

DETECCIÓN DE RESISTENCIA A INSECTICIDAS EN CUATRO POBLACIONES DE *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1758) (DIPTERA: CULICIDAE) EN DURANGO, MÉXICO

Gerardo Pérez-Santiago✉*, Saúl Hernández-Amparan, Gerardo A. Hinojosa-Ontiveros y Rebeca Álvarez-Zagoya*

Instituto Politécnico Nacional CIDIIR Unidad Durango. Sigma 119, 20 de Noviembre II, 34220 Durango, México.
*Becarios Cofaa.

✉Autor de correspondencia: gperezs@yahoo.com

RESUMEN. Los culícidos pueden transmitir al hombre diversas enfermedades peligrosas, dentro de las especies de Culicidae, *Aedes aegypti* L. es considerado el principal vector del dengue y fiebre amarilla en todo el mundo. Entre las estrategias para el control de los vectores de enfermedades arbovirales se encuentra el control químico. Los insecticidas de mayor uso pertenecen a grupos toxicológicos como organofosforados, organoclorados, carbamatos, piretroides, reguladores de crecimiento e insecticidas microbianos. Sin embargo, en México y otros países, se han presentado casos de resistencia. Por tanto, en el presente estudio se realizaron bioensayos toxicológicos con el empleo de dosis diagnóstica de insecticidas clorpirifos y malatión propuestos por la Secretaría de Salud, en muestras representativas de insectos adultos de *Aedes aegypti*, los cuales fueron criados en condiciones de laboratorio y procedentes de Gómez Palacio, Lerdo, Mezquital y Villas de Carmen del estado de Durango, para la detección de algún posible caso de resistencia. Las poblaciones de mosquitos resultaron ser resistentes a malatión, sólo se determinó susceptibilidad a clorpirifos por parte de la población de mosquitos de Gómez Palacio, Dgo.

Palabras clave: dosis diagnóstica, resistencia, poblaciones.

Detection of insecticides resistance in four populations of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Culicidae) from Durango, Mexico

ABSTRACT. The Culicidae insects can transmit to the man diverse dangerous diseases, within the species of Culicidae, *Aedes aegypti* L. is a vector of the dengue and yellow fever, among others. Into the strategies for the control of vectors, chemical control is found and the most commonly used insecticides belong to toxicological groups such as organophosphates, organochlorines, carbamates, pyrethroids, growth regulators and microbial insecticides. However, in several countries and states of Mexico, there have been documented cases of insecticide resistance. Therefore, in the present study toxicological bioassays were carried out with use of diagnostic doses proposed by the Ministry of Health to chlorpyrifos and malathion insecticides, in four representative samples of adult *Aedes aegypti* insects, from Gomez Palacio, Lerdo, Mezquital and Villas del Carmen Durango which were reared under laboratory conditions, to detection of possible insecticide resistance. Mosquito populations were found to be resistant to malathion, only susceptibility to chlorpyrifos was determined by mosquito population from Gomez Palacio, Dgo.

Key words: diagnostic dose, resistance, populations.

INTRODUCCIÓN

Entre las estrategias más utilizadas a nivel mundial para el control de vectores, entre ellos el mosquito *Ae. aegypti* se encuentra el control químico (Vontas *et al.*, 2012). Los insecticidas de mayor uso pertenecen a seis grupos toxicológicos: organofosforados, organoclorados, carbamatos, piretroides, reguladores de crecimiento e insecticidas microbianos (Hemingway y Ranson, 2000). La FAO (1979) define la “resistencia a insecticidas” como la capacidad desarrollada por una población determinada de insectos a no ser afectada por la aplicación de insecticidas. Técnicamente se define como la habilidad complementaria y hereditaria propia de un individuo o conjunto de ellos, que los capacita fisiológica y etiológicamente, para bloquear la acción tóxica de un insecticida por medio de mecanismos metabólicos y no metabólicos, y en consecuencia sobrevivir

a la exposición de dosis que para otros sería letal (Ammerstrom, 1958). Una forma de resistencia es la múltiple, la cual se presenta en una población que ha adquirido resistencia a varios insecticidas, tanto a insecticidas a los cuales se haya expuesto como a los que no haya sido expuesto, en este caso, la población posee varios mecanismos de resistencia de forma simultánea (Georghiou, 1975). Dentro de las prácticas a nivel del sector salud para el control o limitación de las poblaciones de mosquitos vectores se tiene que dentro del control físico se instrumentó la estrategia denominada “Patio Limpio y Cuidado del Agua Almacenada (PL y CAA)”, que busca concientizar y activar a la población, tanto en el ámbito familiar como en el colectivo, para que se apliquen medidas antivectoriales vitales para la protección de la salud. Para el control químico se aplican plaguicidas contra los vectores en sus estadios larvarios o inmaduros (control larvario) y adultos (rociado residual y nebulización) (8-10). Se aplican piretroides, organofosforados y carbamatos contra los mosquitos adultos de acuerdo a lista de productos recomendados por el CENAPRECE.

