

Pablo Manrique-Saide, Abdiel Martín-Park, Azael Che-Mendoza y Jorge Alfredo Palacio Vargas

“Mosquitos buenos” con *Wolbachia* para combatir el dengue en Yucatán

Resumen

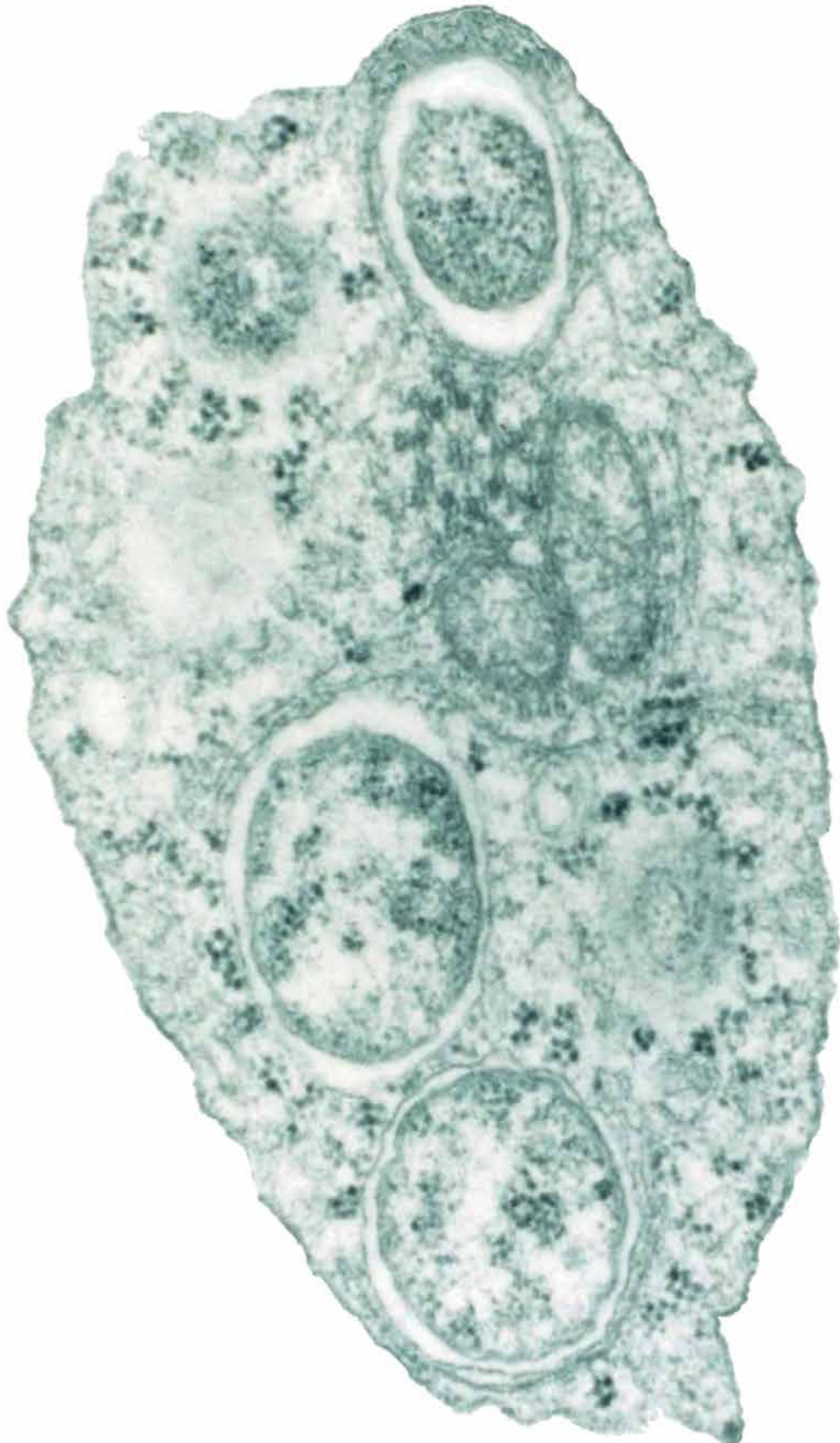
El concepto de “mosquitos buenos” hablando de *Aedes aegypti* portadores de la bacteria *Wolbachia* sintetiza su doble contribución: reducción de poblaciones vectoriales y menor capacidad de transmitir el virus bajo determinados esquemas operativos. La Estrategia *Aedes-Wolbachia* en Mérida, Yucatán –que forma parte de la Estrategia Nacional para el Control del Dengue y Otras Arbovirosis– combina el control vectorial tradicional con el reemplazo poblacional mediante la siembra de cápsulas con huevos de mosquitos buenos, con la finalidad de reducir la transmisión del dengue. En este artículo se describen sus bases biológicas, la evidencia científica y la colaboración academia-sector salud que sustenta su implementación programática.

