

Mutaciones kdr y su asociación con resistencia a piretroides en dos poblaciones de *Aedes aegypti* (Díptera: Culicidae) del departamento de Córdoba-Colombia.

**Nombres y apellidos
Diana Patricia Diaz Ortiz
Código estudiantil: 201521667612**

Trabajo de Investigación presentado como requisito para optar el título de:
Magister en Genética

**Tutor(es):
Paula Pareja Ximena Loaiza
Lisandro Pacheco Lugo**

RESUMEN

Según la Organización Mundial de la Salud, el dengue es un problema de salud pública creciente con más de seis millones de casos reportados y seis mil muertes a nivel mundial hasta la fecha. El principal vector de estas enfermedades y otras como Chikungunya y Zika es *Ae. aegypti*. Estas arbovirosis se han convertido en una emergencia global y al no existir una vacuna que sea accesible para todas las comunidades, las principales estrategias para su control se centran en el manejo integrado del vector, las cuales van principalmente orientadas a la reducción de la población del mosquito; algunas de las acciones se basan en la eliminación de criaderos como botellas, llantas, albercas, tanques, entre otros depósitos con agua ubicados al interior o fuera de las viviendas y también se ha determinado el uso de insecticidas como control químico tales como: organoclorados, carbamatos, organofosforados y piretroides. Para el control del vector del dengue en el departamento de Córdoba se han usado los insecticidas principalmente piretroides, lo que ha generado presión de selección constante y la aparición de poblaciones resistentes, teniendo en cuenta que esta

presión con insecticidas viene dada por el incremento de casos de dengue y por el ingreso de los arbovirus chikungunya y Zika al país. En el presente estudio con el fin de determinar el estado de susceptibilidad a piretroides y su asociación con las mutaciones *Kdr* F1534, V410L y V1016I en las poblaciones de *Ae. aegypti* de Cereté y Valencia del departamento de Córdoba-Colombia, se realizaron bioensayos aplicando la metodología propuesta por la OMS para lambdacialotrina, deltametrina y permetrina en hembras *Ae. aegypti* de la generación F1 de los municipios de Valencia y Cereté; se identificaron las mutaciones F1534C, V410L y V1016I, se calcularon sus frecuencias alélicas y genotípicas y se determinó la asociación de estas mutaciones con la resistencia observada a los piretroides evaluados. De acuerdo con los resultados obtenidos se encontró que las poblaciones evaluadas se comportaron resistentes a lambdacialotrina (12% y 14% de mortalidad), deltametrina (19% y 38% de mortalidad) y permetrina (0% y 8% de mortalidad). Se identificaron las mutaciones *Kdr* con frecuencia alélica C1534 de 0,98 para Cereté y de 0,94 para Valencia, L410 las frecuencias fueron 0,40 para Cereté y para Valencia 0,20 y para I1016 0,43 para Cereté y de 0,20 para Valencia. Así mismo se identificó asociación significativa del alelo mutante I1016 con resistencia a lambdacialotrina y deltametrina. Para el alelo L410 se observó asociación con resistencia a lambdacialotrina. No se determinó asociación de la mutación F1534C a ninguno de los tres insecticidas evaluados, porque la mutación se encontró con frecuencias alélicas entre 0,94 y 0,98. Los resultados obtenidos de este trabajo generarán información para la vigilancia de la resistencia de poblaciones de *Ae. aegypti* a insecticidas piretroides, así como los mecanismos causantes de la resistencia, en todo el departamento de Córdoba, lo que resultaría útil para el fortalecimiento de las políticas públicas para el control vectorial a nivel nacional y departamental.

Palabras clave: *Aedes aegypti*, Resistencia a insecticidas, mutaciones *Kdr*, piretroides.

ABSTRACT

According to the World Health Organization, dengue is a growing public health problem with more than six million reported cases and six thousand deaths worldwide to date. The main vector of these diseases and others such as Chikungunya and Zika is *Ae. aegypti*. These arboviruses have become a global emergency and since there is no vaccine that is accessible to all communities, the main strategies for their control are focused on integrated vector management, which are mainly aimed at reducing the mosquito population; some of the actions are based on the elimination of breeding sites such as bottles, tires, pools, tanks, among other water-holding containers located inside or outside homes and has also determined the use of insecticides as chemical control such as: organochlorines, carbamates, organophosphates and pyrethroids. For the control of the dengue vector in the department of Córdoba, insecticides have been used, mainly pyrethroids, which has generated constant selection pressure and the appearance of resistant populations, taking into account that this pressure with insecticides is due to the increase in cases of dengue and the entry of the chikungunya and Zika arboviruses into the country. In the present study, in order to determine the susceptibility status to pyrethroids and their association with Kdr F1534, V410L and V1016I mutations in *Ae. aegypti* populations of Cereté and Valencia in the department of Córdoba-Colombia, bioassays were performed applying the methodology proposed by the WHO for lambda-cyhalothrin, deltamethrin and permethrin in *Ae. aegypti* females of F1 generation from the municipalities of Valencia and Cereté; F1534, V410L and V1016I mutations were identified. *aegypti* females of the F1 generation from the municipalities of Valencia and Cereté; mutations F1534, V410L and V1016I were identified, their allelic and genotypic frequencies were calculated and the association of these mutations with the observed resistance to the evaluated pyrethroids was determined. According to the results obtained, it was found that the populations evaluated were resistant to lambda-cyhalothrin (12% and 14% mortality), deltamethrin (19% and 38% mortality) and permethrin (0% and 8% mortality). Kdr mutations were identified with allelic frequency C1534 of 0.98 for Cereté and 0.94 for Valencia, L410 frequencies were 0.40 for Cereté and 0.20 for Valencia and for I1016 0.43 for Cereté and 0.20 for Valencia. A significant association of the mutant allele

