de medidas de control y prevención de enfermedades lo antes posible (Runge-Ranzinger *et al.*, 2008). Además, comprensión completa del agrupamiento espacial, temporal y espacio-temporal de casos de dengue es útil para identificar áreas de alto riesgo (CDC, 2009). La estadística de exploración espacial desarrollada por Martin Kulldorff y su combinación con los sistemas de información geográfica (SIG) ha permitido a los epidemiólogos incluir más fácilmente información espacial y componentes temporales en estudios epidemiológicos y ha ganado amplia aceptación en la investigación de vigilancia de la salud (Kulldorff & Nagarwalla, 1995). Uno de los métodos comúnmente utilizados propuestos por Kulldorff en la detección del agrupamiento de espacio-tiempo es el método de permutación de la estadística de exploración espacial. En este método, el área de alto riesgo o grupo se detecta si un área tiene una mayor proporción de casos durante un período de tiempo específico en comparación con el resto de áreas geográficas. Una ventaja de este método es su independencia de la población en riesgo (Kulldorff *et al.*, 2005). Ahora es comúnmente utilizado para la detección de la agrupación de muchas enfermedades incluyendo dengue, malaria, influenza, tuberculosis, shigella y sarampión (CDC, 2009).

Se precisa importante utilizar la información para auxiliar en la evaluación de la situación de salud para la toma de decisiones, a fin de orientar acciones intersectoriales, educativas y de educación en salud. Los estudios observacionales en epidemiología tienen el potencial de influir en la práctica clínica, ya que aportan evidencias y permiten inferir variaciones espaciales y temporales, proyectando escenarios futuros. En ese contexto, el objetivo de este estudio fue investigar los patrones temporales y espaciales de la distribución geográfica de la fiebre del dengue en Tingo María, Huánuco, Perú.

Materiales y métodos

Se trata de un estudio epidemiológico observacional descriptivo que utilizó datos de notificación de dengue del Sistema Nacional de Vigilancia, considerando toda la serie histórica desde marzo 2021 hasta agosto 2022, disponible en los Boletines Epidemiológicos y publicaciones del Ministerio de Salud de Perú.

Recopilación de la información

Con el fin de conocer la distribución temporoespacial del dengue en Tingo María, Huánuco, Perú durante marzo 2021 a agosto 2022; se buscó el número de casos por semana epidemiológica, en la Sala Situacional del dengue en Perú, (2022), en el siguiente enlace: <https://www.dge.gob.pe/portalnuevo/informacion-publica/situacion-del-dengue-en-el-peru/>

Elaboración de mapas de distribución temporo-espacial

Para elaborar estas representaciones gráficas, aprovechando las bondades del software, se consideraron los siguientes criterios:

1.- Probabilidad diaria de precipitación en Tingo María, pesquizada en la fuente de datos secundaria Weather Spark, (2022) (<https://es.weatherspark.com/>); con el fin de definir los periodos de lluvia (entrada, franco y salida) y seco.

Cronológicamente se definieron los periodos: salida de lluvia (marzo a junio), seco (junio a agosto), entrada de lluvia (septiembre a noviembre) y franco lluvioso (diciembre a febrero) como se muestra en la figura 1.

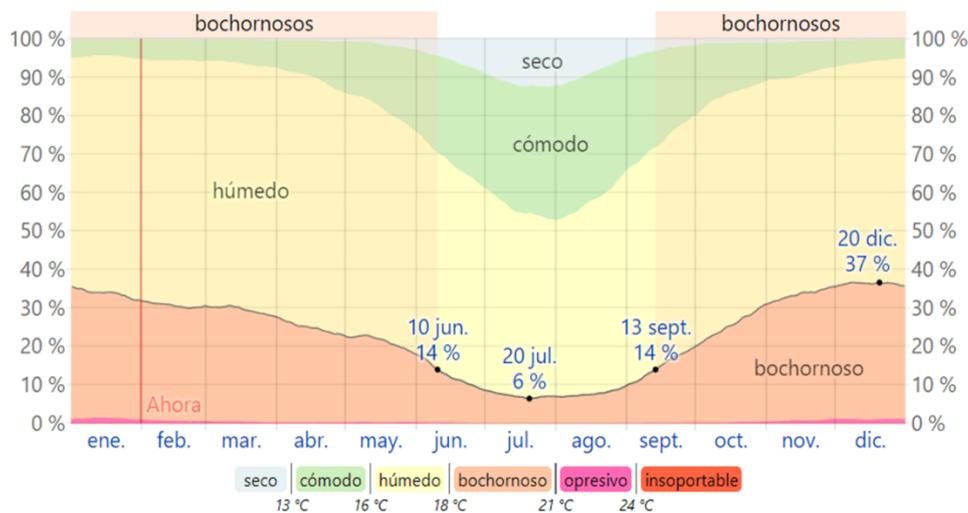


Figura 1. Modelo de probabilidad diaria de precipitación en Tingo María

Fuente: Weather Spark, (2022).

2.- Radio de influencia, según la capacidad de vuelo de *Aedes aegypti* que en promedio es de 100 m, pero puede alcanzar 400 m, según la OPS, (2016); tomando este último valor como criterio para el diseño de las representaciones gráficas.

3.- Rango de observación, se representaron los clústeres por periodo de tiempo según la dirección de ocurrencia del caso índice, (centrómero) a 300m, y para la distribución por cuadrículas en el área de estudio en la escala correspondiente a 50 m.

