



# Distribución espaciotemporal de dengue, Zika y chikunguña en Cali, Colombia: 2014-2016

Spatio-temporal distribution of dengue, Zika, and chikungunya in Cali, Colombia; 2014-2016

Distribuição espaciotemporal de dengue, Zika e chikungunya em Cali, Colômbia: 2014-2016

José F. Fuertes-Bucheli<sup>1</sup> [orcid.org/0000-0002-3810-4943](https://orcid.org/0000-0002-3810-4943)

Gladys Pérez Arizabaleta<sup>2</sup> [orcid.org/0000-0002-2358-266X](https://orcid.org/0000-0002-2358-266X)

Andrea Quiroz Caicedo<sup>2</sup> [orcid.org/0000-0002-5832-7386](https://orcid.org/0000-0002-5832-7386)

Robin A. Olaya<sup>3</sup> [orcid.org/0000-0001-7956-3612](https://orcid.org/0000-0001-7956-3612)

Hoover O. León-Giraldo<sup>2</sup> [orcid.org/0000-0002-8854-105X](https://orcid.org/0000-0002-8854-105X)

Robinson Pacheco-López<sup>1,2\*</sup> [orcid.org/0000-0003-2525-9935](https://orcid.org/0000-0003-2525-9935)

1. Facultad de Ciencias de la Salud, Medicina, Universidad Icesi. Cali, Colombia
2. Grupo de Investigación en Epidemiología y Servicios, Universidad Libre. Cali, Colombia.
3. Escuela de Ingeniería Civil y Geomática, Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Recibido: Agosto 17 - 2022

Revisado: Mayo 29 - 2023

Aceptado: Septiembre 29 - 2023

Publicado: Agosto 15 - 2024

**Citación:** Fuertes-Bucheli JF, Pérez G, Quiroz A, Olaya RA, León-Giraldo H, Pacheco R. Distribución espaciotemporal del dengue, el Zika y el chikunguña en Cali, Colombia: 2014-2016. *Univ. Salud.* 2024;26(3):A19-A26. DOI: [10.22267/rus.242603.330](https://doi.org/10.22267/rus.242603.330)

## Resumen

**Introducción:** Las arbovirosis emergentes y reemergentes representan un reto de salud pública en las Américas, debido a su potencial epidémico. **Objetivo:** Determinar la distribución espaciotemporal de los virus del dengue, el Zika y el chikunguña, en un periodo epidémico en Cali. **Materiales y métodos:** Estudio multimétodo descriptivo y ecológico exploratorio de casos confirmados y presuntos notificados al sistema de vigilancia epidemiológica, entre 2014 y 2016. **Resultados:** Se analizaron 40.168 casos, se encontró que el dengue fue la arbovirosis más frecuente (59,2 %). Los individuos más afectados tenían una edad media de 34,5 años y eran predominantemente mujeres (65 %). Las arbovirosis se distribuyeron en toda la ciudad, pero se identificaron agrupamientos significativos en el centro-este y noreste de Cali para las tres enfermedades ( $p < 0,01$ ;  $z = -203,7$ ). **Conclusión:** Este estudio destaca la identificación de zonas críticas para las tres arbovirosis que se localizan en áreas con rezago socioeconómico. Además, los resultados sugieren que factores eco-epidemiológicos y biopsicosociales adicionales a la temperatura, las precipitaciones y el índice aédico pueden desempeñar un papel importante en el comportamiento espaciotemporal de estas enfermedades. Se recomienda una aproximación multidisciplinaria y colaborativa, involucrando a la comunidad y las autoridades, para implementar estrategias de control efectivas, especialmente durante periodos epidémicos.

**Palabras clave:** Enfermedades transmitidas por vectores; infecciones por arbovirus; brotes de enfermedades; agrupamiento espacio-temporal. (Fuente: DeCS, Bireme).

