

**INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL "PEDRO KOURÍ"**  
**DEPARTAMENTO DE CONTROL DE VECTORES**

*Tesis presentada para optar por el título de Master en  
Entomología Médica y Control de Vectores*

***Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae):  
Reseñas de su dispersión en Cuba.**



**Autor: Lic. Quenia del Rosario Casanova Drake**

**Tutora: Lic. María del Carmen Marquetti Fernández DrC**

**La Habana, Cuba, 2023**

## INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
Hipótesis	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	3
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>4</b>
II.1. <i>Aedes albopictus</i> . Ubicación taxonómica.	4
II.2. Etapas del ciclo de vida de <i>Aedes albopictus</i>	4
II.2.1. Hembra de <i>Ae. albopictus</i>	5
II.2.2. Larva de <i>Ae. albopictus</i>	5
II.3. <i>Aedes albopictus</i> . Origen y Dispersión en el mundo	6
II. 3.1. <i>Aedes albopictus</i> . Dispersión	7
II.3.2. Dispersión en el continente americano	8
II.3.3. Dispersión en el continente europeo y africano	9
II.4. <i>Aedes albopictus</i> . Reseña de estudios realizados en Cuba.	10
II.4.1. Relaciones Inter específicas de <i>Ae. albopictus</i> con otras especies de mosquitos en Cuba	10
II.5 Papel Vector de <i>Aedes albopictus</i>	11
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>13</b>
III.1. Tipo de estudio	13
III.2. Área de estudio	13
2.1. Área de estudio	13
III.3. Muestreo entomológicos identificación de las muestras colectadas	14
III.4. Criterios para la clasificación de los depósitos	15
III.4.1. Ubicación del depósito	15
III.5. Metodología estadística	16
III.6. Consideraciones éticas	16
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>18</b>
IV.1. Dispersión de <i>Ae. albopictus</i> en Cuba, 1995-2013	18
IV.2. Sitios de cría de <i>Ae. albopictus</i> en Cuba	18

IV.3. Posible domiciliación de <i>Ae. albopictus</i> utilizando como referencia la presencia del mosquito en sitios de cría en el interior de las viviendas.	<b>22</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>24</b>
V.1. Dispersión de <i>Ae. albopictus</i> en Cuba, 1995-2013	<b>24</b>
V.2. Sitios de cría de <i>Ae. albopictus</i> en Cuba	<b>27</b>
V.3. Posible domiciliación de <i>Ae. albopictus</i> utilizando como referencia la presencia del mosquito en sitios de cría en el interior de las viviendas.	<b>29</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>30</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>31</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>32</b>

# *Agradecimientos*

*En primer lugar a Dios*

*A mi Tutora Lic. María del Carmen Marquetti Fernández DrC por la dedicación y claridad con que guío este trabajo de tesis, que sin sus conocimientos y experiencia no hubiese sido posible.*

*A cada uno de nuestros maestros, por compartir sus conocimientos que han sido valiosos en mí actuar profesional.*

*A mis hijos Leandro Tomas y Leudan Yabay, a Mi esposo, Mi madre, hermanos, tías, tíos, sobrinos y a toda la familia que me alentó y me apoyó en todo momento.*

*A mis compañeros de trabajo y amigos que me alentaron a seguir en mi superación personal y estuvieron al tanto de cada paso para dar culminación a esta nueva etapa profesional.*

*Para todos los que de una forma o de otra aportaron su granito de arena para que esta tesis fuera realizada, mis gracias infinitas.*

## Resumen

*Aedes albopictus* es un mosquito nativo del sureste de Asia que en los últimos cuarenta años ha invadido cinco continentes. La presencia de *Ae. albopictus* se registró por primera vez en Cuba en 1995. *Aedes albopictus* es capaz de transmitir los cuatro serotipos del dengue, así como otras enfermedades entre las que se encuentran, la Fiebre del Nilo Occidental y diferentes tipos de Encefalitis. También se registra su participación en la transmisión en epidemia de dengue/chikunguya y Zika en varias partes del mundo. En este estudio se describe el comportamiento de la dispersión, establecimiento y principales sitios de cría de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) en Cuba. Se utilizó la base de datos de los muestreos realizados por el programa nacional de vigilancia y control de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* del país. El monitoreo de la dispersión se realizó en el periodo 1995- 2013 y para la identificación de sus sitios de cría fue del 2014- 2019. Se encontró que entre 1995 y 2013 la presencia de *Ae. albopictus* se registró al menos en un municipio de los que componen las 15 provincias del país y en el municipio especial Isla de la Juventud y que esta no fue de forma longitudinal en tiempo y espacio a través del archipiélago cubano. Se corrobora que las actividades humanas constituyen la fuente principal de aporte de sitios de cría en el ecosistema urbano a *Ae. albopictus* con bajo número de depósitos en el interior de las viviendas. Estos resultados nos llevan a la necesidad de realizar estudios genéticos de las poblaciones de *Ae. albopictus* para verificar la existencia o no de más de una introducción de esta especie en el país durante el periodo estudiado.

**Palabras Claves:** Distribución, vectores de arbovirosis, plasticidad ecológica, mosquitos

## I. Introducción

*Aedes albopictus* es un mosquito nativo del sureste de Asia que en los últimos cuarenta años ha invadido cinco continentes.<sup>1,2</sup> Esta rápida expansión global fue causada principalmente por el comercio de neumáticos de carros usados a través del mundo<sup>3</sup> que unido a su plasticidad ecológica garantizó su adaptación en varios ambientes.<sup>1</sup>

Actualmente se registra la presencia de *Ae. albopictus* en todos los continentes excepto en la Antártica. En agosto de 1985 se descubrió por primera vez en neumáticos al aire libre en los alrededores de Houston<sup>4</sup>, estado de Texas (Estados Unidos). Esta infestación representó la primera reconocida en el continente americano. A partir de este hallazgo se inició un lento desplazamiento hacia el sur del continente,<sup>5,6</sup> en el área del Caribe en países como República Dominicana, Cuba e Haití<sup>7-9</sup> y en otros continentes como Europa y África<sup>10-15</sup>.

En el continente africano se registró por primera vez en África Central en 2000,<sup>16</sup> dispersándose a varios países en la región central del continente<sup>17</sup> y observándose una tendencia a un reemplazo de *Ae. aegypti* en ambientes urbanos, debido al cruzamiento reportado entre ambas especies.<sup>18,19</sup>

La presencia de *Ae. albopictus* se registró por primera vez en Cuba en el municipio La Lisa situado en la provincia La Habana en 1995,<sup>9</sup> paulatinamente se extendió por el territorio cubano y actualmente se encuentra distribuido en todas las provincias y en el municipio especial Isla de la Juventud según los datos de la vigilancia de estos mosquitos realizada por el Programa Nacional de Control de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* establecido en el país. Sin embargo solo existen dos registros científicos de su presencia; el referente a su introducción en Cuba<sup>9</sup> y el último que corresponde a la provincia de Santiago de Cuba ubicada en la parte más oriental en el 2012.<sup>10</sup>

*Aedes albopictus* es capaz de transmitir los cuatro serotipos del dengue, así como otras enfermedades entre las que se encuentran, la Fiebre del Nilo Occidental y diferentes tipos de Encefalitis (La Crosse, del Este, del Oeste, Equina Venezolana, St. Louis y otras).<sup>21</sup> Por otra parte se demostró susceptibilidad a la adquisición e infección del virus del Zika, para México y se encuentra en competencia con *Ae. aegypti* en la transmisión de virus a las

poblaciones rurales y suburbanas del país.<sup>22</sup> Se registra su participación en la transmisión en la epidemia de dengue/chikunguya y Zika en Gabón,<sup>23</sup> Central África y República del Congo 2007.<sup>23-26</sup> Recientemente Se describe por primera vez la transmisión vertical del virus del dengue en *Ae. albopictus* en Cuba.<sup>24</sup>

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 *Ae.albopictus*, ya que mientras, el mundo se está organizando ya Cuba cuenta con un programa bien establecido 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 años 2017-2030 por la Organización Mundial de la Salud.<sup>2</sup>

*Aedes albopictus* cuando se introduce en nuevas áreas geográficas por lo general se establece en zonas periféricas inmediatas a áreas urbanas utilizando para su cría depósitos artificiales como latas, botellas, neumáticos de carro usados etc, siendo este último uno de los que más contribuye a su dispersión<sup>25,26</sup> además de utilizar sitios naturales como huecos de árboles y otros sitios no usuales como charcos en la tierra<sup>25</sup>, esta conducta que también se observa en Cuba unido a que gran parte de sus hembras grávidas reposan en la vegetación hace que su control se dificulte favoreciendo su dispersión en el país.

Para realizar un análisis de cómo se llevó a cabo la dispersión de *Ae.albopictus* en Cuba nos propusimos la siguiente hipótesis

## **HIPOTESIS**

La disponibilidad de sitios de cría y la plasticidad ecológica que presenta *Ae. albopictus* ha favorecido su dispersión en Cuba.

## **OBJETIVO GENERAL**

Describir el comportamiento de la dispersión, establecimiento y principales sitios de cría de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) en Cuba.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Describir la dispersión espacial y temporal del mosquito *Ae. albopictus* en Cuba por provincias y en el municipio especial Isla de la Juventud.
2. Identificar los principales sitios de cría de *Ae. albopictus* en el país, 2014-2019.
3. Comprobar la posible domiciliación de *Ae. albopictus* utilizando como referencia la presencia del mosquito en sitios de cría en el interior de las viviendas.

## II. Revisión Bibliográfica



## II.1. *Aedes albopictus*. Ubicación taxonómica.

*Aedes albopictus* se ubica taxonómicamente en:

Phyllum: Arthropoda; Clase: Insecta; Orden: Diptera; Familia: Culicidae;

Género: *Aedes*; Especie: *albopictus*

Trabajos taxonómicos realizados a principios del siglo XXI hacen una reubicación de este y lo colocan en el género *Stegomyia* y especie *albopicta*<sup>27</sup>, sin embargo, decidimos seguir llamándola *Ae. albopictus* en nuestro trabajo ya que esta nomenclatura no se ha generalizado entre ecólogos, epidemiólogos y directivos de programas de control de esta especie en las regiones donde este mosquito posee importancia como vector de múltiples enfermedades.

## II.2. Etapas del ciclo de vida de *Aedes albopictus*

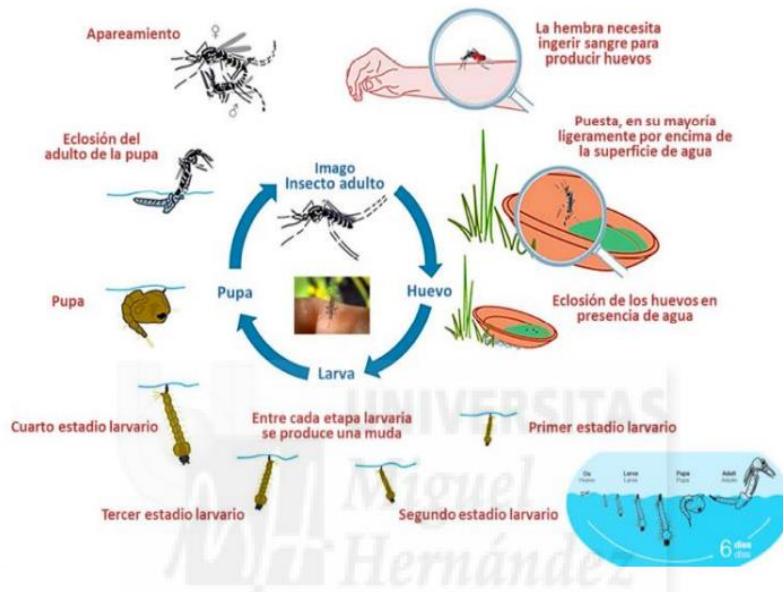
*Aedes albopictus* posee metamorfosis completa con un ciclo biológico que incluye las fases de huevo, larva, pupa y adultos hembras y machos (Figura 1).

