

Comportamiento epidemiológico del dengue y estado de la susceptibilidad a insecticidas organofosforados en poblaciones de *Aedes aegypti* de Colombia: Un análisis retrospectivo, 2017-2024

Presentan:

Jandris Andrea Mejía Amaya

Profesores Tutor:

Julián Andrés Cabrera Barraza

Diana Patricia Diaz Ortiz

RESUMEN

El dengue es un evento de interés en salud pública en Colombia, su agente etiológico es un arbovirus que pertenece al género *Flavivirus* del cual se han identificado cuatro serotipos circulantes DENV-1 DENV-2 DENV-3 DENV-4 y el vector encargado de transmitirlos es el mosquito *Aedes aegypti*. A lo largo de los años la incidencia de esta enfermedad viral ha aumentado, influenciada por factores como el cambio climático, la resistencia de este vector a insecticidas y la capacidad de respuesta del sistema de salud. Por lo tanto, se realizó un estudio descriptivo implementando una metodología sistemática, dando como resultado el análisis de los casos totales, con signos y sin signos de alarma, además de casos de dengue grave y casos de muerte, donde la evolución de los casos de dengue en Colombia entre 2017 y 2024 mostraron un patrón fluctuante con picos epidémicos marcados.

Sin dejar de lado la severidad del contagio de este virus, se realizó un sondeo en los casos de Dengue grave y los casos de muerte, dejando en evidencia que el 2019, 2023 y 2024 presentaron gran cantidad de casos en comparación con los años anteriores, lo que llevo a indagar la procedencia de este aumento significativo, encontrando como justificación para esa proliferación de Dengue grave y casos de muerte condiciones como el cambio climático y la dispersión de los 4 serotipos (DENV-1 DENV-2 DENV-3 DENV-4) en un mismo departamento, aumentando significativamente la gravedad del contagio. De manera continua, analizando esta tendencia de dispersión de los serotipos, se llevó a cabo la recopilación de la información presentada por los boletines epidemiológicos correspondiente a la presencia de cada serotipo en cada departamento por año.

En última instancia se realizó una revisión integrada de artículos referentes a la resistencia y susceptibilidad del vector *Ae. aegypti* frente a insecticidas organofosforados (Malatión, Fenitrothion, Pirimifos-metil y Temefos), donde se pudo apreciar que en los últimos años se viene presentando una tendencia de resistencia del vector a Malatión y Fenitrothion, sin embargo, se mantuvo una susceptibilidad de manera intermitente para Pirimifos-metil y Temefos, abriendo cabida a una posible alternativa de variación y rotación de estos insecticidas.

ABSTRACT

Dengue is a public health concern in Colombia. Its etiological agent is an arbovirus belonging to the genus *Flavivirus*, of which four circulating serotypes have been identified: DENV-1, DENV-2, DENV-3, and DENV-4. The vector responsible for transmitting them is the *Ae. aegypti* mosquito. Over the years, the incidence of this viral disease has increased, influenced by factors such as climate change, insecticide resistance in this vector, and the response capacity of the health system. Therefore, a descriptive study was conducted using a systematic methodology. This resulted in the analysis of total cases, with and without warning signs, as well as severe dengue cases and deaths. The evolution of dengue cases in Colombia between 2017 and 2024 showed a fluctuating pattern with marked epidemic peaks.

While acknowledging the severity of this virus's transmission, a survey was conducted on cases of severe dengue and deaths, revealing that 2019, 2023, and 2024 saw a significant increase in cases compared to previous years. This prompted an investigation into the origin of this significant rise, finding that factors such as climate change and the spread of the four serotypes (DENV-1, DENV-2, DENV-3, and DENV-4) within the same department, significantly increasing the severity of the infection, could explain the proliferation of severe dengue and deaths. Continuously analyzing this trend of serotype spread, information was compiled from epidemiological bulletins regarding the presence of each serotype in each department per year.

Ultimately, an integrated review of articles concerning the resistance and susceptibility of the *Ae. aegypti* vector to organophosphate insecticides (Malathion, Fenitrothion, Pirimiphos-methyl and Temephos) was carried out, where it could be seen that in recent years there has been a trend of resistance of the vector to Malathion and Fenitrothion, however, susceptibility was maintained intermittently for Pirimiphos-methyl and Temephos, opening up a possible alternative of variation and rotation of these insecticides.