I1016 with resistance to lambda-cyhalothrin and deltamethrin was also identified. For the 410L allele, an association with resistance to lambda-cyhalothrin was observed. No association of the F1534C mutation with any of the three insecticides evaluated was determined, because the mutation was found with allelic frequencies between 0.94 and 0.98. The results obtained from this work will generate information for monitoring the resistance of *Ae. aegypti* populations to pyrethroid insecticides, as well as the mechanisms causing resistance, throughout the department of Córdoba, which would be useful for strengthening public policies for vector control at the national and departmental levels.

Key Words: *Aedes aegypti*, insecticide resistance, *Kdr* mutations, pyrethroids.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OPSCIM240005_spa.pdf [Internet]. [citado 20 de mayo de 2024]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/59512/OPSCIM240005_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Capeding MR, Tran NH, Hadinegoro SRS, Ismail HIHM, Chotpitayasunondh T, Chua MN, et al. Clinical efficacy and safety of a novel tetravalent dengue vaccine in healthy children in Asia: a phase 3, randomised, observer-masked, placebo-controlled trial. *The Lancet* [Internet]. 11 de octubre de 2014 [citado 4 de abril de 2023];384(9951):1358-65. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673614610606>
3. Villar L, Dayan GH, Arredondo-García JL, Rivera DM, Cunha R, Deseda C, et al. Efficacy of a Tetravalent Dengue Vaccine in Children in Latin America. *New England Journal of Medicine* [Internet]. 8 de enero de 2015 [citado 4 de abril de 2023];372(2):113-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1411037>
4. Mnzava AP, Knox TB, Temu EA, Trett A, Fornadel C, Hemingway J, et al. Implementation of the global plan for insecticide resistance management in malaria vectors: progress, challenges and the way forward. *Malaria Journal* [Internet]. 23 de abril de 2015 [citado 8 de septiembre de 2022];14(1):173. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12936-015-0693-4>
5. Organización Mundial de la Salud. Procedimientos de las pruebas para la vigilancia de la resistencia a los insecticidas en los mosquitos vectores del paludismo [Internet]. 2a ed. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2017 [citado 7 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/258960>
6. Brengues C, Hawkes NJ, Chandre F, McCarroll L, Duchon S, Guillet P, et al. Pyrethroid and DDT cross-resistance in *Aedes aegypti* is correlated with novel mutations in the voltage-gated sodium channel gene. *Med Vet Entomol*. marzo de 2003;17(1):87-94.
7. Haddi K, Tomé HVV, Du Y, Valbon WR, Nomura Y, Martins GF, et al. Detection of a new pyrethroid resistance mutation (V410L) in the sodium channel of *Aedes aegypti*: a potential challenge for mosquito control. *Sci Rep* [Internet]. 19 de abril de 2017 [citado 7 de noviembre de 2022];7(1):46549. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/srep46549>
8. Maestre-Serrano R, Flórez-Rivadeneira Z, Castro-Camacho JM, Soto-Arenilla E, Gómez-Camargo D, Pareja-Loaiza P, et al. Spatial Distribution of Pyrethroid Resistance and kdr Mutations in *Aedes aegypti* from La Guajira, Colombia. *Insects* [Internet]. enero de 2023

[citado 25 de enero de 2024];14(1):31. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-4450/14/1/31>

9. Maestre-Serrano R, Gomez-Camargo D, Ponce-Garcia G, Flores AE. Susceptibility to insecticides and resistance mechanisms in *Aedes aegypti* from the Colombian Caribbean Region. *Pesticide Biochemistry and Physiology* [Internet]. 1 de noviembre de 2014 [citado 7 de septiembre de 2022];116:63-73. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048357514001679>

10. Pareja-Loaiza PX, Varon LS, Vega GR, Gómez-Camargo D, Maestre-Serrano R, Lenhart A. Mechanisms associated with pyrethroid resistance in populations of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from the Caribbean coast of Colombia. *PLOS ONE* [Internet]. 6 de octubre de 2020 [citado 7 de septiembre de 2022];15(10):e0228695. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0228695>

11. WHO [Internet]. World Health Organization; [citado 4 de abril de 2023]. OMS | Dengue y dengue grave. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>

12. Actualización Epidemiológica Dengue, chikunguña y Zika -25 de enero de 2023 - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. 2023 [citado 18 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/actualizacion-epidemiologica-dengue-chikunguna-zika-25-enero-2023>

13. Actualización Epidemiológica - Chikunguña en la Región de las Américas - 22 de abril de 2024 - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. 2024 [citado 20 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/actualizacion-epidemiologica-chikunguna-region-americas-22-abril-2024>

14. Actualización Epidemiológica - Dengue, chikunguña y Zika - 10 de junio de 2023 - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [citado 9 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/actualizacion-epidemiologica-dengue-chikunguna-zika-10-junio-2023>

