

## Contribución de estudios entomológicos sobre *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*. Retrospectiva y retos para su control en Cuba, 1981-2016

## Contribution of entomological studies about *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. Retrospective analysis and challenges for their control in Cuba, 1981-2016

Juan Andrés Bisset Lazcano, María del Carmen Marquetti Fernández, María Magdalena Rodríguez Coto

Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí" (IPK). La Habana, Cuba.

---

### RESUMEN

**Introducción:** el Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí" juega un papel fundamental en detectar y dar respuesta a la aparición de eventos epidemiológicos que afectan a la población cubana.

**Objetivo:** resumir la contribución realizada por la referida institución a lo largo de más de 30 años al conocimiento de aspectos de la biología, ecología y control de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, vectores de arbovirosis en Cuba.

**Métodos:** se consultaron fuentes publicadas en Cuba desde 1981 hasta el primer trimestre del año 2016. Además fueron consultadas las bases de datos Biblioteca Cochrane, LILACS, Medline y SciELO. Por otra parte, se tuvieron en cuenta información recogida en tesis de maestrías, doctorados, resultados relevantes, todos presentados en el Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí". Los reportes publicados se identificaron utilizando palabras clave en inglés y español como *Aedes albopictus*, *Aedes aegypti*, dengue, zika, control, biología, ecología, Cuba. Finalmente, se consultaron bibliografías citadas en artículos indexados.

**Resultados:** se realizó la tipificación de hábitats de *Ae. aegypti* y *Ae. Albopictus*, la asociación con otras especies de culícidos y la variación estacional y temporal de sus poblaciones. Se destacó la permanencia de *Ae. aegypti* en sus sitios de cría a pesar de la fuerte presión con insecticida a que ha estado sujeto y la rápida dispersión de *Ae. albopictus* en el país. Con respecto al control, se caracterizó la resistencia a insecticidas en *Culex quinquefasciatus* y *Ae. aegypti*, demostrándose que poseen mecanismos de resistencia a los distintos insecticidas. La resistencia a temefós en larvas de *Ae. aegypti* evolucionó rápidamente bajo presión de selección

---

en el laboratorio. Se demostró la necesidad de incorporar la aplicación de insecticidas residuales para controlar al mosquito adulto y la carencia de evaluación del impacto de los agentes biológicos en el terreno.

**Conclusiones:** las investigaciones relacionadas con la biología y control de los mosquitos *Ae. aegypti* y *Ae. Albopictus* constituyen continuos retos para el departamento de control de vectores, a fin de dar respuesta al recrudecimiento de las enfermedades transmitidas por estos insectos.

**Palabras clave:** *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; arbovirosis; control químico; control biológico.

---

## ABSTRACT

**Introduction:** Pedro Kouri Tropical Medicine Institute plays a fundamental role in detecting and responding to the emergence of epidemiological events affecting the Cuban population.

**Objective:** summarize the contribution made by the Institute during more than thirty years to the knowledge of aspects of the biology, ecology and control of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, vectors of arbovirus infections in Cuba.

**Methods:** a review was conducted of sources published in Cuba from 1981 to the first quarter of 2016. The databases Cochrane Library, Lilacs, Medline and SciELO were also consulted. Account was likewise taken of information contained in master's degree and PhD theses, and relevant results, all of these presented at Pedro Kouri Tropical Medicine Institute. The reports published were identified with key words such as *Aedes albopictus*, *Aedes aegypti*, dengue, zika, control, biology, ecology, Cuba, and their counterparts in Spanish. Finally, a review was made of bibliographic references cited in indexed papers.

**Results:** typification was performed of *Ae. aegypti* and *Ae. Albopictus* habitats, their association with other Culicidae species, and the seasonal and temporal variation of their populations. Noteworthy was the permanence of *Ae. aegypti* mosquitoes in their breeding sites despite the strong pressure with insecticides they have been under, and the fast dispersion of *Ae. albopictus* in the country. With respect to control, characterization was made of insecticide resistance in *Culex quinquefasciatus* and *Ae. aegypti*, showing that they have resistance mechanisms against the different insecticides. Resistance to temephos in *Ae. aegypti* larvae evolved rapidly under selection pressure in the laboratory. It was found that it is necessary to incorporate the use of residual insecticides to control adult mosquitoes, as well as the absence of impact evaluation of biological agents in the field.

**Conclusions:** research about the biology and control of *Ae. aegypti* and *Ae. Albopictus* mosquitoes constitutes a permanent challenge for the vector control department, in order to respond to the growing severity of diseases transmitted by these insects.

**Keywords:** *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; arbovirus infection; chemical control; biological control.

## INTRODUCCIÓN

Como es de conocimiento en Cuba, la institución que juega un papel fundamental en dar respuesta a la aparición de eventos epidemiológicos que afectan la población es el Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí" (IPK) donde se desarrollan investigaciones, se realizan diagnósticos y constituye un centro de referencia nacional para enfermedades infecciosas y parasitarias. Una de las ramas que se investiga en este centro lo constituye la entomología médica y control de vectores; se desarrollan tareas que incluyen varios órdenes y familias de insectos principalmente la familia Culicidae representada por los mosquitos y dentro de estos, los vectores de malaria y de arbovirosis como el dengue, chikungunya, zika y otras.

Cada año, los insectos y otros vectores transmiten agentes infecciosos a más de mil millones de personas provocando más de 700 000 muertes en el mundo. La creciente urbanización descontrolada, otros cambios ambientales, el incremento de los viajes a nivel mundial, entre otros factores, han contribuido a la emergencia de estas enfermedades. Como se evidenció en el año 2016 con la ocurrencia de epidemia de fiebre amarilla en Angola<sup>1</sup> y casos en otros países, así como, la rápida expansión del virus del zika en el continente americano.<sup>2</sup> El riesgo de contraer estas enfermedades es particularmente alto en pueblos y ciudades donde los mosquitos encuentran hábitats favorables para su proliferación y donde el contacto con los humanos es alto.<sup>3</sup>

En 1981, en Cuba ocurrió el brote más grave de dengue hemorrágico registrado en la región de las Américas. El costo de la epidemia cubana de dengue se calculó en 103 millones de dólares, cifra que incluyó las medidas de control y los servicios médicos. De este total 41 millones correspondieron a atención médica, 5 millones a salarios pagados a pacientes adultos, 14 millones a las pérdidas de producción y 43 millones al costo inicial directo del Programa de Erradicación de *Aedes aegypti*.<sup>4-7</sup> A raíz de la epidemia fue creada la Campaña Nacional de Erradicación del *Ae. aegypti* por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz quien expresó en esa oportunidad: "Erradicar de inmediato la epidemia y reducir la densidad del *aegypti* a cero o llevarlo a una cifra tan baja que no constituya un peligro epidemiológico".

La rápida expansión global del dengue, chikungunya, zika y fiebre amarilla durante el periodo 2015-2016 ha marcado un reto para el personal de salud involucrado en el control de los vectores de dichas arbovirosis.<sup>2</sup> Cuba a diferencia del resto del mundo está en un lugar privilegiado en este campo y específicamente en el control de *Ae. aegypti* y *Aedes albopictus*, ya que mientras, el mundo se está organizando ya Cuba cuenta con un programa bien establecido y generalizado en todo el país, posee personal calificado, manuales, equipamientos, investigaciones y todo lo que se precisa para la respuesta global que se le quiere dar al control de vectores en los próximos años 2017-2030 por la Organización Mundial de la Salud.<sup>2</sup>

La propagación de estas arbovirosis se atribuye a la expansión en la distribución geográfica de los mosquitos vectores, el más importante de éstos es *Ae. aegypti*, una especie predominantemente urbana y *Ae. albopictus*, considerado como un vector de menor importancia en la transmisión del virus del dengue en áreas donde ambas especies son simpátricas.<sup>8</sup>

La escasez de datos sobre aspectos de la bioecología y control de *Ae. aegypti* y otros culicidos urbanos que pudieran fortalecer la vigilancia entomológica como parte fundamental del Programa de Control de *Ae. aegypti* desde 1981, hizo posible el comienzo de investigaciones en el Departamento de Control de Vectores del IPK para dar respuestas a las interrogantes que fueron apareciendo en el transcurso del

establecimiento de dicho programa, hasta los momentos actuales. Con este trabajo se quiere resumir la contribución realizada por esta institución a lo largo de más de 30 años al conocimiento de aspectos de la biología, ecología y control de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*, de gran importancia en la implementación y mantenimiento de las estrategias de control de estos vectores en momentos de presencia de casos de arbovirosis como dengue, chikungunya y zika en el país.