Resultados

Entre marzo 2021 a agosto 2022, se reportaron 1712 casos, de los cuales 1039 fueron geolocalizados (60,69%), estos últimos se distribuyeron en 7 centrómeros (300m) de 793, 55, 51, 48, 44, 31 y 16 casos respectivamente (Tabla 1; Figura 2), y un caso satélite, inmerso en el centrómero A en el período de marzo a mayo de 2022. La distribución radial por cuadrícula se observa en la figura 3 para el centrómero A y satélite, en la figura 4 para los centrómeros B, C, D, E y F, y en la figura 5 para el centrómero G.

Tabla 1. Distribución espacial del dengue en Tingo María, marzo 2021 a agosto 2022

Centrómero	Coordenadas	Delimitación espacial					Casos
		Punto central	Norte	Sur	Este	Oeste	
A	-9.303005, -76.004429	Av. Enrique Pimentel	Jirón Callao	Jardín Botánico UNAS	Jirón Sucre	Río Huallaga	793
B	-9.297979, -75.998916	Jirón Pucallpa	Centrómero 5 (NE)	Centrómero 6	Av. Amazonas	Centrómero 4	55
C	-9.299616, -76.001251	Av. Alameda	Centrómero 4	Jirón Monzón	Centrómero 6	Av. Tito Jaime	51
D	-9.297505, -76.001012	Av. Tito Jaime	Jirón Chiclayo	Centrómero 3	Centrómero 2	Av. Raymondi	48
E	-9.296408, -75.997275	Jirón Piura/ Jirón San Alejandro	Jirón Aucayacu	Centrómero 2 (SO)	Jirón Yurimaguas	Av. Alameda	44
F	-9.298263, -75.998983	Av. Amazonas	Centrómero 2	Jirón Monzón	Calle Victor Piñan	Centrómero 3	31
G	-9.293571, -75.997707	Jirón Aguaytia	Jirón Julio Burga	Jirón Aucayacu	Av. Ucayali	Jirón Loreto	16
Satélite	-9.302022, -76.006364	Jirón Jorge Chávez		Inmerso Centrómero 1 (marzo-mayo 2022)			1
						Total	1039

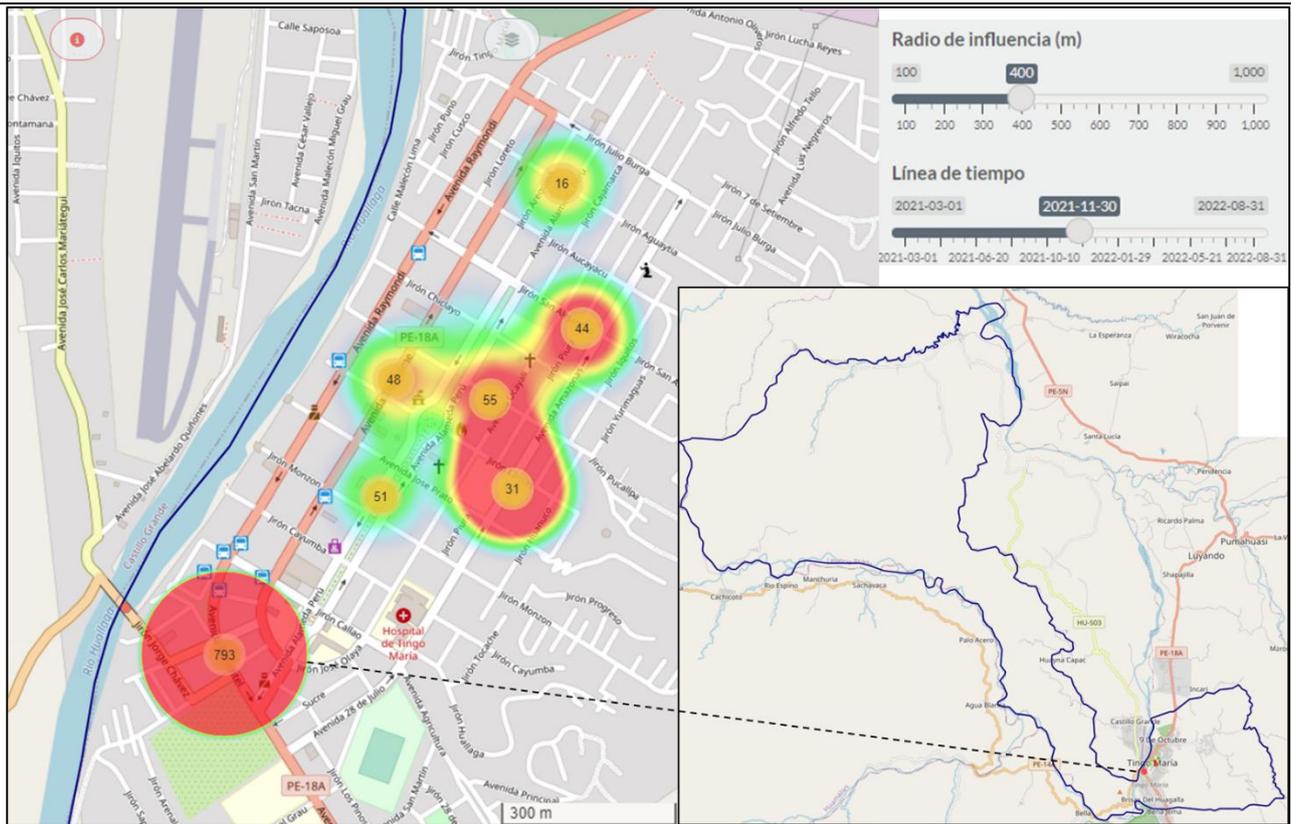


Figura 2. Distribución temporoespacial del dengue en Tingo María, entre marzo 2021 a agosto 2022

Entre marzo 2021 a agosto 2022, el centrómero A (Figura 3), cuyo caso índice se georeferenció en la avenida “Enrique Pimentel”, muestra una distribución de patrón radial, donde el 77,43% (n=614) de los puntos del modelo de distribución están en el área de alto riesgo (color rojo), 8,95% (n=71) en la zona de bajo y mediano riesgo y 13,62% (n=108) en zonas de mínimo riesgo; además, se observa un caso satélite georeferenciado en las coordenadas (-9.302022, -76.006364).