REFERENCIAS

- Abbasi, E. (2025). The impact of climate change on *Aedes aegypti* distribution and dengue fever prevalence in semi-arid regions: A case study of Tehran Province, Iran. *Environmental Research*, 275, 121441. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121441>
- Akinsulie, O. C., & Idris, I. (2024). Global re-emergence of dengue fever: The need for a rapid response and surveillance. *The Microbe*, 4, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.microb.2024.100107>
- Alfonso, I., Sánchez, M., Tonn, D. R., Uribe, L. J., & Calheiros, L. B. (1978). COMPARACION DE LA EFICACIA DE VARIOS METODOS DE APLICACION DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL O LA ERRADICACION DEL AEADES AEGYPTI EN COLOMBIA. *In Bol Of Sanit Panam*, 84.
- Álvarez, L., Biceño, A., & Oviedo, M. (2006). Resistencia al Temephos en poblaciones de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) del occidente de Venezuela. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 172–175. <https://doi.org/10.25100/socolen.v32i2.9386>
- Asgarian, T. S., Vatandoost, H., Hanafi-Bojd, A. A., & Nik-poor, F. (2023). Worldwide Status of Insecticide Resistance of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*, Vectors of Arboviruses of Chikungunya, Dengue, Zika and Yellow Fever. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*. <https://doi.org/10.18502/jad.v17i1.13198>
- Bisset, J. A., Rodríguez, M. M., Piedra, L. A., Cruz, M., Gutiérrez, G., & Ruiz, A. (2020). Reversal of Resistance to the Larvicide Temephos in an *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Laboratory Strain From Cuba. *Journal of Medical Entomology*, 57(3), 801–806. <https://doi.org/10.1093/jme/tjz206>
- Bisset Lazcano JA, Rodríguez MM, San Martín JL, Romero JE, M. R. (2009). Evaluación de la resistencia a insecticidas de una cepa de *Aedes aegypti* de El Salvador. *Rev Panam Salud Publica.*, 26(3), 229–234.
- Codeco, C. T., Oliveira, S. S., Ferreira, D. A. C., Riback, T. I. S., Bastos, L. S., Lana, R. M., Almeida, I. F., Godinho, V. B., Cruz, O. G., & Coelho, F. C. (2022). Fast expansion of dengue in Brazil. *The Lancet Regional Health - Americas*, 12, 100274. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100274>
- De, F., Veterinaria, M., Zootecnia, Y., Claudia, M., & Pineda, A. (2025). *Universidad De Córdoba*.
- Epelboin, Y., Wang, L., Giai Gianetto, Q., Choumet, V., Gaborit, P., Issaly, J., Guidez, A., Douché, T., Chaze, T., Matondo, M., & Dusfour, I. (2021). CYP450 core involvement in multiple resistance strains of *Aedes aegypti* from French Guiana highlighted by proteomics, molecular and biochemical studies. *PLOS ONE*, 16(1), e0243992. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243992>
- FAN, J.-C., & LIU, Q.-Y. (2019). Potential impacts of climate change on dengue fever distribution using RCP scenarios in China. *Advances in Climate Change Research*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.accr.2019.03.006>
- Gomez, A. V., Pérez Español, S. P., Caicedo, M. A. F., & Márquez Nossa, A. C. (2025). *Aedes aegypti* Mosquito Detection at Bus Stations, Bogota, Colombia, 2023–2024. *Emerging Infectious Diseases*, 31(6), 1256–1257. <https://doi.org/10.3201/eid3106.241052>