**Huevos:** Las hembras de *Ae. albopictus* depositan sus huevos sobre las paredes internas de recipientes con agua, las cuales están húmedas, del nivel de agua hacia arriba. Pueden sobrevivir sin estar dentro del agua por un período de hasta 8 meses. Los mosquitos solo necesitan una pequeña cantidad de agua para depositar sus huevos. De manera que varios tipos de recipientes artificiales son utilizados como sitios de cría de este mosquito como: latas, pomos botellas, depósitos de almacenamiento de agua, las fuentes ornamentales, los neumáticos, los barriles, los floreros, así como, sitios naturales como los huecos de árboles.<sup>28</sup>

**Larvas:** eclosionan de los huevos cuando estos se ponen en contacto con el agua y pasan por cuatro fases larvales, son activas.<sup>28</sup>

**Pupas:** Son acuáticas, no se alimentan y de ellas emergen los adultos hembras y machos.

**Adultos:** Los mosquitos hembra adultos pican a personas y animales. Los mosquitos necesitan sangre para poner huevos. Su radio de vuelo es equivalente a unas pocas cuadras.<sup>28</sup>



**Figura 1. Ciclo biológico de *Aedes albopictus*.**

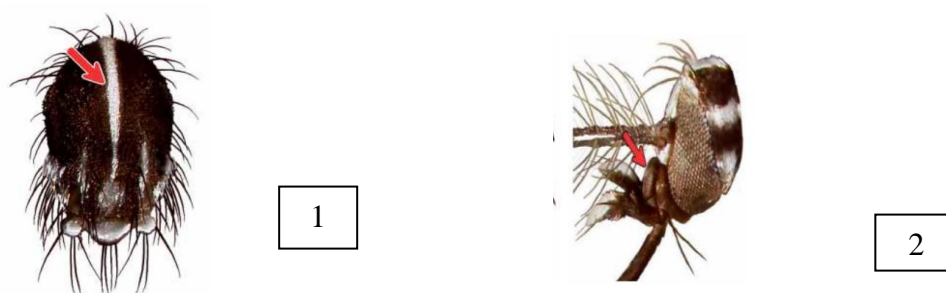
Tomado

de: [https://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/Doc sZika/Plan\\_Nac\\_enf\\_vectores\\_20160720.pdf](https://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/Doc sZika/Plan_Nac_enf_vectores_20160720.pdf)

### II.2.1. Hembra de *Ae. albopictus* (Figura 2)

Se caracteriza por presentar

1. Escamas blanca sobre tórax formando una línea media longitudinal
2. Clípeo sin escamas blancas



**Figura 2. Características del tórax (1) y del Clípeo (2).**

Tomado de: <https://www.mapress.com/zootaxa>

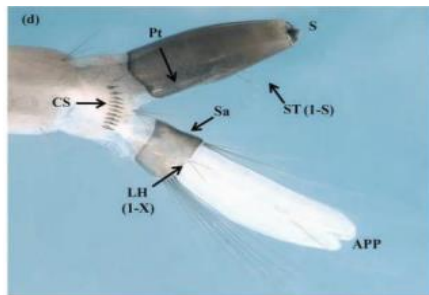
### II.2.2. Larva de *Ae. albopictus* (Figura 3)

Características de la larva de cuarto estadio:

1. Larva con ganchos quitinizados en ambos lados del tórax, sifón corto.
2. Escamas del VIII segmento del pecten abdominal en forma de espina con extremo agudo largo, y ubicadas en una hilera horizontal.



1



2



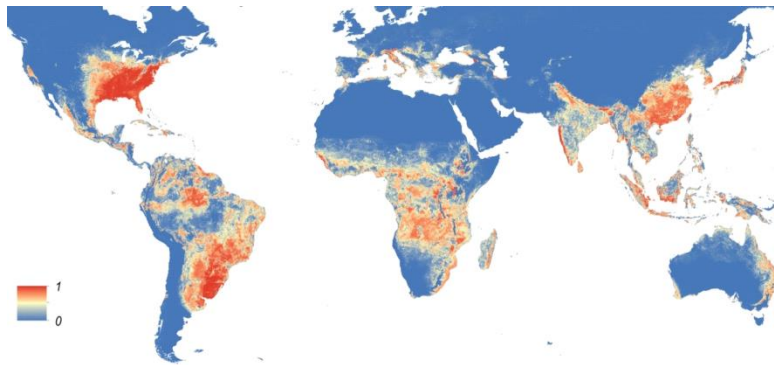
3

**Figura 3. Larva de *Ae. albopictus* (1); VIII segmento del pecten abdominal (2); espina del pecten con extremo agudo largo (3).**

Tomado de: <https://www.mapress.com/zootaxa>

### II.3. *Aedes albopictus*. Origen y Dispersión en el mundo

*Aedes albopictus* es nativo del Sudeste Asiático, y en estos momentos se encuentra en los cinco continentes durante los últimos 30 a 40 años.<sup>2,29</sup> Esta rápida propagación global fue causada principalmente por las ventas y distribución de llantas usadas en todo el mundo<sup>30</sup> junto con la plasticidad ecológica de la especie, posibilitando su adaptación a diversos ambientes.<sup>29</sup> Este mosquito figura entre las cien especies invasoras más peligrosas.<sup>31</sup> Originalmente, era una especie forestal zoofílica que, desde el Este de Asia tropical<sup>32,33</sup>, se extendió primero a las islas del Océano Índico y Pacífico<sup>34</sup> y, durante la década de 1980, expandió rápidamente su área de distribución, también en regiones templadas, en Europa, América y África.<sup>(33,35-39)</sup> (Figura 4).



**Figura 4.** Mapa global de la distribución prevista de *Ae. albopictus*, 2019. Leyenda: El mapa muestra la probabilidad de ocurrencia (de 0 azul a 1 rojo) a una resolución espacial de 5 km × 5 km.

Tomado de <https://doi.org/10.7554/eLife.08347.009>

### II. 3.1. *Aedes albopictus*. Dispersión

Históricamente, desde el siglo XVIII se cree que este mosquito se propagó, junto con los humanos, desde el sudeste asiático hasta Madagascar y las islas del Océano Índico.<sup>40</sup> Como consecuencia, en esta región el mosquito tuvo una larga historia de colonización y de tiempo para adaptarse y probablemente sufrir procesos diferenciados. La muestra de la isla Reunión mantiene ascendencia con las poblaciones de Asia oriental, pero también muestra signos de procesos diferenciados. Es altamente polimórfico con una gran cantidad de alelos privados y raros, todas características típicas de una población antigua y bien establecida. Después de su expansión a las islas en el Océano Índico, la invasión reportada de esta especie a nuevas áreas se originó alrededor de 1900, cuando *Ae. albopictus* comenzó una expansión global que continúa hasta el presente.<sup>42</sup> En el Nuevo Mundo, la especie se introdujo en las islas hawaianas a fines del siglo XVIII, probablemente desde Japón<sup>43,44</sup> y se convirtió en la principal especie de mosquito.<sup>45</sup> En los Estados Unidos la primera detección fue en Texas en la década de 1980, importado de Japón/Asia como consecuencia de las complejas ramificaciones de los negocios internacionales y el comercio de neumáticos.<sup>46</sup> El mosquito se propagó a varios estados de este país por la costa este y la región nororiental debido al comercio interno y las múltiples introducciones desde Japón, el sur de Asia y Hawái.<sup>47</sup> Estos registros históricos corroboran la hipótesis de que Japón, entre las muestras, representó un área de origen importante desde la cual se introdujo el mosquito en los Estados Unidos. En la región del

Mediterráneo, los resultados del análisis de conglomerados y las pruebas de escenarios muestran un patrón de invasión complejo en el que la mayoría de las poblaciones establecidas son mezclas resultantes de introducciones independientes dispersas a lo largo del tiempo. La discontinuidad genética entre las poblaciones de países geográficamente relacionados, como Albania, Grecia e Italia, es un claro ejemplo. La población albanesa muestra una alta ascendencia conjunta con China desde donde se introdujo en 1979, cuando China era uno de los pocos socios comerciales de Albania.<sup>48,49</sup> La infestación albanesa fue la primera invasión registrada fuera de las regiones oriental y Australasia y la primera en el área del Mediterráneo. Aunque el mosquito se estableció en Albania, no hubo informes en ningún otro país europeo hasta 1990, cuando se detectó en Italia,<sup>50,51</sup> y solo en 2003 en Grecia.<sup>52</sup> Los escenarios evolutivos modelados indican que la población griega del área de Atenas es una derivación independiente y reciente de Tailandia. ¿Cómo esta región podría haber estado implicada en la introducción de este mosquito? es una pregunta abierta, aunque cabe señalar que el puerto de Atenas El Pireo es el centro del comercio marítimo internacional desde Tailandia a la región del Mediterráneo.<sup>53</sup> En cuanto a la presencia de *Ae. albopictus* en el norte de Italia, los datos muestran claramente que, aunque América del Norte actuó como una importante cabeza de puente,<sup>54</sup> introducciones diferentes y no relacionadas contribuyeron al establecimiento de poblaciones en el norte de Italia. De hecho, mientras que una de las dos muestras italianas, Brescia (IT2), comparte una alta ascendencia con las Américas, la otra muestra geográficamente cercana, Cesena (IT1), parece ser el resultado de eventos de mezcla principalmente con La Reunión. Cesena es un área de turismo en Emilia Romagna en la costa oeste del mar Adriático, con un puerto, que se encuentra en la ruta de envío de carga desde La Reunión/Mauricio a Italia.<sup>55,56</sup>

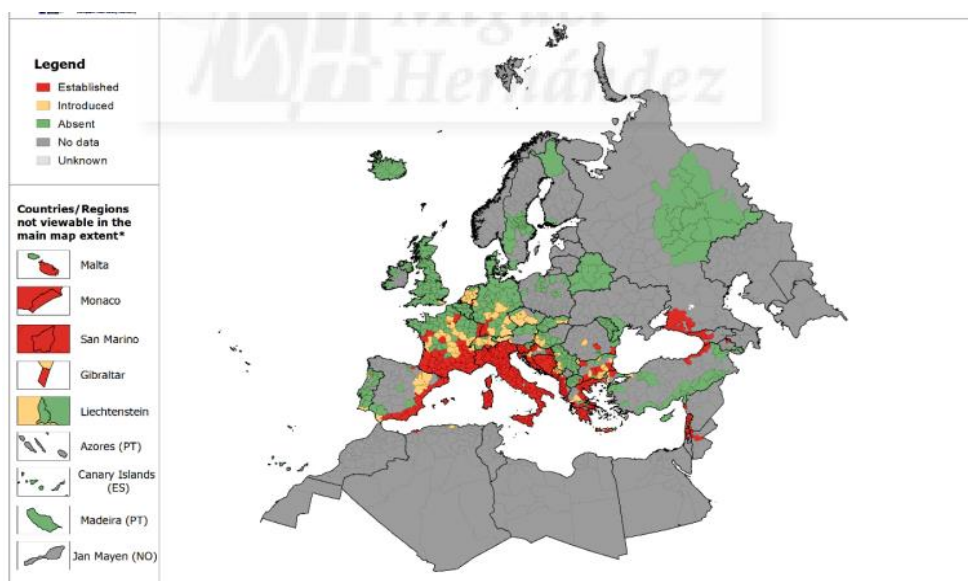
### **II.3.2. Dispersión en el continente americano**

*Aedes albopictus* fue detectado en el continente americano por primera vez en Texas (Estados Unidos) en 1985<sup>4</sup>, y después en México.<sup>57</sup> En Centro América se registró por primera vez en Guatemala en 1996,<sup>5</sup> extendiéndose a Honduras, El Salvador, Nicaragua y Panamá, y en islas del Caribe como: Trinidad, Haití, Cuba y República Dominicana.<sup>7-9,58</sup> En Sur América, fue detectado por primera vez en Brasil en 1986<sup>59</sup> y desde entonces fue reportado en 2002 en 20 de los 27 estados

de ese país y en 2013 en 25 de los 27 estados.<sup>60,61</sup> También se ha detectado en Bolivia (1995), Colombia (1998),<sup>62</sup> Argentina (1998),<sup>63</sup> Uruguay (2003)<sup>64</sup> y en Venezuela<sup>65</sup> con reportes adicionales en otros estados venezolanos.<sup>66-68</sup>

### II.3.3. Dispersión en el continente europeo y africano

En Europa, *Ae. albopictus* fue encontrado por primera vez en Albania en 1979, introducido probablemente desde China.<sup>69</sup> En 1990 se detectó en Génova, Italia,<sup>50</sup> y a partir de la población hallada cerca de Padova el año siguiente sufrió una gran expansión hasta llegar a colonizar dos tercios de la superficie de este país,<sup>70</sup> Se han localizado también poblaciones en España, Francia, Bélgica, Serbia, Croacia, Montenegro, Israel, Suiza, Grecia y Holanda.<sup>10-12,21,71-72</sup> En 2018, se detectó por primera vez en Portugal<sup>73</sup>. Hasta la actualidad, la presencia de la especie se evidencia en más de 20 países en Europa, sobre todo del entorno mediterráneo<sup>74</sup> (Figura 5). Su primer reporte en el continente africano fue en Camerún, África Central en el 2000 y desde entonces se sigue registrando su presencia en varios países.<sup>75-79</sup>



**Figura 5. Distribución actual de *Aedes albopictus* en Europa.** Tomado de: <https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-albopictus-current-known-distribution-january-2018>

### II.4. *Aedes albopictus*. Reseña de estudios realizados en Cuba.

Existen pocos estudios publicados sobre este mosquito, destacándose el que registra su presencia por primera vez en Cuba<sup>9</sup> y la primera tipificación de sitios de cría de la especie en Cuba; el cual demostró que la larvitrapa fue el recipiente más positivo a este mosquito seguidos por las latas con una mayor cantidad de recipientes con estadios inmaduros de *Ae. albopictus* en el exterior de las casas.<sup>80</sup> Por otra parte esta especie también se encontró criando en neumáticos usados de automóviles en mayor número, principalmente en la estación lluviosa, además de señalar una distribución alopatrica con respecto a *Ae. aegypti*<sup>81</sup>. Se demostró la dispersión paulatina de *Ae. albopictus* en la provincia de Pinar del Río, la más occidental de Cuba 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 esta provincia.<sup>82</sup>

#### **II.4.1 Relaciones Inter específicas de *Ae. albopictus* con otras especies de mosquitos en Cuba**

En cuanto a la relación íter-específica 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 *Aedes mediovittatus* (Coquillet), *Culex quinquefasciatus* (Say), *Culex nigripalpus* (Theobald) y *Ae. aegypti* fundamentalmente, existiendo una tendencia de la especie a la colonización individual de los sitios de cría<sup>83</sup>. Sin embargo, se encontró en estudios realizados en La Habana que *Ae. albopictus* ha desplazado 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 pasado cuando las poblaciones de *Ae.aegypti* fueron minimizadas y no estaba presente *Ae. albopictus*<sup>84</sup>. Con la otra especie presente *Cx. quinquefasciatus* se evidenció una coexistencia en menor grado en los sitios de cría en el área estudiada.<sup>81</sup> En general los estudios realizados hasta el momento plantean que esta especie no ha podido desplazar a *Ae. aegypti* de sus sitios de cría, aún en las zonas menos urbanas, aunque en los últimos años se ha incrementado el número de sitios de cría compartidos por ambas especies en la Habana<sup>81</sup>.