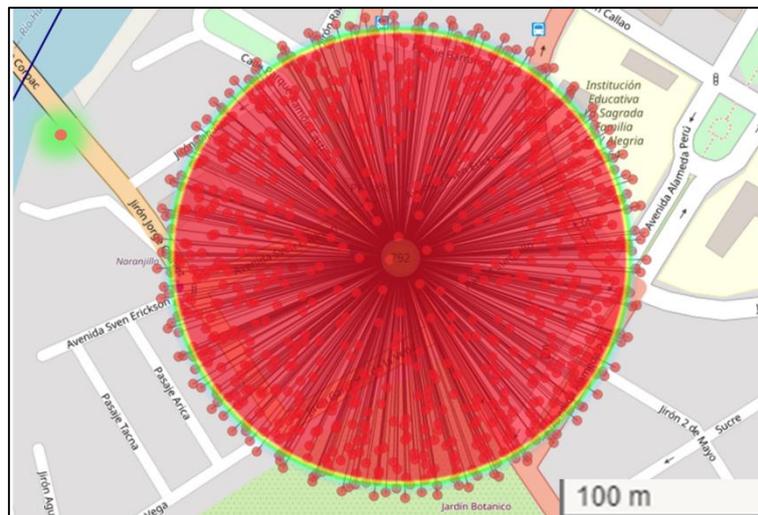


Figura 3. Centrómero A de alta intensidad de transmisión

De acuerdo al comportamiento del modelo de distribución, se observa un conglomerado de patrones de distribución conformado por los centrómeros B, C, D, E y F, debido a la convergencia según las delimitaciones de riesgo en modelo de distribución (Figura 4, superior izquierda). En todos los conglomerados se observa un patrón central de distribución radial en espiral, sin embargo, hay diferencias de categorización según las áreas de riesgo. En el centrómero B, el 63,64% (n=35) de los casos corresponden a alto riesgo, pero, además hay 3 puntos desfocalizados de distribución radial, una de 9 casos en el área de alto riesgo, y dos adicionales (n=6 y 4) en zona de bajo riesgo. Por otra parte, 38 de los 48 casos (79,17%) georeferenciados en el centrómero C, se encuentran dispersos en un área de bajo riesgo, y además se observan dos puntos desfocalizados de 7 y 6 casos cada uno, en área de riesgo similar. El 17,03% de los casos geolocalizados en el

centrómetro D (n=8) están dentro del área de alto riesgo, mientras que, el 46,8% (n=22) corresponden a la zona de mediano riesgo y 36,17% (n=17) en bajo riesgo, más un punto desfocalizado en zona de riesgo mínimo. El 100% de los casos del centrómero E están dispersos dentro de la zona de alto riesgo, 35 de ellos focalizados y 9 desfocalizados con un patrón radial. Un comportamiento similar se observa en el centrómero F, con igual proporción de casos en zona de alto riesgo, 28 de estos focalizados y 3 desfocalizados con un patrón radial.

Finalmente, aunque observamos comportamientos epidemiológicos en los 5 centrómeros que conforman este conglomerado, establecemos las interacciones entre los mismos, donde se destaca una zona convergente de alto riesgo entre los centrómeros B y F, la cual se subtiende hacia la zona de riesgo del centrómero E, pero en menor intensidad. Por su parte, el centrómero D se relaciona con el B por un área de mediano riesgo, y a su vez, con el centrómero C por un área de bajo riesgo.