Abstract

The concept of “good mosquitoes” for *Aedes aegypti* carrying the bacterium *Wolbachia* summarizes their dual contribution: reduction of vector populations and decreased capacity to transmit viruses under specific operational schemes. The *Aedes-Wolbachia* Strategy in Mérida, Yucatán –integrated into the National Strategy for the Control of Dengue and Other Arboviral Diseases– combines traditional vector control with population replacement through the deployment of capsules containing eggs of “good mosquitoes”, with the aim of reducing dengue transmission. This article describes its biological foundations, supporting scientific evidence, and the collaboration between academia and the health sector that underpin its programmatic implementation.

El dengue y los límites del control tradicional

El dengue, junto con la chikungunya y el zika, continúa siendo un problema prioritario de salud pública en México. Estas arbovirosis afectan principalmente zonas urbanas de climas tropicales, donde el mosquito *Aedes aegypti*



encuentra condiciones óptimas para reproducirse en recipientes domésticos y peridomésticos, y mantiene así un contacto estrecho con la población humana, lo que favorece la transmisión persistente y la ocurrencia de brotes recurrentes.

En ausencia de tratamientos antivirales específicos y con opciones de vacunación limitadas, la prevención del dengue sigue dependiendo en gran medida del control del vector. Las acciones tradicionales –control químico de adultos-larvas y manejo de criaderos– siguen siendo indispensables, especialmente el uso de adulticidas para la mitigación de brotes. Sin embargo, cuando se aplican de forma predominantemente reactiva o sin continuidad territorial, sus efectos suelen ser limitados y de corta duración.

Ante este panorama, se ha impulsado la incorporación de herramientas complementarias e innovadoras dentro del manejo integrado del *Aedes aegypti* (OPS, 2019), como una estrategia que reconoce que ninguna intervención aislada es suficiente y que la sostenibilidad requiere la integración ordenada de múltiples tácticas bajo la rectoría del sector salud.

Endosimbionte
Organismo muy pequeño que vive dentro de otro ser vivo (llamado hospedero) de forma que ambos se benefician. Por ejemplo, algunas bacterias viven dentro de insectos o animales que les ayudan a obtener nutrientes, defenderse de enfermedades o sobrevivir en ciertas condiciones.

La estrategia *Aedes-Wolbachia*: de la reducción del mosquito al reemplazo poblacional

La estrategia *Aedes-Wolbachia* es una intervención biológica diseñada para reducir la capacidad del mosquito *Aedes aegypti* para transmitir virus como el del dengue, zika y chikungunya, sin buscar la eliminación del vector del ambiente. Su objetivo central es disminuir de manera sostenida la transmisión del dengue y otras arbovirosis urbanas, complementando de manera efectiva las acciones tradicionales de control vectorial (OPS, 2019).

A diferencia de los enfoques clásicos, centrados en la reducción de la abundancia del mosquito, esta estrategia adopta el concepto de *reemplazo o sustitución poblacional*. En lugar de eliminar al vector, se busca reemplazar o sustituir progresivamente las poblaciones silvestres altamente competentes para la transmisión viral con poblaciones que tienen una menor capacidad de transmitir el virus, debido a la presencia de la bacteria *Wolbachia*.