## MÉTODOS

Los documentos que se consultaron fueron fuentes publicadas en Cuba principalmente la Revista Cubana de Medicina Tropical y la Revista Cubana de Higiene y Epidemiología desde 1981 hasta el primer trimestre de 2016. Además fueron consultadas las bases de datos Biblioteca Cochrane, LILACS, Medline y SciELO.

Por otra parte, se tuvo en cuenta información recogida en tesis de maestrías, doctorados, resultados relevantes, todos presentados en el Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí", donde se encuentra el Departamento de Referencia de Entomología y Control de Vectores de Cuba y único lugar donde se realizan investigaciones sobre culícidos en el país. Los reportes publicados se identificaron utilizando palabras claves en inglés y español como *Aedes albopictus*, *Aedes aegypti*, dengue, zika, control, biología, ecología, Cuba. Finalmente, se consultaron bibliografías citadas en artículos indexados.

## RESULTADOS

### *AEDES AEGYPTI*. RESEÑAS DE ESTUDIOS BIOECOLÓGICOS REALIZADOS EN CUBA

En Cuba los estudios sobre mosquitos vectores antes de la epidemia de dengue hemorrágico ocurrida en 1981, estaban dirigidos fundamentalmente a la sistemática, distribución e importancia epidemiológica de estos.<sup>9-14</sup> Posteriormente, con la implementación de la campaña de erradicación del *Ae. aegypti* comenzaron una serie de investigaciones dirigidas al conocimiento de la bioecología y control de esta especie.

Los primeros resultados encontrados durante la etapa intensiva de la campaña en los meses de agosto y septiembre de 1981 fue una reducción drástica de *Ae. aegypti* y un aumento paulatino de la especie *Culex quinquefasciatus* en los recipientes de cría típicos de *Ae. aegypti*.<sup>15</sup> En una zona peri urbana de La Habana durante el año 1982 se encontró este mismo comportamiento y un aumento además de la presencia de *Aedes mediovittatus*.<sup>16,17</sup> Posteriormente en un estudio de comportamiento larval de *Ae. aegypti* y *Ae. mediovittatus* en condiciones de laboratorio se comprobó la dominancia de *Ae. aegypti* sobre la segunda especie.<sup>18</sup>

Unido a estos resultados se registró la cantidad de sitios de cría compartidos por *Ae. aegypti* y *Cx. quinquefasciatus* por medio de los índices de amplitud y solapamiento del nicho,<sup>19</sup> obteniéndose altos y similares valores de amplitud de nicho para *Ae. aegypti* y *Cx. quinquefasciatus*. Por otro lado se demostró que estas especies en condiciones de laboratorio no compiten por el espacio ni por el alimento lo que favorece una segregación de nicho y su coexistencia.<sup>20</sup>

En el período (1982-1992) el mosquito dominante en el ecosistema urbano de La Habana continuó siendo *Cx. quinquefasciatus* y los depósitos de mayor positividad a mosquitos fueron depósitos artificiales y tanques bajos, seguidos por un segundo grupo que incluyó neumáticos de autos usados y larvitrapas (dispositivo que consiste en una porción de un cuarto de neumático de auto con 45 cm de arco y 40 cm de cuerda, cerrado en su parte superior colocándose a 50 cm del suelo en el interior y exterior de los locales para detectar la presencia de larvas de *Ae. aegypti*, a la misma se le adiciona 1 litro de agua semanalmente). En este mismo tiempo se destaca el papel de la larvitrapa en la vigilancia de *Ae. aegypti* y en la estabilización de mosquitos invasores del ecosistema urbano.<sup>21,22</sup> En otros resultados, no se encontró correlación entre el número de recipientes positivos a *Ae. aegypti* y las precipitaciones ocurridas tanto en la época de seca como la de lluvia, lo que enfatizó la necesidad de mantener una estricta vigilancia durante todo el año favorecido este comportamiento por la mayor positividad en recipientes de almacenamiento de agua.<sup>23</sup>

En varios municipios de La Habana en el período 1992-2000 se encontró que las especies con mayor abundancia continuaban siendo *Ae. mediovittatus*, *Cx. quinquefasciatus*, *Ae. aegypti* y *Culex nigripalpus* en orden descendente<sup>24-26</sup> y se resaltó el posible papel de la primera especie en el mantenimiento del virus del dengue en la naturaleza.<sup>27</sup>

En cinco municipios de La Habana en el 2005 se identificaron 50 hábitats utilizados por *Ae. aegypti* en el área urbana y se llamó la atención sobre su presencia en sitios de cría atípicos.<sup>28</sup> Por otra parte, se evidenció el incremento la presencia de este mosquito en el ecosistema urbano<sup>29,30</sup> en la época de lluvia correspondientes a los meses entre mayo y octubre. Posteriormente entre el 2005 y el 2009 se determinaron una serie de investigaciones, como las determinaciones de las longitudes de las alas de 332 hembras de *Ae. aegypti* y se demostró que las de talla mayor se correspondieron con adultos provenientes de bebederos de animales y neumáticos usados,<sup>31</sup> además de encontrarse un mayor número de hembras de *Ae. aegypti* reposando dentro de las viviendas con preferencia en salas, cuartos y baños y un 19 % reposando en los patios, así como la presencia de todas las edades fisiológicas en las hembras de una misma población (paridas, nulíparas, alimentadas y grávidas, destacándose estas últimas.<sup>32</sup>

En los estudios sobre la la vigilancia pupal de *Ae. aegypti* se determinaron los recipientes más productivos.<sup>33-36</sup>

#### *AEDES ALBOPICTUS*. RESEÑA DE ESTUDIOS BIOECOLÓGICOS REALIZADOS EN CUBA

La presencia de *Ae. albopictus* se reportó por primera vez en 1995, en el municipio La Lisa de la provincia La Habana, en Cuba,<sup>37</sup> paulatinamente se extendió por el territorio cubano y actualmente se encuentra distribuido en todo el país. El último reporte científico en el 2012, corresponde a la provincia de Santiago de Cuba<sup>38</sup> ubicada en la parte más oriental.

Existen pocos estudios realizados sobre este mosquito, se destaca el que reporta la primera tipificación de sitios de cría de la especie en Cuba;<sup>39</sup> el cual demostró que la larvitrapa fue el recipiente con mayor presencia de este mosquito, seguido por las latas con una mayor cantidad de recipientes con estadios inmaduros de *Ae. albopictus* en el exterior de las casas.<sup>40</sup> Por otra parte, esta especie también se encontró criando en neumáticos usados de automóviles en mayor número, principalmente en la estación lluviosa,<sup>41</sup> además de señalar una distribución

alopátrica con respecto a *Ae. aegypti*. Se demostró la dispersión paulatina de *Ae. albopictus* en la provincia de Pinar del Río, desde el 2003 que se introdujo hasta el 2008 que ocupaba toda la provincia, y la preferencia de la especie por criar en larvitrapas, latas y tanques en esa provincia.<sup>42</sup>