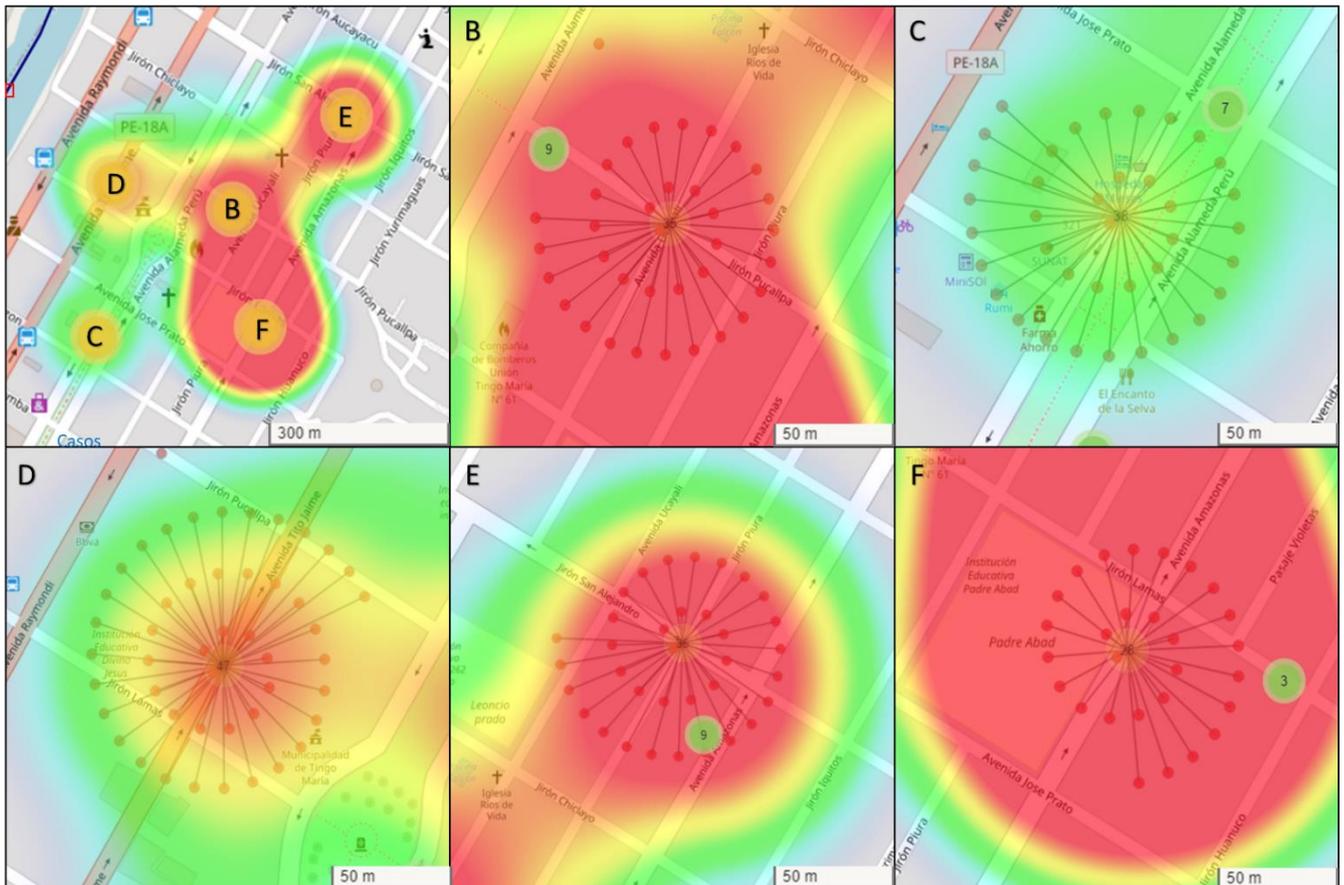


Figura 4. Conglomerado centromerico (B, C, D, E y F)

En la figura 5, el 100% (n=16) de los casos georeferenciados en el centrómero G se encuentran focalizados con una distribución radial espiral en zona de mediano riesgo.

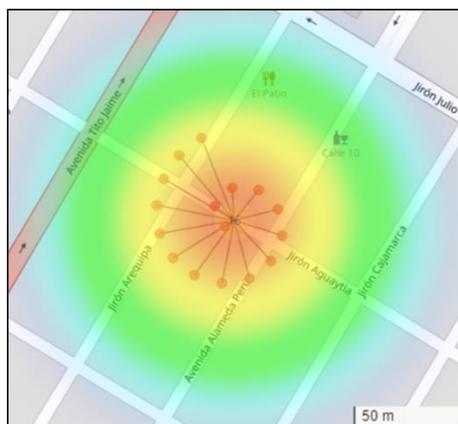


Figura 5. Centrómero G, de baja a media intensidad de transmisión

Al evaluar la distribución temporal del dengue en Tingo María, entre marzo 2021 a agosto 2022, considerando el criterio metodológico 1, relacionado al modelo de probabilidad diaria de precipitación en Tingo María, se observa un patrón de distribución ondular coincidente con la curva incidental por semana epidemiológica, con mínimos en los períodos secos (Junio a agosto) que se corresponden a lo observado en el comportamiento de contracción de la distribución radial en los momentos agosto 2021 y agosto 2022. Por otra parte, la distribución temporoespacial en el conglomerado destaca un aumento gradual de las zonas de alto riesgo (color rojo) en los 6 momentos evaluados, intensificados a partir de noviembre de 2021, lo cual se corresponde a la curva de incidencia semanal de casos y la incidencia acumulada (Figura 6).