#### **II.5 Papel Vector de *Aedes albopictus***

*Aedes albopictus* es un vector de varios patógenos, incluidos los virus chikungunya, dengue y Zika, así como los parásitos de *Dirofilaria*.<sup>56,85,86</sup> Con su propagación mundial y un número cada vez mayor de viajeros infectados que regresan de países con enfermedades endémicas, los brotes de enfermedades tropicales y subtropicales transmitidas por mosquitos se han convertido en una realidad también en Europa, ejemplificados por los casos autóctonos de chikungunya en Italia y Francia,<sup>87,88</sup> y dengue en Croacia, Francia y España<sup>89-94</sup> con *Ae. albopictus* identificado como el vector principal.

Es considerado en el mundo como el segundo vector más importante en la transmisión del virus del Dengue, después de *Ae. aegypti*, al mismo tiempo que es competente para desarrollar otros arbovirus entre los que se encuentran: Fiebre Amarilla, Virus del Nilo Occidental, Encefalitis Equina del Este, Encefalitis Japonesa, y Encefalitis de La Cross<sup>2,21</sup> (Tabla 1). Puede transmitir eficientemente el dengue de forma vertical, vía transovárica, sirviendo como reservorio del virus,<sup>95</sup> lo cual además podría generar brotes epidémicos. La especie pueda ser vector de la Fiebre Amarilla selvática en áreas urbanas<sup>63,95</sup> asimismo puede ser vector de los virus Mayaro y Chikungunya.<sup>61</sup> En relación al virus Chikungunya la especie se ha encontrado naturalmente infectada en varios países.<sup>61</sup> En Asia se le considera responsable del mantenimiento del ciclo selvático del dengue y ha sido implicado en algunas epidemias concretas de esta enfermedad.<sup>21</sup>

Un gran brote de chikungunya en 2011 en la República del Congo con más de 11 000 casos<sup>96</sup> sugirió una modificación epidemiológica de las enfermedades arbovirales en la región durante estos brotes. *Ae. albopictus* se reconoció como el principal vector del Zika particularmente en Gabón.<sup>23,97,98</sup> Varios virus detectados en *Ae. albopictus* en aislamientos en poblaciones naturales y de laboratorio se muestran en la (Tabla 1).

**Tabla 1. Virus detectados en *Ae. albopictus* en base a estudios de aislamiento en poblaciones naturales y de laboratorio.**



<b>Familia/ Genero</b>	<b>Virus</b>	<b>Aislamientos en condiciones naturales</b>	<b>Infección (I)/Transmisión (T) en condiciones de laboratorio</b>
<b>Familia Flaviviridae Genero Flavivirus</b>	<b>Dengue 1,2,3,4</b>	<b>Asia, América, África</b>	<b>I/T</b>
	<b>Fiebre Amarilla</b>		<b>I/T</b>
	<b>West Nile</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>I/T</b>
	<b>Encefalitis Japonesa</b>	<b>Taiwán</b>	<b>I/T</b>
	<b>Encefalitis San Luis</b>		<b>I/T</b>
<b>Familia Togaviridae Genero Alphavirus</b>	<b>Chikungunya</b>	<b>África, Océano Indico, Asia, Italia</b>	<b>I/T</b>
	<b>Encefalitis Equina Este</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>I/T</b>
	<b>Encefalitis Equina Oeste</b>		<b>I/T</b>
	<b>Encefalitis Equina Venezolana</b>		<b>I/T</b>
	<b>Mayaro</b>		<b>I/T</b>
<b>Familia Bunyaviridae Genero Bunyavirus</b>	<b>Potosí</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>I/T</b>
	<b>Cache Valley</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>?/?</b>
	<b>La Crosse</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>I/T</b>
<b>Genero Phlebovirus</b>	<b>Rift Valley Fever</b>		<b>I/T</b>

Tomado de: Bueno Marí R, Jiménez Peydró R. Implicaciones sanitarias del establecimiento y expansión en España del mosquito *Aedes albopictus*. Rev Esp Salud Pública 2012; 86: 319-330.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### III.1. Tipo de estudio

Este estudio es de carácter descriptivo utilizando la base de datos de los muestreos realizados por el programa nacional de vigilancia y control de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* existente en Cuba. El monitoreo de la dispersión se realizó en el periodo 1995- 2013. y para la identificación de sus sitios de cría fue del 2014- 2019. Se escogió este periodo para el estudio de los sitios de cría porque a partir del 2014 fue cuando ya se tenía registrado *Ae. albopictus* en todo el territorio nacional. No se incluyeron los años 2020 y 2021 por presentar modificaciones las frecuencias de muestreos como consecuencia de las restricciones impuestas por la pandemia de la COVID-19.

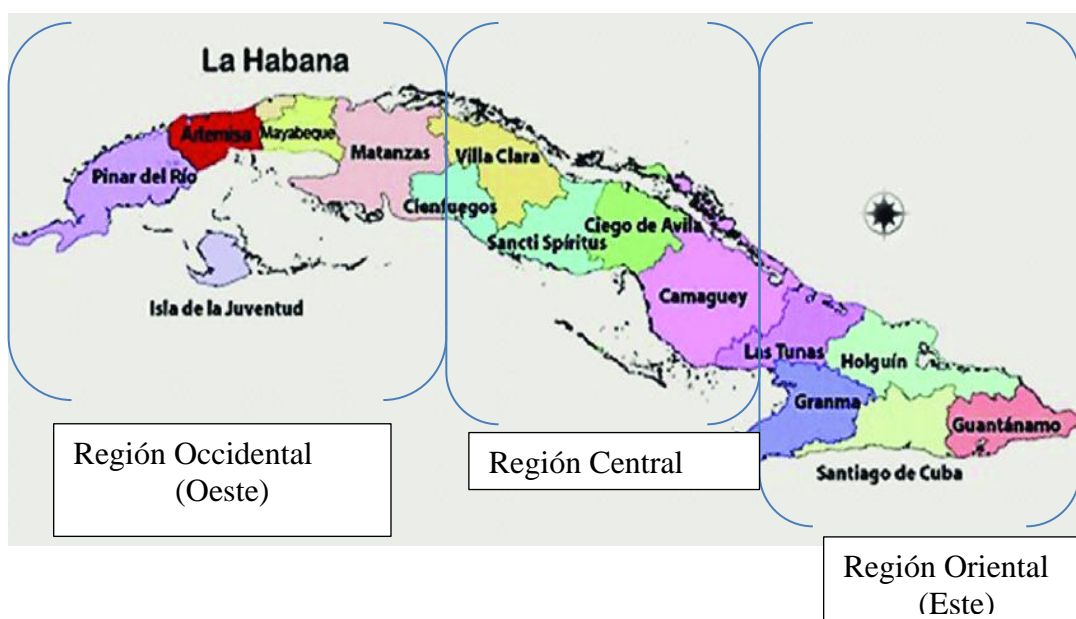
#### III.2. Área de estudio

##### 2.1. Área de estudio

El área de estudio lo compone el archipiélago de Cuba compuesto administrativamente por 15 provincias y el municipio especial Isla de la Juventud. La capital es La Habana. Cuba se encuentra ubicada entre los 19°49' y los 23°16' de latitud norte y los 74°08' y los 84°. 57' de longitud oeste, del meridiano de Greenwich lo que la ubica al norte del Mar Caribe y al sur del Trópico de Cáncer. Es un archipiélago constituido por la Isla de Cuba, la Isla de la Juventud y unas 1600 isletas y cayos, alcanzando una superficie total de 110 860 km<sup>2</sup>. Por su extensión superficial la isla de Cuba es considerada la mayor de las Antillas. Limita al norte con los Estados Unidos y Bahamas, al oeste con México, al sur las Islas Caimán y Jamaica, y al este la isla La Española.<sup>99</sup> En 2021 el país contaba con 11 113 215 habitantes.<sup>100</sup>

Las provincias en Cuba se dividen en municipios y cada municipio en áreas de salud en las cuales labora una brigada de trabajadores encargados de realizar el muestreo. El total de municipios en el país es 168. Se encuentra estipulado por el programa nacional de vigilancia y control de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* que se revise el área al 100% de locales, viviendas, centros de trabajo, centros turísticos, etc. El muestreo se realiza con una frecuencia que puede variar su

ciclo de ejecución entre 11 y 21 días según la infestación de *Ae. aegypti* en el país.<sup>101</sup> Para la realización de la investigación se dividió el país en tres regiones: región oeste que incluye las provincias de Pinar del Río, Artemisa, Mayabeque, La Habana, Matanzas y el municipio especial Isla de la Juventud; región central que incluye las provincias de Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila y Camagüey y la región este que incluye las provincias de Las Tunas, Granma, Holguín, Santiago de Cuba y Guantánamo (Figura 6).



**Figura 6. Mapa de Cuba, sus provincias y el municipio especial Isla de la Juventud.**

Fuente: <https://thecubanhouses.com>mapas-cuba-yprovincias>

### III.3. Muestreo entomológicos e identificación de las muestras colectadas

La técnica de inspección a la vivienda o local y sus alrededores, la colecta de muestras larvianas y la clasificación de los depósitos de cría se realizaron según lo establecido en la metodología del programa de control.<sup>101</sup> La colecta de las muestras larvianas se realizó con ayuda de un gotero, las mismas fueron colocadas en viales con alcohol al 70% y etiquetadas con la información correspondiente como lugar de colecta, fecha y tipo de sitio de cría. Todo el trabajo estuvo supervisado por la cadena de dirección del área de salud y de las unidades municipales y provinciales de higiene y epidemiología.

La identificación de las muestras colectadas se realizó por medio de claves morfológicas<sup>102,103</sup> en los laboratorios municipales y después se realizó el control de la calidad de la identificación en las unidades Provinciales de Vigilancia y Lucha Anti vectorial, con posterioridad, la información se enviaba para la confección de la base de datos del programa nacional en el Ministerio de Salud Pública.

### **III.4.Criterios para la clasificación de los depósitos**

Se define como ***depósito todo aquello que contenga o pueda contener agua.***

Los depósitos para este estudio se clasificaron en nueve grupos: 1) tanques bajos para almacenamiento de agua y con capacidad mayor de 500 litros; 2) tanques elevados; 3) cisterna; 4) otros depósitos (chatarra plástica y metálica, otros utensilios que pueden contener agua principalmente presentes en los alrededores de las viviendas); 5) depósitos no destruibles (bebederos de animales, bandejas de refrigerados, depósitos religiosos, palanganas, cubos, tinas, etc); 6) depósitos destruibles (botellas, neumáticos de carros usados, latas, etc); 7) naturales (hueco de árboles, axilas de plantas, cáscaras de coco, penachos de plantas, etc ; 8) evacuación de residuales (fosas, registros, vertederos, etc) y larvitrapa. La larvitrapa se utiliza como sistema de vigilancia y consiste en un cuarto de neumático de carro usado que se sostiene con una cuerda y se instala a un metro con respecto al suelo, se le añade un litro de agua, su revisión es semanal La cantidad de larvitrapas colocadas representa el 10% del total de las viviendas que contenga la manzana.<sup>101</sup> (Figura 7)

#### **III.4.1.Ubicación del depósito**

Según la ubicación del depósito se clasificaron en: Interior: cuando el depósito se encontraba dentro de la vivienda o local muestreado: Exterior cuando el depósito se encontraba en el peri domicilio (patio, jardín y pasillos laterales de la vivienda).



