

XLIII

Factores clínicos y meteorológicos asociados al desarrollo de formas graves de dengue durante el fenómeno de El Niño

Maria Del Rosario De La Cruz Chipana De Ramirez
Roger Ramirez Castillo

Factores clínicos y meteorológicos asociados al desarrollo de formas graves de dengue durante el fenómeno de El Niño

Maria Del Rosario De La Cruz Chipana De Ramirez
Roger Ramirez Castillo

RESUMEN

El presente capítulo de revisión narrativa analiza la interacción entre los factores meteorológicos desencadenados por el fenómeno macroclimático de El Niño y los determinantes clínicos individuales asociados al desarrollo de formas graves de dengue. Alteraciones climáticas extremas, como el aumento anómalo de la temperatura, precipitaciones intensas y una elevada humedad relativa, optimizan la ecología del vector *Aedes aegypti*, acelerando la tasa de picaduras e incrementando la fuerza de transmisión viral en la comunidad. Este escenario favorece la cocirculación de múltiples serotipos y eleva la probabilidad de reinfecciones heterólogas mediadas por el mecanismo de amplificación dependiente de anticuerpos (ADE). Al interactuar con condiciones preexistentes del huésped, tales como comorbilidades crónicas (diabetes, hipertensión, cardiopatías) y edades extremas (niños y adultos mayores), se incrementa drásticamente el riesgo de extravasación plasmática, choque circulatorio y disfunción multiorgánica. Asimismo, la afluencia masiva de casos febriles genera la saturación de los servicios de urgencias, dificultando la identificación oportuna de signos de alarma. Se concluye que es indispensable adoptar un enfoque multidisciplinario (One Health) que integre sistemas de alerta temprana basados en datos climáticos con la preparación asistencial de la red hospitalaria para mitigar la morbimortalidad durante futuros eventos climáticos extremos.

Palabras clave: Dengue grave, Fenómeno de El Niño, Variabilidad climática, *Aedes aegypti*, Factores de riesgo.



ABSTRACT

This narrative review chapter analyzes the interaction between meteorological factors triggered by the El Niño macroclimatic phenomenon and individual clinical determinants associated with the development of severe forms of dengue. Extreme climatic changes—such as anomalous temperature increases, heavy rainfall, and high relative humidity—optimize the ecology of the *Aedes aegypti* vector, accelerating biting rates and increasing the intensity of viral transmission within the community. This scenario fosters the co-circulation of multiple serotypes and raises the likelihood of heterologous reinfections mediated by antibody-dependent enhancement (ADE). When interacting with pre-existing host conditions—such as chronic comorbidities (diabetes, hypertension, heart disease) and extremes of age (children and the elderly)—the risk of plasma leakage, circulatory shock, and multiorgan dysfunction increases drastically. Furthermore, the massive influx of febrile cases overwhelms emergency services, hindering the timely identification of warning signs. The chapter concludes that adopting a multidisciplinary approach (One Health) is essential; this approach should integrate climate-data-based early warning systems with hospital network preparedness to mitigate morbidity and mortality during future extreme weather events.

Keywords: Severe dengue, El Niño phenomenon, Climate variability, *Aedes aegypti*, Risk factors.

INTRODUCCIÓN

El dengue representa la enfermedad viral transmitida por vectores de más rápida propagación en el mundo, constituyendo un desafío prioritario para la salud pública internacional (Guzmán & Harris, 2015; World Health Organization [WHO], 2023). Causado por el virus del dengue (DENV) y transmitido principalmente por la picadura de la hembra de *Aedes aegypti*, su impacto epidemiológico se concentra de manera alarmante en las regiones tropicales y subtropicales de América Latina y el Sudeste Asiático (Wilder-Smith et al., 2019). En las últimas décadas, la carga global de la enfermedad se ha incrementado significativamente debido a factores como la rápida urbanización no planificada, la movilidad humana y, fundamentalmente, la variabilidad climática global (Colón-González et al., 2013).