En cuanto a la relación interespecífica entre *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* y otros culícidos presentes en el ecosistema urbano, se pudo comprobar la presencia de *Ae. albopictus* asociado en los sitios de cría con especies tales como *Ae. mediovittatus*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. nigripalpus* y *Ae. aegypti* fundamentalmente; existe una tendencia de la especie a la colonización individual de los sitios de cría<sup>43</sup> en los primeros años de su introducción. Sin embargo, en estudios realizados en La Habana en el periodo 2010-2012, se encontró que *Ae. albopictus* ha podido desplazar a *Ae. mediovittatus* de gran parte del ecosistema urbano, donde se dispersó en las décadas del 80 y principios de los 90 del siglo XX cuando las poblaciones de *Ae. aegypti* fueron minimizadas y no estaba presente *Ae. albopictus*.<sup>44</sup> Con *Cx. quinquefasciatus* se evidenció una coexistencia en menor grado en los sitios de cría en el área estudiada y un aumento en el número de sitios de cría compartidos con *Ae. aegypti*.<sup>44</sup>

#### PRINCIPALES RESULTADOS RELACIONADOS CON EL CONTROL QUÍMICO Y LOS MECANISMOS DE RESISTENCIA EN *AE. AEGYPTI*

En Cuba durante las operaciones de control de poblaciones larvarias de *Ae. aegypti* se ha utilizado el abate o temefós; mientras que, para adultos se han utilizado diversos tipos de insecticidas pertenecientes a los grupos organofosforados (fentión, clorpirifos, malatión); grupo piretroides (cipermetrina, lambda-cialotrina, deltametrina) y carbamatos (propoxur) entre otros. Los organofosforados específicamente malatión, temefós y fentión se utilizaron a partir de 1981; desde 1986 comenzó la utilización de los piretroides.<sup>45</sup>

El primer reporte de resistencia a temefós en Cuba fue en 1997, con la ocurrencia del brote de dengue en Santiago de Cuba.<sup>46</sup> La resistencia fue relacionada a un incremento de la actividad de enzimas esterases, específicamente una que fue clasificada, como esterasa A4. En cepas de *A. aegypti* de otros países de América Latina también se ha identificado esta esterasa, asociada con la resistencia a temefós.<sup>47</sup> Se determinó además el nivel de susceptibilidad y/o resistencia en larvas y adultos ante los insecticidas lambda-cialotrina, clorpirifos y cipermetrina; el estadio larval mostró susceptibilidad a lambda-cialotrina, clorpirifos y cipermetrina, mientras que el estadio adulto mostró ser moderadamente resistente para los insecticidas lambda-cialotrina y cipermetrina y susceptibilidad al clorpirifos.<sup>48</sup> Al comparar dos poblaciones de *Ae. aegypti* con diferente conducta de reposo en esta provincia, se demostró que no existían diferencias morfológicas significativas, además de mostrar ambas un patrón de resistencia similar y no mostrar polimorfismo genético entre ellas.<sup>49</sup>

Estudios de laboratorio también demostraron resistencia cruzada a piretroides e insecticidas organofosforados inducida por selección con temefós,<sup>50</sup> resistencia cruzada a piretroides inducida por selección con el organofosforado malatión<sup>51</sup> y resistencia a insecticidas a piretroides inducida por selección con deltametrina en cepas de *Ae. aegypti*.<sup>52</sup>

Con posterioridad se compararon la resistencia a insecticidas organofosforados en larvas de Santiago de Cuba, colectadas durante el 2009 con los resultados obtenidos en 1997. Se encontró susceptibilidad a malatión, pirimifos metil y fenitrotión; moderada resistencia a fentiión y alta resistencia a temefós y clorpirifos,<sup>52</sup> se observó en general un incremento de la resistencia a tres insecticidas en este período. En la cepa del 2009 se demostró que las esterases se encontraron con una alta actividad a una frecuencia de 0,7.<sup>53</sup>

En muestras larvianas de *Ae. aegypti* del municipio Playa en La Habana, se demostró que a pesar de la presión de selección ejercida, la cepa se mantenía susceptible a los insecticidas lambdacialotrina y cipermetrina; se comportó igual de susceptible a clorpirifos al compararla con la cepa de referencia en el 2001.<sup>54</sup> En este mismo municipio de La Habana, se reportó alta resistencia en *Ae. aegypti* para los organofosforados fentiión y temefós, y para el carbamato propoxur; moderada resistencia al fenitrotion y susceptibilidad al clorpirifos, malatión y pirimifos metil.<sup>55</sup>

Los bioensayos en larvas con el producto comercial de temefós además mostraron 100 % de mortalidad con recambio diario de agua hasta 10 días. Se demostró que ni las esterases, ni la enzima glutatión transferasa, desempeñaron un papel importante en la resistencia a insecticidas en larvas y se observó la presencia de la esterasa A4 amplificada a baja frecuencia en las muestras estudiadas.<sup>56</sup> Los mosquitos adultos resultaron ser resistentes a los piretroides ciflutrina y lambdacialotrina, en verificación a deltametrina, susceptible a cipermetrina y resistente al organofosforado clorpirifos y al organoclorado DDT.<sup>57</sup>

Por otra parte, en el monitoreo realizado en el municipio Boyeros de La Habana, se encontró susceptibilidad a insecticidas organofosforados y resistencia a los piretroides cipermetrina y deltametrina.<sup>58,59</sup>

En la provincia Pinar del Río, las larvas de *Ae. aegypti* mostraron alta resistencia a temefós, en su formulación técnica, y con los productos en su formulación comercial, se observó una efectividad del 100 %, con recambio diario de agua, de hasta 20 días para Temefar G1, 18 días para Biolarv G1 y 12 días para Abatex G1. En los ensayos de adultos, la cepa resultó susceptible a cipermetrina, deltametrina y clorpirifos, y resistente a lambdacialotrina.<sup>60</sup>

En bioensayos de terreno para determinar la eficacia de los tratamientos intradomiciliarios de termonebulización y ULV (ultra bajo volumen) con formulaciones de los insecticidas cipermetrina, lambdacialotrina y clorpirifos, utilizando la misma cepa de *Ae. aegypti*, los resultados mostraron en todos los casos que los tratamientos térmicos son más eficaces que los de ultra bajo volumen (ULV).<sup>61,62</sup>

Por otra parte, se determinó la efectividad del Sipertrin 5 SC, mediante tres procesos: tratamiento residual en los sitios de reposo-perifocal, impregnación de cortinas, y la combinación de los dos anteriores, a través de metodologías recomendadas por la Organización Mundial de la Salud, en el municipio de Santa Clara, Villa Clara.<sup>63</sup>

En los bioensayos realizados para determinar la efectividad de este piretroide en diferentes superficies,<sup>64</sup> se encontró que el tratamiento combinado (sitios de reposo, perifocal e impregnación de cortinas) fue el de mayor efecto residual, con una efectividad de hasta 5 meses. En las viviendas con tratamiento en los sitios de reposo y perifocal, la residualidad fue de 4 meses. La mayor efectividad del producto<sup>63</sup> resultó en las superficies de plástico y concreto con una mortalidad de 95 a 100 % hasta los 3 meses, mientras, que en los de metal fue de 85 %.