En México, la estrategia *Aedes-Wolbachia* se incorpora como línea de acción dentro de la Estrategia Nacional para el Control del Dengue y Otras Arbovirosis 2025-2030 (Cenaprece, 2025), bajo la rectoría del sector salud. En Yucatán, su implementación cuenta con el respaldo técnico y científico del Laboratorio para el Control Biológico de *Aedes aegypti* de la Universidad Autónoma de Yucatán (LCB-UADY) (UADY, 2025).

¿Por qué se habla de “mosquitos buenos”?

Wolbachia es una bacteria **endosimbionte** presente de forma natural en numerosos insectos, aunque no en el *Aedes aegypti*. Cuando se introduce y se establece en esta especie, ocurre un cambio funcional clave (escudo biológico): el virus del dengue tiene grandes dificultades para multiplicarse dentro del mosquito.

El mosquito sigue siendo el mismo –no deja de picar ni desaparece–, pero su capacidad para transmitir el virus se reduce de forma importante. Por esta razón, en la divulgación científica y en la comunicación con la comunidad se ha adoptado el término “mosquitos buenos” (Martín-Park y cols., 2024), para referirse a mosquitos que, aunque presentes en el ambiente, representan un menor riesgo epidemiológico (Figura 1).

Cuando hablamos de “mosquitos buenos”, nos referimos también a una estrategia para frenar su reproducción (supresión poblacional). Al liberar machos que portan la bacteria *Wolbachia*, éstos actúan como un control natural: cuando se aparean con las hembras silvestres, los huevos no llegan a nacer. Es una forma de reducir la población de mosquitos de manera dirigida, cerrándole el paso a las enfermedades que transmiten.

Mecanismos biológicos que sustentan el reemplazo poblacional

La efectividad de la estrategia *Aedes-Wolbachia* se basa en tres mecanismos biológicos complementarios:

1. *La transmisión materna*. Las hembras portadoras de *Wolbachia* transmiten la bacteria a toda su descen-



Figura 1. Infografías “Mosquitos buenos”. Ejemplo de materiales usados para la comunicación social de la Estrategia *Aedes-Wolbachia* en Yucatán.

dencia a través de los huevos, lo que permite que su presencia persista generación tras generación.

2. **La incompatibilidad citoplasmática.** Los cruces entre machos con *Wolbachia* y hembras sin la bacteria producen huevos inviables, mientras que las hembras portadoras sí generan descendencia viable. Este fenómeno confiere una ventaja reproductiva que favorece la expansión progresiva de *Wolbachia* en la población del mosquito.
3. **El bloqueo de la transmisión viral.** La bacteria *Wolbachia* interfiere con la replicación del virus del dengue dentro del mosquito, reduciendo la carga viral y la probabilidad de transmisión durante la picadura. Conforme aumenta la proporción de mosquitos con *Wolbachia*, disminuye el riesgo de transmisión a nivel comunitario.

La combinación de estos mecanismos explica por qué *Wolbachia* puede operar simultáneamente como herramienta de reemplazo y de supresión dentro de programas integrados (Figura 2).

Evidencia científica

La efectividad del reemplazo poblacional del *Aedes aegypti* con *Wolbachia* ha sido documentada en distintos contextos epidemiológicos. Uno de los estudios más sólidos proviene de Yogyakarta, Indonesia

(Utarini y cols., 2021), donde un ensayo controlado aleatorizado mostró una reducción cercana al 77 % en la incidencia de dengue, acompañada de una disminución aún mayor en hospitalizaciones en las zonas intervenidas frente a aquellas sin mosquitos con *Wolbachia*. Desde 2017, el Ministerio de Salud