15. PAHO/WHO Data - ZIKA [Internet]. [citado 27 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www3.paho.org/data/index.php/en/mnu-topics/zika-weekly-en/>

16. Dengue PE XIII 2023.pdf [Internet]. [citado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/DENGUE%20PE%20XIII%202023.pdf>

17. Chikungunya PE XIII 2023.pdf [Internet]. [citado 20 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/CHIKUNGUNYA%20PE%20XIII%202023.pdf>
18. Zika PE XIII 2023.pdf [Internet]. [citado 20 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/ZIKA%20PE%20XIII%202023.pdf>
19. PortalSivigila2019 inicio [Internet]. [citado 4 de abril de 2023]. Disponible en: <http://portalsivigila.ins.gov.co/>
20. Fonseca-González I, Quiñones ML, McAllister J, Brogdon WG. Mixed-function oxidases and esterases associated with cross-resistance between DDT and lambda-cyhalothrin in *Anopheles darlingi* Root 1926 populations from Colombia. *Mem Inst Oswaldo Cruz* [Internet]. febrero de 2009 [citado 7 de septiembre de 2022];104:18-26. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/mioc/a/SfJBq8GLMdPGCBZqxXZJMzC/?lang=en>
21. Brown AW. Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. *J Am Mosq Control Assoc.* junio de 1986;2(2):123-40.
22. Fonseca-González I, Quiñones ML, Lenhart A, Brogdon WG. Insecticide resistance status of *Aedes aegypti* (L.) from Colombia. *Pest Management Science* [Internet]. 2011 [citado 7 de septiembre de 2022];67(4):430-7. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.2081>
23. Santacoloma Varón L, Chaves Córdoba B, Brochero HL. Susceptibilidad de *Aedes aegypti* a DDT, deltametrina y lambda-cialotrina en Colombia. *Rev panam salud pública* [Internet]. 2010 [citado 17 de abril de 2024];66-73. Disponible en: http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892010000100010
24. Ardila-Roldán S, Santacoloma L, Brochero H. [Status of insecticide susceptibility of public health use in natural populations of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) of Casanare, Colombia]. *Biomedica.* septiembre de 2013;33(3):446-58.
25. Evaluación de Riesgos para la salud pública sobre dengue en la Región de las Américas - 12 de diciembre del 2023 - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [citado 22 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/evaluacion-riesgos-para-salud-publica-sobre-dengue-region-americas-12-diciembre-2023>
26. Gutiérrez LA, <https://www.facebook.com/pahowho>. Pan American Health Organization / World Health Organization. 2015 [citado 22 de mayo de 2024]. PAHO/WHO

Data - Incidence | PAHO/WHO. Disponible en: <https://www3.paho.org/data/index.php/en/mnu-topics/indicadores-dengue-en/dengue-regional-en/315-reg-dengue-incidence-en.html>

27. Castrillón JC, Castaño JC, Urcuqui S. Dengue en Colombia: diez años de evolución. Revista chilena de infectología [Internet]. abril de 2015 [citado 19 de marzo de 2024];32(2):142-9. Disponible en:

http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0716-10182015000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

28. Dengue 2015.pdf [Internet]. [citado 19 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/Dengue%202015.pdf>

29. Romero - 2014 - Informe del evento dengue, Colombia, hasta el deci.pdf [Internet]. [citado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/Dengue%202016.pdf>

30. Reyes AJR, Ruge DG, Herrera LCP. Informe de evento dengue, Colombia, 2019. 2019;(04).

31. 2023_Boletín_epidemiologico_semana_52.pdf [Internet]. [citado 22 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2023_Bolet%C3%ADn_epidemiologico_semana_52.pdf

32. Informe-Red-Vigilancia-Resistencia-Insecticidas-2018.pdf [Internet]. [citado 15 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informacin%20de%20laboratorio/Informe-Red-Vigilancia-Resistencia-Insecticidas-2018.pdf>

33. Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 [Internet]. [citado 2 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.dnp.gov.co:443/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026>

34. Martínez y Alvarado - Protocolo de Vigilancia en Salud Pública de Dengue.pdf [Internet]. [citado 22 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/Pro_Dengue.pdf