Dentro de los determinantes macroclimáticos, la Oscilación del Sur / El Niño (ENOS) destaca como uno de los fenómenos climáticos de mayor influencia en la dinámica ecológica de las arbovirosis a nivel planetario (Anyamba et al., 2019). El fenómeno de El Niño se caracteriza por un calentamiento anómalo y significativo de la temperatura de la superficie del mar en el Océano Pacífico ecuatorial. Esta alteración desencadena perturbaciones meteorológicas drásticas a escala global, alternando eventos de lluvias torrenciales e inundaciones en ciertas regiones del globo con sequías extremas e intensas olas de calor en otras (Anyamba et al., 2019; Lowe et al., 2018).

La estrecha relación entre los eventos meteorológicos extremos y la salud humana se evidencia en la ecología de los vectores transmisores de enfermedades. Las variaciones drásticas en la temperatura, la precipitación y la humedad relativa alteran de forma directa la fisiología del *Aedes aegypti*, acelerando la velocidad del desarrollo larvario, acortando el período de incubación extrínseco del virus y aumentando la frecuencia de alimentación del mosquito (Lowe et al., 2018; Sang et al., 2015). Asimismo, tanto el exceso de lluvias por inundaciones como la acumulación deficiente de agua en contenedores durante períodos de sequía generan criaderos artificiales aptos para la proliferación vectorial masiva (Colón-González et al., 2013).

A pesar del cuerpo creciente de evidencia que relaciona los eventos climáticos con el aumento en el número total de contagios por dengue, persiste la necesidad de profundizar en los mecanismos específicos que vinculan estas anomalías ambientales con la severidad clínica de los pacientes. La saturación de los servicios sanitarios durante epidemias masivas inducidas por el clima, combinada con la circulación simultánea de múltiples serotipos y la presencia de condiciones crónicas preexistentes, crea un escenario de alto riesgo para el desarrollo de formas graves (Halstead, 2023; WHO, 2023). Consolidar la literatura científica sobre la cascada de eventos meteorológicos desencadenados por El Niño y su convergencia con los determinantes biológicos del dengue grave resulta vital para fortalecer la planificación en salud pública, la medicina de emergencias y la resiliencia de los sistemas sanitarios.

Por consiguiente, el objetivo del presente estudio es sintetizar y analizar la evidencia disponible respecto a los factores meteorológicos (temperatura, precipitación y humedad) y clínicos (hiperendemicidad/serotipos, respuesta inmunológica y comorbilidades) asociados al desarrollo e incremento de formas graves de dengue durante los períodos bajo la influencia del fenómeno de El Niño.



METODOLOGÍA

La presente investigación corresponde a una revisión narrativa de la literatura científica, un diseño adecuado para sintetizar, evaluar y discutir la evidencia acumulada sobre fenómenos complejos que abarcan determinantes tanto climáticos como biológicos (Green et al., 2006). Para garantizar el rigor temático y la transparencia procedimental, el proceso de recolección y análisis documental se estructuró siguiendo las directrices generales recomendadas para la búsqueda y selección de literatura biomédica (Siddaway et al., 2019).

La estrategia de búsqueda bibliográfica se ejecutó en cinco bases de datos indexadas de relevancia biomédica y epidemiológica global y regional: PubMed, Scopus, SciELO, LILACS y Google Académico. La exploración de información se enfocó en publicaciones aparecidas entre los años 2000 y 2026. Se utilizaron descriptores estructurados de las plataformas Medical Subject Headings (MeSH) y Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS), combinados mediante los operadores booleanos AND y OR. Las ecuaciones de búsqueda integraron términos en inglés y español, como: ("Dengue" OR "Severe Dengue") AND ("El Niño Phenomenon" OR "Climate Change" OR "Extreme Weather Events") AND ("Risk Factors" OR "Comorbidities"). De forma complementaria, se realizó una búsqueda manual en las listas de referencias de los artículos seleccionados para identificar estudios adicionales no capturados en la fase inicial (Green et al., 2006).

Para la selección documental, se establecieron criterios rigurosos de elegibilidad. Se incluyeron: a) artículos originales de diseño observacional (cohorte, casos y controles, analíticos transversales y ecológicos), revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados en idioma español o inglés; b) investigaciones que evaluaran empírica o teóricamente la relación entre el fenómeno de El Niño o variables meteorológicas derivadas (temperatura, precipitación, humedad) y la dinámica de transmisión o severidad del dengue; y c) estudios clínicos focalizados en la identificación de factores de riesgo individuales e inmunológicos asociados al desarrollo de dengue grave (Guzmán & Kourí, 2002; World Health Organization [WHO], 2023).