## Abstract

**Introduction:** Emerging and re-emerging arboviral infections have become a public health challenge in the Americas due to their epidemic potential. **Objective:** To determine the spatio-temporal distribution of the dengue, Zika, and chikungunya viruses during an epidemic period in Cali, Colombia. **Materials and methods:** Multi-method descriptive ecological and exploratory study of confirmed and suspected cases reported to the epidemiological surveillance system between 2014 and 2016. **Results:** 40,168 cases were analyzed, and it was found that dengue was the most frequent arboviral infection (59.2 %). The most affected individuals were women (65 %) and those with a mean age of 34.5 years. Although arboviral infections spread out throughout the city, the three diseases were concentrated in significant groups located at the center-east and northeast areas of Cali ( $p < 0.01$ ;  $z = -203.7$ ). **Conclusions:** This study identified critical zones for the three arboviral infections, which are located in areas with low socioeconomic status. Likewise, the results suggest that in addition to eco-epidemiological and bio-psychosocial factors, temperature, precipitation, and the aedic index may play an important role in the spatio-temporal behavior of these diseases. A multidisciplinary and collaborative approach is necessary, which must involve communities and authorities to implement effective control strategies, especially during epidemic periods.

**Keywords:** Vector borne diseases; arbovirus infections; disease outbreaks; space-time clustering. (Source: DeCS, Bireme).

## Resumo

**Introdução:** Arbovírus emergentes e reemergentes representam um desafio de saúde pública nas Américas, devido ao seu potencial epidêmico. **Objetivo:** Determinar a distribuição espaço-temporal dos vírus dengue, Zika e chikungunya, em período epidêmico em Cali. **Materiais e métodos:** Estudo multimétodo, descritivo e ecológico exploratório de casos confirmados e suspeitos notificados ao sistema de vigilância epidemiológica, entre 2014 e 2016. **Resultados:** foram analisados 40.168 casos, constatou-se que a dengue foi a arbovirose mais frequente (59,2 %). Os indivíduos mais acometidos tinham idade média de 34,5 anos e eram predominantemente mulheres (65 %). Os arbovírus foram distribuídos por toda a cidade, mas foram identificados aglomerados significativos no centro-leste e nordeste de Cali para as três doenças ( $p < 0,01$ ;  $z = -203,7$ ). **Conclusão:** Este estudo destaca a identificação de zonas críticas para as três arbovirose que estão localizadas em áreas com atraso socioeconômico. Além disso, os resultados sugerem que fatores eco-epidemiológicos e biopsicosociais adicionais à temperatura, à precipitação e ao índice aédico podem desempenhar um papel importante no comportamento espaço-temporal destas doenças. Recomenda-se uma abordagem multidisciplinar e colaborativa, envolvendo a comunidade e as autoridades, para implementar estratégias de controle eficazes, especialmente durante períodos epidêmicos.

**Palavras chave:** Doenças transmitidas por vetores; infecções por arbovirus; surtos de doenças; conglomerados espaço-temporais. (Fonte: DeCS, Bireme).

### \*Autor de correspondencia

Robinson Pacheco-López  
e-mail: [robinson.pacheco.73@gmail.com](mailto:robinson.pacheco.73@gmail.com)

que aborde, simultáneamente, varios frentes<sup>(32)</sup>: la vigilancia epidemiológica, para la cual se recomienda fortalecer e incluir también variables ambientales y de contexto local<sup>(20-24,27,32)</sup>; la comunicación del riesgo, para la cual se recomienda fortalecer y dirigir las estrategias a las poblaciones más vulnerables a través de los medios más usados y con metodologías basadas en la evidencia<sup>(33-35)</sup>; el control de vectores, que además de considerar las actividades individuales de la población para eliminar criaderos, incluya otras estrategias de control, especialmente en las zonas de mayor riesgo<sup>(36)</sup>; y, finalmente, el abordaje integral de otros DSS<sup>(32)</sup>, que sin limitarse a las siguientes, podrían incluir las ayudas sociales y económicas, involucrar a las comunidades en su cuidado, disminuir la violencia en la ciudad, mejorar la infraestructura, abordar el problema que representa el cambio climático y garantizar el acceso y el almacenamiento seguro del agua potable.