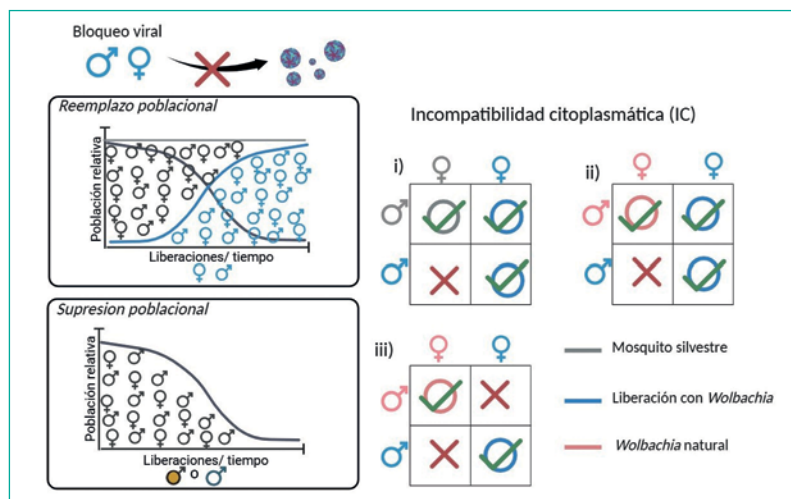


Figura 2. Esquema de las estrategias de control del *Aedes aegypti* basadas en *Wolbachia*. Se ilustran dos enfoques principales: reemplazo poblacional, donde la liberación sostenida de mosquitos con *Wolbachia* permite la invasión y establecimiento de esta bacteria en la población silvestre mediante su transmisión materna, destacando el efecto de bloqueo viral asociado a *Wolbachia*, que reduce la capacidad de transmisión de arbovirus; asimismo, supresión poblacional, donde la liberación de machos (portadores de *Wolbachia*) reduce la población al generar cruces incompatibles (incompatibilidad citoplásmica, IC) que impiden la eclosión de huevos. A la derecha se muestran los distintos escenarios de IC según el estatus de infección (mosquito silvestre, liberado con *Wolbachia* o con infección natural), indicando los cruces compatibles e incompatibles. Imagen cortesía de Yamili Concretas Perera.

de Malasia ha implementado liberaciones de *Aedes aegypti* con la cepa *wAlbB*, observándose reducciones promedio cercanas al 60% en casos de dengue en sitios intervenidos, con mayor impacto conforme la bacteria se establece en la población de mosquitos (Hoffmann y cols., 2024).

En conjunto, estos hallazgos –derivados tanto de ensayos controlados como de implementaciones programáticas a gran escala– refuerzan la consistencia del enfoque. A partir de esta evidencia acumulada, la Organización Mundial de la Salud reconoce el reemplazo poblacional del *Aedes aegypti* con *Wolbachia* como una intervención segura, eficaz y escalable, particularmente cuando forma parte de estrategias

de manejo integral del vector y no como sustituto de las acciones convencionales (ops, 2019).

¿Cómo se implementa la estrategia en Mérida?

En Mérida, la estrategia se implementa mediante la siembra dirigida de cápsulas con huevos de *Aedes aegypti* portadores de *Wolbachia* (Figura 3). Se colocan (siembran) las cápsulas en unidades diseminadoras (UD) usando como guía la red de ovitrampas existente (González-Acosta, 2020). Una ovitrampa es un dispositivo utilizado en vigilancia entomológica para monitorear la presencia y abundancia de *Ae. aegypti*. Es un recipiente (generalmente negro) con



Figura 3. Elaboración y presentación de cápsulas con huevos de *Aedes aegypti* portadores de *Wolbachia* para reemplazo poblacional.