**Figura 7. Sitios de cría de *Aedes albopictus* reportados en la literatura.**

### **III.5. Metodología estadística**

Se realizará la revisión documental de la información reportada por las provincias y el municipio especial de la Isla de la Juventud a la Dirección Nacional de Vigilancia y Lucha Anti vectorial (DNVLA), creándose una base de datos en Microsoft Excel, empleando para la descripción y el análisis de la información, medidas estadísticas de distribución de frecuencia absoluta y porcentajes. Para el análisis estadístico de los grupos de depósitos se utilizó el Programa Epidat versión 3.1. Los resultados se presentarán en tablas y gráficos procesados en Microsoft Excel.

### **III.6. Consideraciones éticas**

Se cuenta con el consentimiento de la Dirección Nacional de Vigilancia y Lucha Anti vectorial, así como, de las Direcciones Provinciales y municipales de Higiene y Epidemiología del país para el uso de la información.

Se asegurará la confidencialidad y seguridad de los resultados. Solo tendrán acceso a los datos de investigación el personal previamente autorizado. Los sistemas de información tendrán implementadas las medidas de seguridad necesarias que eviten la pérdida de los datos, la alteración de los mismos o que otras personas, no autorizadas, accedan a ellos. Durante el curso del estudio y una vez culminada la investigación los resultados serán informados a todo el

personal involucrado (mediante actividades científicas semestrales). Todos los procedimientos del presente estudio se realizarán tomando en consideración las normas éticas y científicas para realizar estudios biomédicos a partir de la Declaración de Helsinki y las normas éticas establecidas por la comunidad europea relativa a la protección de los animales utilizados para fines científicos (22 de septiembre de 2010).

Los resultados de ésta tesis no derivarán en la contaminación del medio ambiente en ningún sentido. Los resultados de la investigación serán expuestos en eventos científicos y publicados en revistas nacionales e internacionales

#### **IV. Resultados**

#### **IV.1. Dispersión de *Ae. albopictus* en Cuba, 1995-2013**

La dispersión de *Ae. albopictus* al menos en un municipio de los que componen las 15 provincias del país y en el municipio especial Isla de la Juventud en el país se completó entre 1995 y 2013 (Figura 8). Durante el periodo 1995- 2002 solo se registran datos de su presencia en la provincia La Habana (Figura 8A) para el 2003 se incorporan tres provincias (Figura 8B) y durante 1995-2009 se completa su dispersión en la región occidental del país incluyendo la Isla de la Juventud (Figura 8C). Las provincias que componen la región oriental registran su presencia todas en el 2011(Figura 8D), registrándose primeramente en las provincias de Santiago de Cuba y Holguín, mientras que, en el 2012 se registra en cuatro provincias de la región central y se completa su presencia en el país en la provincia restante de esta región en 2013 (Figura 8D). En el 2019 ya se había registrado al menos una vez en los 168 municipios presentes en el territorio cubano.

#### **IV.2. Sitios de cría de *Ae. albopictus* en Cuba**

Se notificaron un total 523 201 depósitos con presencia de *Ae. albopictus* en el país en el periodo 2014-2019. De este total 205 402 (39,2%) en la región occidental con mayor número en Mayabeque y Matanzas (Figura 9); 132 701 (25,4%) en la región central con mayor número en Ciego de Ávila y Sancti Spiritus (Figura 10) y 185 098 (35,4%) en la región oriental con mayor número en Holguín y valores similares en tres de las cuatro provincias restantes de esta región (Figura 11). Las provincias con mayor presencia con respecto al total general fueron Matanzas (18,7%) de la región oeste seguida por Holguín (16,3%) de la región este, mientras las de menor presencia fueron Guantánamo (0,4%) de la región oriental y el municipio especial Isla de la Juventud (0,7%) de la región occidental (Figura 12).

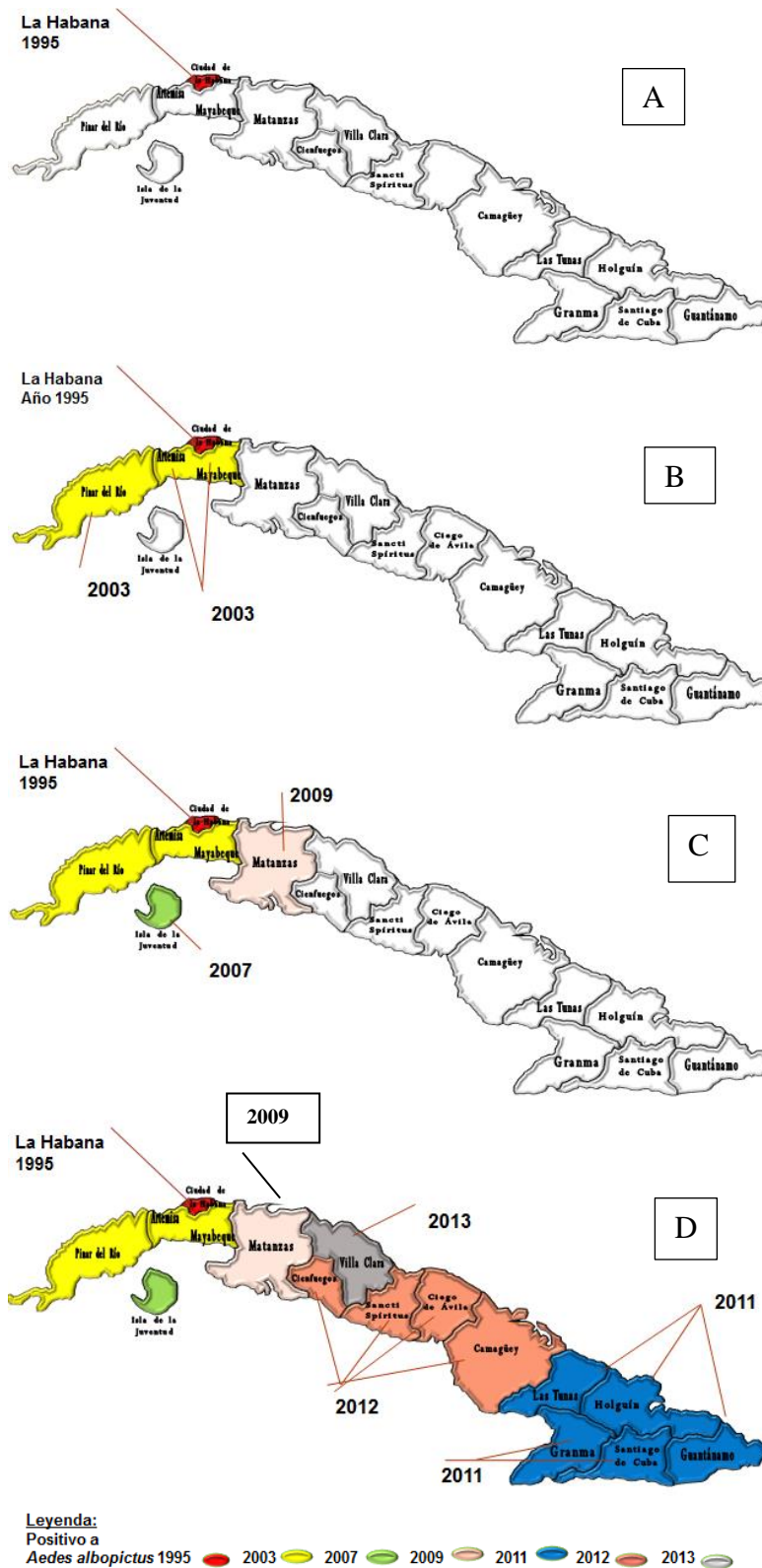


Figura 8. Mapa mostrando los registros de *Ae. albopictus* en Cuba 1995-2013. (A) registros 1995-2002, (B) registros 1995-2003, (C) registros 1995-2009 y (D) registros 1995-2013 según la base de datos del Programa Nacional de Vigilancia y Control de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* establecido en Cuba.



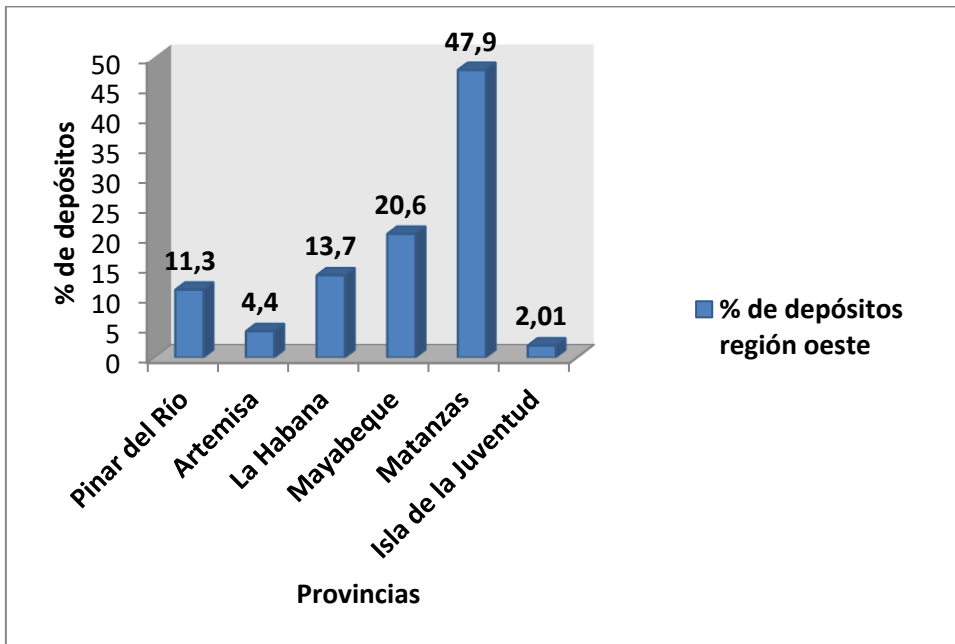


Figura 9. Por ciento de depósitos con presencia de *Ae. albopictus* notificadas por cada provincia del total de la región occidental, Cuba, 2014-2019.

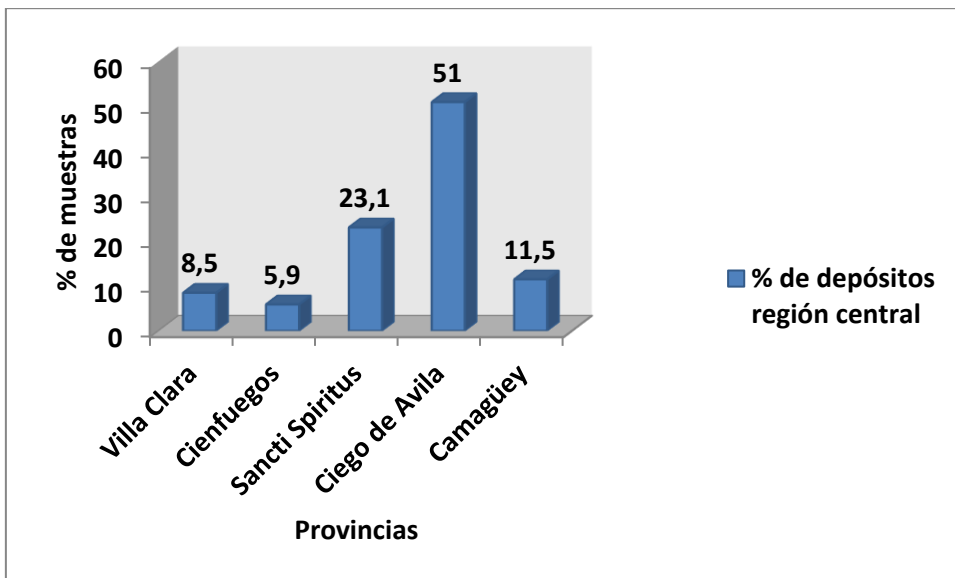


Figura 10. Por ciento de depósitos con presencia de *Ae. albopictus* notificadas por cada provincia del total de la región central, Cuba, 2014-2019.