35. Martínez MLO, Alvarado FEP. Informe de evento Infección por Virus Zika.

36. Farias AP. Informe final del evento chikungunya, Colombia Periodo epidemiologico XIII, Colombia 2016. 2014;(02).

37. 2019_Boletin_epidemiologico_semana_52.pdf [Internet]. [citado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2019_Boletin_epidemiologico_semana_52.pdf
38. 2019 Boletín epidemiológico semana 12.pdf [Internet]. [citado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2019%20Bolet%20C3%ADn%20epidemio1%C3%B3gico%20semana%2012.pdf>
39. 2021_Boletin_epidemiologico_semana_52.pdf [Internet]. [citado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2021_Boletin_epidemiologico_semana_52.pdf
40. 2022_Boletín epidemiológico semana 52.pdf [Internet]. [citado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2022_Bolet%C3%ADn_epidemiologico_semana_52.pdf
41. 2024_Boletín epidemiológico semana 19.pdf [Internet]. [citado 21 de mayo de 2024]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2024_Bolet%C3%ADn_epidemiologico_semana_19.pdf
42. DENGUE PE IV 2024.pdf [Internet]. [citado 21 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/Dengue%20PE%20IV%202024.pdf>
43. Botero DS. Informe final del evento chikungunya, Colombia 2014. 2014;(02).
44. Botero DS. I Informe final del evento chikungunya, Colombia. 2015. 2014;(02).
45. Farias - 2014 - Informe final del evento chikungunya, periodo epidemiologico.pdf [Internet]. [citado 21 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/Chikungu%C3%B1a%202016.pdf>
46. Díaz RAC. Informe de evento de chikungunya Colombia, 2020. 2019;(04).
47. Martínez MLO. Informe de evento Chikungunya.
48. Ortega LCG, Acero DMW. Instituto Nacional de Salud.
49. Reyes AJR. Informe de evento enfermedad por virus zika, Colombia, 2017. 2018;(03).
50. Reyes AJR. Informe de evento enfermedad por virus zika, Colombia, 2018. 2019;(04).

51. Gómez y ETV-Zoonosis - 2019 - Informe de evento zika, Colombia, 2020.pdf [Internet]. [citado 21 de marzo de 2024]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/enfermedad%20por%20virus%20zika_2020.pdf
52. Romero SEG. Informe del evento dengue, Colombia, hasta el décimo tercer periodo epidemiológico, 2016. 2014;(02).
53. Romero SEG. Informe de evento dengue, Colombia, 2017. 2018;(03).
54. Reyes AJR. Informe de evento dengue, Colombia, 2018. 2019;(04).
55. Reyes AJR, Lizarazo YS, Herrera LCP. I Informe de evento dengue, Colombia, 2020. 2019;(04).
56. González - Angela patricia Alarcón cruz Coordinadora Grupo de.pdf [Internet]. [citado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/DENGUE%20INFORME%202021.pdf>
57. Ortega LCG. Instituto Nacional de Salud.
58. Microsoft Power BI [Internet]. [citado 21 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOTIxMzE4MGItNjg4MC00ZmUyLWIwMzctODhlOWFjNzMyZmViliwidCI6ImE2MmQ2YzdiLTlmNTktNDQ2OS05MzU5LTM1MzcxNDc1OTRiYiIsImMiOjR9>
59. Reyes Villanueva F. El dengue bionomia del vector, transmision y opciones para su control en mexico. Ciencia - Academia de la Investigación Científica [Internet]. 1990 [citado 22 de junio de 2023];41(1):45-55. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/ciencia-academia-de-la-investigacion-cientifica/articulo/el-dengue-bionomia-del-vector-transmision-y-opciones-para-su-control-en-mexico>
60. PNSP8663_spa.pdf [Internet]. [citado 22 de junio de 2023]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/28513/PNSP8663_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
61. Evaluación de las estrategias innovadoras para el control de Aedes aegypti: desafíos para su introducción y evaluación del impacto [Internet]. Organización Panamericana de la Salud; 2019 [citado 21 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51376>
62. a1374s06.pdf [Internet]. [citado 9 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a1374s/a1374s06.pdf>

63. Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación 2019 [Internet]. [citado 9 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240005662>
64. Mulyaningsih B, Umniyati SR, Satoto TBT, Ernaningsih E, Nugrahaningsih DAA. Detection of Polymorphism on Voltage-gated Sodium Channel Gene of Indonesian *Aedes aegypti* Associated with Resistance to Pyrethroids. *The Indonesian Biomedical Journal* [Internet]. 28 de diciembre de 2018 [citado 9 de julio de 2023];10(3):250-5. Disponible en: <https://inabj.org/index.php/ibj/article/view/425>
65. Zerba E. Insecticidal activity of pyrethroids on insects of medical importance. *Parasitol Today*. julio de 1988;4(7):S3-7.
66. Miller TA. Mechanisms of resistance to pyrethroid insecticides. *Parasitology Today* [Internet]. 1 de julio de 1988 [citado 11 de julio de 2023];4(7):S8-12. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0169475888900804>
67. PubChem. Permethrin [Internet]. [citado 9 de julio de 2023]. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/40326>
68. PubChem. Deltamethrin [Internet]. [citado 11 de julio de 2023]. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/40585>
69. PubChem. lambda-CYHALOTHRIN [Internet]. [citado 25 de enero de 2024]. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6440557>
70. Instrucciones para la Evaluación de la Resistencia a Insecticida en Vectores mediante el Ensayo Biológico de la Botella de los CDC Instrucciones para la Evaluación de la Resistencia a Insecticida mediante el Ensayo Biológico de la Botella de los CDC. :28.
71. Marcombe S, Fustec B, Cattel J, Chonephetsarath S, Thammavong P, Phommavanh N, et al. Distribution of insecticide resistance and mechanisms involved in the arbovirus vector *Aedes aegypti* in Laos and implication for vector control. *PLOS Neglected Tropical Diseases* [Internet]. 12 de diciembre de 2019 [citado 15 de julio de 2023];13(12):e0007852. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0007852>
72. Dong K, Du Y, Rinkevich F, Nomura Y, Xu P, Wang L, et al. Molecular biology of insect sodium channels and pyrethroid resistance. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* [Internet]. 1 de julio de 2014 [citado 15 de noviembre de 2022];50:1-17. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965174814000551>

