

Resistencia a insecticidas en el P'iik (*Triatoma dimidiata*): causas y mecanismos de un problema en aumento^φ

Paulina Navarro-Carrillo, Wilbert A. Chi-Chim,
Lourdes G. Talavera-Aguilar, Julián E. García-Rejón*

Introducción

Piik, palabra de la lengua maya asociada con “picar”, es el nombre de la chinche besucona *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) que transmite la enfermedad de Chagas (EC). Este insecto se distribuye en muchas regiones de América Latina y es considerado una especie invasora en Estados Unidos de América y España (Dorn 2007; Ferral-Piña 2008).

El insecto pertenece a la subfamilia Triatominae (Hemiptera: Reduviidae), cuya diversidad incluye 158 especies de triatominos (Dorn *et al.* 2007; Ferral-Piña 2008). En México, es uno de los vectores del parásito *Trypanosoma cruzi*, agente causal de la EC, o tripanosomiasis americana, que es una enfermedad zoonótica con un cuadro clínico agudo en humanos, y que si no se trata de forma oportuna puede complicarse al convertirse en una infección crónica y un problema de salud pública. En México, alrededor de 900,000 personas podrían haberse infectado con *T. cruzi* entre 2015 y 2019 (CENAPRECE 2022).

La fumigación con insecticidas en las casas ha sido uno de los métodos más eficaces para reducir las poblaciones de *T. dimidiata* y, por ende, la disminución de la transmisión de la enfermedad. Sin embargo, el uso frecuente y excesivo de estos químicos ha provocado resistencia a los insecticidas en las poblaciones de *T. dimidiata* (Zuluaga *et al.* 2024). El

^φLaboratorio de Arbovirología. Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. CP 97225.

*julian.garcia@correo.uady.mx

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6799>



objetivo de este trabajo es describir cómo la chinche *T. dimidiata* desarrolla mecanismos de resistencia a insecticidas y la importancia de este problema emergente.

¿Cuáles son las características de *T. dimidiata*?

Es un insecto hematófago que se caracteriza por un aparato bucal alargado llamado rostro (usado para succionar sangre), tres pares de patas delgadas y un cuerpo aplanado, amarillo-anaranjado. Su ciclo de vida incluye huevo, cinco etapas ninfales y adulto. Tanto las etapas inmaduras como los adultos se alimentan de sangre de mamíferos silvestres y domésticos, incluyendo el ser humano (Fig. 1).



Figura 1. *Triatoma dimidiata*, “chinche besucona”, con colores oscuros y cafés que le facilitan el camuflaje en grietas y paredes. Este insecto es un vector de la enfermedad de Chagas, ya que transmite a *Trypanosoma cruzi* al alimentarse de sangre humana y de animales.

Si *T. dimidiata* está infectada con *T. cruzi*, puede transmitirlo durante su alimentación sobre el hospedero vertebrado y es liberado en las heces. *Trypanosoma cruzi* se introduce en la piel del hospedero (Fuentes-Vicente *et al.* 2021). Estos insectos son nocturnos y suelen alimentarse durante la noche y buscar pareja (Vargas-Abasolo *et al.* 2024). Se pueden encontrar en diferentes ambientes como selváticos, domésticos o peridomiciliarios y suelen ingresar a las viviendas a través de grietas, rocas o hendiduras en techos o paredes (Reyes-Novelo *et al.* 2011).

*“La fumigación con insecticidas en las casas ha sido uno de los métodos más eficaces para reducir las poblaciones de *T. dimidiata* y, por ende, la disminución de la transmisión de la enfermedad.”*

Uso de insecticidas para el control de vectores

En México, la Secretaría de Salud utiliza insecticidas de acción residual como parte de sus estrategias de control químico para reducir la presencia de vectores de la EC (CENAPRECE 2022). El insecticida es rociado intradomiciliario, impregnando las paredes y formando una barrera química con el insecticida (Fig. 2).



Figura 2. Insecticidas piretroides de uso residual para la fumigación interior y exterior de las viviendas contra *Triatoma dimidiata*. Estos productos son efectivos por su acción duradera y seguros para los seres humanos.

La metodología establecida indica que la aplicación debe realizarse de arriba y abajo de manera uniforme en todas las paredes, siendo necesario mover muebles y objetos para garantizar que estos alcancen todas las áreas posibles en donde los vectores pudieran resguardarse. Cabe destacar que esta intervención debe contar con la previa aceptación de los habitantes de la vivienda (WHO 2022).