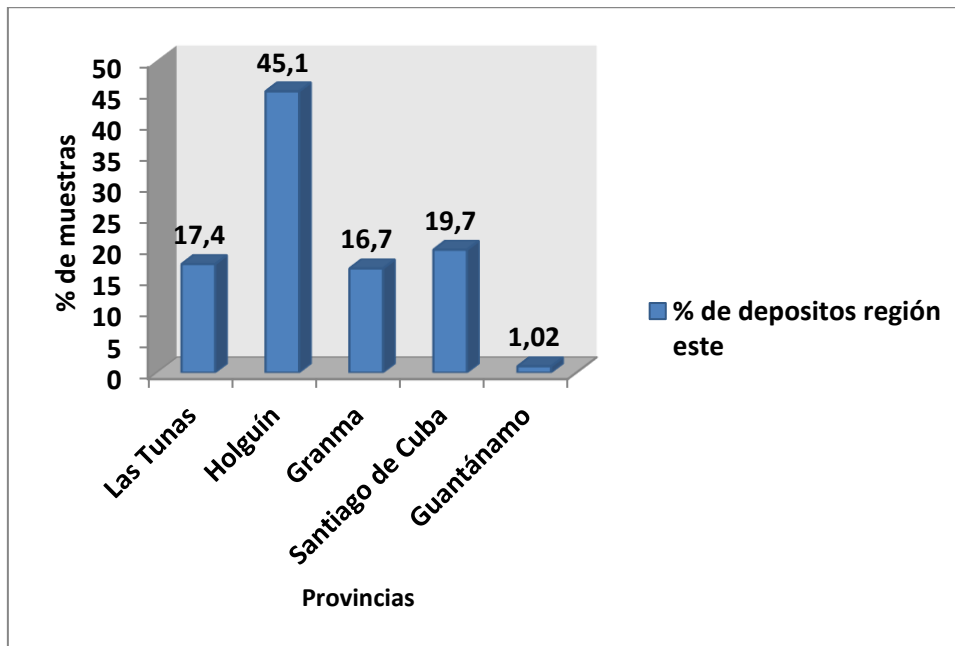


Figura 11. Por ciento de depósitos con presencia de *Ae. albopictus* notificadas por cada provincia del total de la región este, Cuba, 2014-2019.

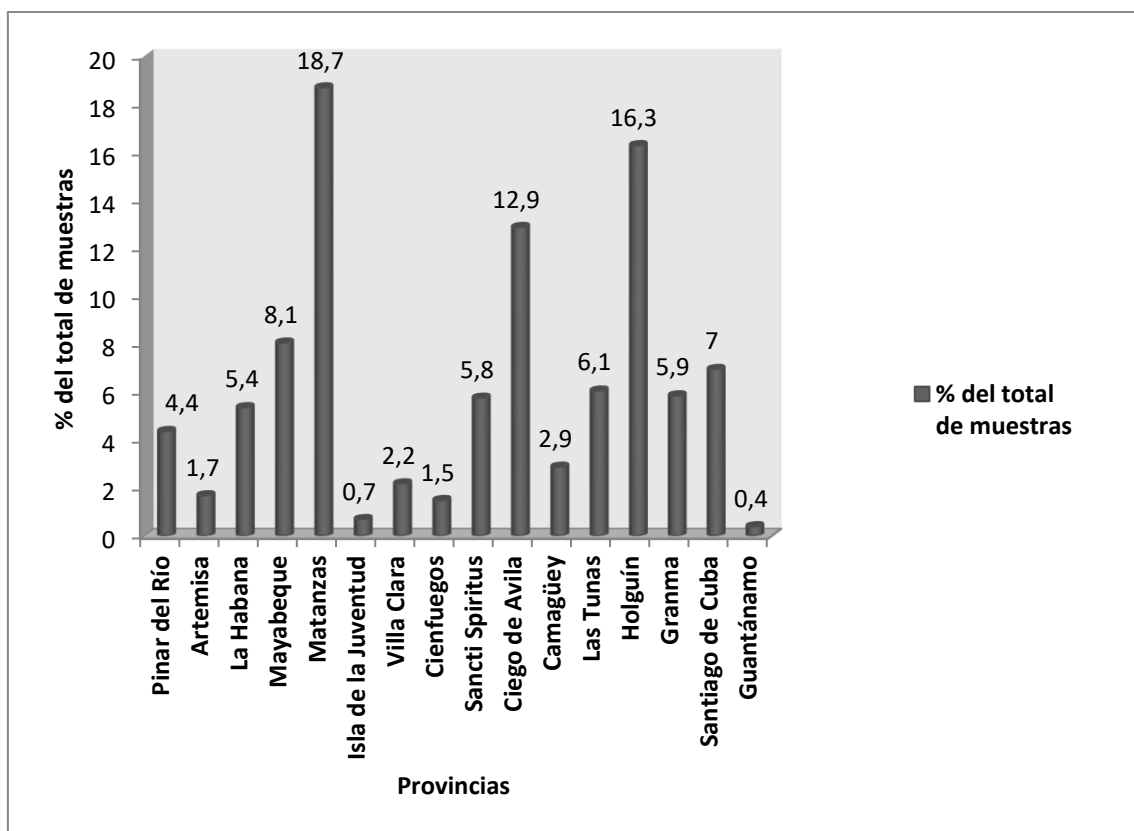


Figura 12. Por ciento de depósitos con presencia de *Ae. albopictus* notificadas por cada provincia del total, Cuba, 2014-2019.

En la (Figura 13) se observa los porcentos que representó cada grupo de depósitos del total por regiones. Se destaca la larvitrapa con un porcentaje superior al 60% en las tres regiones geográficas, seguidas por un conglomerado donde se pudieran agrupar los grupos (otros depósitos, depósitos destruibles y depósitos no destruibles) con valores similares) y los tanques bajos. Se encontró diferencia altamente significativa entre las larvitrapas y el resto de los depósitos  $\lambda^2=84,48$ ;  $p < 0.05$  entre las regiones no se encontró diferencias significativas. Entre los grupos tanques bajos, depósitos destruibles y no destruibles así como, con el grupo de otros depósitos no se encontraron diferencias significativas entre ellos ni entre las regiones.

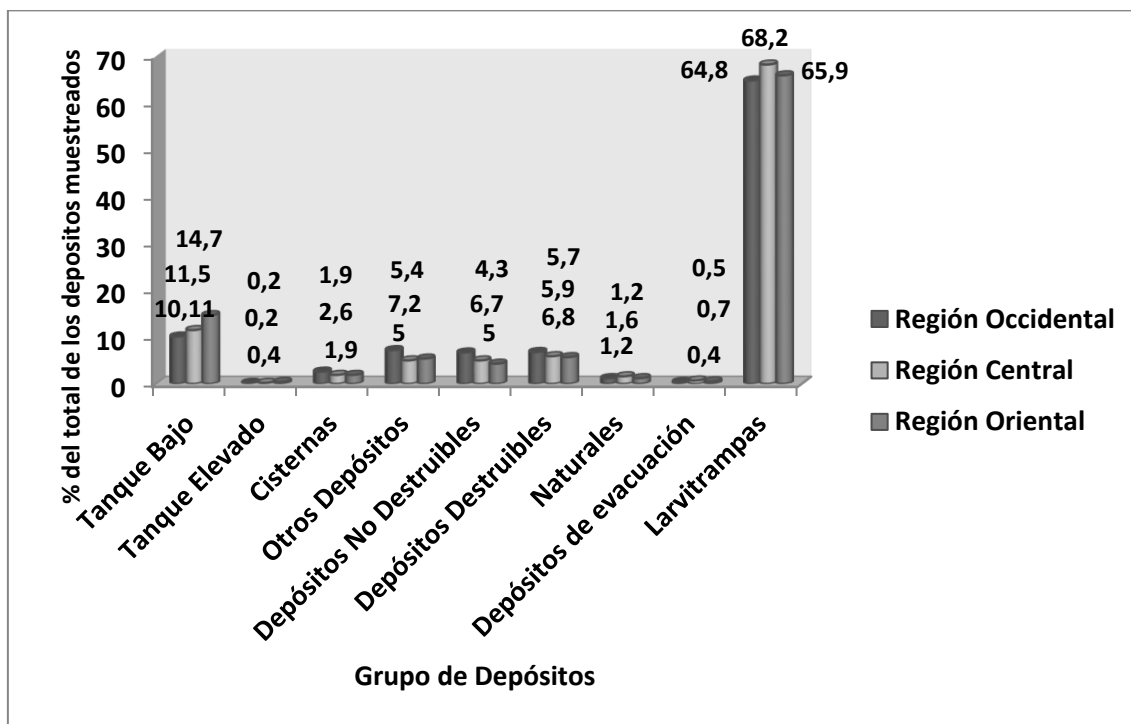
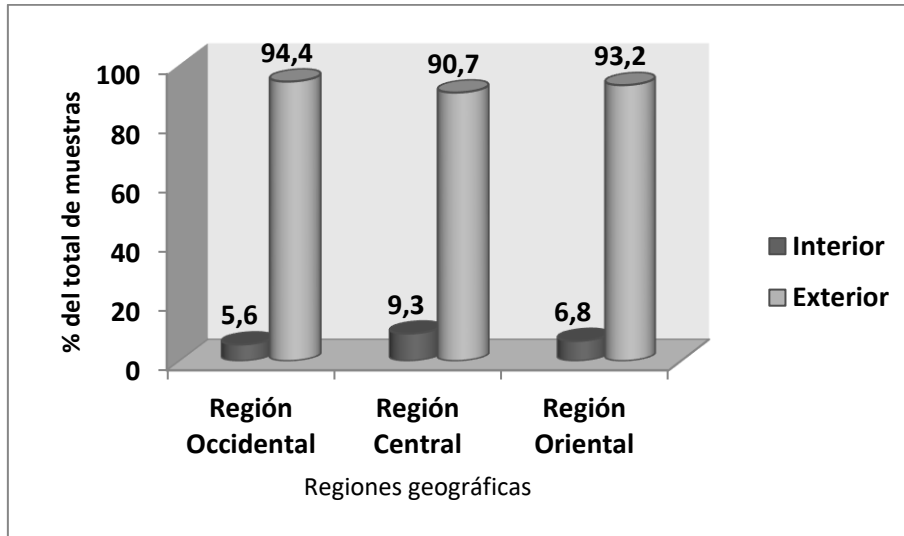


Figura 13. Porcentaje por grupo de depósitos con presencia de *Ae. albopictus* del total notificados en Cuba, 2014-2019.

#### IV.3. Posible domiciliación de *Ae. albopictus* utilizando como referencia la presencia de *Ae. albopictus* en sitios de cría en el interior de las viviendas.

Se notificaron en las tres regiones un porcentaje superior al 90% de depósitos con presencia de *Ae. albopictus* en los exteriores de las viviendas (Figura 14).



**Figura 14. Porcentaje según la ubicación de los depósitos (interior o exterior) del total notificados en Cuba, 2014-2019.**

## V. Discusión

### V.1. Dispersión de *Ae. albopictus* en Cuba, 1995-2013

*Aedes albopictus* está identificada como una especie altamente invasora.<sup>105</sup> Originaria del sudeste asiático, en los momentos actuales se encuentra con éxito en todos los continentes, excepto la Antártida, en los últimos ochenta años.<sup>32,106</sup> En Cuba se registra que la introducción de *Ae. albopictus* fue por medio de transporte marítimo cargado con gomas de vehículos usados.<sup>9</sup> Estas dos vías (transporte marítimo) que sigue siendo una vía importante para la introducción de *Ae. albopictus* a nuevos países<sup>106</sup> y el transporte de neumáticos usados constituyen las dos principales vías de dispersión de esta especie, ésta última la de mayor riesgo entre 1988 y 1999 periodo donde se enmarca la introducción de esta especie en Cuba.<sup>9</sup> Existe también el transporte pasivo por avión considerado de menor importancia y confirmado en Países Bajos,<sup>107</sup> Australia,<sup>108</sup> y Nueva Zelanda,<sup>109,110</sup> esta baja incidencia puede deberse a la desinfección de aeronaves, utilizando rociado de piretroides para el control de los insectos abordo.<sup>111</sup>

En nuestros resultados se destaca que *Ae. albopictus* se introdujo en Cuba en 1995 y ya en el 2013 se registraba al menos en un municipio de todas las provincias del país. La dispersión en la región occidental llevó 14 años; registrándose solamente en la provincia de La Habana hasta el 2003.<sup>113</sup> Estudios realizados en la provincia de Pinar del Río demostraron que esta especie necesitó 7 años para dispersarse en toda la provincia.<sup>82</sup> No se dispone de estudios puntuales en el resto de las provincias de la región incluyendo la Isla de la Juventud donde su introducción solo pudo ser por vía aérea o marítima procedentes del mismo país ya que en esta isla el intercambio del transporte marítimo es exclusivamente nacional. Existieron dos factores fundamentales que contribuyeron a la no dispersión de *Ae. albopictus* de forma rápida en su momento de introducción; la primera fue que a pesar de que esta especie no es considerada tan doméstica como *Ae. aegypti* sus primeros sitios de cría se detectaban en periferias de los municipios en sitios de cría en los alrededores de las viviendas en los cuales indirectamente no escapaba de las acciones de control empleadas contra *Ae. aegypti* y el segundo factor fue que la estrategia del programa a principio de su introducción se basó en tratar de eliminarlo por lo que inmediatamente a la detección de su presencia en un área determinada se llevaba a cabo un control intensivo para su eliminación.<sup>9</sup> Esta estrategia

aunque no alcanzó su objetivo que era su total eliminación si permitió una lenta dispersión del mismo en la región oeste.

