

La importancia de elegir y usar los insecticidas apropiadamente en el combate contra el vector del dengue

Patricia Penilla Navarro¹, Alma D. López¹, Francisco Solís Santoyo¹, Farah Zamira Vera Maloof¹, José G. Ordóñez González¹

¹Centro Regional de Investigación en Salud Pública, INSP

penilla@insp.mx



Los insecticidas reducen el índice de picaduras de mosquitos, y por consiguiente la transmisión de patógenos (virus, bacterias y parásitos) causantes de enfermedades, como el dengue y paludismo, que pueden ser mortales.

Sin embargo, los mosquitos han encontrado la manera de evadir a los insecticidas, reduciendo su efectividad. Los usuarios tienden entonces a aumentar las dosis del mismo insecticida, lo que da como resultado la selección de mosquitos resistentes y aumento de la contaminación ambiental. Tal escenario se puede evitar alternando insecticidas de diferentes grupos toxicológicos.



Uso de insecticidas en salud pública

El uso de piretroides y otros insecticidas con diferentes modos de acción (organofosforados y carbamatos) está autorizado en el control de mosquitos, pero deben utilizarse a conciencia para evitar la resistencia a insecticidas y contaminación ambiental.

El monitoreo de resistencia a insecticidas se hace necesario para el diseño de estrategias exitosas¹. Un estudio retrospectivo del vector del dengue en México demostró que el constante uso de piretroides provocó una rápida evolución de la resistencia en el lapso de solo 13 años².

En escenarios donde los genes de resistencia se fijan en mosquitos de campo es difícil erradicarlos. El trabajo en equipo para obtener datos de resistencia, junto con el historial de aplicación de insecticidas, es crucial para prevenirlos.

El Programa de Control de Vectores de Tlapachula y el Centro Regional de Investigación en Salud Pública monitoreamos la resistencia en el vector del dengue; se encontró que tras 5 años de suspensión del uso de piretroides los mosquitos aún estaban altamente resistentes³, y, a partir de entonces, la resistencia fue disminuyendo paulatinamente en los 3 años consecutivos⁴.

¿Cómo aparece y se propaga la resistencia a insecticidas?

La mayoría de los insecticidas son neurotóxicos; por ejemplo, los piretroides se pegan a los canales de sodio de las neuronas generando un estímulo eléctrico constante, resultando en hiperexcitación, convulsión y parálisis del mosquito susceptible, el derribo inmediato y, finalmente, su muerte. Cuando los mosquitos son resistentes a la concentración del piretroide que normalmente mata a una población susceptible⁵ es porque presenta mutaciones en los canales de sodio, evitando la unión del insecticida; o en el camino al sitio blanco, el insecticida es metabolizado por enzimas detoxificantes más efectivas o más abundantes que en los mosquitos susceptibles.

Al rociar un insecticida, los mosquitos susceptibles serán eliminados, y algunos sobrevivientes con variaciones genéticas se reproducirán dejando en su descendencia la herencia genética tolerable a ese insecticida⁶. Si se continúa aplicando el mismo insecticida, después de varias generaciones, los mosquitos resistentes aumentarán cambiando de ser una población mayoritariamente susceptible a ser una población resistente. Con alternar insecticidas con diferente mecanismo de acción se evitará la propagación de resistencia.

Rociado espacial e importancia del tamaño de gota

Para rociar en espacios donde están volando y picando los mosquitos, se aplican insecticidas utilizando equipos que producen nubes frías o calientes con máquinas pesadas, motomochilas y termonebulzadoras (Figura 1)⁷. Para garantizar una mortalidad efectiva de los mosquitos, las gotitas de la nube deben tener un tamaño ideal entre 10 y 30 micras. Si son más grandes que 30 micras caen muy rápido al suelo, y más pequeñas que 10 micras se elevan y se pierden, sin impactar a los mosquitos. Esto se logra mediante una calibración adecuada de los equipos: tamaño de gota y tasa de descarga. Cuando la calibración no se lleva a cabo, las dosis no son las apropiadas, se favorece la selección de resistencia al insecticida y este termina siendo inefectivo. Los botes de aerosoles comerciales para el uso de la población en general están regularmente bien equilibrados.⁸ Sin embargo, se carece de información para rociar las concentraciones necesarias para matar a mosquitos susceptibles o resistentes.