Por otro lado, los criterios de exclusión abarcaron: a) cartas al editor, opiniones, editoriales y fe de erratas sin evaluación por pares; b) estudios focalizados de manera exclusiva en otros arbovirus (como Zika, Chikungunya o fiebre amarilla) sin un análisis diferenciado respecto al virus del dengue; y c) reportes con inconsistencias metodológicas graves o con datos ambiguos que impidieran una extracción confiable

de resultados (Siddaway et al., 2019).

La síntesis de la información se realizó mediante un análisis temático descriptivo. Tras la revisión del texto completo de los artículos seleccionados, la evidencia extraída se organizó en dos ejes analíticos principales: 1) mecanismos meteorológicos y vectoriales impulsados por el fenómeno de El Niño (alteraciones en la dinámica poblacional del vector, período de incubación extrínseco y picos epidemiológicos) (Anyamba et al., 2019; Lowe et al., 2018); y 2) determinantes clínicos e inmunológicos individuales que conducen al dengue grave (mecanismos de amplificación inmunológica, respuesta inflamatoria y presencia de comorbilidades crónicas) (Halstead, 2023).

RESULTADOS

Factores meteorológicos asociados a la dinámica del dengue durante El Niño

La revisión de la literatura evidencia que las anomalías meteorológicas provocadas por el fenómeno de El Niño alteran significativamente los parámetros biológicos del vector *Aedes aegypti* y la dinámica de transmisión del virus del dengue (DENV). El incremento de la temperatura ambiental ejerce un efecto directo en la tasa de replicación viral dentro del mosquito, reduciendo sustancialmente el período de incubación extrínseco (PIE) (Lowe et al., 2018; Morin et al., 2013). Asimismo, las elevadas temperaturas acortan el ciclo gonotrófico de las hembras vectoras, incrementando la frecuencia de picaduras y acelerando la tasa de picaduras infectivas hacia la población humana (Sang et al., 2015).

Por su parte, las precipitaciones anómalas e intensas asociadas a El Niño favorecen el empozamiento de agua en recipientes desprotegidos y espacios abiertos, generando una masa crítica de criaderos larvales (Colón-González et al., 2013). En combinación, niveles elevados de humedad relativa incrementan la esperanza de vida del mosquito adulto, permitiéndole sobrevivir el tiempo necesario para completar el PIE e infectar a múltiples huéspedes (Morin et al., 2013). Los estudios epidemiológicos convergen en la existencia de un efecto de retardo o tiempo de desfase (lag time), estimado entre 2 y 4 meses desde la aparición de las variaciones térmicas y pluviales del fenómeno de El Niño hasta el registro de picos abrumadores en la incidencia de casos de dengue y en la presentación de formas graves (Anyamba et al., 2019; Lowe et al., 2018).



Factores clínicos e inmunológicos asociados al dengue grave

A nivel biológico, el riesgo de desarrollar dengue grave está estrechamente vinculado a la respuesta inmune del huésped. En brotes hiperendémicos inducidos por brotes climáticos, se observa una cocirculación masiva de múltiples serotipos virales (DENV-1 a DENV-4), lo que eleva la frecuencia de infecciones secundarias (Guzmán & Harris, 2015). Durante una reinfección heteróloga, opera el fenómeno de amplificación dependiente de anticuerpos (ADE), donde anticuerpos no neutralizantes facilitan el ingreso viral a los monocitos y macrófagos, desencadenando una cascada inflamatoria, disfunción endotelial, extravasación plasmática masiva y choque circulatorio (Halstead, 2023).

En cuanto a las condiciones del huésped, las comorbilidades crónicas preexistentes constituyen un determinante primordial de severidad. La literatura demuestra que pacientes con diabetes mellitus, hipertensión arterial, insuficiencia cardíaca, enfermedad renal crónica y obesidad presentan un riesgo significativamente mayor de desarrollar disfunción multiorgánica y requerir hospitalización en cuidados intensivos (Guzmán & Kourí, 2002; World Health Organization [WHO], 2023). Respecto a los grupos etarios, la población pediátrica presenta una vulnerabilidad hemodinámica particular, con mayor tendencia a la extravasación severa y al choque por dengue, mientras que en adultos mayores la severidad suele manifestarse como fallo multiorgánico y hemorragias graves asociadas a un deterioro metabólico basal (Wilder-Smith et al., 2019).