73. Saavedra-Rodriguez K, Urdaneta-Marquez L, Rajatileka S, Moulton M, Flores AE, Fernandez-Salas I, et al. A mutation in the voltage-gated sodium channel gene associated with pyrethroid resistance in Latin American *Aedes aegypti*. *Insect Mol Biol*. diciembre de 2007;16(6):785-98.
74. Ranson H, Burhani J, Lumjuan N, Black IV WC. Insecticide resistance in dengue vectors. *TropIKA.net* [Internet]. marzo de 2010 [citado 10 de noviembre de 2022];1(1):0-0. Disponible en: http://journal.tropika.net/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2078-86062010000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=en
75. Moyes CL, Vontas J, Martins AJ, Ng LC, Koou SY, Dusfour I, et al. Contemporary status of insecticide resistance in the major *Aedes* vectors of arboviruses infecting humans. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 20 de julio de 2017 [citado 10 de noviembre de 2022];11(7):e0005625. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5518996/>
76. Sene NM, Mavridis K, Ndiaye EH, Diagne CT, Gaye A, Ngom EHM, et al. Insecticide resistance status and mechanisms in *Aedes aegypti* populations from Senegal. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 10 de mayo de 2021 [citado 15 de julio de 2023];15(5):e0009393. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8136859/>
77. Yanola J, Somboon P, Walton C, Nachaiwieng W, Somwang P, Prapanthadara L aied. High-throughput assays for detection of the F1534C mutation in the voltage-gated sodium channel gene in permethrin-resistant *Aedes aegypti* and the distribution of this mutation throughout Thailand. *Trop Med Int Health*. abril de 2011;16(4):501-9.
78. Stenhouse SA, Plernsub S, Yanola J, Lumjuan N, Dantrakool A, Choochote W, et al. Detection of the V1016G mutation in the voltage-gated sodium channel gene of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) by allele-specific PCR assay, and its distribution and effect on deltamethrin resistance in Thailand. *Parasit Vectors*. 30 de agosto de 2013;6(1):253.
79. Ishak IH, Jaal Z, Ranson H, Wondji CS. Contrasting patterns of insecticide resistance and knockdown resistance (kdr) in the dengue vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from Malaysia. *Parasites & Vectors* [Internet]. 25 de marzo de 2015 [citado 15 de julio de 2023];8(1):181. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0797-2>
80. Al-Amin HM, Gyawali N, Graham M, Alam MS, Lenhart A, Hugo LE, et al. Insecticide resistance compromises the control of *Aedes aegypti* in Bangladesh. *Pest Management Science* [Internet]. 2023 [citado 15 de julio de 2023];79(8):2846-61. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.7462>

81. Seixas G, Grigoraki L, Weetman D, Vicente JL, Silva AC, Pinto J, et al. Insecticide resistance is mediated by multiple mechanisms in recently introduced *Aedes aegypti* from Madeira Island (Portugal). *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 24 de julio de 2017 [citado 16 de julio de 2023];11(7):e0005799. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5542702/>
82. Pichler V, Caputo B, Valadas V, Micocci M, Horvath C, Virgillito C, et al. Geographic distribution of the V1016G knockdown resistance mutation in *Aedes albopictus*: a warning bell for Europe. *Parasites & Vectors* [Internet]. 5 de agosto de 2022 [citado 16 de julio de 2023];15(1):280. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05407-3>
83. Siller Q, Ponce G, Lozano S, Flores AE. Update On the Frequency of Ile1016 Mutation In Voltage-Gated Sodium Channel Gene of *Aedes aegypti* In Mexico. *moco* [Internet]. diciembre de 2011 [citado 12 de marzo de 2024];27(4):357-62. Disponible en: <https://bioone.org/journals/journal-of-the-american-mosquito-control-association/volume-27/issue-4/11-6149.1/Update-On-the-Frequency-of-Ile1016-Mutation-In-Voltage-Gated/10.2987/11-6149.1.full>
84. Ontiveros Zapata KA. Variación espacial de la resistencia KDR a insecticidas piretroides en *Aedes Aegypti* (L.) en México [Internet] [masters]. Universidad Autónoma de Nuevo León; 2021 [citado 30 de enero de 2024]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/22226/>
85. Melo Costa M, Campos KB, Brito LP, Roux E, Melo Rodovalho C, Bellinato DF, et al. Kdr genotyping in *Aedes aegypti* from Brazil on a nation-wide scale from 2017 to 2018. *Sci Rep* [Internet]. 6 de agosto de 2020 [citado 12 de marzo de 2024];10(1):13267. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-70029-7>
86. Pinto J, Palomino M, Mendoza-Uribe L, Sinti C, Liebman KA, Lenhart A. Susceptibility to insecticides and resistance mechanisms in three populations of *Aedes aegypti* from Peru. *Parasites Vectors* [Internet]. 22 de octubre de 2019 [citado 12 de marzo de 2024];12(1):494. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3739-6>
87. Zardkoohi A, Castañeda D, Lol JC, Castillo C, Lopez F, Marín Rodríguez R, et al. Co-occurrence of kdr Mutations V1016I and F1534C and Its Association With Phenotypic Resistance to Pyrethroids in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Populations From Costa Rica. *Journal of Medical Entomology* [Internet]. 4 de mayo de 2020 [citado 12 de marzo de 2024];57(3):830-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jme/tjz241>
88. Ponce-García G, Del Río-Galvan S, Barrera R, Saavedra-Rodríguez K, Villanueva-Segura K, Felix G, et al. Knockdown Resistance Mutations in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) From Puerto Rico. *Journal of Medical Entomology* [Internet]. 1 de noviembre de