Ciertos insectos pueden sobrevivir a insecticidas que resultarían mortales para la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie. Los insectos que logran sobrevivir transmiten esa característica a sus descendientes, lo que provoca la formación de poblaciones resistentes. Este fenómeno ocurre gracias a una combinación de

procesos bioquímicos y fisiológicos mediados a través de factores genéticos y ambientales (Mougabure-Cueto y Lobbia 2021).

La resistencia a insecticidas en *T. dimidiata* es un fenómeno complejo de procesos bioquímicos y fisiológico que incluye la resistencia conductual donde el insecto evita el contacto con el insecticida. La resistencia metabólica ocurre por la acción de enzimas que degradan el compuesto, mientras que la resistencia por menor penetración cuticular y modificación del sitio de acción es causada por mutaciones genéticas que alteran los canales de sodio y sus receptores, reduciendo su sensibilidad y efecto (Fig. 3) (Georghiou y Taylor 1977; Mougabure-Cueto y Lobbia 2021).



Figura 3. Mecanismos de resistencia en *Triatoma dimidiata*. Se muestran los diferentes procesos involucrados en la resistencia a grupos de insecticidas. Incluyen la resistencia cuticular, mutaciones genéticas, resistencia metabólica y resistencia conductual. Los mecanismos alterados ayudan a que el insecto pueda sobrevivir a los tratamientos químicos.

“En México, la Secretaría de Salud utiliza insecticidas de acción residual como parte de sus estrategias de control químico para reducir la presencia de vectores de la EC.”

Fenotipo de resistencia a insecticidas en *Triatoma dimidiata*

En los triatominos, pueden presentarse diferentes mecanismos de resistencia a los insecticidas. En varias regiones de México, incluyendo Yucatán, se han identificado mutaciones kdr (del inglés Knockdown resistance), las cuales modifican el sitio donde actúan los insecticidas en el canal de sodio del sistema fisiológico del insecto.

Estas mutaciones son una evidencia de que la resistencia de triatominos en algunos municipios de Yucatán está relacionada con cambios genéticos. Es un punto clave, ya que este mecanismo de resistencia comienza a emerger en las poblaciones locales y en los triatominos de México (Saucedo-Montalvo *et al.* 2025).

La resistencia a insecticidas es un problema de salud pública, ya que se vuelve más difícil controlar las poblaciones de insectos. Este fenómeno surge por el uso extensivo y repetido de productos con el mismo ingrediente activo, lo que provoca una disminución en su eficacia y deja menos opciones disponibles para combatirlos. Entonces, se necesitan desarrollar nuevos insecticidas, y esto requiere tiempo, costos elevados de investigación, desarrollo, producción y comercialización. Por ello, es fundamental utilizar adecuadamente los insecticidas disponibles para prolongar su efectividad y de esta forma evitar el aumento de la resistencia (Sparks y Nauen 2015).

¿Qué investigaciones hay para el control de *Triatoma dimidiata*?

En los últimos años, se han explorado alternativas para el control de *T. dimidiata* debido a que cada vez resiste más a los insecticidas tradicionales. Los científicos buscan nuevas soluciones no tóxicas que permitan un control sostenible de vectores en lugares con escasos recursos (Gual-Gonzales *et al.* 2022).

En México, se han probado insecticidas microencapsulados para reducir poblaciones de insectos en comunidades rurales (Baéz-Hernández *et al.* 2017; Gual-Gonzales *et al.* 2022). Sin embargo, existen otras alternativas que los expertos estudian actualmente, como el uso de hongos entomopatógenos que infectan y degradan la cutícula del insecto mediante enzimas hidrolíticas, así como trampas con feromonas sexuales emitidas por las glándulas metaesternales para atraer a los triatominos y capturarlos de forma efectiva (Gutiérrez-Cárdenas 2018).

“La resistencia a insecticidas es un problema de salud pública, ya que se vuelve más difícil controlar las poblaciones de insectos.”

Conclusión

La resistencia a insecticidas representa un desafío creciente debido a la capacidad de *T. dimidiata* de resistir por mecanismos definidos. Dichos mecanismos están influenciados por factores genéticos, biológicos, así como el uso repetitivo de un mismo ingrediente activo, lo que reduce la eficacia de los programas de control. Este escenario obliga a buscar alternativas para desarrollar nuevos compuestos. A pesar de las investigaciones para el control de las poblaciones de triatomíneos, es importante el uso adecuado y responsable de los insecticidas existentes para poder minimizar la resistencia a estos productos químicos. La innovación tecnológica y la participación de las comunidades serán fundamentales para reducir el riesgo de las enfermedades transmitidas por vector.