Figura 4. Implementación de estrategia de reemplazo mediante el uso de cápsulas con huevos de *Aedes aegypti* portadores de *Wolbachia*. Personal técnico de las brigadas de vigilancia entomológica con ovitrampas distribuye las cápsulas en las UD. Esta estrategia, basada en usar la red de ovitrampas para definir los puntos de liberación, facilita la liberación para promover el reemplazo poblacional y el bloqueo de la transmisión de arbovirus.

agua, que contiene un sustrato interno (papeleta), usado por las hembras de *Ae. aegypti* para depositar sus huevos (oviposición). El personal de la Secretaría de Salud revisa semanalmente las ovitrampas y el número de huevos se usa para estimar la densidad poblacional del mosquito. La UD es un recipiente de las mismas características que la ovitrampa, pero sin papeleta, y se usa únicamente para la siembra de las cápsulas.

Para la siembra de las cápsulas se emplea una UD por cada ovitrampa activa en las **áreas prioritarias** para el programa (Figura 4).

Al entrar en contacto con el agua, las cápsulas se disuelven y los huevos eclosionan, dando origen a mosquitos portadores de *Wolbachia*. Este método permite una introducción gradual, estandarizada y segura de la bacteria, sin liberar directamente mosquitos adultos y facilitando la integración con las actividades rutinarias del programa de control vectorial.

La siembra de cápsulas en UD, pareadas con ovitrampas activas, permite aprovechar la infraestructura existente del Programa de Control de Vectores, en particular la red de ovitrampas, los procedimientos rutinarios de visita, revisión y registro en predios, la aceptación comunitaria previamente construida, así como los sistemas habituales de georreferenciación y registro. En conjunto, estos elementos posibilitan una ejecución estandarizada, trazable y plenamente integrada a las actividades regulares del programa.

De la supresión poblacional a una estrategia sostenible

Las primeras experiencias con *Wolbachia* en Yucatán se realizaron bajo esquemas de *supresión poblacional* (Martín-Park y cols., 2022), lo que permitió desarrollar capacidades técnicas, logísticas y de vigilancia entomológica. Estos aprendizajes fueron

Áreas prioritarias

Mejor conocidas como *hotspots*, término que se utiliza para aludir a áreas geográficas delimitadas mediante análisis epidemiológicos que presentan transmisión sostenida de dengue, chikungunya y zika, y un riesgo elevado de brotes o patrones específicos de transmisión que justifican intervenciones focalizadas.

fundamentales para identificar los retos operativos y sociales de la intervención.

Con base en esta experiencia y en la evidencia internacional disponible, se decidió transitar hacia el *reemplazo poblacional* como eje central de la estrategia *Aedes-Wolbachia*, integrándola de manera formal al Programa de Control de Vectores de los Servicios de Salud de Yucatán.

Producción local, colaboración y perspectivas

La estrategia *Aedes-Wolbachia* en Mérida representa una experiencia institucional inédita al integrarse formalmente a un programa público de control vectorial bajo liderazgo del sector salud y con respaldo académico. Este modelo ha permitido evolucionar de una intervención piloto a una herramienta programática con potencial de expansión hacia localidades prio-

ritarias de Yucatán, la península y otras regiones del país.

Un elemento central de la estrategia es el Laboratorio para el Control Biológico de *Aedes aegypti* de la Universidad Autónoma de Yucatán (LCB-UADY), una infraestructura pública sin fines de lucro que produce las cápsulas con huevos de mosquitos portadores de *Wolbachia*, realiza control de calidad entomológico y molecular y brinda soporte técnico continuo al programa. Esta capacidad fortalece la autonomía operativa y la sostenibilidad de la intervención. El laboratorio constituye una plataforma singular en México, Centroamérica y el Caribe, con capacidad para producir semanalmente millones de mosquitos y cerca de 15 millones de huevos con *Wolbachia*, destinados a estrategias de reemplazo poblacional con baja competencia vectorial para dengue, zika y chikungunya.