- Grisales, N., Poupardin, R., Gomez, S., Fonseca-Gonzalez, I., Ranson, H., & Lenhart, A. (2013). Temephos Resistance in *Aedes aegypti* in Colombia Compromises Dengue Vector Control. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002438>
- Helvecio, E., Romão, T. P., de Carvalho-Leandro, D., de Oliveira, I. F., Cavalcanti, A. E. H. D., Reimer, L., de Paiva Cavalcanti, M., de Oliveira, A. P. S., Paiva, P. M. G., Napoleão, T. H., Wallau, G. L., de Melo Neto, O. P., Melo-Santos, M. A. V., & Ayres, C. F. J. (2020). Polymorphisms in GSTE2 is associated with temephos resistance in *Aedes aegypti*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 165, 104464. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.10.002>
- INS. (2021). *informe-de-vigilancia-de-la-resistencia*.
- INS. (2022). *informe-de-vigilancia-de-la-resistencia-a-insecticidas*.
- INS. (2023). *informe-de-vigilancia-de-la-resistencia-a-insecticidas*.
- INS Astrid, C., Flórez Sánchez, C., Del, C., Zambrano Hernández, P., Oviedo, P. F., Bustamante, O. C., Técnico, E., Por, E., Santacoloma, L., & Grupo De Entomología, V. (2018). *Dirección Martha Lucia Ospina Martínez Directora General Instituto Nacional de Salud*.
- Instituto Nacional de Salud. (2010). *Semana epidemiológica número 52 de 2010*.
- Instituto Nacional de Salud. (2024). *Boletín Epidemiológico Semanal 18*.
- Instituto Nacional de Salud. (2023). *Boletín Epidemiológico Semanal 33*.
- Ishak, I. H., Jaal, Z., Ranson, H., & Wondji, C. S. (2015). Contrasting patterns of insecticide resistance and knockdown resistance (kdr) in the dengue vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from Malaysia. *Parasites & Vectors*, 8(1), 181. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0797-2>
- Jacobs, E., Chrissian, C., Rankin-Turner, S., Wear, M., Camacho, E., Broderick, N. A., McMeniman, C. J., Stark, R. E., & Casadevall, A. (2023). Cuticular profiling of insecticide resistant *Aedes aegypti*. *Scientific Reports*, 13(1), 10154. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36926-3>
- Jineth, A., Reyes, R., Lizarazo, Y. S., Carolina, L., & Herrera, P. (2020). *Página 2 de 27 INFORME DE EVENTO DENGUE, COLOMBIA 2020*.
- Jineth, A., Reyes, R., Ruge, D. G., Carolina, L., & Herrera, P. (2019). *INFORME DE EVENTO DENGUE, COLOMBIA, 2019*.
- Khetarpal, N., & Khanna, I. (2016). Dengue Fever: Causes, Complications, and Vaccine Strategies. In *Journal of Immunology Research* (Vol. 2016). Hindawi Publishing Corporation. <https://doi.org/10.1155/2016/6803098>
- Lessa, C. L. S., Hodel, K. V. S., Gonçalves, M. de S., & Machado, B. A. S. (2023). Dengue as a Disease Threatening Global Health: A Narrative Review Focusing on Latin America and Brazil. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 8(5), 241. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8050241>
- Liu, J., Wang, Y., Liu, P., Yu, X., Tan, A., Zeng, J., Li, L., & Qiu, X. (2023). Detection of Target Site Mutations in the Acetylcholinesterase and Voltage-Gated Sodium Channel in Field Populations of *Culex quinquefasciatus* and *Cx. tritaeniorhynchus* From Southern Sichuan Region of China. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 39(1), 57–60. <https://doi.org/10.2987/22-7093>
- Maestre-Serrano, R., Flórez-Rivadeneira, Z., Castro-Camacho, J. M., Ochoa-Bohórquez, L., Gómez-Camargo, D., Pareja-Loaiza, P., Ponce-García, G., & Flores, A. E. (2023a).

- Evaluación de la sensibilidad a organofosforados en poblaciones de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) del departamento de La Guajira, Colombia. *Biomédica*, 43(2), 296–304. <https://doi.org/10.7705/biomedica.6677>
- Maestre-Serrano, R., Flórez-Rivadeneira, Z., Castro-Camacho, J. M., Ochoa-Bohórquez, L., Gómez-Camargo, D., Pareja-Loaiza, P., Ponce-García, G., & Flores, A. E. (2023b). Evaluation of susceptibility to organophosphates in populations of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in La Guajira, Colombia. *Biomedica*, 43(2), 296–304. <https://doi.org/10.7705/biomedica.6677>
 - Maestre-Serrano, R., Pareja-Loaiza, P., Gomez Camargo, D., Ponce-García, G., & Flores, A. E. (2019). Co-occurrence of V1016I and F1534C mutations in the voltage-gated sodium channel and resistance to pyrethroids in *Aedes aegypti* (L.) from the Colombian Caribbean region. *Pest Management Science*, 75(6), 1681–1688. <https://doi.org/10.1002/ps.5287>
 - Marcombe, S., Mathieu, R. B., Pocquet, N., Riaz, M.-A., Poupardin, R., Sélior, S., Darriet, F., Reynaud, S., Yébakima, A., Corbel, V., David, J.-P., & Chandre, F. (2012). Insecticide Resistance in the Dengue Vector *Aedes aegypti* from Martinique: Distribution, Mechanisms and Relations with Environmental Factors. *PLoS ONE*, 7(2), e30989. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030989>
 - OPS. (2023). *Actualización Epidemiológica - Dengue en la Región de las Américas - 5 de julio de 2023*. 5 . JULIO- 2023. Durante los primeros meses del 2023, se registraron brotes de dengue de magnitud importante en América del Sur. Considerando la estacionalidad del dengue caracterizada por una mayor transmisión en estos meses en América Central y el Caribe, la Organización
 - Organización Panamericana de la Salud. (2024). *Enfermedades transmisibles*. 26-12-2024. <https://www.paho.org/es/temas/enfermedades-transmisibles>
 - Organización Panamericana de la Salud. (2025). *Situación epidemiológica del dengue*. 16-01-2025. <https://www.paho.org/es/arbo-portal/dengue/situacion-epidemiologica-dengue>
 - Palomino, M., Pinto, J., Yañez, P., Cornelio, A., Dias, L., Amorim, Q., Martins, A. J., Lenhart, A., & Lima, J. B. P. (2022). First national-scale evaluation of temephos resistance in *Aedes aegypti* in Peru. *Parasites & Vectors*, 15(1), 254. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05310-x>
 - Paraná, V. C., Feitosa, C. A., da Silva, G. C. S., Gois, L. L., & Santos, L. A. (2024). Risk factors associated with severe dengue in Latin America: A systematic review and meta-analysis. *Tropical Medicine & International Health*, 29(3), 173–191. <https://doi.org/10.1111/tmi.13968>
 - Paredes Vargas, C. F. (2023). *Eficacia de las vacunas contra el dengue en América Latina: revisión sistemática y metaanálisis*. Universidad Privada Antenor Orrego.
 - Pareja-Loaiza, P. X., Santacoloma Varon, L., Rey Vega, G., Gómez-Camargo, D., Maestre-Serrano, R., & Lenhart, A. (2020). Mechanisms associated with pyrethroid resistance in populations of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from the Caribbean coast of Colombia. *PLoS ONE*, 15(10), e0228695. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228695>
 - Pareja-Loaiza, P. X., Varon, L. S., Vega, G. R., Gómez-Camargo, D., Maestre-Serrano, R., & Lenhart, A. (2020). Mechanisms associated with pyrethroid resistance in populations of *aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from the Caribbean Coast of Colombia. *PLoS ONE*, 15(10 October). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228695>