Interacción entre la carga del brote y el manejo clínico

El impacto conjunto de los factores meteorológicos y clínicos genera una saturación crítica en los establecimientos de salud durante las fases epidémicas. La afluencia masiva de casos febriles leves o moderados sobrepasa la capacidad operativa de los servicios de triaje, dificultando la identificación precoz de los signos de alarma clínicamente estandarizados, tales como el dolor abdominal intenso y continuo, los vómitos persistentes y el derrame seroso (WHO, 2023). Esta saturación sistémica deriva en una atención tardía durante la transición a la fase crítica de la enfermedad, condicionando un incremento directo en la mortalidad por shock irreversible y complicaciones metabólicas.

DISCUSIÓN

Interpretación de los hallazgos

La integración de la evidencia revisada demuestra que los determinantes climáticos y los factores clínicos no operan de forma aislada, sino que establecen una sinergia epidemiológica compleja. El fenómeno de El Niño actúa fundamentalmente como un "amplificador de escala" dentro del sistema de transmisión del dengue (Anyamba et al., 2019). Al acortar el período de incubación extrínseco y expandir las poblaciones del vector *Aedes aegypti*, el evento macroclimático incrementa drásticamente la fuerza de infección en la comunidad (Morin et al., 2013). Esta elevada presión de inóculo aumenta la probabilidad matemática de exposición simultánea a múltiples serotipos virales, acelerando la ocurrencia de reinfecciones heterólogas mediadas por la amplificación dependiente de anticuerpos (ADE) y elevando, en consecuencia, la tasa global de formas severas como la extravasación plasmática y el choque por dengue (Guzmán & Harris, 2015; Halstead, 2023).

Evaluación de la variabilidad geográfica

El análisis de la literatura revela que la manifestación del fenómeno de El Niño no es homogénea, sino que varía sustancialmente según la región geográfica. En las costas del Pacífico de América Latina, como en Sudamérica tropical, El Niño se manifiesta típicamente mediante lluvias torrenciales e inundaciones que generan criaderos masivos de forma inmediata (Colón-González et al., 2013). Por el contrario, en diversas áreas del Sudeste Asiático y Oceanía, el fenómeno suele inducir periodos prolongados de sequía y olas de calor; estas condiciones obligan a la población al almacenamiento inseguro de agua doméstica, lo que paradójicamente incrementa la densidad de vectores en el ámbito intradomiciliario (Lowe et al., 2018; Sang et al., 2015). Así, el evento climático modula los patrones epidemiológicos locales a través de distintos mecanismos ecológicos y conductuales.

Limitaciones de la evidencia revisada

Una limitación metodológica recurrente identificada en la literatura es el abordaje fragmentado entre la climatología y la infectología clínica. La mayoría de los estudios ecológicos se centran de forma exclusiva en predecir la incidencia general de casos a partir de variables meteorológicas, mientras que las investigaciones clínicas evalúan la severidad y el riesgo individual de forma desvinculada del contexto ambiental (Morin et al., 2013). En la actualidad, existe una escasez de modelos predictivos



multidisciplinarios e integrados capaces de cuantificar directamente la magnitud de una anomalía ENOS y traducirla en estimaciones precisas de la demanda de camas en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) o tasas de hospitalización por dengue grave (Siddaway et al., 2019).

Implicaciones para la salud pública y la práctica clínica

Los hallazgos subrayan la urgencia de reestructurar la respuesta de los sistemas de salud mediante un enfoque intersectorial. En primer lugar, es indispensable implementar Sistemas de Alerta Temprana (SAT) que integren datos meteorológicos y satelitales para predecir picos epidémicos con meses de anticipación, permitiendo reasignar insumos médicos y preparar las áreas críticas de hospitalización antes del inicio de la fase epidémica (Anyamba et al., 2019; Lowe et al., 2018). En segundo lugar, los servicios de urgencias deben fortalecer la capacitación continua del personal de triaje para la identificación precoz de signos de alarma (dolor abdominal intenso, vómitos persistentes y somnolencia) en grupos vulnerables con comorbilidades, optimizando la terapia de rehidratación endovenosa oportuna y previniendo la progresión hacia el choque irreversible (Wilder-Smith et al., 2019; World Health Organization [WHO], 2023).