Por otra parte, respecto a la Norma Oficial Mexicana para la Vigilancia Epidemiológica, Promoción, Prevención y Control de Enfermedades Transmitidas por Vectores NOM032-SSA2-2014 (DOF. 16/04/15), indica la realización de estudios sobre la susceptibilidad y efectividad biológica de insecticidas, así como la toma de medidas en caso de que se observe resistencia en las poblaciones del vector del Dengue. Entre los objetivos de mayor importancia al realizar un bioensayo se encuentran: la determinación de varios tóxicos contra una población de insectos, la determinación de la susceptibilidad de diferentes especies de artrópodos a un tóxico, así como la cantidad de un tóxico en un sustrato (Finney, 1971). Un bioensayo se define como un experimento o ensayo biológico en el que se comprueba la efectividad de un insecticida sobre una población de insectos vivos, es medible en términos de la respuesta biológica que produce (dosis-mortalidad) (Lagunes-Tejeda y Vázquez-Navarro, 1994). Por lo que, en el presente estudio se planteo determinar algún posible caso de resistencia a los plaguicidas malatión y clorpirifos por parte de cuatro poblaciones de *Ae. aegypti* del estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODO

Crías de laboratorio para la realización de bioensayos toxicológicos. Se colectaron larvas de mosquitos de la especie *Ae. aegypti* de la Ciudad de Durango, Gómez Palacio, Lerdo y Mezquital del estado de Durango, durante 2016 y 2017; se trasladaron en recipientes de plástico hasta el laboratorio de Entomología del Instituto Politécnico Nacional CIIDIR unidad Durango, donde se establecieron crías de laboratorio para incrementar las poblaciones de estos y para la obtención de adultos con el objetivo de realizar bioensayos toxicológicos. Las crías de mosquitos se mantuvieron a $26 \pm 2^\circ$ C de temperatura, y $70 \pm 5\%$ de humedad relativa y un fotoperiodo de 12:12.

Preparación de las soluciones insecticidas. Se prepararon las soluciones insecticidas de malatión y clorpirifos (ingredientes activos), éstos insecticidas fueron obtenidos del sector salud (Secretaría de Salud) del estado de Durango; se han utilizados por este sector en las campañas para el control de vectores en áreas urbanas de las poblaciones mencionadas previamente. Las soluciones se prepararon de acuerdo al Manual del Cenaprece (2016), de la Secretaría de Salud, a concentraciones de 85 y 50 ($\mu\text{g botella}^{-1}$) para clorpirifos y malatión respectivamente, se empleó acetona para preparar las soluciones con las dosis diagnóstico.

Dosis diagnóstica y tiempo de diagnóstico. Se emplearon hembras de mosquitos adultos en bioensayos toxicológicos en varias repeticiones y en días consecutivos. Con el empleo de un total de 400 a 600 individuos, para cada producto. Se colocaron las hembras en ocho botellas (Pyrex) de 250 ml (30 hembras por cada botella) con tapón de baquelita, cada botella se impregno con 1 mL de solución de prueba, enseguida se dejó evaporar el solvente, después de esto se introdujeron

las hembras y se registró la mortalidad a partir de los 20 minutos de la aplicación y hasta 24 horas después de la misma. El criterio de mortalidad utilizado, consistió en la observación en el fondo de la botella a aquellos mosquitos adultos sin movimientos o con síntomas de postración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Malation. Los porcentajes de mortalidad para las cuatro poblaciones de mosquitos adultos iniciaron a los 20 minutos con porcentajes bajos, e incrementaron gradualmente a medida que se realizaron las siguientes lecturas; la población de Mezquital permaneció menor al 10%, hacia las dos horas después de la aplicación, mientras que las poblaciones de Villas del Carmen, Lerdo y Gómez Palacio variaron del 40 al 60% de mortalidad. Los mayores porcentajes de mortalidad se alcanzaron a las 24 horas. Las poblaciones de mosquitos de la localidad de Lerdo obtuvieron el menor porcentaje de mortalidad mientras que el mayor porcentaje de mortalidad se presentó en las poblaciones de mosquitos de Villas del Carmen, con 80 y 100% respectivamente (Figura 1).