- Paula Ximena Pareja Loaiza. (2019). *MUTACIONES kdr Y ENZIMAS DE RESISTENCIA EN POBLACIONES DE Aedes aegypti (DÍPTERA: CULICIDAE) DE LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA*.
- Poulton, B. C., Colman, F., Anthousi, A., Sattelle, D. B., & Lycett, G. J. (2024). *Aedes aegypti CCEae3A carboxylase expression confers carbamate, organophosphate and limited pyrethroid resistance in a model transgenic mosquito. PLOS Neglected Tropical Diseases, 18(2), e0011595. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011595>*
- Rahman, R. U., Cosme, L. V., Costa, M. M., Carrara, L., Lima, J. B. P., & Martins, A. J. (2021). *Insecticide resistance and genetic structure of Aedes aegypti populations from Rio de Janeiro State, Brazil. PLOS Neglected Tropical Diseases, 15(2), e0008492. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008492>*
- Rey Vega, G. (2011). *Determinación de los grados de resistencia al insecticida temefos en poblaciones de aedes aegypti linnaeus 1762, (diptera: culicidae) y su implicación en la eficacia del insecticida en los departamentos de Cauca, La Guajira, Cundinamarca y Atlántico*. Universidad Nacional de Colombia.
- Salim, K. U., Álvarez, F. S., Chan-Golston, A. M., Naughton, C. C., Cisneros, R., & Joyce, A. (2024). *Socioeconomic and environmental factors associated with dengue fever incidence in Guatemala: Rising temperatures increase dengue risk. PLOS ONE, 19(8), e0308271. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308271>*
- Santacoloma, L., Chaves, B., & Brochero, H. L. (2012). *Estado de la susceptibilidad de poblaciones naturales del vector del dengue a insecticidas en 13 localidades de Colombia. Biomédica, 32(3). <https://doi.org/10.7705/biomedica.v32i3.680>*
- SIVIGILA. (2022). *DENGUE INFORME DE EVENTO 2022*.
- SIVIGILA. (2024). *DENGUE INFORME DE EVENTO 2024*.
- Smith, L. B., Sears, C., Sun, H., Mertz, R. W., Kasai, S., & Scott, J. G. (2019). *CYP-mediated resistance and cross-resistance to pyrethroids and organophosphates in Aedes aegypti in the presence and absence of kdr. Pesticide Biochemistry and Physiology, 160, 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.07.011>*
- Soo, K. M., Khalid, B., Ching, S. M., & Chee, H. Y. (2016). *Meta-analysis of dengue severity during infection by different dengue virus serotypes in primary and secondary infections. PLoS ONE, 11(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154760>*
- Thanispong, K., Sathantriphop, S., Kongmee, M., Chitjaroen, W., Sukchot, P., Suwannarat, P., & Sumarnrote, A. (2024). *Deltamethrin resistance intensity and synergistic effect of piperonyl butoxide for combating Aedes aegypti in dengue fever endemic areas in Thailand. Journal of Asia-Pacific Entomology, 27(3), 102282. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2024.102282>*
- Wilder-Smith, A., & Gubler, D. J. (2008). *Geographic Expansion of Dengue: The Impact of International Travel. Medical Clinics of North America, 92(6), 1377–1390. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2008.07.002>*
- World Health Organization. (2024). *Enfermedades transmitidas por vectores*. 26-12-2024. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>