### Conclusiones

Este estudio espaciotemporal expone áreas críticas en el centro-este y el noreste de Cali para los virus del dengue, el Zika y el chikunguña, durante un periodo epidémico en una ciudad endémica para enfermedades transmitidas por arbovirus, debido a sus condiciones ambientales y geográficas. El comportamiento espaciotemporal observado no fue explicado exclusivamente por la temperatura, las precipitaciones y el índice aéreo durante el periodo epidémico, por lo que se precisa de nuevas investigaciones que consideren variables adicionales; sin embargo, existe abundante evidencia para considerar que el comportamiento de estas arbovirosis pudo deberse a interacciones de múltiples factores: ambientales, entomológicos, epidemiológicos y psicoconductuales; por lo tanto, para controlar las epidemias por arbovirosis en Cali, se recomienda un abordaje colaborativo interinstitucional y multidisciplinario que involucre a las comunidades y que cubra la vigilancia epidemiológica, la comunicación del riesgo, el control de vectores y el enfoque integral de otros DSS potencialmente involucrados.

Algunas limitaciones que deben considerarse: en primer lugar, se evaluaron pocas de las múltiples variables que pudieron influir en el comportamiento de las arbovirosis, sin embargo, se incluyeron todos los datos que estuvieron disponibles; en segundo lugar, las fuentes de información contuvieron subregistros considerables, por lo que la etnia y la ocupación de los pacientes se excluyó de este estudio, por lo que se precisa de estrategias para garantizar la calidad de la información notificada al Sivigila; en tercer lugar, debe considerarse el subregistro adicional que pudo ser causado debido a causas económicas, sociales y de dificultades multicausales en el acceso a la atención en salud, pero reportamos consistencias con otras investigaciones respecto a la distribución espaciotemporal de las arbovirosis.

**Fuentes de financiamiento:** Recursos aportados del fondo de investigación de la Universidad Libre Seccional Cali.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no tienen intereses en conflicto.

### Referencias

1. Balakrishnan VS. WHO launches global initiative for arboviral diseases. *Lancet Microbe* [Internet]. 2022;3(6):e407. DOI: 10.1016/s2666-5247(22)00130-6
2. Wilder-Smith A, Gubler DJ, Weaver SC, Monath TP, Heymann DL, Scott TW. Epidemic arboviral diseases: priorities for research and public health. *Lancet Infect Dis* [Internet]. 2017;17(3):e101–e106. DOI: 10.1016/S1473-3099(16)30518-7
3. Espinal MA, Andrus JK, Jauregui B, Waterman SH, Morens DM, Santos JI, et al. Emerging and reemerging aedes-transmitted arbovirus infections in the region of the americas: Implications for health policy. *Am J Public Health* [Internet]. 2019;109(3):387–392. DOI: 10.2105/AJPH.2018.304849
4. Dick OB, San Martín JL, Montoya RH, del Diego J, Zambrano B, Dayan GH. The History of Dengue Outbreaks in the Americas. *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2012;87(4):584–593. DOI: 10.4269/AJTMH.2012.11-0770