Figura 1. Rociados espaciales de insecticidas a Ultra Bajo Volumen (ULV) con: Equipo pesado (HP), Motomochila y Termonebulzadora.



Horarios ideales para rociar para el control del dengue

Para aplicar los rociados es importante conocer las horas de mayor actividad de vuelo y alimentación de los mosquitos. Generalmente es en las primeras horas de la mañana y al atardecer, cuando la temperatura ambiental baja. Dentro de las viviendas la aplicación de insecticidas se hace en horarios diurnos utilizando motomochilas o termonebulizadoras⁹.

Conclusión

Llevar a cabo el monitoreo de la resistencia en el vector del dengue es importante para que el cambio a un insecticida con diferente modo de acción sea oportuno, y así evitar la fijación de genes de resistencia en las poblaciones de campo y la contaminación del medio ambiente.



Referencias bibliográficas

1. World Health Organization (WHO). Management of insecticide resistance in vectors of public health importance. Report of the ninth meeting of the global collaboration for development of pesticides for public health. Ginebra, Suiza, 9-10 septiembre 2014. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/145673/9789241508247_eng.pdf?sessionid=28BBB4AE1572C138ABC8A62931DBA9F67&sequence=1
2. García GP, Flores AE, Fernández-Salas I, Saavedra-Rodríguez K, Reyes-Solis G, Lozano-Fuentes S, et al. Recent rapid rise of a permethrin knock down resistance allele in *Aedes aegypti* in Mexico. *PLoS Negl Trop Dis*. 2009;3(10):e531. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000531>
3. Solís-Santoyo F, Rodríguez AD, Penilla-Navarro RP, Sánchez D, Castillo-Vera A, López-Solis AD, et al. Insecticide resistance in *Aedes aegypti* from Tapachula, Mexico: Spatial variation and response to historical insecticide use. *PLoS Negl Trop Dis*. 2021;15(9): e0009746. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009746>
4. Penilla-Navarro P, Solís-Santoyo F, López-Solis A, Rodríguez AD, Vera-Maloof F, Lozano S, et al. Pyrethroid susceptibility reversal in *Aedes aegypti*: A longitudinal study in Tapachula, Mexico. *PLoS Negl Trop Dis*. 2024;18(1): e0011369. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011369>
5. Brown AWA, Pal K. Insecticide resistance in arthropods. En: World Health Organization. Monograph Series Nº. 38. Ginebra: World Health Organization; 1971: 491.
6. Vera-Maloof FZ, Saavedra-Rodríguez K, Elizondo-Quiroga AE, Lozano-Fuentes S, Black IV WC. Coevolution of the Ile1,016 and Cys1,534 Mutations in the Voltage Gated Sodium Channel Gene of *Aedes aegypti* in Mexico. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015 Dec 11;9(12):e0004263.
7. SSA. NORMA Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2014, Para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores. DOF Diario Oficial de la Federación 16/04/2015.
8. López-Solis AD, Janich AJ, Solís-Santoyo F, Ordóñez-González JG, Fuentes-Maldonado G, Saavedra-Rodríguez K, et al. Evaluation of commercial aerosol insecticides for control of *Aedes aegypti* susceptible or resistant to pyrethroids. *Salud Pública Mex*. 2023 Mar 10;65(2 mar-abr):151-159.
9. Organización Mundial de la Salud. Pulverización de insecticidas en el aire para la lucha contra los vectores y las plagas de la salud pública. Guía práctica. 2003. WHO/CDS/WHOPEP/GCDPP/2003.5