Clorpirifos. Para clorpirifos los porcentajes de mortalidad a los 20 minutos fueron más altos que en malatión, 15% para la población de Lerdo, arriba del 30% para las poblaciones de Mezquital y Gómez Palacio, y casi del 60% para la población de Villas del Carmen, Dgo., hacia los demás tiempos de lectura los porcentajes aumentaron considerablemente y alcanzaron el 100% en las cuatro poblaciones al término de las 24 horas (Figura 2).

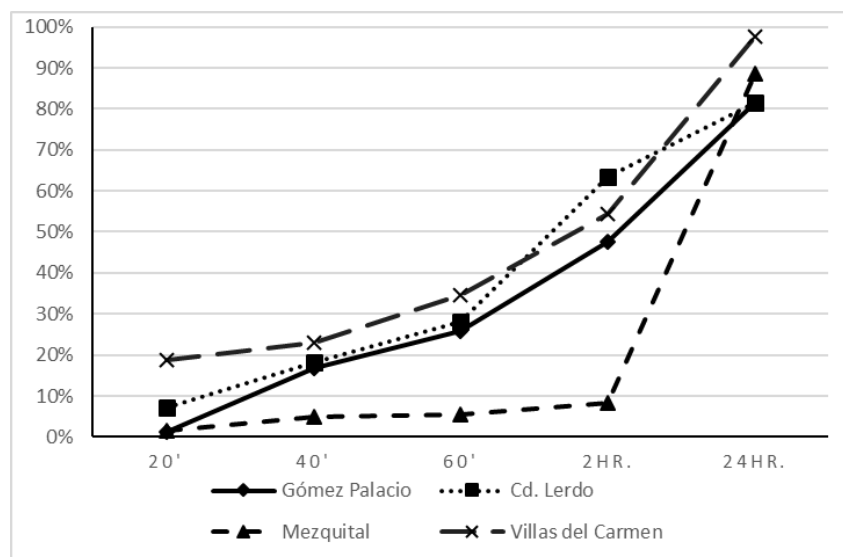


Figura 1. Representación gráfica de la evolución de los porcentajes de mortalidad desde el inicio de observación a 20 minutos hasta 24 horas.

De acuerdo a la información previa de que se disponía en el trabajo del CENAPRECE (2016) de la Secretaría de Salud sólo se había trabajado en poblaciones de mosquitos *Ae. aegypti* de Gómez Palacio, Dgo. Si bien, ha sido esta localidad de mayor importancia por los casos de dengue reportados por el Sector salud, ahora se cuenta con información adicional respecto a las poblaciones del área de Durango y el Mezquital, áreas con potencial problemas de virus transmitidas por mosquitos.

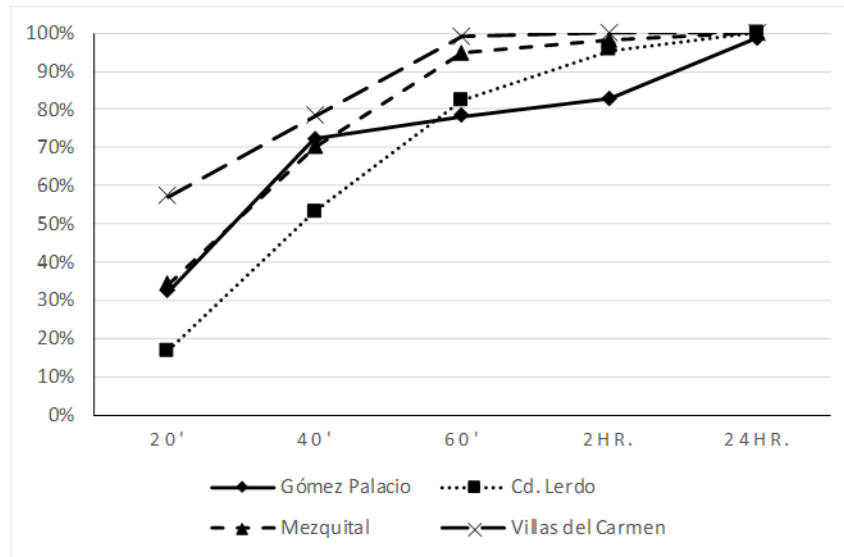


Figura 2. Representación gráfica de la evolución de los porcentajes de mortalidad desde el inicio de observación a 20 minutos hasta 24 horas.