PRINCIPALES RESULTADOS RELACIONADOS CON EL CONTROL BIOLÓGICO SOBRE *Ae. AEGYPTI*

Existen investigaciones sobre la utilización de controles biológicos sobre las poblaciones de *Ae. aegypti* pero en su mayoría son bajo condiciones de laboratorio y pertenecen a la primera década de este siglo XXI fundamentalmente.<sup>64-66</sup> Los referentes a la utilización de *Bacillus thuringiensis* H-14 demostraron la susceptibilidad de *Ae. aegypti* al agente biológico, se justifica así el uso de este como alternativa para el control de estadios inmaduros.<sup>67,68</sup>

La eficacia de *B. thuringiensis* H-14 fue menor en la medida en que aumenta la densidad y el estadio de desarrollo larvario de *Ae. aegypti* lo que puede estar en relación con la conducta de alimentación y la disponibilidad del principio activo.<sup>69</sup> Además se demostró susceptibilidad a *B. thuringiensis* en cepas de *Ae. aegypti* colectadas en los 15 municipios de La Habana bajo condiciones de laboratorio.<sup>70</sup>

*Macrocyclus albidus* (J.) (Copepoda: Cyclopoidea), otro agente biológico, fue colectado en 4 localidades del país para evaluar la capacidad depredadora de los mismos sobre larvas de *Ae. aegypti*. Bajo condiciones de laboratorio, se pudo comprobar que este fue un depredador activo de larvas de este mosquito.<sup>71</sup> Con posterioridad también se trabajó con esta misma especie de copépodo sobre larvas de *Ae. aegypti* y *Cx. quinquefasciatus*; se observó una marcada reducción de la población larval de mosquitos.<sup>72</sup>

Se evaluó además la conducta de oviposición de hembras grávidas de *Ae. aegypti* en presencia de los agentes biológicos: *M. albidus* y *B. thuringiensis* (Bti) en condiciones de laboratorio; ello reportó que el promedio de huevos depositados en los recipientes con copépodos y *B. thuringiensis* fueron superiores al del recipiente que contenía solo agua, aunque las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas.<sup>73</sup>

El uso de peces en el control de *Ae. aegypti* demostró en condiciones de laboratorio que el consumo promedio diario de larvas de *Ae. aegypti* por *Poecilia reticulata* fue mayor que para *Cx. Quinquefasciatus*.<sup>74</sup>

El uso de nematodos en condiciones de laboratorio demostró mayor infestación en *Cx. quinquefasciatus* comparado con *Ae. aegypti*; se utilizó el parásito *Romanomermis culicivorax*<sup>75</sup> y se demostró que las larvas de segundo estadio de *Ae. aegypti* fueron más susceptibles a la infestación por *R. culicivorax* que las larvas de primer y tercer estadio.<sup>75</sup> En el 2005, se comprobó el efecto patogénico de tres nemátodos (*R. culicivorax*, *Romanomermis iyengari* y *Strelkovimermis spiculatus*) sobre larvas de *Ae. aegypti* también en condiciones de laboratorio y se recomendó su uso en depósitos artificiales no útiles, que permanezcan con agua por un tiempo.<sup>76</sup>

Recientemente se evaluó *S. spiculatus* contra *Ae. albopictus* utilizándose tres dosis de nematodos por larva (5:1, 7:1 y 10:1), lo que resultó ser efectivo.<sup>77</sup>

En la [tabla](#) se muestra un resumen de los principales resultados obtenidos sobre la bioecología y resultados de las diferentes acciones de control ejercidas sobre *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*. Se puede apreciar que se necesita el desarrollo de investigaciones sobre *Ae. albopictus* tanto en su biología como en su control principalmente en el conocimiento de la susceptibilidad y/o resistencia a los insecticidas en uso en el programa de control de estos mosquitos en Cuba.



**Tabla.** Principales resultados de la contribución de estudios entomológicos sobre *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en Cuba, 1981-2016

Temas investigados	Principales resultados	
	<i>Aedes aegypti</i>	<i>Aedes albopictus</i>
Distribución	Ampliamente distribuido. Predominio en áreas urbanas	Ampliamente distribuido. Predominio en áreas periurbanas
Plasticidad ecológica	Amplia (más de 50 tipos diferentes de sitios de cría)	Menor que <i>Ae. aegypti</i>
Principales sitios de cría	Depósitos de almacenamiento de agua y otros depósitos expuestos a las lluvias	No es común en depósitos dentro de las casas, pero sí en todo tipo de estos en los patios expuestos a las lluvias
Abundancia estacional	Se incrementa en época de lluvia	Se incrementa en época de lluvia
Sitios de reposo	Predominio en habitaciones humanas (endofilico)	Se desconocen
Edad fisiológica (técnica de detinova)	Presencia de todos los estadios fisiológicos en una misma población	Se desconoce
Productividad pupal	Alta productividad en tanques bajos	Se desconoce
Uso de larvitrapas	Efectiva en la detección del mosquito	Efectiva en la detección del mosquito
Dispersión	Presente en los mismos sitios de cría y reposo	Rápida dispersión en el país desde 1995 en que se introdujo hasta los momentos actuales
Relaciones interespecíficas	Dominante en áreas urbanas, coexiste con otras especies de mosquitos en algunos depósitos	Desplazó a <i>Cx. quinquefasciatus</i> y <i>Ae. mediovittatus</i> en áreas periurbanas. Coexistencia con <i>Ae. aegypti</i>
Resistencia a temefós	Sí	Se está investigando
Resistencia a cipermetrina	No	Se está investigando
Uso de inhibidores del desarrollo (pyriproxyfeno)	Inhibición de la emergencia del mosquito adulto, efecto subletal y en la fertilidad de la hembra	-
Tratamiento adulticida residual	Efectivo	-
Uso de Bactivec® <i>B. thuringiensis</i>	Se utiliza en determinados depósitos con agua en las casas, se carece de evaluación a nivel de terreno	Indirectamente se utiliza en determinados depósitos con agua en los patios de las casas, se carece de evaluación a nivel de terreno

#### OTRAS ALTERNATIVAS FUTURAS DE CONTROL SOBRE *AE. AEGYPTI*

Se han realizado además estudios de laboratorio para evaluar la sensibilidad de *Ae. aegypti* y otros mosquitos al diflubenzuron y al pyriproxyfeno (inhibidores del desarrollo) en condiciones de laboratorio.<sup>78,79</sup> Estos estudios evidenciaron la inhibición de la emergencia del adulto, incremento en la mortalidad pupal y en menor medida en los adultos en el proceso de la emergencia de la pupa.<sup>80</sup> También se encontró actividad larvicida, pupicida y adulticida; siendo un excelente inhibidor de la emergencia de adultos en las cepas de *Ae. aegypti* estudiadas a concentraciones bajas y afectación de la fertilidad de las hembras.<sup>80</sup>

Se han realizado además investigaciones sobre la técnica del insecto estéril (TIE),<sup>81,82</sup> sobre la acción larvicida, adulticida y repelente de algunos aceites esenciales de plantas en *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*,<sup>83-85</sup> en investigaciones de aislamiento y caracterización de nuevas bacterias entomopatógenas de fuentes ambientales,<sup>86</sup> así como, en el control de calidad de biolarvicidas (referencia nacional), validación de insecticidas para el Registro de Plaguicidas y el monitoreo continuo de la resistencia a los insecticidas en uso en el país en conjunto con el Ministerio de Salud Pública.

## DISCUSIÓN

El impacto ecológico del Programa de Erradicación de *Ae. aegypti* en sus inicios y hasta 1998, se evidenció en la ocurrencia de reemplazo ínter específico de *Cx. quinquefasciatus* en los sitios de cría de *Ae. aegypti*, la coexistencia entre estas dos especies durante los primeros cinco años, seguido por el desplazamiento de *Cx. quinquefasciatus* por *Ae. mediovittatus* y la introducción y colonización de los recipientes domésticos por *Ae. albopictus* durante 1995 y, con posterioridad, a partir de 1998, un incremento de sitios de coexistencia entre *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en área urbana y un desplazamiento de *Ae. mediovittatus* por *Ae. albopictus*.

Otro resultado a tener en cuenta es la presencia y monitoreo de *Ae. mediovittatus*, especialista en la utilización de los huecos de árboles.<sup>5,7</sup> El monitoreo de *Ae. mediovittatus* especie nativa de las Antillas Mayores es de importancia para Cuba, ya que se reporta que ésta puede contribuir al mantenimiento del virus del dengue en periodos inter epidémicos en Cuba y Puerto Rico;<sup>27,87</sup> además se demostró que este mosquito se alimentó entre un 45 % y 52 % sobre humanos, lo que evidencia su contacto con el hombre.<sup>88</sup>

Varios trabajos en la literatura mundial describen los recipientes más utilizados por *Ae. aegypti* en áreas urbanas y coinciden en que los depósitos de almacenamiento de agua para consumo humano, pequeños depósitos artificiales, gomas entre otros constituyen los principales sitios de cría de este vector<sup>89-90</sup> coincidiendo con nuestros resultados.