2016 [citado 12 de marzo de 2024];53(6):1410-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jme/tjw115>

89. Alvarez LC, Ponce G, Saavedra-Rodriguez K, Lopez B, Flores AE. Frequency of V1016I and F1534C mutations in the voltage-gated sodium channel gene in *Aedes aegypti* in Venezuela. *Pest Management Science* [Internet]. 2015 [citado 12 de marzo de 2024];71(6):863-9. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.3846>

90. Mazzarri MB, Georghiou GP. Characterization of resistance to organophosphate, carbamate, and pyrethroid insecticides in field populations of *Aedes aegypti* from Venezuela. *J Am Mosq Control Assoc.* septiembre de 1995;11(3):315-22.

91. Maestre-Serrano R, Pareja-Loaiza P, Gomez Camargo D, Ponce-García G, Flores AE. 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* [Internet]. 2019 [citado 30 de enero de 2024];75(6):1681-8. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.5287>

92. Atencia MC, Pérez M de J, Jaramillo MC, Caldera SM, Cochero S, Bejarano EE. First report of the F1534C mutation associated with cross-resistance to DDT and pyrethroids in *Aedes aegypti* from Colombia. *Biomédica* [Internet]. septiembre de 2016 [citado 15 de noviembre de 2022];36(3):432-7. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-41572016000300012&lng=en&nrm=iso&tlng=es

93. Standard operating procedure for impregnation of filter papers for testing insecticide susceptibility of adult mosquitoes in WHO tube tests [Internet]. [citado 16 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240043817>

94. Chen M, Du Y, Nomura Y, Zhorov BS, Dong K. Chronology of sodium channel mutations associated with pyrethroid resistance in *Aedes aegypti*. *Arch Insect Biochem Physiol* [Internet]. junio de 2020 [citado 16 de enero de 2024];104(2):e21686. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8060125/>

95. Mekuria Y, Gwinn TA, Williams DC, Tidwell MA. Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* from Santo Domingo, Dominican Republic. *J Am Mosq Control Assoc.* marzo de 1991;7(1):69-72.

96. Chapadense FGG, Fernandes EKK, Lima JBP, Martins AJ, Silva LC, Rocha WT da, et al. Phenotypic and genotypic profile of pyrethroid resistance in populations of the mosquito *Aedes aegypti* from Goiânia, Central West Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop*

[Internet]. octubre de 2015 [citado 13 de marzo de 2024];48:607-9. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/bmPkcpp8nk6jZg94tjWN6Vg/>

97. Martins AJ, Lima JBP, Peixoto AA, Valle D. Frequency of Val1016Ile mutation in the voltage-gated sodium channel gene of *Aedes aegypti* Brazilian populations. *Tropical Medicine & International Health* [Internet]. 2009 [citado 27 de marzo de 2024];14(11):1351-5. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3156.2009.02378.x>

98. Morales Forcada F. Intensidad de la resistencia a piretroides y mutaciones KDR (V1016I, F1534C) en poblaciones de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) del este de México. [Internet] [masters]. Universidad Autónoma de Nuevo León; 2018 [citado 27 de marzo de 2024]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/15882/>

99. López-Solis AD, Castillo-Vera A, Cisneros J, Solis-Santoyo F, Penilla-Navarro RP, Iv WCB, et al. Resistencia a insecticidas en *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) de Tapachula, Chiapas, México. *salud publica mex* [Internet]. 9 de julio de 2020 [citado 27 de marzo de 2024];62(4):439-46. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=94230>

100. Rodríguez MM, Bisset JA, Milá LH, Calvo E, Díaz C, Alain Soca L. Niveles de resistencia a insecticidas y sus mecanismos en una cepa de *Aedes aegypti* de Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Medicina Tropical* [Internet]. agosto de 1999 [citado 14 de abril de 2024];51(2):83-8. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0375-07601999000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=en

101. Bisset Lazcano JA, Rodríguez Coto MM, Hurtado Nuñez D, Hernández Alvarez H, Valdéz Miró V, Fuentes López I. Resistencia a insecticidas y sus mecanismos bioquímicos en *Aedes aegypti* del municipio Boyeros en los años 2010 y 2012. *Revista Cubana de Medicina Tropical* [Internet]. abril de 2016 [citado 14 de abril de 2024];68(1):0-0. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0375-07602016000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es

102. Lazcano JAB, Mondelo RE, Coto MMR, Leyva YR, Nuñez DH, Fuentes I. Evaluación de la resistencia a insecticidas en *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de Argentina. *Rev Cubana Med Trop* [Internet]. 9 de marzo de 2015 [citado 14 de abril de 2024];66(3):360-9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=56237>