CONCLUSIÓN

El fenómeno macroclimático de El Niño constituye un catalizador ambiental comprobado para la aparición de brotes y epidemias de dengue a gran escala. Al alterar de forma drástica las condiciones de temperatura, precipitación y humedad relativa, este evento optimiza la ecología vectorial del *Aedes aegypti*, acortando el período de incubación extrínseco del virus y acelerando los ciclos de transmisión en la comunidad.

Sin embargo, el incremento en la ocurrencia de formas graves de la enfermedad no responde a una única causa ambiental. La progresión hacia escenarios clínicos severos —caracterizados por choque circulatorio, extravasación plasmática y disfunción multiorgánica— depende de la convergencia entre una alta fuerza de infección comunitaria y la presencia de vulnerabilidades individuales. La cocirculación de múltiples serotipos impulsada por el clima eleva la probabilidad de reinfecciones heterólogas mediadas por la amplificación dependiente de anticuerpos (ADE), la cual interactúa de manera crítica con factores de riesgo del huésped como la presencia de

comorbilidades crónicas y el Pertenecer a edades extremas de la vida.

Ante este escenario de variabilidad climática acentuada, resulta imprescindible adoptar un enfoque multidisciplinario e integral bajo el paradigma de Una Sola Salud (One Health). Es fundamental establecer una articulación fluida entre la vigilancia meteorológica satelital, los sistemas de alerta temprana epidemiológicos y la planificación operativa de la red hospitalaria. Solo mediante la integración de la predicción climática con la preparación oportuna de los servicios de salud y la capacitación continua en triaje será posible mitigar la saturación asistencial y reducir la mortalidad por dengue grave en futuros eventos climáticos extremos.

REFERENCIAS

- Anyamba, A., Chretien, J. P., Britch, S. C., Soebiyanto, R. P., Small, J. L., Jepsen, B. P., Cevallos, V., Oliva, R. M., Shanmugasundaram, R., & Linthicum, K. J. (2019). Global El Niño Southern Oscillation and climate-sensitive disease outbreaks. *Scientific Reports*, 9(1), Artículo 1930. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38034-w>
- Colón-González, F. J., Fezzi, C., Lake, I. R., & Hunter, P. R. (2013). The impact of climate change on the transmission of dengue: A systematic review. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(11), e2508. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002508>
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. (2006). Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5(3), 101–117. [https://doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60142-6](https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6)
- Guzmán, M. G., & Harris, E. (2015). Dengue. *The Lancet*, 385(9966), 453–465. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60572-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60572-9)
- Guzmán, M. G., & Kourí, G. (2002). Dengue: an update. *The Lancet Infectious Diseases*, 2(1), 33–42. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(01\)00171-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(01)00171-2)
- Halstead, S. B. (2023). Dengue antibody-dependent enhancement: knowns and unknowns. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 378(1885), Artículo 20220308. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0308>

- Lowe, R., Gasparrini, A., Van Meerbeeck, C., Lippi, C. A., Mahon, R., Trotman, A. R., Rollock, L., Hunte-Cox, P., St Ville, S., & Ryan, S. J. (2018). Nonlinear heat effects on dengue incidence in the Caribbean. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 12(1), e0006113. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002508>
- Morin, C. W., Comrie, A. C., & Ernst, K. (2013). Climate and dengue transmission: The knowns and the unknowns. *Environmental Health Perspectives*, 121(11-12), 1264–1272. <https://doi.org/10.1289/ehp.1306556>
- Sang, S., Gu, S., Bi, P., Yang, W., Chen, Z., & Liu, Q. (2015). Predicting unprecedented dengue outbreaks using climate variables. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9(6), e0003808. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003808>
- Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to do a systematic review: A best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70, 747–770. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>
- Wilder-Smith, A., Ooi, E. E., Horstick, O., & Wills, B. (2019). Dengue. *The Lancet*, 393(10169), 350–363. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32560-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32560-1)
- World Health Organization. (2023). *Dengue and severe dengue: Fact sheet*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>