Con este trabajo ratificamos que si conocemos que el hábitat de *Ae. aegypti* es básicamente intra y peri domiciliario y los mismos dependen de las formas de vida de cada familia, los sistemas de salud por si solos, no son capaces de resolver este problema sin la participación activa de los individuos y de la comunidad en general. Ello significa que la participación de la población es la contrapartida necesaria a todos los esfuerzos que llevan adelante los gobiernos, pero para conseguirla es necesario vencer la desinformación, la apatía, así como crear una cultura que incluya normas de higiene distintas a las convencionales.<sup>91</sup>

*Ae. aegypti* se encontró reposando en las casas, pero parte de la población existente lo hace fuera, específicamente en los patios, factor importante a considerar en la realización adecuada y en la aplicación del tratamiento intradomiciliario con insecticidas, donde se incluyen los patios; pero que en ocasiones por error del operario y desconocimiento del morador estos quedan sin recibir el tratamiento, lo que favorece el mantenimiento de poblaciones residuales de esta especie después de periodos intensivos realizados por el Programa. Como un resultado de gran importancia se destaca que las poblaciones de *Ae. aegypti* en La Habana, no se han desplazado hacia zonas periféricas y no se han observado cambios en su comportamiento en cuanto a predilección de los recipientes para su cría a pesar de la fuerte presión a insecticida que ha estado sujeto durante más de treinta años.

Por otra parte, se comprobó la presencia de todas las edades fisiológicas de las hembras existentes en una población de *Ae. aegypti*, destacándose gran cantidad de grávidas, factor importante en la transmisión, ya que estas al realizar la puesta inmediatamente después, están listas para volver alimentarse jugando un papel determinante en la transmisión junto a las paridas que ya poseen la edad suficiente para transmitir, por lo que el riesgo de transmisión en presencia de circulación de arbovirus siempre está presente.

En cuanto a *Ae. albopictus* existen dos factores determinantes que favorecen su dispersión en varias regiones del mundo incluyendo Cuba, se destacan primeramente las condiciones climáticas dadas por temperaturas cálidas, régimen de precipitaciones y valores de humedad relativa idóneas para el completamiento de su ciclo de vida y sobrevivencia.<sup>47</sup> Por otra parte, la gran plasticidad ecológica que presenta este mosquito y que se manifiesta en el amplio rango de depósitos que utiliza para su cría, muchos de ellos garantizado como resultado de la actividad humana, incluyen las relacionadas con el transporte pasivo de sus huevos o adultos a través del transporte aéreo, marítimo y terrestre.<sup>46,92,93</sup>

La presencia de *Ae. albopictus* en Cuba implica un riesgo para la salud humana debido a su reconocido rol en la transmisión de dengue y otras arbovirosis.<sup>94</sup> Se plantea que *Ae. albopictus* es un vector menos eficiente que *Ae. aegypti* particularmente porque es un mosquito menos urbano, menos antropofílico y usualmente completa su toma de sangre sobre un solo individuo, aspectos que hacen que en lugares donde ocurren brotes de dengue donde solo hay *Ae. albopictus*, éstos son menos explosivos que donde se encuentra *Ae. Aegypti*.<sup>95,96</sup>

Se debe esperar que continúe la coexistencia entre *Ae. albopictus* y *Ae. aegypti* en La Habana, favorecido por el ciclo estacional lluvia-seca presente en Cuba; así como, la disponibilidad de criaderos existentes, producto de deficiencias en el saneamiento ambiental en ocasiones y problemas en el abasto de agua, además del control permanente sobre *Ae. aegypti* que solo afecta parcialmente las poblaciones de *Ae. albopictus* por ser este menos urbano, ser un mosquito exofílico (reposar fuera de los locales), entre otros aspectos.

#### CONTROL QUÍMICO SOBRE *AE. AEGYPTI*

En el control larval de *Ae. aegypti* el insecticida más utilizado en Cuba es el temefós o abate al 1 %. El cual es aplicado en dosificaciones domiciliarias adecuadas, que se asume que tenga un efecto larvicida hasta por 3 meses. Sin embargo, esta dosificación no considera el efecto de la dilución por el uso de agua en la actividad larvicida de temefós, ya que se ha demostrado que la extracción y reposición de agua en recipientes domiciliarios tiene un marcado efecto negativo en la actividad residual de este insecticida.<sup>97</sup>

La resistencia detectada a nivel de laboratorio al temefós o abate en tres provincias del país La Habana, Pinar del Río y Santiago de Cuba, hace que se mantenga una estricta vigilancia sobre este organofosforado y se trabaje en alternativas para poder conservar este insecticida. Este fenómeno de resistencia al temefós no solo se presenta en Cuba sino que existen varios reportes en América.<sup>98,99</sup> Como un resultado relevante para este fenómeno se encontró que esta resistencia puede revertirse cuando se deja de usar el producto por un tiempo.

Es conveniente señalar que en Cuba, en los primeros años de la década del 80 del siglo XX el tratamiento ultra bajo volumen (ULV) resultó satisfactorio para el control de las poblaciones adultas de *Ae. aegypti*, combinado con el tratamiento perifocal con fentión y el tratamiento focal de los depósitos con temefós. Esta combinación además de lograr la detención de la epidemia de dengue hemorrágico ocurrida en el país en 1981 mantuvo bajas infestaciones de *Ae. aegypti* y en muchos lugares se logró su eliminación. Posteriormente, hubo un cambio para el tratamiento térmico el cual se emplea hasta los momentos actuales.

En Trinidad y Tobago, recientemente se efectuaron experiencias con tratamiento perifocal, focal y rociado de las paredes interiores de las viviendas con fentión y tratamiento ultra bajo volumen extradomiciliario.<sup>100</sup> Los resultados mostraron el mayor porcentaje de reducción en las áreas donde se realizó tratamiento focal y rociado de las paredes. En este mismo país, posteriormente, se determinó el carácter endofílico (reposo dentro de las habitaciones humanas) de *Ae. aegypti*, aspecto presente en Cuba, lo que provee evidencia de la eficacia del uso del tratamiento residual de paredes y recomendaron la introducción de este método especialmente durante brotes o epidemias de dengue. Los expertos en Cuba también son partidarios de introducción del tratamiento residual dentro del esquema de las estrategias de control de *Ae. aegypti* en el país. Se debe destacar que todos estos estudios relacionados con la resistencia a insecticidas y sus

mecanismos fueron realizados por primera vez en Cuba, lo que también llevó a que nuestro país se convirtiera en centro de referencia de estos estudios para los países latinoamericanos.

#### CONTROL BIOLÓGICO Y *Ae. AEGYPTI*

La utilización de los agentes biológicos en el control de *Ae. aegypti* no se ha generalizado en Cuba, existiendo solo estudios a nivel de laboratorio. Si hay que destacar el uso de *B. thuringiensis* en determinados momentos como se reflejó en esta revisión, pero se carece de información científica sobre su impacto en la reducción de los índices larvales de *Ae. aegypti* en los lugares que se ha utilizado.

En conclusión, aunque se ha trabajado en varios aspectos de la ecología y control de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*, se hace necesario incorporar nuevos métodos de captura de mosquitos adultos, (utilización de trampas BG Sentinel y trampas para grávidas fundamentalmente) ya que es evidente, durante la realización de este trabajo, la carencia de resultados sobre la dinámica estacional y el conocimiento real del tamaño de las poblaciones adultas de *Ae. aegypti* en momentos de eventos epidemiológicos y en etapas, entre estos. Así como, continuar en la búsqueda de nuevas alternativas de control, como el uso de *Wolbachia*, utilización de insectos estériles, seguir valorando aceites esenciales de plantas que pudieran dar origen a sustancias con valor insecticida y fundamentalmente incrementar estudios que evalúen impacto de las medidas de control por medios químicos y biológicos en el terreno. En cuanto al *Ae. albopictus* es necesario seguir monitoreando su dispersión y asociación o competencia con *Ae. aegypti* y otros culicidos urbanos (factor importante en la interacción virus-vector o competencia vectorial) y establecer el monitoreo de la susceptibilidad y/o resistencia a los insecticidas en uso.

#### Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Yellow fever outbreak in Angola. Incident Management. Situation Report. Geneva: WHO; Julio, 2016.
2. World Health Organization. Draft Global Vector control Response (Versión 3.1). Geneva: WHO; 2016.
3. World Health Organization. Working to overcome the global impact of neglected tropical disease: first WHO report on neglected tropical diseases? Geneva: Department of Reproductive Health and Research, WHO; 2010.
4. Marquetti MC. Aspectos bioecológicos de importancia para el control de *Aedes aegypti* y otros culicidos en el ecosistema urbano. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias de la Salud. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí". La Habana, Cuba. 2006.

5. Organización Panamericana de la Salud. Dengue hemorrágico en las Américas. Guía para su prevención y control. Publicación Científica No. 598. Washington, DC: OPS; 1995. p. 1-109.
6. Tonn RR, Uribe JL, Figueredo R. *Aedes aegypti* yellow fever and dengue in the Americas. Mosq News. 1982;12:497-501.
7. Figueredo R, Armada G. Eliminación de la epidemia de dengue hemorrágico y erradicación del *Aedes aegypti*. República de Cuba 1981-1985. La Habana: MINSAP; 1985.
8. Chan YG, Ho BC, Chan KL. *Aedes aegypti* (L) and *Ae. albopictus* (Skuse) in Singapore City. Observation in relation to dengue haemorrhagic fever. Bull WHO. 1971;44:651-7.
9. Pazos SH. Contribución al estudio de los mosquitos de Cuba. Boletín de Sanidad y Beneficencia. 1909:411-29.
10. Pérez Viguera I. Los ixódidos y culicidos de Cuba. Su historia natural y médica. La Habana: Universidad de la Habana; 1956.
11. García I, Gutsevich A. Los mosquitos de Cuba como hematófagos del hombre. La Habana: Dirección Nacional de Zoológicos y Acuarios. 1969; No.15.
12. García I. Fauna cubana de mosquitos y sus criaderos típicos. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba; 1977.
13. García I, Lorenzo N. Importancia médico-veterinaria de los mosquitos en Cuba. Rev Cubana Med Trop. 1979;31:205-10.
14. González R. Nuevos reportes sobre la tribu Sabethini (Diptera: Culicidae) para Cuba. Poeyana. 1985;No. 285.
15. Bisset J, Marquetti MC. Comportamiento relativo de las densidades larvales de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* durante la etapa intensiva de la Campaña Anti-*aegypti*. Rev Cubana Med Trop. 1983;35(2).
16. Bisset J, Marquetti MC, González B, Mendizábal ME, Navarro A. Estudio de la estabilidad relativa de los criaderos urbanos a través de los índices de diversidad y equitatividad y riqueza de especies. Rev Cubana Med Trop. 1985;37(3).
17. Bisset J, Marquetti MC, Mendizábal ME, González B, Navarro A. La abundancia larval de mosquitos urbanos durante la campaña de Erradicación de *Aedes aegypti* Linn, 1762 y del dengue en Cuba 1981-1982 . Rev Cubana Med Trop. 1985;37(2).
18. Moreno S. Conducta de estadios inmaduros de *Aedes aegypti* y *Aedes mediovittatus* en criaderos mixtos en condiciones de laboratorio. Tesis para optar por el grado en Master en Entomología y Control de Vectores. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí", La Habana, Cuba. 1999.
19. Bisset J, Marquetti MC, Mendizábal ME, González B, Navarro A. Algunos aspectos del nicho ecológicos de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* en el ambiente urbano. Rev Cubana Med Trop.1987;39(2).

20. Leyva M, Marquetti MC, Montada D. Segregación de nicho de *Aedes aegypti* y *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio. Rev Cubana Med Trop. 2012;64(2).
21. Suárez E, Barrios LA, Vega A, Navarro A. Análisis de los resultados de la campaña de erradicación del mosquito *Aedes aegypti* en el municipio Consolación del Sur. Rev Cubana Med Trop. 1989; 41: 226-35.
22. Marquetti MC, Carús F, Aguilera L, Navarro A, González D. Comportamiento del programa de Erradicación de *Aedes aegypti* en 2 municipios de Ciudad de La Habana 1990-1992. Rev Cubana Med Trop. 1996;48(3).
23. Marquetti MC, Carús F, Aguilera L, Navarro A. Influencia de factores abióticos sobre la incidencia de *Aedes aegypti* en el municipio 10 de Octubre 1982-1992. Rev Cubana Med Trop. 1995;47(2).
24. Marquetti MC, Núñez N, Aguilera L, Navarro A. Incidencia de culícidos en una zona urbana de Ciudad de La Habana durante 1995. Rev Cubana Med Trop. 1997;49(3).
25. Marquetti MC, Aguilera L, González D. Abundancia proporcional de culícidos en Plaza de la Revolución durante el Programa de Erradicación del Vector del Dengue. Rev Cubana Med Trop. 1999;51(3).
26. Aguilera L, Reyes M, Marquetti MC, Valdés V, Navarro A. Sucesión ecológica de las especies de mosquitos en el municipio Boyeros, Ciudad de la Habana 1994-1996. Rev Cubana Med Trop. 2000;52(2).
27. Fuentes O, Marquetti MC, Lugo J. Presence of *Aedes mediovittatus* in Cuba: a new factor to be considered in the National Campaign to eradicate dengue. Bull Panam Health Org. 1992;26(1).
28. Marquetti MC, Suárez S, Bisset J, Leyva M. Reporte de hábitats utilizados por *Aedes aegypti* en Ciudad de la Habana. Rev Cubana Med Trop. 2005; 57:2.
29. Marquetti Fernández MC, Fuster Callaba C, Martín Díaz I. Distribución espacial y temporal de los sitios de cría de *Aedes albopictus* y *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Pinar del Río, Cuba. Rev. Biomedica. 2014; 25:54-67.
30. Marquetti MC, Leyva M, Bisset JA, García A. Recipientes asociados a la infestación por *Aedes aegypti* en La Lisa, Ciudad de La Habana, Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2009;61(3).
31. Bisset J, Marquetti MC, Leyva M, Rodríguez M. Distribución y talla del adulto de *Aedes aegypti* asociado con los sitios de cría. Rev Cubana Med Trop. 2008; 60: 1.
32. Marquetti MC. Vector Ecology of *Aedes sp.* in Cuba. Conferencia Científica Oportunidades de Colaboración para las Investigaciones en Arbovirus. Cuba-Estados Unidos. Hotel Nacional, Noviembre, 2016.
33. Portillo R. Factores ecológicos asociados a la infestación pupal de *Aedes aegypti* en el municipio Playa. Tesis para optar por el grado de Master en Entomología y Control de Vectores. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí". La Habana, Cuba. 2005.