103. Cáceres L, Ayarza C, Bernal D. Evaluación de la eficacia biológica y de la sensibilidad de *Aedes aegypti* a los insecticidas piretroides deltametrina y ciflutrina durante el brote del virus Zika en Kuna Yala, Panamá. *Biomédica* [Internet]. 30 de junio de 2023 [citado 14 de abril de 2024];43(2):222-43. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/6746>
104. Caicedo RG, Córdova MAL, Domínguez DML, Acosta LEF. Vigilancia de la resistencia a los insecticidas organosintéticos en *Anopheles albimanus* y *Aedes aegypti* de Ecuador 2019. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental* [Internet]. 22 de febrero de 2021 [citado 14 de abril de 2024];61(0):109. Disponible en: <http://iaes.edu.ve/iaespro/ojs/index.php/bmsa/article/view/136>
105. Paul Andrés QT, Reyna Karina O, Diego Omar MV. Resistencia a insecticidas en poblaciones de *Aedes aegypti* en la provincia de Manabí, Ecuador. | *INSPILIP. Revista Ecuatoriana de Ciencia, Tecnología e Innovación en Salud Pública* | EBSCOhost [Internet]. Vol. 6. 2022 [citado 14 de abril de 2024]. p. 19. Disponible en: <https://openurl.ebsco.com/contentitem/doi:10.31790%2Finspilip.v6i1.264?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:doi:10.31790%2Finspilip.v6i1.264>
106. Polson KA, Brogdon WG, Rawlins SC, Chadee DD. Characterization of insecticide resistance in Trinidadian strains of *Aedes aegypti* mosquitoes. *Acta Trop.* enero de 2011;117(1):31-8.
107. Bisset Lazcano JA, Rodríguez MM, San Martín JL, Romero JE, Montoya R. Evaluación de la resistencia a insecticidas de una cepa de *Aedes aegypti* de El Salvador. *Rev Panam Salud Publica*;26(3),sept 2009 [Internet]. 2009 [citado 14 de abril de 2024]; Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/9778>
108. Repositorio de Tesis en Ciencias Biomédicas y de la Salud de Cuba - Determinación de la Resistencia a Insecticidas y sus Mecanismos en Poblaciones de *Aedes aegypti* (Díptera: Culicidae) en Algunos Países América Central [Internet]. [citado 14 de abril de 2024]. Disponible en: <https://tesis.sld.cu/index.php?P=FullRecord&ID=209>
109. Lima EP, Paiva MHS, de Araújo AP, da Silva EVG, da Silva UM, de Oliveira LN, et al. Insecticide resistance in *Aedes aegypti* populations from Ceará, Brazil. *Parasit Vectors.* 12 de enero de 2011;4:5.
110. Castro Bautista AG. Polimorfismos en el gen para del canal de sodio dependiente de voltaje de *Aedes aegypti* (L.) en México y su impacto en la resistencia a piretroides [Internet] [masters]. Universidad Autónoma de Nuevo León; 2021 [citado 14 de abril de 2024]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/22299/>

111. Maestre-Serrano R, Ponce-García G, Flores-Suárez A. Susceptibilidad en *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) del municipio de Soledad (Atlántico, Colombia) a etofenprox y alfacipermetrina. *Revista Colombiana de Entomología* [Internet]. junio de 2017 [citado 1 de abril de 2024];43(1):41-4. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-04882017000100041&lng=es&nrm=iso&tlng=es
112. Granada Y, Mejía-Jaramillo AM, Strobe C, Triana-Chavez O. A Point Mutation V419L in the Sodium Channel Gene from Natural Populations of *Aedes aegypti* Is Involved in Resistance to λ -Cyhalothrin in Colombia. *Insects* [Internet]. 14 de febrero de 2018 [citado 16 de noviembre de 2022];9(1):23. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5872288/>
113. Cantillo-Barraza O, Medina M, Granada Y, Muñoz C, Valverde C, Cely F, et al. Susceptibility to Insecticides and Natural Infection in *Aedes aegypti*: An Initiative to Improve the Mosquito Control Actions in Boyacá, Colombia. *Ann Glob Health*. 6 de agosto de 2020;86(1):94.
114. Aponte Hincapié A. Mecanismos de resistencia a insecticidas piretroides en *Aedes (Stegomyia) Aegypti* de Colombia, vector principal de los virus dengue, chikungunya y zika. 2017 [citado 16 de abril de 2024]; Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/a83d8643-ae4-4d17-afa5-a725441e451c>
115. Ocampo CB, Salazar-Terreros MJ, Mina NJ, McAllister J, Brogdon W. Estado de resistencia a insecticidas de *Aedes aegyptien* 10 localidades de Colombia. *Acta Tropica* [Internet]. 1 de abril de 2011 [citado 12 de marzo de 2024];118(1):37-44. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001706X11000088>
116. Maestre-S. R, Rey-V. G, De Las Salas-A J, Vergara-S. C, Santacoloma-V. L, Goenaga-O. S, et al. Estado de la susceptibilidad de *Aedes aegypti* a insecticidas en Atlántico (Colombia). *Rev Colomb Entomol* [Internet]. 31 de diciembre de 2010 [citado 3 de noviembre de 2022];36(2):242-8. Disponible en: <https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co/index.php/SOCOLEN/article/view/9153>
117. Aponte A, Penilla RP, Rodríguez AD, Ocampo CB. Mechanisms of pyrethroid resistance in *Aedes (Stegomyia) aegypti* from Colombia. *Acta Tropica* [Internet]. 1 de marzo de 2019 [citado 12 de marzo de 2024];191:146-54. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001706X18313251>