La proyección internacional del modelo se evidenció en enero de 2026 con la transferencia tecnológica y donación de material biológico a Cuba (ops, 2026), acompañada de capacitación técnica para su implementación. Esta cooperación Sur-Sur refleja el valor de la ciencia pública como bien compartido para fortalecer la respuesta regional frente al dengue y otras arbovirosis. En conjunto, la experiencia mexicana muestra que la innovación en control vectorial no depende únicamente de nuevas tecnologías, sino de la articulación entre investigación, políticas públicas y colaboración internacional. En ese sentido, los “mosquitos buenos” representan más que una intervención biológica: simbolizan una nueva forma de enfrentar enfermedades transmitidas por vectores mediante soluciones sostenibles, basadas en evidencia y construidas desde lo local hacia lo global.

Pablo Manrique-Saide

Universidad Autónoma de Yucatán.
pablo_manrique2000@hotmail.com

Abdiel Martín-Park

Universidad Autónoma de Yucatán.
ampark27@gmail.com

Azael Che-Mendoza

Universidad Autónoma de Yucatán y Servicios de Salud de Yucatán.
achemendoza@gmail.com

Jorge Alfredo Palacio Vargas

Servicios de Salud de Yucatán.
etv_yuc@ssy.gob.mx

Referencias específicas

- Cenaprece (2025), “Estrategia Nacional para el Control del Dengue y Otras Arbovirosis 2025-2030”, Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades [en línea]. Disponible en: <<https://www.gob.mx/salud/cenaprece/documentos/estrategia-nacional-para-el-control-del-dengue-y-otras-arbovirosis-2025-2030>>, consultado el 6 de mayo de 2026.
- González-Acosta, C., J. Cime-Castillo y F. Correa-Morales (2020), “Control integrado de vectores en México”, *Ciencia*, 71(1):52-63.
- Hoffmann, A. A., N. W. Ahmad, W. M. Keong, C. Y. Ling, N. A. Ahmad *et al.* (2024), “Introduction of *Aedes aegypti* mosquitoes carrying *wAlbB Wolbachia* sharply decreases dengue incidence in disease hotspots”, *iScience*, 27(2):108942. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.108942>>.
- Martín-Park, A., A. Che-Mendoza, Y. Contreras-Perera, S. Pérez-Carrillo, H. Puerta-Guardo *et al.* (2022), “Pilot trial using mass field-releases of sterile males produced with the incompatible and sterile insect techniques as part of integrated *Aedes aegypti* control in Mexico”, *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 16(4):e0010324. Disponible en: <<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010324>>.
- Martín-Park, A., Y. Contreras-Perera, A. Che-Mendoza, S. Pérez-Carrillo, N. Pavía-Ruz *et al.* (2024), “Recommendations for implementing innovative technologies to control *Aedes aegypti*: Population suppression using a combination of the incompatible and sterile insect techniques (IT-SIT), based on the Mexican experience/initiative”, *Insects*, 15(12):987. Disponible en: <<https://doi.org/10.3390/insects15120987>>.
- ops (2019), *Evaluación de las estrategias innovadoras para el control de Aedes aegypti: desafíos para su introducción y evaluación del impacto*, Washington, Organización Panamericana de la Salud. Disponible en: <<https://doi.org/10.37774/9789275320969>>.
- ops (2026), “México y Cuba fortalecen cooperación bilateral, ops acompaña los esfuerzos para el control del *Aedes aegypti*”, Organización Panamericana de la Salud [en línea]. Disponible en: <<https://www.paho.org/es/noticias/3-2-2026-mexico-cuba-fortalecen-cooperacion-bilateral-ops-acompana-esfuerzos-para-control>>, consultado el 6 de mayo de 2026.
- UADY (2025), “Implementan el control biológico del *Aedes aegypti* ‘Mosquitos buenos con *Wolbachia*”, Universidad Autónoma de Yucatán [en línea]. Disponible en: <<https://ccba.uady.mx/noticias/url/mosquitobueno>>, consultado el 6 de mayo de 2026.
- Utari, A., C. Indriani, R. A. Ahmad, W. Tantowijoyo, E. Arguni *et al.* (2021), “Efficacy of *Wolbachia*-infected mosquito deployments for the control of dengue”, *The New England Journal of Medicine*, 384(23): 2177-2186. Disponible en: <<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2030243>>.