34. Bisset JA, Marquetti MC, Suárez S, Rodríguez MM, Padmamabha J. Application of the pupal/demographic-survey methodology in an area of Havana, Cuba, with low densities of *Aedes aegypti* (L). Ann Trop Med Parasitol. 2006; 100(Suppl. 1): S45-S51.
35. Bisset J, Marquetti MC, Suárez S, Rodríguez M. Multicountry study of *Aedes aegypti* pupal productivity survey methodology finding and recommendations. TDR/IRM/DEN/06.1.
36. Bisset J, Marquetti MC, García A, Vanderlerberghe V, Leyva M, Van der Stuyft P, et al. Vigilancia pupal de *Aedes aegypti* como una herramienta en el control de este vector en un municipio con baja densidad poblacional en la Ciudad de La Habana, Cuba. Rev Biomédica. 2008; 19(2): 92-103.
37. González R, Marro E. *Aedes albopictus* in Cuba. J Am Mosq Control Assoc. 1999; 15: 569-70.
38. Castillo RM, Pérez MG, Mesa A, Silva I, Alfonso Y, Marquetti MC. Reporte de la presencia y sitios de cría de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) en la región oriental de Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2014; 66: 143-7.
39. Marquetti MC, Valdés V, Aguilera L. Habitat characterization, dispersion and association of *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) with other culicids in Cuba. J Am Mosq Control Assoc. 2001; 17(3).
40. Valdés V, Marquetti MC, Pérez K, González R, Sanchez L. Distribución espacial de los sitios de cría de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) en Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba. Rev Biomed. 2009; 20: 72-80.
41. Marquetti MC, Bisset J, Leyva M, García A, Rodríguez R. Comportamiento estacional y temporal de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en La Habana, Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2008; 60(1).
42. Fuster CA. Distribución espacial y temporal de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en Pinar del Río 2003-2010. Tesis para optar por el grado de Master en Entomología y Control de Vectores. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí", La Habana, Cuba. 2012.
43. Pérez Castillo M, Mendizábal Alcalá ME, Peraza Cuesta I, Molina Torriente RE, Marquetti Fernández MC. Distribución espacial y temporal de los sitios de cría de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) en La Habana, Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2014; 66: 2.
44. Marquetti Fernández MC, Pérez Castillo M, Mendizábal Alcalá ME, Peraza Cuesta I, Molina Torriente RE, Leyva Silva M. Relación inter específica de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) con especies de culicidos en La Habana, Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2015; 67; 2.
45. Bisset J, Rodríguez M, Díaz C, Marquetti MC, Ortiz E. The mechanisms of organophosphate and carbamate resistance in *Culex quinquefasciatus* from Cuba. Bull Entom Res. 1990; 80: 245-50.

46. Rodríguez M, Bisset J, Fernández DM, Lauzan L, Soca A. Detection of insecticida resistance in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Cuba and Venezuela. J Med Entomol. 2001; 38:623-8.
47. Rodríguez M, Bisset J, Mila LH, Calvo E, Díaz C, Soca A. Niveles de resistencia a insecticidas y sus mecanismos en una cepa de *Aedes aegypti* de Santiago de Cuba. Rev Cubana Med Trop. 1999;51(2):83-8.
48. Bisset J, Rodríguez M, Molina D, Díaz C, Soca A. Esterasas elevadas como mecanismo de resistencia a insecticidas organofosforados en cepas de *Aedes aegypti*. Rev Cubana Med Trop. 2001;53(1).
49. Bisset J, Rodríguez M, De Armas Y. Comparación de 2 poblaciones de mosquitos *Aedes aegypti* de Santiago de Cuba con diferente conducta de reposo. Rev Cubana Med Trop. 2005;57(2).
50. Rodríguez M, Bisset J, Ruíz M, Soca A. Cross-reistance to pyrethroid and organophosphorus insecticidas induced by selection with temephos in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Cuba. J Med Entomol. 2002; 39:882-8.
51. Rodríguez M, Bisset J, Díaz C, Soca A. Resistencia cruzada a piretroides en *Aedes aegypti* de Cuba inducido por la selección con el insecticida organofosforado malatión. Rev Cubana Med Trop. 2003;55(2): 105-11.
52. Montada D, Calderón I, Leyva M, Figueredo D. Niveles de susceptibilidad de una cepa de *Aedes aegypti* procedente de Santiago de Cuba ante los insecticidas lambdacialotrina, cipermetrina y clorpirifos. Rev Cubana Med Trop. 2007;59(1).
53. Rodríguez M, Bisset J, Ricardo Y, Pérez O, Montada D, Figueredo D. Resistencia a insecticidas organofosforados en *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de Santiago de Cuba, 1997-2009. Rev Cubana Med Trop. 2010;62(1).
54. Bisset J, Rodríguez M, Fernández D, Pérez O. Estado de la resistencia a insecticidas y mecanismos de resistencia en larvas del municipio Playa, colectadas durante la etapa intensiva contra el *Aedes aegypti* en Ciudad de La Habana, 2001-2002. Rev Cubana Med Trop. 2004;56(1).
55. Rodríguez M, Bisset J, De Armas Y, Ramos F. Pyrethroid insecticida-resistant strain of *Aedes aegypti* from Cuba induced by deltamethrin selection. J Am Mosq Control Assoc. 2005;21: 437-45.
56. Bisset J, Rodríguez M, Moya M, Ricardo Y, Montada D, Gato R, et al. Efectividad de formulaciones de insecticidas para el control de adultos de *Aedes aegypti* en La Habana, Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2011;63(2).
57. Montada D, Castex M, Suárez S, Figueredo D, Leyva M. Estado de la resistencia a insecticidas en adultos del mosquito *Aedes aegypti* del municipio Playa, Ciudad de La Habana, Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2005;57(2).
58. Rodríguez M, Bisset J, Pérez O, Montada D, Moya M, Ricardo Y, et al. Estado de la resistencia a insecticidas y sus mecanismos en *Aedes aegypti* en el municipio Boyeros. Rev Cubana Med Trop. 2009;61(2).



59. Bisset JA, Rodríguez MM, Hurtado D, Hernández H, Valdés V, Fuentes I. Resistencia a insecticidas y sus mecanismos bioquímicos en *Aedes aegypti* del municipio Boyeros en los años 2010 y 2012. Rev Cubana Med. 2016;68:1.
60. Rodríguez MM, Bisset JA, Hurtado D, Montada D, Leyva M, Castex M, et al. Estado de la resistencia a insecticidas en *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) del municipio Pinar del Río. Rev Cubana Med Trop. 2016;68:2.
61. Rodríguez M, Bisset J, Moya M, Ricardo Y, Pérez O, Fuentes I. Impacto operacional del uso de insecticidas en larvas de *Aedes aegypti* en La Habana. Rev Cubana Med Trop. 2011;63(1).
62. Montada D, Leyva M, Castex M, Silva Y. Eficacia de los tratamientos intradomiciliarios con cipermetrina, lambdacialotrina y clorpirifos en el control de *Aedes aegypti* en Ciudad de La Habana. Rev Cubana Med Trop. 2010;62(3).
63. Montada D, Bisset JÁ, Lezcano D, Castex M, Leyva M, San Blas O, et al. Efectividad del Sipertrin 5sc en el control de *Aedes aegypti* en Santa Clara, Villa Clara. Rev Cubana Med Trop. 2013;65:3.
64. Garcés JF, González R, Koldenkova L. Capacidad depredadora de *Poecilia* (Lebistes) *reticulata* (Peter, 1895) (Cyprinodontiformes:Poecillidae) sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 y *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio en Cuba. Rev Cubana Med Trop. 1988;40(1):54-60.
65. Pridantzeva E, Santamarina A, Koldenkova L, González R. Actividad biorreguladora del *Romanomermis culicivorax* (Nematoda) en condiciones de laboratorio. Rev Cubana Med Trop. 1985;37(3):220-3.
66. Santamarina A, Garcia I, González R. Valoración de la capacidad infectiva del nematodo parásito *Romanomermis iyengari* (Welch, 1966) (Nematodo:Mermithidae) en criaderos naturales de larvas de mosquitos. Rev Cubana Med Trop. 1993;45(2):128-31.
67. Cruz C, Montero G, Navarro A, Morejón PL. Control de culícidos con el empleo de *Bacillus thuringiensis* SH-14 var. *israelensis* en criaderos permanentes de la localidad de Fomento, provincia Sancti Spiritus, Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2005;57(3).
68. Gato R, Díaz M, Bruzón RY, Menéndez Z, González A, Hernández Y, et al. Estudio de resistencia de *Aedes aegypti* a *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. Rev Cubana Med Trop. 2008;60(1).
69. Corbillón CO, González A, Menéndez Z, Companioni A, Bruzon RY, Díaz M, et al. Influencia de factores bióticos sobre la eficacia de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* contra *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Rev Cubana Med Trop. 2012;64(3).
70. Menéndez Z, Rodríguez J, Gato R, Companioni A, Díaz M, Bruzón RY. Susceptibilidad de cepas de *Aedes aegypti* (L.) a *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* en La Habana. Rev Cubana Med Trop. 2012;64(3).