Referencias

- Baéz-Hernández A, Che-Mendoza A, Pérez-Sánchez E, González-Hernández F, Hernández-Herrera L, Valerio-Gómez E, Blanco-Cornejo M, Correa-Morales F y Vásquez-Márquez MA. 2018. Eficacia biológica de bendiocarb 80 % (Ficam W®) y pirimifos-metil 28.16 % (Actellic 300CS®) en rociado residual sobre triatomíneos vectores de la enfermedad de Chagas. *Entomología Médica y Forense* 5:497-503.
- Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE). 2022. Estrategia de intervención nacional para la interrupción de la transmisión vectorial intradomiciliaria de la enfermedad de Chagas en México. Fecha de consulta 27/06/2025 en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/819576/Estrategia de intervencion nacional para la Interrupcion de la transmision vectorial intradomiciliaria de la enfermedad de Chagas en Mexico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/819576/Estrategia_de_intervencion_nacional_para_la_interrupcion_de_la_transmision_vectorial_intradomiciliaria_de_la_enfermedad_de_Chagas_en_Mexico.pdf)
- Dorn P, Monroy C y Curtis A. 2007. *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811): a review of its diversity across its geographic range and the relationship among populations. *Infection, Genetics and Evolution* 7(2):343-352.
- Ferral-Piña J. 2008. Evaluación de estrategias de control de *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811) (Hemiptera: Reduviidae) vector de la enfermedad de Chagas en Yucatán, México Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Fuentes-Vicente J, Zenteno-Rosales J, Santos-Hernández N, Ruiz-Castillejos C y Espinoza-Medinilla E. 2021. Chinchés vemos, si son de Chagas no sabemos: diferencias de los triatomíneos con otras chinches. *Desde el herbario CICY* 13:87-90.
- Georghiou GP y Taylor CE. 1977. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. *Journal of Economic Entomology* 70(3):319-323.
- Gual-Gonzalez L, Medina M, Valverde-Castro C, Beltrán V, Caro R, Triana-Chávez O, Nolan M y Cantillo-Barraza O. 2022. Laboratory evaluation and field feasibility of micro-encapsulated insecticide effect on *Rhodnius prolixus* and *Triatoma dimidiata* mortality in rural households in Boyacá, Colombia. *Insects* 13(11):1061.
- Gutiérrez-Cárdenas OG, Cortéz-Madrigal H, Malo EA y Rineaud N. 2018. Feromona sexual y hongos entomopatógenos: un plus en su aprovechamiento en el manejo integrado de plagas. *Biocencia* 20(3):28-34.

- Mougabure-Cueto G y Lobbia PA. 2021. Estado de la resistencia a insecticidas en *Triatoma infestans* de Argentina. *Revista De Salud Ambiental* 2: 137–146.
- Reyes-Novelo E, Ruiz-Piña H, Escobedo-Ortegón J y Barrera-Pérez M. 2011. Biología y ecología de *Triatoma dimidiata* (Latreille, 1811), algunos aspectos de estudio. *Dugesiana* 18(1):11-16.
- Saucedo-Montalvo MC, Davila-Barboza JA, Gutierrez-Rodriguez SM, Lopez-Monroy B, Favela-Lara S, Rodriguez-Sanchez IP, Reyes-Solis GDC, Bobadilla-Utrera C y Flores AE. 2025. First report of the L925I kdr mutation associated with pyrethroid resistance in genetically distinct *Triatoma dimidiata*, vector of Chagas disease in Mexico. *Tropical Medicine and Infectious Disease* 10(7):182.
- Sparks TC y Nauen R. 2015. IRAC: mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 121:122-128.
- Vargas-Abasolo R, Alavez-Rosas D y Córdoba-Aguilar A. 2024. Más allá de los insecticidas: buscando un control ecológico y sustentable de las chinches besuconas. *Elementos* 134:105-110.
- World Health Organization (WHO). 2002. Manual para el rociado residual intradomiciliario: Aplicación para el control de vectores (WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2000.3 Rev.1). WHO. Ginebra. pp. 51.
- Zuluaga S, Fernández GJ, Mejía-Jaramillo AM, Lowenberger C y Triana-Chávez O. 2024. Exploring novel pyrethroid resistance mechanisms through RNA-seq in *Triatoma dimidiata* from Colombia. *Current Research in Insect Science* 7:100103.

Navarro-Carillo P, Chi-Chim WA, Talavera-Aguilar LG, García-Rejón JE. 2026. Resistencia a insecticidas en el P'iik (*Triatoma dimidiata*): causas y mecanismos de un problema en aumento. *Bioagrociencias* 19 (1): 68-74.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6799>