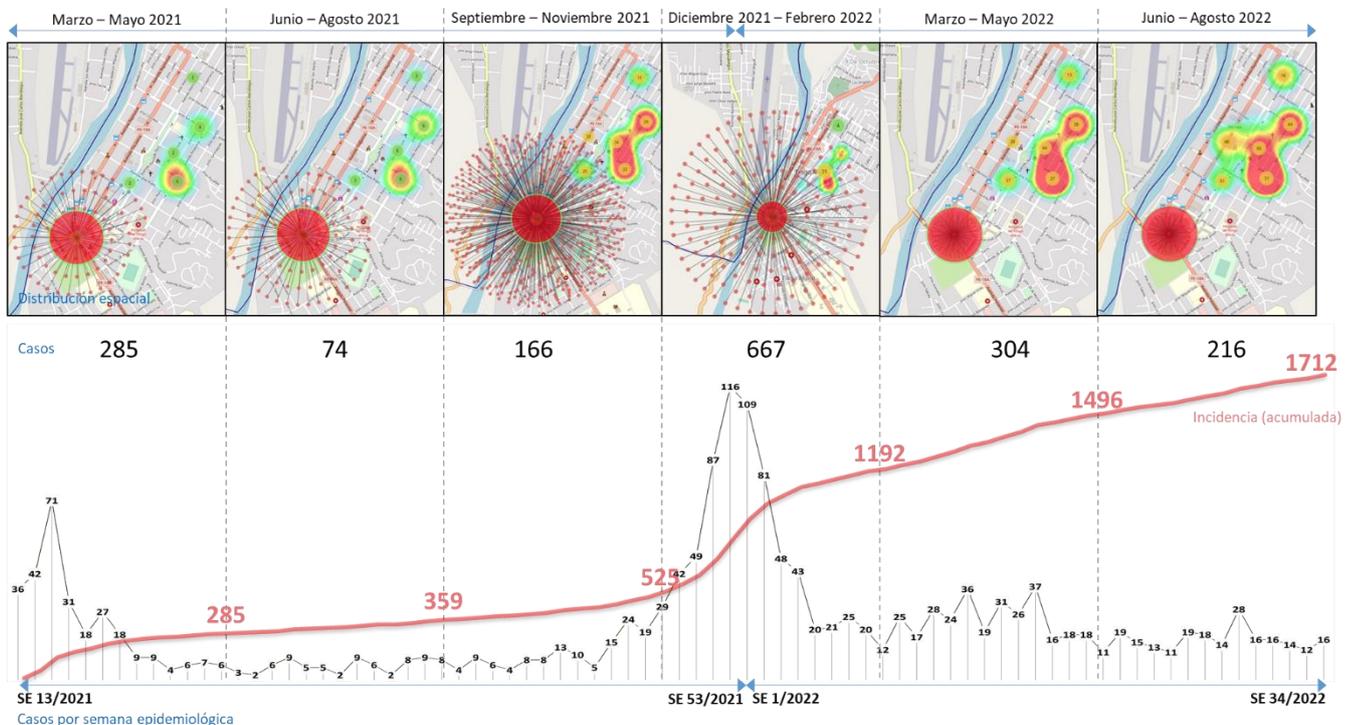


Figura 6. Distribución temporal del dengue en Tingo María, entre marzo 2021 a agosto 2022

Discusión

Este es uno de los primeros estudios realizado en Perú que aplicó SaTScan y el análisis espaciotemporal en la detección de conglomerados. De hecho, estos resultados de distribución espacial, localiza con precisión los casos a lo largo del tiempo. De ahí que nuestro planteamiento sea de gran importancia para el dengue e igual utilidad para otras enfermedades transmitidas por vectores, ya que permite a las autoridades sanitarias ubicar con cierta precisión las zonas geográficas para una intervención adecuada.

Este estudio mostró un claro patrón estacional de aparición del dengue en Tingo María, con el mayor número de casos en el periodo comprendido entre diciembre y febrero; esto podría corresponder a la coincidencia con el periodo franco lluvioso de la región en estudio; entendiéndose que, el impacto de la lluvia en la cría del vector *A. aegypti* y la propagación de la enfermedad está ampliamente documentado en muchos estudios (Wiwanitkit, 2006; Díaz-Quijano *et al.*, 2008). Por ejemplo, Khormi *et al.*, (2011) señalaron que las precipitaciones crean focos de reproducción de *A. aegypti* y aumenta el índice de vegetación. Además, la alta humedad relativa y las altas temperaturas que caracterizan el clima en Tingo María tienen un impacto positivo en las condiciones de supervivencia y reproducción de los mosquitos (Hales *et al.*, 2002). El brusco descenso observado en el número de casos notificados coincide con la temporada de salida de lluvias (marzo-mayo), y podría atribuirse en parte a la disminución de los depósitos de agua naturales en el ambiente, o bien a las intervenciones iniciadas por los entes oficiales del estado; las mismas se centraron en el control vectorial mediante acuerdos de colaboración multisectorial, además de campañas de educación sanitaria puerta a puerta dirigidas a todos los residentes de la región. Estas intervenciones lograron mantener la tasa de casos de dengue en niveles bajos desde el inicio del brote en la SE49. Resultados similares se observaron en Tailandia, Taiwán y Arabia Saudí, lo que demuestra que es esencial la aplicación de medidas de control para prevenir el resurgimiento de la enfermedad del dengue (Chaikoolvatana *et al.*, 2008; Hsieh & Ma 2009; Alzahrani *et al.*, 2013).

Después de investigar más a fondo con el análisis de conglomerados, se descubrió que las zonas con mas casos de pacientes enfermos son los que se caracterizados por la presencia de barrios con infraestructuras deficientes de suministro de agua e instalaciones de eliminación de aguas residuales. En estas zonas, los residentes suelen almacenar el agua en

contenedores de agua no protegidos, que son lugares propicios para la reproducción de *A. aegypti*; hallazgos que coinciden con los de Koopman *et al.*, (1991) y Alzahrani *et al.*, (2013). Varios estudios informaron el impacto de los factores ambientales sobre vectores del dengue; el estudio de Al-Raddadi *et al.* (2019) indicó que tanto la presencia de mosquitos en los hogares como la ausencia de las campañas de concientización se asociaron significativamente con los casos sintomáticos de la enfermedad. Por otra parte, se debe recalcar que en el periodo de tiempo donde se recopilaban los datos de este estudio epidemiológico, coincidió con la actual pandemia con la COVID-19, resultando esto en limitaciones gubernamentales que impidieron la compilación de datos de inspección con factores relacionados respecto al medio ambiente con los casos de dengue dentro o fuera de los hogares. Las restricciones relacionadas con la COVID-19 causaron una disminución en la educación, inspección y control de los factores de riesgo, entre estos, los sitios de proliferación de los mosquitos dentro y fuera de las casas.