118. Chaverra-Rodríguez D, Jaramillo-Ocampo N, Fonseca-González I. Selección artificial de resistencia a lambda-cialotrina en *Aedes aegypti* y resistencia cruzada a otros insecticidas. *Revista Colombiana de Entomología* [Internet]. junio de 2012 [citado 23 de enero de 2024];38(1):100-7. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-04882012000100018&lng=en&nrm=iso&tlng=es
119. Chadwick PR, Invest JF, Bowron MJ. An Example of Cross-resistance to Pyrethroids in DDT-resistant *Aedes aegypti*. *Pesticide Science* [Internet]. 1977 [citado 1 de abril de 2024];8(6):618-24. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.2780080605>
120. Hemingway J, Boddington RG, Harris J, Dunbar SJ. Mechanisms of insecticide resistance in *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) from Puerto Rico. *Bulletin of Entomological Research* [Internet]. marzo de 1989 [citado 1 de abril de 2024];79(1):123-30. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/mechanisms-of-insecticide-resistance-in-aedes-aegypti-l-diptera-culicidae-from-puerto-rico/CB30F8C6077F78D9F7B9B75765E4F66A>
121. Aguas GEC. Gobernador del Departamento de Córdoba.
122. Nkya TE, Poupardin R, Laporte F, Akhouayri I, Mosha F, Magesa S, et al. Impact of agriculture on the selection of insecticide resistance in the malaria vector *Anopheles gambiae*: a multigenerational study in controlled conditions. *Parasites & Vectors* [Internet]. 16 de octubre de 2014 [citado 23 de mayo de 2024];7(1):480. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13071-014-0480-z>
123. Srisawat R, Komalamisra N, Apiwathnasorn C, Paeporn P, Roytrakul S, Rongsriyam Y, et al. field-collected permethrin-resistant *aedes aegypti* from central thailand contain point mutations in the domain iis6 of the sodium channel gene (kdr). *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2012;43(6).
124. Aguirre-Obando OA, Pietrobon AJ, Bona ACD, Navarro-Silva MA. Contrasting patterns of insecticide resistance and knockdown resistance (kdr) in *Aedes aegypti* populations from Jacarezinho (Brazil) after a Dengue Outbreak. *Rev Bras entomol* [Internet]. marzo de 2016 [citado 12 de marzo de 2024];60:94-100. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/Wr7vzcXsvJQbsfKq5RHp4KK/?lang=en>
125. Villanueva-Segura OK, Ontiveros-Zapata KA, Lopez-Monroy B, Ponce-Garcia G, Gutierrez-Rodriguez SM, Davila-Barboza JA, et al. Distribution and Frequency of the kdr Mutation V410L in Natural Populations of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) From

Eastern and Southern Mexico. *Journal of Medical Entomology* [Internet]. 9 de enero de 2020 [citado 12 de marzo de 2024];57(1):218-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jme/tjz148>

126. 2022 - Chikungunya.pdf [Internet]. [citado 21 de junio de 2023]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Lineamientos/Pro_Chikungunya%202022.pdf

127. Souza BS, Lima LF, Galardo AKR, Corbel V, Lima JBP, Martins AJ. Genetic structure and kdr mutations in *Aedes aegypti* populations along a road crossing the Amazon Forest in Amapá State, Brazil. *Sci Rep* [Internet]. 11 de octubre de 2023 [citado 23 de enero de 2024];13:17167. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10567682/>

128. Aguirre-Obando OA, Valencia-Marín BS, Duarte-Gandica I. Dinámica genotípica y dispersión, en biomas colombianos, de mutaciones kdr asociadas con resistencia a piretroides en el mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista de Biología Tropical* [Internet]. 2024 [citado 19 de abril de 2024];72(1):e54870-e54870. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/54870>

129. Díaz-Nieto LM, Chiappero MB, Díaz de Astarloa C, Maciá A, Gardenal CN, Berón CM. Genetic Evidence of Expansion by Passive Transport of *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* in Eastern Argentina. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 1 de septiembre de 2016 [citado 23 de enero de 2024];10(9):e0004839. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5008820/>

130. Atencia MC, Pérez M de J, Caldera SM, Jaramillo MC, Bejarano EE. Variabilidad genética de *Aedes aegypti* en el departamento de Sucre, Colombia, mediante el análisis de la secuencia de nucleótidos del gen mitocondrial ND4. *Biomédica* [Internet]. 15 de junio de 2018 [citado 8 de abril de 2024];38(2):267-76. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/3728>

131. Du Y, Nomura Y, Luo N, Liu Z, Lee JE, Khambay B, et al. Molecular determinants on the insect sodium channel for the specific action of type II pyrethroid insecticides. *Toxicol Appl Pharmacol* [Internet]. 15 de enero de 2009 [citado 21 de mayo de 2024];234(2):266-72. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3052259/>

132. Epelboin Y, Wang L, Giai Gianetto Q, Choumet V, Gaborit P, Issaly J, et al. CYP450 core involvement in multiple resistance strains of *Aedes aegypti* from French Guiana highlighted by proteomics, molecular and biochemical studies. *PLoS One* [Internet]. 11 de enero de 2021 [citado 20 de abril de 2024];16(1):e0243992. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7799788/>