5. Vyhmeister E, Provan G, Doyle B, Bourke B. Multi-cluster and environmental dependant vector born disease models. *Heliyon* [Internet]. 2020;6(9):e04090. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04090
6. Ramirez B, on behalf of the TDR-IDRC Research Initiative on Vector Borne Diseases and Climate Change. Support for research towards understanding the population health vulnerabilities to vector-borne diseases: Increasing resilience under climate change conditions in Africa. *Infect Dis Poverty* [Internet]. 2017;6(1):164. DOI: 10.1186/S40249-017-0378-Z
7. Benedum CM, Seidahmed OME, Eltahir EAB, Markuzon N. Statistical modeling of the effect of rainfall flushing on dengue transmission in Singapore. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2018;12:e0006935. DOI: 10.1371/JOURNAL.PNTD.0006935
8. Arcari P, Tapper N, Pfueller S. Regional variability in relationships between climate and dengue/DHF in Indonesia. *Singap J Trop Geogr* [Internet]. 2007;28(3):251–272. DOI: 10.1111/j.1467-9493.2007.00300.X
9. Rodríguez RC, Carrasquilla G, Porras A, Galera-Gelvez K, Yescas JG, Rueda-Gallardo JA. The Burden of Dengue and the Financial Cost to Colombia, 2010–2012. *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2016;94(5):1065–1072. DOI: 10.4269/AJTMH.15-0280
10. Freitas LP, Carabali M, Yuan M, Jaramillo-Ramirez GI, García Balaguera C, Restrepo BN, et al. Spatio-temporal clusters and patterns of spread of dengue, chikungunya, and Zika in Colombia. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2022;16(8):e0010334. DOI: 10.1371/JOURNAL.PNTD.0010334
11. Cuéllar L, Concepción M, Ramírez B, Álvarez ÁM, Díaz C. Los sistemas de información geográfica y su empleo en un sistema de vigilancia integrado para la prevención del dengue en un municipio de ciudad de La Habana. *GeoFocus* [Internet]. 2014;(9):166–183. Disponible en: <https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/186>
12. Ordoñez-Sierra G, Sarmiento-Senior D, Jaramillo Gomez JF, Giraldo P, Porras Ramírez A, Olano VA. Multilevel analysis of social, climatic and entomological factors that influenced dengue occurrence in three municipalities in Colombia. *One Health* [Internet]. 2021;12:100234. DOI: 10.1016/J.ONEHLT.2021.100234
13. Eastin MD, Delmelle E, Casas I, Wexler J, Self C. Intra- and Interseasonal Autoregressive Prediction of Dengue Outbreaks Using Local Weather and Regional Climate for a Tropical Environment in Colombia. *Am J Trop Med Hyg* [Internet]. 2014;91(3):598–610. DOI: 10.4269/AJTMH.13-0303
14. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Portal GeoCVC [Internet]. Valle del Cauca (COL): CVC; 2014. Disponible en: <https://geo.cvc.gov.co>
15. Rodríguez-Morales AJ, Galindo-Marquez ML, García-Loaiza CJ, Sabogal-Roman JA, Marin-Loaiza S, Ayala AF, et al. Mapping Zika virus disease incidence in Valle del Cauca. *Infection* [Internet]. 2017;45(1):93–102. DOI: 10.1007/S15010-016-0948-1
16. Rico-Mendoza A, Porras-Ramírez A, Chang A, Encinales L, Lynch R. Co-circulation of dengue, chikungunya, and Zika viruses in Colombia from 2008 to 2018. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2019;43:e49. DOI: 10.26633/RPSP.2019.49