Una fortaleza de esta investigación es que es uno de los pocos estudios sobre el dengue que utiliza el principio activo de sistema de vigilancia. Esto dio como resultado la identificación de los siete conglomerados de dengue en el periodo marzo 2021-agosto 2022 para respaldar la información geoespacial del control de la infección por dengue en Huánuco, Perú. El estudio utilizó el SaTScan como una herramienta para aclarar que los clústeres de alto riesgo eran relevantes a las zonas de Tingo María en los años seleccionados, y los casos reportados de esta enfermedad transmitida por vectores. A pesar de estas fortalezas y debido al tiempo limitado, la coocurrencia con la pandemia por el Sars-Cov2, entre otros factores, los datos de la vigilancia del dengue tienen datos faltantes que pueden afectar la asociación ambiental con los casos reportados; la lamentable y actual situación mundial y nacional con la Covid-19 afectó la actividad del programa de control del dengue al interior de las viviendas lo que puede haber causado un sesgo de confusión. Además, este estudio pudiera no reflejar la verdadera proporción de dengue endémico en cada región de Tingo María. El análisis de conglomerados comprueba si los casos se distribuyen aleatoriamente en el espacio y el tiempo y, si no es así, identifica los conglomerados estadísticamente significativos. Se eligió el modelo de permutación espacio-temporal de SaTScan porque tiene varias ventajas: es fácil de usar; sólo requiere datos de casos, sin necesidad de datos de población de riesgo; se ajusta para cualquier número de variables de confusión; y no hay de preselección, ya que los conglomerados se buscan sin ubicación, tamaño o periodo de tiempo (Kulldorff & Nagarwalla, 1995).

Los resultados de nuestro estudio utilizando el modelo de permutación espacio-temporal de SaTScan en los casos confirmados de dengue en un periodo de 2 años demostraron que el dengue no se distribuye aleatoriamente en esta zona. De igual manera, se obtuvieron resultados similares utilizando diferentes modelos espaciotemporales realizados en un área de similares características climáticas y geográficas entre 2006 y 2010 por Khormi *et al.* (2011) en Arabia Saudí. Se pudo detectar siete agrupaciones espaciotemporales estadísticamente significativas que pueden ayudar a desarrollar y modificar las estrategias utilizadas de control de la enfermedad en Tingo María. Con base en el estudio actual, recomendamos que, en el futuro, los estudios deben centrarse en los factores meteorológicos con los serotipos del dengue, así como explorar las diferencias entre los serotipos sospechosos y confirmado para temporadas específicas. Es muy recomendable comparar el estudio actual con estudios futuros para obtener evidencia relacionada al dengue endémico y redirigir el programa y los recursos a controlar la transmisión en la región estudiada. Del mismo modo, las intervenciones de control del dengue, se deben centrar en las zonas más afectadas del suroeste (centrómero A) en Tingo María (principalmente zonas de bajo nivel socioeconómico), para lograr combatir la concentración de casos en estas zonas. Esto dará lugar a la disminución de casos en el o los periodos, y la posterior conversión de estas zonas en áreas de bajo riesgo para la transmisión de la enfermedad en futuros brotes.

Por otra parte, en cuanto a los programas de prevención y control del dengue en Perú, el Ministerio de Salud ha desarrollado planes y campañas para el control de la enfermedad. El mismo ha sido concebido por entender al igual que en otros países de la región, que el dengue no es una enfermedad que pueda ser erradicada a corto plazo, apuntando a los objetivos de reducir la infección por *A. aegypti*, reducir la incidencia del dengue y reducir la letalidad por dengue hemorrágico para minimizar el impacto de la enfermedad. A pesar de los esfuerzos y de la intensificación de las medidas de control, existen críticas sobre la eficacia de los planes implementados en varios países, entre ellos el nuestro, basados en el aumento en los últimos años del número de casos graves, hospitalizaciones y muertes (Martins-Melo *et al.*, 2018; Araujo *et al.*, 2017). Los índices de incidencia y mortalidad apuntan a la necesidad de mejorar la organización de la respuesta a las epidemias de dengue en el intento de evitar casos graves, lo que requiere un esfuerzo de movilización de los gestores y de la población, con un programa de capacitación permanente de los profesionales de salud, así como la intensificación de las acciones intersectoriales de prevención e incentivo a la participación popular.

El creciente aumento de la incidencia del dengue y la manifestación de brotes epidémicos que devastan pequeños y grandes centros urbanos, traen inseguridad a la población peruana. En este contexto, Teixeira (2012) destaca que la demanda de atención médica supera la capacidad de los servicios. La calidad de la atención a los pacientes afectados es inferior a la deseada y hay desconfianza de la población en los dirigentes y gestores de los servicios de salud, lo que dificulta aún más la gestión en periodos de crisis, estableciéndose así un marco de fragilidad de la salud pública. Para invertir la tendencia a la expansión de la transmisión del dengue y la circulación endémica de los cuatro serotipos del virus, se necesitan nuevas estrategias. Para que sean eficaces, deben basarse en información fiable sobre el dengue. Para que esta información sea más precisa, la OMS publicó en diciembre de 2018 "A Toolkit for national dengue burden

estimation", una herramienta para estandarizar y guiar a los países para estimar mejor su carga de dengue combinando los datos existentes de los sistemas de vigilancia sistemas de vigilancia con la investigación en curso (WHO, 2018b).