El primer registro de *Ae. albopictus* en la región este de Cuba se realiza en el 2011 de forma simultánea en las cinco provincias lo no ocurrido en la región oeste, la explicación más factible es que la especie estaba presente ya con anterioridad en áreas de esta región y que su detección se realizó de forma tardía por el sistema de vigilancia establecido en algunas de las provincias, aspecto que siempre debe estar presente ya que los resultados se basan en la base de datos del programa cubano. Además es poco probable la rapidez con que se dispersó en una región donde existen grandes extensiones de barreras ecológicas (áreas montañosas) que dificulta el factor dispersión. Existe evidencia científica del registro de la especie en esta región<sup>20</sup>. Por otra parte se registra en esta región antes de que en la región central lo que pudiera traer la interrogante de posibles introducciones posteriores que no tengan relación con la introducción ocurrida por la región oeste. Esta introducción pudiera tener su origen a partir de otra área del mismo país o de otra área geográfica ajena a Cuba. Varias introducciones procedentes de orígenes distintos se han demostrado en países a partir de estudios de datos históricos genéticos.<sup>52</sup> Lo planteado es factible ya que en esta región existe la bahía de Santiago de Cuba una de las principales vías del transporte marítimo en esta región. Recientemente por esta misma región se registró la introducción de otra especie de *Aedes* (*Aedes vittatus*) al país en las provincias de Guantánamo (Base naval de Guantánamo) donde también existe una bahía con movimiento marítimo y en Santiago de Cuba respectivamente.<sup>113,114</sup> aunque no descartamos también una supuesta introducción por la provincia de Holguín si tenemos en cuenta que es la provincia con mayor presencia de *Ae. albopictus* (45,1%) en nuestros resultados.

La región central por su parte fue la última en registrar la presencia de *Ae. albopictus* lo que debilita la hipótesis de una dispersión pasiva por transporte terrestre de forma continua de oeste al este del país a través de las carreteras y ferroviarias interprovinciales vías descritas para la dispersión dentro de los países.<sup>113</sup>

Cuando se analiza la variabilidad en tiempo y espacio de la dispersión de *Ae. albopictus* a través del país nos alerta que sería de gran utilidad realizar estudios

genéticos de sus poblaciones presentes en las tres regiones estudiadas. Este planteamiento se apoya en que se conoce que las introducciones independientes y transcontinentales de *Ae.albopictus* facilitó el rápido establecimiento de poblaciones mediante la mezcla de genomas no relacionados que conlleva a una variabilidad entre poblaciones que pueden extenderse a los mecanismos genéticos<sup>115</sup> que controlan la competencia del vector<sup>116</sup> y que esta es muy variable para CHIKV, DENV y ZIKV dentro y entre poblaciones,<sup>52,117-120</sup> aspecto de interés en el momento de la ocurrencia de una transmisión de estas arbovirosis en el país.

Se conoce además que *Ae. albopictus* es un vector competente del genotipo asiático de CHIKV<sup>119</sup> y que los primeros casos autóctonos de CHIKV en el hemisferio occidental ocurrieron a finales del 2013 en la isla Saint Martin propagándose por varias islas del Caribe incluyendo Cuba.<sup>116,120</sup> y más tarde en áreas del norte centro y sur del continente americano<sup>118</sup> Con posterioridad se demostró que la cepa responsable de este brote se correspondía con el genotipo asiático muy relacionada con una cepa aislada en China durante el 2012.<sup>121-123</sup> Estos estudios realizados en el Caribe también nos obliga a indagar sobre la interrogante existente de porqué solo ocurrió transmisión en la parte oriental de Cuba<sup>116</sup> y su posible relación con lo ocurrido en el resto de las islas de esta área geográfica. Todo lo expuesto contribuye a investigar y dar respuesta a si pudo o no haber ocurrido una introducción ajena a la ocurrida en Cuba en 1995 en la región oriental del país.

De hecho, la transmisión viral exitosa depende estrictamente de combinaciones específicas del genoma del mosquito y las características genéticas virales, por lo que en el contexto del proceso de invasión de este mosquito, es posible que tanto la ascendencia como la mezcla de la población contribuyan a crear las condiciones para la transmisión eficiente de arbovirus y para el establecimiento de brotes como los ocurridos en el norte de Italia<sup>52,87,124</sup> y en las islas Reunion<sup>52,125</sup> por lo que el conocimiento de estas interacciones es crucial en la evaluación del riesgo de brotes de arbovirus en áreas antiguas y recientemente invadidas por *Ae.albopictus*.

Reiteramos que estudios sobre las posibles introducciones de este mosquito en Cuba sería muy valioso para la vigilancia de este vector.<sup>126-127</sup> La genotipificación se puede realizar para identificar el origen de estas poblaciones comparando el

genotipo de las muestras con muestras de referencia de origen conocido.<sup>128</sup> Este estudio también nos daría respuesta a otra interrogante que existe sobre la procedencia de su introducción en 1995 ya que no se corroboró en ese entonces si se introdujo desde México o República Dominicana<sup>9</sup> Recientemente con la introducción de *Ae. vittatus* en Cuba por medio de estos estudios si se pudo determinar que la población de Guantánamo y la de República de Dominicana donde también se registró al mismo tiempo provenían de la India pero de lugares diferentes.<sup>113,129</sup>

## V.2.Sitios de cría de *Ae. albopictus* en Cuba

La clasificación de depósitos, es vital para el análisis entomológico y la toma de decisiones por el programa de control vectorial. A partir del tipo de depósito y su ubicación en la vivienda o fuera de ella, se deciden las acciones de control (tratamiento a depósitos, saneamiento de patios, recogida de desechos sólidos, rehabilitación de la red hidráulica o albañal), así como, el personal o institución responsable de acometer la tarea (brigadas de control de vectores, población, Comunales, Recursos Hidráulicos, entre otros).<sup>101</sup> Las especies de mosquitos *Aedes*<sup>130</sup> ofrecen una variedad de casos de invasiones exitosas, principalmente mediadas por humanos<sup>130</sup> y brindan ejemplos de cómo las actividades humanas han impactado sus historias evolutivas<sup>32, 131-133</sup> Este es el caso de importantes especies de vectores de arbovirus como *Ae.aegypti*, *Ae.albopictus* y *Aedes japonicus japonicus*.<sup>134</sup> Sus huevos, en condiciones favorables de humedad y temperatura, pueden sobrevivir largos tiempos de transporte, por lo que una gran cantidad de huevos viables pueden transportarse accidentalmente<sup>1,132,133</sup> Por otro lado, las actividades antropogénicas también crean nuevos nichos de adaptación tróficos y de reproducción en las proximidades de los sitios de vida humana, lo que afecta sus relaciones con los humanos y se evidencia en el número de sitios de cría que son aportados.<sup>133,136</sup>

Tomando como referencia lo planteado con anterioridad nuestros resultados mostraron que el mayor número de muestras de *Ae. albopictus* fue en las larvitrapas dispositivo utilizado por el programa como sistema de vigilancia para la detección de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*, resultado que coincide con investigaciones realizadas en el país.<sup>137</sup>



Debemos de tener en cuenta que la larvitrapa se revisa semanalmente por los operarios en la búsqueda de larvas de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus*, por lo que la frecuencia de revisión en ocasiones triplica el tiempo del ciclo establecido para revisar el resto de los depósitos en las viviendas y sus alrededores aspecto que contribuye a que su número se incremente con respecto al resto, además de que se mantiene a través del tiempo con agua.

Dada la preferencia de *Ae. albopictus* para usar neumáticos de carros para realizar su cría,<sup>138</sup> la distribución generalizada de las larvitrapas (dispositivo hecho de neumáticos de carro) en Cuba contribuyó a la dispersión de la especie en el país<sup>138</sup>. En un estudio realizado en Brasil para verificar la dispersión de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en una zona rural utilizaron neumáticos para realizar las colectas de ambas especies.<sup>139</sup> Por otra parte se pudo demostrar que la dispersión en Texas, Estados Unidos en 1985, fue debido a la distribución de neumáticos de vehículos por el sistema de carreteras interestatales<sup>140-142</sup> lo que contribuyó a que este mosquito se registrara en 1368 condados en cuarenta estados de los EE.UU a partir de 2017.<sup>115</sup>

Se hace necesario comentar que a partir de los últimos meses del 2019 comenzó la retirada paulatina de las larvitrapas como parte de la vigilancia de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* por el programa a nivel nacional, esto pudiera tener repercusión en los sitios de cría predilectos por la especie estudiada por lo que se hace necesario mantener un monitoreo de este aspecto ya que pudiera traer un incremento de su presencia en depósitos de uso diario por la población ya que el país no se caracteriza por poseer gran número de neumáticos usados en áreas extensas.

Los grupos de otros depósitos y depósitos destruibles y no destruibles junto con los tanques bajos fueron los que siguieron en valores de presencia de *Ae. albopictus*. En cuanto a estos resultados pudieran explicarse en el caso de los tanques bajos con el abasto y frecuencia de agua lo que obliga a la población almacenar agua y las diferencias entre regiones se relaciona con posibles patrones diferenciales entre las regiones del país en el suministro de este líquido a la población, mientras que los (depósitos destruibles y no destruibles) su relación es directa con el saneamiento ambiental y la participación de la comunidad. El impacto de los factores abasto de agua, saneamiento ambiental y participación de la comunidad no forman parte de esta investigación. Estos

resultados enfatizan una vez más que las actividades humanas constituyen la fuente principal de aporte de sitios de cría en el ecosistema urbano a *Ae. albopictus*.

### **V.3. Posible domiciliación de *Ae. albopictus* utilizando como referencia la presencia de *Ae. albopictus* en sitios de cría en el interior de las viviendas.**

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran, la presencia de sitios de cría en el interior de las viviendas aunque en bajo número nos indica la iniciación de una posible domiciliación de la especie, esto fue señalado en un estudio realizado en la provincia de La Habana,<sup>112</sup> Estos hallazgos, junto con los resultados obtenidos por otros autores sobre la capacidad de hembras grávidas *Ae. albopictus* para dispersarse al menos 800 m,<sup>143-145</sup> y de moverse fácilmente de áreas con abundante vegetación a zonas urbanas,<sup>144,146</sup> consideramos importante alertar al Programa Nacional de Control para fortalecer el monitoreo entomológico de *Ae. albopictus*. El seguimiento de esta domiciliación es importante para orientar los esfuerzos de control, conociendo su papel como vector de diferentes arbovirus.<sup>147</sup>

En resumen este estudio nos lleva a la hipótesis de la posible existencia de más de una introducción de *Ae. albopictus* en Cuba, aspecto que merita estudios genéticos de las poblaciones existentes en las tres regiones estudiadas para corroborar dicha hipótesis de gran importancia para la transmisión eficiente de arbovirus y para la ocurrencia de brotes o epidemias en el país. Además se enfatiza una vez más que las actividades humanas constituyen la fuente principal de aporte de sitios de cría en el ecosistema urbano a vectores de arbovirosis como *Ae. albopictus*.

## **VI. Conclusiones**

1. La dispersión de *Ae. albopictus* no ocurrió de forma longitudinal en tiempo y espacio a través de la isla de Cuba lo que nos sugiere la posibilidad de

más de una introducción en el país ya sea procedente del mismo país en las distintas regiones o procedente del exterior.

2. Los principales sitios de cría de *Ae. albopictus* lo constituyeron las larvitrapas, depósitos destruibles y no destruibles, así como, los tanques bajos, estos resultados enfatizan una vez más que las actividades humanas constituyen la fuente principal de aporte de sitios de cría en el ecosistema urbano a este vector.
3. Aunque se notificaron en las tres regiones del país (occidental, central y oriental) bajo porcentaje de depósitos con presencia de *Ae. albopictus* en los interiores de las viviendas, este aspecto merece un monitoreo sostenido por posible ocurrencia de coexistencia en los sitios de cría de *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* en un futuro, aspecto de interés para el riesgo de transmisión de arbovirosis en Cuba.

## VII. Recomendaciones

- 1) Realizar estudios genéticos de las poblaciones existentes en las tres regiones estudiadas para corroborar la hipótesis de posible existencia de más de una introducción de *Ae. albopictus* en Cuba.