17. Villamil-Gómez W, Restom Merlano J, Bonilla-Aldana K, Salas-Matta LA, Rodríguez-Morales AJ. Arbovirosis endemoepidémicas. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2022;13(58):3398–3414. DOI: 10.1016/J.MED.2022.05.030
18. Caicedo-Hurtado MI, Castillo-Valencia M. Tipologías de pobreza en Cali: un análisis con base en el SISBEN. *Tendencias* [Internet]. 2021;22(1):39–70. DOI: 10.22267/RTEND.202102.154
19. Santos LLM, de Aquino EC, Fernandes SM, Ternes YMF, Feres VCR. Dengue, chikungunya, and Zika virus infections in Latin America and the Caribbean: a systematic review. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2023;47:e34. DOI: 10.26633/RPSP.2023.34
20. Gomes Mol MP, Matos Quiroz JT, Gomes J, Heller L. Gestión adecuada de los residuos sólidos como factor de protección contra los casos de dengue. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2020;44:e22. DOI: 10.26633/RPSP.2020.22
21. Krystosik AR, Curtis A, Labeaud AD, Dávalos DM, Pacheco R, Buritica P, et al. Neighborhood Violence Impacts Disease Control and Surveillance: Case Study of Cali, Colombia from 2014 to 2016. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2018;15(10):2144. DOI: 10.3390/IJERPH15102144
22. Delmelle E, Hagenlocher M, Kienberger S, Casas I. A spatial model of socioeconomic and environmental determinants of dengue fever in Cali, Colombia. *Acta Trop* [Internet]. 2016;164:169–176. DOI: 10.1016/J.ACTATROPICA.2016.08.028
23. Krystosik AR, Curtis A, Buritica P, Ajayakumar J, Squires R, Dávalos D, et al. Community context and sub-neighborhood scale detail to explain dengue, chikungunya and Zika patterns in Cali, Colombia. *PLoS ONE* [Internet]. 2017;12(8):e0181208. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE.0181208
24. Espinoza-Gomez F, Newton-Sanchez OA, Nava-Zavala AH, Zavala-Cerna MG, Rojas-Larios F, Delgado-Enciso I, et al. Demographic and climatic factors associated with dengue prevalence in a hyperendemic zone in Mexico: an empirical approach. *Trans R Soc Trop Med Hyg* [Internet]. 2021;115:63–73. DOI: 10.1093/TRSTMH/TRAA083
25. Bhatia S, Bansal D, Patil S, Pandya S, Ilyas QM, Imran S. A Retrospective Study of Climate Change Affecting Dengue: Evidences, Challenges and Future Directions. *Front Public Health* [Internet]. 2022;10:884645. DOI: 10.3389/FPUBH.2022.884645
26. Nguyen VH, Tuyet-Hanh TT, Mulhall J, Van Minh H, Duong TQ, Van Chien N, et al. Deep learning models for forecasting dengue fever based on climate data in Vietnam. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2022;16(6):e0010509. DOI: 10.1371/JOURNAL.PNTD.0010509
27. Li L, Fang Z, Zhou H, Tang Y, Wang X, Liang G, et al. Dengue Risk Forecast with Mosquito Vector: A Multicomponent Fusion Approach Based on Spatiotemporal Analysis. *Comput Math Methods Med* [Internet]. 2022;2022:2515432. DOI: 10.1155/2022/2515432
28. Cassab A, Morales V, Mattar S. Factores climáticos y casos de Dengue en Montería, Colombia. 2003-2008. *Rev Salud Pública* [Internet]. 2011;13(1):115–128. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642011000100010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642011000100010)
29. Yavari Nejad F, Varathan KD. Identification of significant climatic risk factors and machine learning models in dengue outbreak prediction. *BMC Med Inform Decis Mak* [Internet]. 2021;21(1):141. DOI: 10.1186/S12911-021-01493-Y
30. Coalson JE, Anderson EJ, Santos EM, Garcia VM, Romine JK, Luzingu JK, et al. The Complex Epidemiological Relationship between Flooding Events and Human Outbreaks of Mosquito-Borne Diseases: A Scoping Review. *Environ Health Perspect* [Internet]. 2021;129(9):096002. DOI: 10.1289/EHP8887
31. Dey SK, Rahman M, Howlader A, Siddiqi UR, Uddin KMM, Borhan R, Rahman EU. Prediction of dengue incidents using hospitalized patients, metrological and socio-economic data in Bangladesh: A machine learning approach. *PLoS ONE* [Internet]. 2022;17(7):e0270933. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE.0270933
32. Organización Panamericana de la Salud. Estrategia para la prevención y el control de las enfermedades arbovirales. Washington DC (USA): PAHO/WHO; 2016. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/31412>
33. Desjardins MR, Casas I, Victoria AM, Carbonell D, Dávalos DM, Delmelle EM. Knowledge, attitudes, and practices regarding dengue, chikungunya, and Zika in Cali, Colombia. *Health Place* [Internet]. 2020;63:102339. DOI: 10.1016/J.HEALTHPLACE.2020.102339
34. Hernández Y, Castro M, Pérez S, Pérez A, Lloyd LS, Pérez D. Comunicación para la prevención de arbovirosis: adecuación de iniciativas de la OPS al contexto cubano. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2018;42:e146. DOI: 10.26633/RPSP.2018.146
35. Vega-Casanova J, Vega-Estarita L, Arroyave-Cabrera J. Lecciones aprendidas en la comunicación en salud y de riesgo en el manejo del virus del Chikungunya y otras enfermedades transmitidas por el mismo vector. *Revista Científica Salud Uninorte* [Internet]. 2016;32(1):35–55. DOI: 10.14482/SUN.32.1.8472
36. Ogunlade ST, Adekunle AI, Meehan MT, McBryde ES. Quantifying the impact of Wolbachia releases on dengue infection in Townsville, Australia. *Sci Rep* [Internet]. 2023;13(1):14932. DOI: 10.1038/s41598-023-42336-2