Respecto a los dos productos insecticidas empleados en el presente estudio, ambos pertenecen al grupo toxicológico de los organofosforados. Sin embargo, debido a diferencias en su estructura química, la toxicidad mostrada de ambos productos (clorpirifos y malatión) en la población de mosquitos de Villas del Carmen, Dgo., fue similar. Sólo la población de mosquitos de Gómez Palacio mostró porcentaje de mortalidad mayor respecto a las de las otras localidades y desde el inicio de registro de la mortalidad a los 20 minutos.

En su momento el sector salud realizó bioensayos con los productos clorpirifos, deltametrina, D-fenotrina y bendiocarb (CENAPRECE 2016); y como resultados de sus trabajos de bioensayos hacía las siguientes recomendaciones para Durango: Para tratamientos espaciales de ultra bajo volumen (UVB) en exteriores, en zonas y poblaciones urbanas y en zonas rurales (rociados en barrera) aplicar Clorpirifos y para rociados en interiores (insecticidas con acción residual), aplicar bendiocarb. Por lo que ahora y como resultado del presente estudio se tiene que de acuerdo con los criterios de evaluación del efecto y los resultados de mortalidad a las 24 horas en *Ae. aegypti* a los insecticidas probados, considerando los siguientes criterios de interpretación de las pruebas de susceptibilidad de la OMS (13), que establece que con porcentajes de mortalidad del 90 al 97%, pueden ser posibles casos de resistencia; con mortalidades menores del 90% se presentan casos de resistencia y mortalidades del 98 al 100%, la población es susceptible y puede seguir empleándose con seguridad el producto probado; tal como se muestra exclusivamente para el caso de la población de mosquitos de Gómez Palacio, para el producto clorpirifos. Sin embargo, se debe tener precaución y evitar un uso intensivo de este producto pues en poblaciones de mosquitos del estado de Veracruz se han documentado casos de resistencia a este producto (Lopez *et al*, 2014).

CONCLUSIONES

Debido a los porcentajes de mortalidad mostrados a las 24 horas de experimentación las poblaciones de mosquitos de *Ae. aegypti* de Gómez Palacio, Lerdo, Mezquital y Villas del Carmen Dgo., muestran casos de resistencia al producto malatión.

Sólo la población de *Ae. aegypti* de Gómez Palacio, Dgo., resultó ser susceptible al producto clorpirifos de acuerdo con los criterios propuestos por la OMS.

LITERATURA CITADA

- Finney, D. J. 1971. *Probit Analysis*, 3rd ed. Cambridge University Press, Cambridge. 333 pp.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1979. Recommended methods for the detections and measurement of resistance of agricultural pest to pesticide. *FAO Plant Protection Bulletin*, 27:29-32.
- Georghiou, G. P., M. Wirth, H. Tran, F. Saume y A. B. Kneudsen. 1975. Potential for Organophosphate Resistance in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the Caribbean area and Neighboring Countries. *Journal of medical entomology*, 24(3): 290-294. Doi: <https://doi.org/10.1093/jmedent/24.3.290>.
- Hammerstrom, R. J. Insect resistance to insecticides. 1958. Insect Resistance to Insecticides *Public Health Report*, 73(12): 1126–1131.
- Hemingway, J. y H. Ranson. 2000. Insecticide resistance in insect vectors of human disease. *Annual Review Entomology*. 45:371-391. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.371>.
- Lagunes-Tejeda A. y J.A. Villanueva-Jiménez. 1994. *Toxicología y manejo de insecticidas*. Colegio de Postgraduados. México. 264 pp.
- Lopez, B., G. Ponce, J. A. Gonzalez, S. M. Gutierrez, O. K. Villanueva, G. Gonzalez, C. Bobadilla, I.P. Rodriguez, W. C. Black y A. E. Flores. 2014. Susceptibility to Chlorpyrifos in Pyrethroid-Resistant Populations of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Mexico. *Journal Medical Entomological*. 51(3): 644–649. DOI: <https://doi.org/10.1603/ME13185>.
- Secretaría de Salud. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE). 2016. *Guía Metodológica para las Acciones de Control Larvario*.
- Secretaría de Salud. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE). 2010. *Guía de nebulización (rociado espacial) para la aplicación de insecticidas a volumen ultra bajo (ulv) con equipo pesado*.
- SSA. Secretaría de Salud. 2014. NORMA Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2014. Publicada el 8 de enero de 2001 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 15 de diciembre de 2014.
- Vontas, J., E. Kioulos, N. Pavlidi, E. Morou, A. Della Torre y H. Ranson. 2012. Insecticide resistance in the major dengue vectors *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 104(2): 126-131.