## VIII. Referencias Bibliográficas

1. Paupy C, Delatte H, Bagny L, *et al.*: *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes Infect.* 2009; 11(14–15): 1177–1185.
2. Benedict MQ, Levine RS, Hawley WA, *et al.*: Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2007; 7(1): 76–85.
3. Reiter P, Fontenille D, Paupy C. *Aedes albopictus* as an epidemic vector of chikungunya virus: another emerging problem? *Lancet Infect Dis.* 2006; 6(8):463–464.
4. Sprenger D, Wulthiranyagool T. The discovery and distribution of *Aedes albopictus* in Harris County, Texas. *J Am Mosq Control Assoc* 1986; 2:217-9
5. Ogata K, López Samayoa A. Discovery of *Aedes albopictus* in Guatemala. *J Amer Mosq Control Assoc* 1996; 12:503-6.
6. Schweigmann N, Vezzani D, Orellano P, Kuruc J, Boffi R. *Aedes albopictus* in an area of Misiones, Argentina. *Rev Saude Pública* 2004; 38:136-8.
7. Peña C. First report of *Aedes (Stegomyia) albopictus* from the Dominican Republic. *Vector Ecology Newsletter* 1993; 24: 4-5
8. Marquetti Fernández MC, Saint Jean MY, Fuster Callaba CA, Somarriba López L. The first report of *Aedes (Stegomyia) albopictus* in Haiti. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2012; 107(2).
9. González R, Marro E. *Aedes albopictus* in Cuba. *J Am Mosq Control Assoc* 1999; 15: 569-570.
10. Schaffner F, Van Bortel W, Cooseman M. First record of *Aedes (Stegomyia) albopictus* in Belgium. *J Am Mosq control Assoc* 2004; 201-03.
11. Sumaidou-Voyadjoglou AE, Patsoula E, Spanakos G, Vakalis NC. Confirmation of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera:Culicidae) in Greece. *Eur Mosq Bull* 2005; 19:10-12.

12. Scholte EJ, Jacobs YM, Linton E, Dijkstra E, Fransen J, Takken W. First record of *Aedes (Stegomyia) albopictus* in the Netherlands. *Eur Mosq Bull* 2007; 22:5-9.
13. Šebesta O, Rudolf I, Betášova L, Peško J, Hubálek Z. Na invasive mosquito species *Aedes albopictus* found in the Czech Republic, 2012. *Euro surveillance*. 2012; 17(43).
14. Fontenille D, Toto JC: *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse), a potential new Dengue vector in southern Cameroon. *Emerg Infect Dis* 2001; 7(6): 1066–1067.
15. Ngoagouni C, Kamgang B, Nakouné E, *et al.*: Invasion of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) into central Africa: what consequences for emerging diseases? *Parasite & Vectors*.2015; 8: 191.
16. Simard F, Nchoutpouen E, Toto JC, *et al.*: Geographic distribution and breeding site preference of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Cameroon, Central África. *J Med Entomol*.2005; 42(5): 726–731.
17. Kamgang B, Ngoagouni C, Manirakiza A, *et al.*: Temporal patterns of abundance of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) and mitochondrial DNA analysis of *Ae.albopictus* in the Central African Republic. *PLoS Negl Trop Dis*. 2013; 7(12): e2590.
18. Bargielowski IE, Lounibos LP, Shin D, *et al.*: Widespread evidence for interspecific mating between *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera:Culicidae) in nature. *Infect Genet Evol*.2015; 36: 456–461.
19. Bargielowski IE, Lounibos LP, Carrasquilla MC: Evolution of resistance to satyriization through reproductive character displacement in populations of invasive dengue vectors. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2013; 110(8): 2888–2892.26.
20. 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; 66:143-47.

21. Gratz NG. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Med Vet Entomol* 2004; 18:215-27.
22. Garcia-Luna SM, Weger Lucarelli J, Ruckert C, Murrieta RA, Young MC, Byas AD, et al. Variation in competence for ZIKV transmission by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Mexico. *PLoS Negl Trop Dis* 2018;12(7):e0006599.
23. Paupy C, KassaKassa F, Caron M, et al.: A chikungunya outbreak associated with the vector *Aedes albopictus* in remote villages of Gabon. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2012; 12(2): 167–169.
24. Piedra LA, Martínez LC, Ruiz A, VazquezJR, Guzmán MG, Rey J, Bisset JA. First record of natural transovarial transmission of dengue virus in *Aedes albopictus* from Cuba. *Amer J trop Med Hyg* 2021; 106(2):582-84.
25. Paupy C, Ollomo B, Kamgang B, et al.: Comparative role of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in the emergence of Dengue and Chikungunya in central Africa. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2010; 10(3): 259–266.
26. Grard G, Caron M, Mombo IM, et al.: Zika virus in Gabon (Central Africa)-2007: a new threat from *Aedes albopictus*? *PLoS Negl Trop Dis.* 2014; 8(2): e2681.
27. Reineri J, Harboch R, Kitching I. Phylogeny and classification of Aedini (Diptera:Culicidae), based on morphological character of all life stages. *Zoological Journal of Linnean Society* 2004; 142:289-368.
28. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias (CCAES). Plan nacional de preparación y respuesta frente a enfermedades transmitidas por vectores. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. 2016. Disponible en: [https://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActuales/DocsZika/Plan\\_Nac\\_enf\\_vectores\\_20160720.pdf](https://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActuales/DocsZika/Plan_Nac_enf_vectores_20160720.pdf)
29. Reiter P, Fontenille D, Paupy C. *Aedes albopictus* as an epidemic vector of chikungunya virus: another emerging problem? *Lancet Infect Dis.* 2006; 6(8): 463–464.

30. Baer B, Schmid-Hempel P. Unexpected consequences of polyandry for parasitism and fitness in the bumblebee, *Bombus terrestris*. *Evolution*. 2001; 55(8):1639–43.
31. Smith CEG. The history of dengue in tropical Asia and its probable relationship to the mosquito *Aedes aegypti*. *Am J Trop Med Hyg* 1956; 59:243–51.
32. Kraemer MU, Sinka ME, Duda KA, Mylne A, Shearer FM, Brady OJ, et al. The global compendium of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* occurrence. *Sci Data*. 2015; 2(150035).
33. Mogi M, Armbruster P, Tuno N, Campos R, Eritja R. Simple indices provide insight to climate attributes delineating the geographic range of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) prior to worldwide invasion. *J Med Entomol* 2015; 52(4):647–57. doi: 10.1093/jme/tjv038
34. Delatte H, Gimonneau G, Triboire A, Fontenille D. Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity, and gonotrophic cycles of *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue in the Indian Ocean. *J Med Entomol* 2009; 46(1):33–41.
35. Medlock JM, Hansford KM, Schaffner F, Versteirt V, Hendrickx G, Zeller H, et al. A review of the invasive mosquitoes in Europe: ecology, public health risks, and control options. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2012; 12(6):435–47. doi: 10.1089/vbz.2011.0814
36. Carvalho RG, Lourenco-de-Oliveira R, Braga IA. Updating the geographical distribution and frequency of *Aedes albopictus* in Brazil with remarks regarding its range in the Americas. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2014; 109(6):787–96. doi: 10.1590/0074-0276140304
37. Lambrechts L, Paaijmans KP, Fansiri T, Carrington LB, Kramer LD, Thomas MB, et al. Impact of daily temperature fluctuations on dengue virus transmission by *Aedes aegypti*. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011; 108(18):7460–5. doi: 10.1073/pnas.1101377108



38. Cornel AJ, Hunt RH. *Aedes albopictus* in Africa? First records of live specimens in imported tires in Cape Town. *J Am Mosq Control Assoc* 1991; 7(1):107–8.
39. Paupy C, Girod R, Salvan M, Rodhain F, Failloux AB. Population structure of *Aedes albopictus* from La Reunion Island (Indian Ocean) with respect to susceptibility to a dengue virus. *Heredity* 2001; 87 (Pt 3):273–83.
40. Delatte H, Toty C, Boyer S, Bouetard A, Bastien F, Fontenille D. Evidence of habitat structuring *Aedes albopictus* populations in Reunion Island. *PLoS Negl Trop Dis* 2013; 7(3):e2111. doi: 10.1371/journal.pntd.000211.
41. Lambrechts L, Scott TW, Gubler DJ. Consequences of the expanding global distribution of *Aedes albopictus* for dengue virus transmission. *PLoS Negl Trop Dis* 2010; 4(5):e646. doi: 10.1371/journal.pntd.0000646.
42. Rai KS. *Aedes albopictus* in the Americas. *Annu Rev Entomol* 1991; 36:459–84. doi: 10.1146/annurev.en.36.010191.002331.
43. Reiter P, Sprenger D. The used tire trade: a mechanism for the worldwide dispersal of container breeding mosquitoes. *J Am Mosq Control Assoc*.1987; 3(3):494–501.
44. Leong MKH, Grace JK. Occurrence and distribution of mosquitoes (Diptera: Culicidae) of public health importance on the island of Oahu. *Proc Hawaii Entomol Soc* 2009; 41:57–70.
45. Kuno G. Revisiting Houston and Memphis: the background histories behind the discovery of the infestation by *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in the United States and their significance in the contemporary research. *J Med Entomol* 2012; 49(6):1163–76.
46. CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Surveillance and Control of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the United States. 2016. Available: <http://www.cdc.gov/chikungunya/resources/vector-control>
47. Enserink M. A mosquito goes global. *Science*. 2008; 320(5878):864–6. doi: 10.1126/science.320. 5878.864.

48. Adhami J, Reiter P. Introduction and establishment of *Aedes (Stegomyia) albopictus* skuse (Diptera: Culicidae) in Albania. *J Am Mosq Control Assoc* 1998; 14(3):340–3.
49. Sabatini A, Raineri V, Trovato G, Coluzzi M. *Aedes albopictus* in Italy and possible diffusion of the species into the Mediterranean area. *Parassitologia* 1990; 32(3):301–4.
50. Romi R. History and updating on the spread of *Aedes albopictus* in Italy. *Parassitologia*. 1995; 37(2– 3):99–103.
51. Samanidou-Voyadjoglou A, Patsoula E, Spanakos G, Vakalis NC. Confirmation of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Greece. *Eur Mosq Bull*. 2005; 19:10–2.
52. Manni M, Guglielmino CR, Scolari F, Vega-Rua A, Failloux A-B, Somboon P, et al. Genetic evidence for a worldwide chaotic dispersion pattern of the arbovirus vector, *Aedes albopictus*. *PLoS Negl Trop Dis* 2017;11(1): e0005332. doi:10.1371/journal.pntd.0005332.
53. Lombaert E, Guillemaud T, Cornuet J-M, Malausa T, Facon B. Bridgehead effect in the worldwide invasion of the biocontrol harlequin ladybird. *PLoS One* 2010; 5:e9743. doi: 10.1371/journal.pone. 0009743.
54. Cargo Router. Route alternatives for shipping cargo from Bambous Virieux, Mauritius to Cesena, Italy. 2018. Available: <http://www.cargorouter.com/freight-shipping/Mauritius/Bambous-Virieux/Italy/Cesena/>
55. Vavassori L, Saddler A, Müller P. Active dispersal of *Aedes albopictus*: a mark-release-recapture study using self-marking units. *Parasites & Vectors* 2019; 12:583 <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3837-5>
56. Ibáñez-Bernal S, Briceño B, Mutebi J, Argot E, Rodríguez G, Martínez-Campos C, et al. First Record in America of *Aedes albopictus* naturally infected with dengue virus during the 1995 outbreak at Reynosa, Mexico. *Med Vet Entomol*.1997; 11:305- 309.
57. Chadee DD, Hong F, Persad R. First record of *Aedes albopictus* from Trinidad, West Indies. *J Am Mosq Control Assoc*. 2003; 19:438-439.

58. Forattini OP. Identificação de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Brasil. Rev Saúde Publica. 1986; 20:244-245
59. La Corte dos Santos R. Updating of the distribution of *Aedes albopictus* in Brazil (1997- 2002). Rev Saúde Pública. 2003; 37:1-4
60. Pessoa V, Silveira D, Cavalcantel, Florindo M. *Aedes albopictus* no Brasil: aspectos ecológicos e riscos de transmissão da dengue. Entomotropica. 2013; 28:75-86.
61. Vélez ID, Quiñones ML, Suarez M, Olano V, Murcia LM, Correa E, et. al. Presencia de *Aedes albopictus* en Leticia, Amazonas, Colombia. Biomedica.1998; 18:192-198.
62. Navarro JC, Zorrilla A, Moncada N. Primer registro de *Aedes albopictus* (Skuse) en Venezuela. Importancia como vector de Dengue y acciones a desarrollar. Bol Mal Salud Amb. 2009; 49:161-166.
63. Rossi GC, PascualNT, Krsticevic FJ. First record of *Aedes albopictus* (Skuse) from Argentina. J Am Mosq Control Assoc. 1999; 15:422.
64. Rossi GC, Martínez M. Mosquitos (Diptera:Culicidae) del Uruguay. Entomol Vect. 2003; 10:469-478.
65. Ramírez R, Estrada Y, Guzmán H. Primer registro para el estado Aragua de *Aedes (Stegomyia) albopictus*Skuse, 1894 (Diptera: Culicidae). Bol Mal Salud Amb. 2012; 52:307-309.
66. Frontado C, Frontado H, Ledezma M, Rodríguez G, Montenegro J, Naranjo J. *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) en los estados Monagas y Guárico, Venezuela. Bol Mal Salud Amb. 2013; 53:65-67.
67. Hernández M, Piña M, Soto-Vivas A, Rangel MA, Liria J. Primer registro de *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) Diptera: Culicidae) en el Estado Carabobo, Venezuela. Rev Fac Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo 2015;19:39-41.
68. Adhami JR, Reiter P. Introduction and establishment of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Albania. J Amer Mosq Control Assoc 1998; 14: 340-343.