71. Menéndez Z, Suárez S, Rodríguez J, García I, Díaz M, García I. Evaluación de *Macrocyclus albidus* (J.) para el control larval de *Aedes aegypti* (L.) bajo condiciones de laboratorio en Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2004;56(3).
72. Suárez S, Rodríguez J, Menéndez Z, Montada D, García I, Marquetti MC. *Macrocyclus albidus* (Copepoda: Cyclopidae): una nueva alternativa para el control de larvas de mosquitos en Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2005;57(3).
73. Rodríguez J, Menéndez Z, García I, Díaz M, Sánchez JE, Gato R. Conducta de oviposición de *Aedes aegypti* (L.) en presencia de *Macrocyclus albidus* (J.) y *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* en condiciones de laboratorio. Rev Cubana Med Trop. 2007;59(1).
74. Hernández E, Marques M. Control de larvas de *Aedes aegypti* (L.) con *Poecilia reticulata* Peter, 1895: una experiencia comunitaria en el municipio Taguasco, Sancti Spiritus, Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2006;58(2).
75. Santamarina A, González R. Capacidad de infestación de *Romanomermis culicivorax* (Ross and Smith, 1976) (Rhabditida: Mermithidae) en larvas de *Aedes (S) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio. Rev Cubana Med Trop. 1986;38(3):331-4.
76. Rodríguez J, García I, Menéndez Z, García I, Sánchez J, Pérez R. Efecto patogénico de 3 nematodos parásitos en larvas de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio, en Cuba. Rev Cubana Med Trop. 2005;57(3).
77. García I, Menéndez Z, Hernández N, García Ávila I, Anaya J, Companioni A, et al. Susceptibilidad de larvas de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) a *Strelkovimermis spiculatus* (Nematoda: Mermithidae) en condiciones de laboratorio. Rev Cubana Med Trop. 2014;66:3
78. Montada D, Tang R, Navarro A, García FA. Estudio de la sensibilidad al Dimilin (diflubenzuron) en una cepa de *Aedes (S) aegypti* Linnaeus, 1762 y de *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 criados en el laboratorio. Rev Cubana Med Trop. 1989;41:56-63.
79. Ricardo Y, Rodríguez M, Bisset J, Pérez O, Sánchez L. Eficacia del pyriproxifeno para el control de *Aedes (S) aegypti* (Diptera: Culicidae) en cepas con diferentes niveles de resistencia a temefós. Rev Cubana Med Trop. 2010;62(3).
80. Rodríguez MM, Terán MC, Bisset JA, Ricardo Y, French L, Fuentes I. Eficacia del pyriproxifeno en cepas de referencia de *Aedes aegypti* susceptible y resistente a temefós. Rev Cubana Med Trop. 2013;65:3.
81. Gato R, Companioni A, Bruzón RY, Menéndez Z, González A, Rodríguez M. Release of thiotepa sterilized males into caged populations of *Aedes aegypti*: Life table analysis. Acta Trópica. 2014;132S:S164-S169.
82. Gato R, Bruzón RY, Companioni A, Menéndez Z, González A, Rodríguez M. large indoor cage study of the suppression of stable *Aede aegypti* populations by the release of thioptepa-sterilized males. Mem Inst Oswaldo Cruz, La habana, 2014. p. 1-6.

83. Leyva M, Marquetti MC, Tacoronte JE, Scull R, Tiomno O, Mesa A, Montada D. Actividad larvicida de aceites esenciales de plantas sobre *Aedes aegypti* (L) (Diptera: Culicidae). Rev Biomédica. 2009;20:1.
84. Leyva M, French L, Marquetti MC, Montada D, Castex M, Tiomno O, et al. Aceite de trementina modificado: un inhibidor de enzimas detoxificadoras en dos cepas de *Aedes aegypti*. Rev Biomed. 2015;26:13-22.
85. Leyva M, French L, Quintana F, Montada D, Castex M, Hernandez A, et al. *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake (Myrtales: Myrtaceae): Natural alternative for mosquito control. Asian Pacific J Trop Med. 2016;9(10):979-84.
86. González A, Rodríguez G, Bruzón RY, Díaz M, Companionis A, Menéndez Z, et al. Isolation and characterization of entomopathogenic bacteria from soil samples from the western region of Cuba. J Vector Ecology. 2013;38:46-52.
87. Gubler DJ, Novak RJ, Vergne E, Colón NA, Velez M, Fowler J. *Aedes (Gymnotopota) mediiovittatus* (Diptera: Culicidae) a potential maintenance vector of dengue viruses in Puerto Rico J Med Entomol. 1985;22:469-475.
88. Barrera R, Bingham M, Hassan HK, Amador M, Mackay AJ, Unnasch TR. Vertebrate hosts of *Aedes aegypti* and *Aedes mediiovittatus* (Diptera: Culicidae) in rural Puerto Rico. J Med Entomol. 2012;49(4):917-21.
89. Nathan MB, Knudsen AB. *Aedes aegypti* infestation characteristics in several Caribbean countries and implications for community based integrated control. J Am Mosq Control Assoc. 1991;7:400-4.
90. Teng HJ, Wu YL, Ting HS. Mosquito fauna in water-holding containers with emphasis on dengue vectors (Diptera: Culicidae) in Chungho, Taipei County, Taiwan. J Med Entomol. 1999;36(4):468-72.
91. Garzón A. Conocimientos, actitudes y prácticas relacionadas con prevención y control de dengue presentes en la comunidad de Villavicencio, Colombia, 2003. Rev ORINOQUIA. 2006;10:24-34.
92. Vezzani D, Carbajo AE. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and dengue in Argentina: current knowledge and future directions. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2008;103(1):66-74.
93. Moore CHG, Mitchell CJ. *Aedes albopictus* in the United States: Ten-year presence and public health implications. 2006 [citado 11 Febrero de 2017]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol3no3/moore.htm>
94. Hawley WA. The biology of *Aedes albopictus*. J Am Mosq Control Assoc. 1988;4:1-39.
95. Gratz NG. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. Med Vet Entomol. 2004;18:215-27.
96. Rezza G. *Aedes albopictus* and the re-emergence of dengue. BMC Public Health 2012;12:72.

97. Cuba. Ministerio de Salud Pública. Manual de Normas y Procedimientos técnicos. Vigilancia y Lucha Anti vectorial en Cuba, 2012. La Habana: MINSAP; 2012.
98. Braga IA, Lima JBP, Soares SS, Valle D. *Aedes aegypti* resistance to temephos during 2001 in several municipalities in the states of Rio de Janeiro, Sergipe, and Alagoas, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2004;99:199-203.
99. Biber PA, Dueñas JR, Ludueña FF, Gardenal CN, Almirón WR. Laboratory evaluation of susceptibility of natural subpopulations of *Aedes aegypti* larvae to temephos. J Am Mosq Control Assoc. 2006;22:408-11.
100. Chadee DD. Resting behavior of *Aedes aegypti* in Trinidad: with evidence for the re-introduction of indoor residual spray (IRS) for dengue control. Parasite & Vectors. 2013; 6:255-60.

Recibido: 5 de septiembre de 2017.

Aceptado: 19 de octubre de 2017.

*María del Carmen Marquetti Fernández*. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí" (IPK). Departamento de Control de Vectores. Autopista Novia del Mediodía km 6½, La Lisa, Apartado postal 601, Marianao 13. La Habana, Cuba. Correo electrónico: [marquetti@ipk.sld.cu](mailto:marquetti@ipk.sld.cu); [nanibisset2@gmail.com](mailto:nanibisset2@gmail.com); [mcmf@infomed.sld.cu](mailto:mcmf@infomed.sld.cu)