El control eficaz y sostenible de los vectores es el reto actual para reducir la carga de dengue en la población. Para lograrlo, se necesitan estrategias de control vectorial integradas y alternativas (Achee *et al.*, 2019; Roiz *et al.*, 2018). Es desde esta perspectiva que la estrategia global de la Organización Mundial de la Salud para la prevención del dengue tiene como objetivo reducir las tasas de mortalidad en un 50%. Estas medidas se llevarán a cabo, en particular, a través del diagnóstico precoz y el manejo adecuado de los casos graves. También deben tomarse medidas para reducir la morbilidad en un 25% mediante una mejor predicción y detección de los brotes mediante una gestión integrada de la vigilancia epidemiológica y control entomológica de los vectores y lucha antivectorial (WHO, 2012). Mediante el enfoque de gestión integrada de vectores con métodos basados en la comunidad y adaptados al contexto local es una de las una de las estrategias recomendadas para alcanzar estos objetivos. Para potenciar la capacidad de control y vectores en todo el mundo, la OMS ha desarrollado la Respuesta Mundial al Control de Vectores 2017- 2030 WHO, 2017). Este plan proporciona orientación y estrategias a los países para reforzar el control de vectores, centrado en cuatro pilares: (I) vigilancia integrada de vectores y enfermedades, (II) control de vectores, (III) compromiso y movilización de la comunidad, y (IV) colaboración intersectorial e intrasectorial.

Conflicto de intereses

No se reporta conflicto de intereses.

Agradecimientos

A todos los que hicieron posible esta investigación.

Referencias

- Achee, N. L., Grieco, J. P., Vatandoost, H., Seixas, G., Pinto, J., Ching-Ng, L., Martins, A. J., Juntarajumnong, W., Corbel, V., Gouagna, C., David, J. P., Logan, J. G., Orsborne, J., Marois, E., Devine, G. J., & Vontas, J. (2019). Alternative strategies for mosquito-borne arbovirus control. *PLoS neglected tropical diseases*, 13(1), e0006822. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006822>
- Al-Raddadi, R., Alwafi, O., Shabouni, O., Akbar, N., Alkhalawi, M., Ibrahim, A., Hussain, R., Alzahrani, M., Al Helal, M., & Assiri, A. (2019). Seroprevalence of dengue fever and the associated sociodemographic, clinical, and environmental factors in Makkah, Madinah, Jeddah, and Jizan, Kingdom of Saudi Arabia. *Acta tropica*, 189, 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.09.009>
- Alzahrani, A. G., Al Mazroa, M. A., Alrabeah, A. M., Ibrahim, A. M., Mokdad, A. H., & Memish, Z. A. (2013). Geographical distribution and spatio-temporal patterns of dengue cases in Jeddah Governorate from 2006-2008. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 107(1), 23–29. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trs011>
- Araújo, V. E. M., Bezerra, J. M. T., Amâncio, F. F., Passos, V. M. A., & Carneiro, M. (2017). Increase in the burden of dengue in Brazil and federated units, 2000 and 2015: analysis of the Global Burden of Disease Study 2015. Aumento da carga de dengue no Brasil e unidades federadas, 2000 e 2015: análise do Global Burden of Disease Study 2015. *Revista brasileira de epidemiologia*, 20(Suppl 01), 205–216. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201700050017>
- Bangert, M., Latheef, A. T., Dev Pant, S., Nishan Ahmed, I., Saleem, S., Nazla Rafeeq, F., Abdulla, M., Shamah, F., Jamsheed Mohamed, A., Fitzpatrick, C., Velayudhan, R., & Shepard, D. S. (2018). Economic analysis of dengue prevention and case management in the Maldives. *PLoS neglected tropical diseases*, 12(9), e0006796. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006796>
- Bhatt, S., Gething, P. W., Brady, O. J., Messina, J. P., Farlow, A. W., Moyes, C. L., Drake, J. M., Brownstein, J. S., Hoen, A. G., Sankoh, O., Myers, M. F., George, D. B., Jaenisch, T., Wint, G. R., Simmons, C. P., Scott, T. W., Farrar, J. J., & Hay, S. I. (2013). The global distribution and burden of dengue. *Nature*, 496(7446), 504–507. <https://doi.org/10.1038/nature12060>
- Brady, O. J., Gething, P. W., Bhatt, S., Messina, J. P., Brownstein, J. S., Hoen, A. G., Moyes, C. L., Farlow, A. W., Scott, T. W., & Hay, S. I. (2012). Refining the global spatial limits of dengue virus transmission by evidence-based consensus. *PLoS neglected tropical diseases*, 6(8), e1760. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001760>
- Centers for Disease Control and Prevention. CDC (2009). Health Information for International Travel 2010. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-39554-9>

- Chaikoolvatana, A., Chanruang, S., & Pothaled, P. (2008). A comparison of dengue hemorrhagic fever control interventions in northeastern Thailand. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 39(4), 617–624.
- Díaz-Quijano, F., González-Rangel, A., Gómez-Capacho, A., Espíndola-Gómez, R., Martínez-Vega, R., Villar-Centeno, L. (2008). Pluviosidad como Predictor de Consulta por Síndrome Febril Agudo en un Area Endémica de Dengue. *Revista Salud Publica*, 10(2), 250-259. <https://doi.org/10.1590/s0124-00642008000200005>
- Guzman, M. G., & Harris, E. (2015). Dengue. *Lancet* (London, England), 385(9966), 453–465. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60572-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60572-9)
- Hales, S., de Wet, N., Maindonald, J., & Woodward, A. (2002). Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet* (London, England), 360(9336), 830–834. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)09964-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)09964-6)
- Hotez, P. J., Alvarado, M., Basáñez, M. G., Bolliger, I., Bourne, R., Boussinesq, M., Brooker, S. J., Brown, A. S., Buckle, G., Budke, C. M., Carabin, H., Coffeng, L. E., Fèvre, E. M., Fürst, T., Halasa, Y. A., Jasararia, R., Johns, N. E., Keiser, J., King, C. H., Lozano, R., & Naghavi, M. (2014). The global burden of disease study 2010: interpretation and implications for the neglected tropical diseases. *PLoS neglected tropical diseases*, 8(7), e2865. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002865>
- Hsieh, Y. H., & Ma, S. (2009). Intervention measures, turning point, and reproduction number for dengue, Singapore, 2005. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 80(1), 66–71.
- Khormi, H. M., Kumar, L., & Elzahrany, R. A. (2011). Modeling spatio-temporal risk changes in the incidence of Dengue fever in Saudi Arabia: a geographical information system case study. *Geospatial health*, 6(1), 77–84. <https://doi.org/10.4081/gh.2011.159>
- Koopman, J. S., Prevots, D. R., Vaca Marin, M. A., Gomez Dantes, H., Zarate Aquino, M. L., Longini, I. M., Jr, & Sepulveda Amor, J. (1991). Determinants and predictors of dengue infection in Mexico. *American journal of epidemiology*, 133(11), 1168–1178. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a115829>
- Kulldorff, M., Heffernan, R., Hartman, J., Assunção, R., & Mostashari, F. (2005). A space-time permutation scan statistic for disease outbreak detection. *PLoS medicine*, 2(3), e59. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020059>
- Kulldorff, M., & Nagarwalla, N. (1995). Spatial disease clusters: detection and inference. *Statistics in medicine*, 14(8), 799–810. <https://doi.org/10.1002/sim.4780140809>
- Martins-Melo, F. R., Carneiro, M., Ramos, A. N., Jr, Heukelbach, J., Ribeiro, A. L. P., & Werneck, G. L. (2018). The burden of Neglected Tropical Diseases in Brazil, 1990-2016: A subnational analysis from the Global Burden of Disease Study 2016. *PLoS neglected tropical diseases*, 12(6), e0006559. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006559>
- Messina, J. P., Brady, O. J., Pigott, D. M., Golding, N., Kraemer, M. U., Scott, T. W., Wint, G. R., Smith, D. L., & Hay, S. I. (2015). The many projected futures of dengue. *Nature reviews. Microbiology*, 13(4), 230–239. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3430>
- OPS (2016). Preguntas frecuentes sobre el control de vectores del virus del Zika. Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11841:preguntas-frecuentes-control-vectores-virus-zika&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0 (Acceso septiembre 2022).
- Roiz, D., Wilson, A. L., Scott, T. W., Fonseca, D. M., Jourdain, F., Müller, P., Velayudhan, R., & Corbel, V. (2018). Integrated Aedes management for the control of Aedes-borne diseases. *PLoS neglected tropical diseases*, 12(12), e0006845. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006845>
- Runge-Ranzinger, S., Horstick, O., Marx, M., & Kroeger, A. (2008). What does dengue disease surveillance contribute to predicting and detecting outbreaks and describing trends?. *Tropical medicine & international health : TM & IH*, 13(8), 1022–1041. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2008.02112.x>
- Shepard, D. S., Undurraga, E. A., Halasa, Y. A., & Stanaway, J. D. (2016). The global economic burden of dengue: a systematic analysis. *The Lancet. Infectious diseases*, 16(8), 935–941. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00146-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00146-8)
- Sukri, N. C., Laras, K., Wandura, T., Didi, S., Larasati, R. P., Rachdyatmaka, J. R., Osok, S., Tjia, P., Saragih, J. M., Hartati, S., Listyaningsih, E., Porter, K. R., Beckett, C. G., Prawira, I. S., Punjabi, N., Suparmanto, S. A., Beecham, H. J., Bangs, M. J., & Corwin, A. L. (2003). Transmission of epidemic dengue hemorrhagic fever in easternmost Indonesia. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 68(5), 529–535. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2003.68.529>

- Teixeira, M. G. (2012). Few characteristics of dengue's fever epidemiology in Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 54(Suppl 18), S1–S4. <https://doi.org/10.1590/s0036-46652012000700002>
- Valderrama, B. 2020. Situación de dengue en el Perú a la semana 53. *Boletín epidemiológico del Perú*, 29, 753–761. Disponible en: https://www.dge.gob.pe/epipublic/uploads/boletin/boletin_202053.pdf (Acceso septiembre 2022).
- Wilder-Smith, A., & Gubler, D. J. (2008). Geographic expansion of dengue: the impact of international travel. *The Medical clinics of North America*, 92(6), 1377–x. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2008.07.002>
- Wiwanitkit, V. (2006). An observation on correlation between rainfall and the prevalence of clinical cases of dengue in Thailand. *Journal of vector borne diseases*, 43(2), 73–76.
- World Health Organization. (2012). Global strategy for dengue prevention and control 2012–2020. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75303/9789241504034eng.pdf?sequence=1> (Acceso septiembre 2022).
- World Health Organization. (2017). Global vector control response 2017–2030. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259205/9789241512978-eng.pdf?sequence=1> (Acceso septiembre 2022).
- World Health Organization. (2018a). Dengue and Severe Dengue. World Health Organization. Disponible en: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/dengue-andsevere-dengue> (Acceso septiembre 2022).
- World Health Organization. (2018b). A Toolkit for national dengue burden estimationum. Geneva: World Health Organization. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/277257> (Acceso septiembre 2022).
- World Health Organization. (2021). Dengue and dengue haemorrhagic fever. Disponible en: <https://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/> (Acceso septiembre 2022).