69. Pilani R, Caprioglio A, Bellini R. Surveillance and prevention in *Aedes albopictus* business: The case of Piedmont region. 3er EMCA Workshop. 6-9 Octubre 2004. Osijek, Croacia.
70. Schaffner F, Karch S. First report of *Aedes albopictus* (Skuse, 1984) in metropolitan France. Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série III, Sciences de la vie III, 2000; 323: 373-375.
71. Flacio E, Lüthy P, patocchi N, Guidotti F, tonolla M, Peduzzi R. Primo ritrovamento di *Aedes albopictus* in Svizzera. Bolletin Società Ticinese de Science Naturale 2004; 92: 141-142.
72. Eritja R, Escosa R, Lucientes J, Marquès E, Molina R, Roiz D, Ruiz D. Worldwide invasion of vector mosquitoes: presente European distribution and challenges for Spain. Biological Invasions 2005; 7: 87-97.
73. Osório HC, Zé-Zé L, Neto M, Silva S, Marques F, Silva AS, et al. Detection of the Invasive Mosquito Species *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in Portugal. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2018; 15(4):820. Disponible en: <http://doi.org/10.3390/ijerph15040820>
74. Bueno Marí R, Jiménez Peydró R. Implicaciones sanitarias del establecimiento y expansión en España del mosquito *Aedes albopictus*. Rev Esp Salud Pública 2012; 86: 319-330.
75. Fontenille D, Toto JC. *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse), a potential new dengue vector in southern Cameroon. Emerg Infect Dis. 2001;7(6):1066–7.
76. Ngoagouni C, Kamgang B, Nakoune E, Paupy C, Kazanji M. Invasion of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) into central Africa: what consequences for emerging diseases? Parasit Vectors 2015; 8: 191. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0808-3> PMID: 25885461
77. Weetman D, Kamgang B, Badolo A, Moyes CL, Shearer FM, et al. Aedes Mosquitoes and Aedes-Borne Arboviruses in Africa: Current and Future Threats. Int J Environ Res Public Health 2018;1:234-40.

78. Bobanga T, Moyo M, Vulu F, Irish SR. First report of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in the Democratic Republic of Congo. *Afr Entomol.* 2018;26(1):234–6
79. Wat'senga FT, Fasine S, Manzambi-Zola E, Marquetti MC , Binene Mbuka G , Ilombe G, Mundeke Takasongo, Smitz N, Bisset JA , Van Bortel W, Vanlerberghe V. High *Aedes spp.* larval indices in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *Parasites & Vectors* 2021; 14:92  
<https://doi.org/10.1186/s13071-021-04588-7>
80. 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.
81. Valdés V, Marquetti MC, Pérez K, González R, Sánchez L. Distribución espacial de los sitios de cría de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) en Boyeros, Ciudad de la Habana, Cuba. *Ver Biomed.* 2009; 20:72-80.
82. 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. Biomédica* 2014; 25:54-67.
83. Marquetti Fernández MC, Pérez Castillo M, Mendizábal Alcalá ME, Dra. Peraza Cuesta I, Molina Torriente R, Leyva Silva M. Relación inter específica de *Aedes albopictus* (Diptera:Culicidae) con especies de culícidos en La Habana, Cuba. *Rev Cubana Med Trop* 2015; 67(2):279-292.
84. Marquetti MC. Aspectos bioecológicos de importancia para el control de *Aedes aegypti* y otros culícidos en el ecosistema urbano. Tesis para optar por el grado de Dr. En Ciencias de la Salud. 2006 Instituto “Pedro Kourí” Ciudad de la Habana, Cuba.151pp.
85. Nayar JK, Knight JW. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): an experimental and natural host of *Dirofilaria immitis* (Filarioidea: Onchocercidae) in Florida, U.S.A. *J Med Entomol.* 1999; 36: 441-448.

86. Cancrini G, Romi R, Gabrielli S, Toma L, Di Paolo M, Scaramozzino P. First finding of *Dirofilaria repens* in a natural population of *Aedes albopictus*. *Med Vet Entomol*. 2003; 17: 448-451
87. Rezza G, Nicoletti L, Angelini R, Romi R, Finarelli A, Panning M, et al. Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. *Lancet*. 2007; 370:1840–6.
88. Venturi G, Luca MD, Fortuna C, Remoli ME, Riccardo F, Severini F, et al. Detection of a chikungunya outbreak in central Italy, August to September 2017. *Euro Surveill*. 2017; 22:17–00646.
89. Gjenero-Margan I, Aleraj B, Krajcar D, Lesnikar V, Klobučar A, Pem-Novosel I, et al. Autochthonous dengue fever in Croatia, August–September 2010. *Euro Surveill*. 2011; 16:19805.
90. Grandadam M, Caro V, Plumet S, Thiberge JM, Souarès Y, Failloux AB, et al. Chikungunya virus, southeastern France. *Emerg Infect Dis*. 2011; 17(5):910–3.
91. Marchand E, Prat C, Jeannin C, Lafont E, Bergmann T, Flusin O, et al. Autochthonous case of dengue in France, October 2013. *Euro Surveill*. 2013; 18:20661.
92. Delisle E, Rousseau C, Broche B, Leparç-Gofart I, L'Ambert G, Cochet A, et al. Chikungunya outbreak in Montpellier, France, September to October 2014. *Euro Surveill*. 2015;20:21108.
93. Aranda C, Martínez MJ, Montalvo T, Eritja R, Navero-Castillejos J, Herreros E, et al. Arbovirus surveillance: first dengue virus detection in local *Aedes albopictus* mosquitoes in Europe, Catalonia, Spain, 2015. *Euro Surveill*. 2018; 23:1700837.
94. Calba C, Guerbois-Galla M, Franke F, Jeannin C, Auzet-Caillaud M, Grard G, et al. Preliminary report of an autochthonous chikungunya outbreak in France, July to September 2017. *Euro Surveill*. 2017;22:17–00647
95. Rúa-Urbe GL, Suárez-Acosta C, Rojo RA. Implicaciones epidemiológicas de *Aedes albopictus* (Skuse) en Colombia. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2012; 30:328-337.

96. Moyen N, Thiberville SD, Pastorino B, et al.: First reported chikungunya fever outbreak in the Republic of Congo, 2011. PLoS One. 2014; 9(12): e115938.
97. Paupy C, Ollomo B, Kamgang B, et al.: Comparative role of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in the emergence of Dengue and Chikungunya in central Africa. Vector Borne Zoonotic Dis. 2010; 10(3): 259–266.
98. Grard G, Caron M, Mombo IM, et al.: Zika virus in Gabon (Central Africa)-2007: a new threat from *Aedes albopictus*? PLoS Negl Trop Dis. 2014; 8(2): e2681. 4.
99. ONEI., 2020. Anuario estadístico de Cuba. Available at: <http://www.onei.gob.cu>
100. CUBADEBATE, 2022. Cuba en datos: Cuban population decreases and ages. 15 July, 2022. Available at: <http://cubadebate.cu>
101. MINSAP. Manual de Normas y Procedimientos en Vigilancia y Lucha Antivectorial. La Habana, 2012.
102. Pérez Viguera I. Los ixódidos y culícidos de Cuba. Su historia natural y médica. Universidad de la Habana. 1956. 579 pp.
103. González R. Culícidos de Cuba. Editorial Científico Técnica. 2006. ISBN 959-05-0413-2.184pp.
104. Bisset J, Marquetti MC, Suárez S, Rodríguez M, Padmanabha H. Application of the pupal/demographic –survey methodology in an area of Havana, Cuba, with low densities of *Aedes aegypti*. Ann Trop Med Parasitol 2006; 100 (Suppl. 1):S45-S51.
105. IUCN/SSC. Invasive Species Specialist Group (ISSG). <http://www.issg.org>2023, Acceso 13 mayo 2023.
106. Lounibos LP. Invasions by insect vectors of human disease. Annu Rev Entomol 2002;47:233–66. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento>.
107. Ibáñez-Justicia A, Smitz N, Den Hartog W, van de Vossenbergh B, De Wolf K, Deblauwel. Detection of exotic mosquito species (Diptera: Culicidae) at International airports in Europe. Int J Environ Res Public Health 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103450>

108. Schmidt TL, Chung J, van Rooyen AR, Sly A, Weeks AR, Hofmann AA. Incursion pathways of the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) into Australia contrast sharply with those of the yellow fever mosquito (*Aedes aegypti*). *Pest Manag Sci*. 2020. [https:// doi. org/ 10. 1002/ ps. 5977](https://doi.org/10.1002/ps.5977).
109. Derraik JGB. Exotic mosquitoes in New Zealand: a review of species intercepted their pathways and ports of entry. *Aust N Z J Public Health* 2004;28:433–44. [https:// doi. org/ 10. 1111/j. 1467- 842X. 2004. tb00025.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-842X.2004.tb00025.x)
110. Ammar SE, McIntyre M, Swan T, Kasper J, Derraik JGB, Baker MG. Intercepted mosquitoes at New Zealand's ports of entry, 2001 to 2018: current status and future concerns. *Trop Med Infect Dis* 2019; 4:101. [https:// doi. org/ 10. 3390/ tropicalme d4030 101](https://doi.org/10.3390/tropicalme d4030 101)
111. WHO. Aircraft disinfection insecticides. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2013. Available at: [https:// apps. who. int/ iris/ handle/ 10665/ 100023](https://apps.who.int/iris/handle/10665/100023). Accessed 3 Nov 2021.
112. Marquetti MC, Castillo M, Peraza I, Milian M, Molina R, Leyva M, Bisset JA, Vanlerberghe V. *Aedes albopictus* (Skuse) dispersion in Havana city, Cuba 1995-2018. *Acta Tropica*. 2023; 106839. [www.elsevier.com/locate/actatropica](http://www.elsevier.com/locate/actatropica)
113. Benedict B, Pagaca, A, Springa R, Jonathan R, Stawickib, T, Dinhc L, Taylor L, Kavanaugh MD, Pecord DB, Justi SA, Linton YM. Incursion and establishment of the Old World arbovirus vector *Aedes (Fredwardsius) vittatus* (Bigot, 1861) in the Americas. *Acta Tropica* 2021; 105739.
114. Pérez Menzies MG, Castillo Quesada, RM, Alfonso Herrera Y. Primer registro de *Aedes vittatus* en la provincia de Santiago de Cuba. *MEDISAN*. 2022; 26(2):446-454.
115. Hahn MB, Eisen L, McAllister J, Savage HM, Mutebi J-P, Eisen RJ. Updated Reported Distribution of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in the United States, 1995–2016. *J Med Entomol*. 2017; 54:1420–4. [https:// doi. org/ 10. 1093/ jme/ tjx088](https://doi.org/10.1093/jme/tjx088)



116. Guzmán MG, Vázquez S, Álvarez M, Pelegrino JL, Ruíz D, Martínez PA. Vigilancia de laboratorio de dengue y otros arbovirus en Cuba, 1970-2017. *Rev Cubana Med Trop.* 2019; 71(1):1-31.
117. Chouin-Carneiro T, Vega-Rua A, Vazeille M, Yebakima A, Girod R, Goindin D. Differential susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika virus. *PLoS Negl Trop Dis.* 2016; 10(3):1.
118. Tabachnick WJ. Nature, nurture and evolution of intra-species variation in mosquito arbovirus trans-mission competence. *Int J Env Res Public Health.* 2013;10(1):249± 77.
119. Talbalaghi A, Moutaille RS, Vazeille M, Faillou AB. Are *Aedes albopictus* or other mosquito species from northern Italy competent to sustain new arboviral outbreaks? *Med Vet Entomol.* 2010; 24(1):83;7. [doi: 10.1111/j.1365-2915.2009.00853.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2009.00853.x) PMID: 20377735
120. Vega-Rua A, Lourenco-de-Oliveira R, Mousson L, Vazeille M, Fuchs S, Yebakima A. Chikungunya virus transmission potential by local *Aedes* mosquitoes in the Americas and Europe. *PLoS Negl Trop Dis.*; 2015; 9(5):e0003780. [doi: 10.1371/journal.pntd.0003780](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003780) PMID: 25993633
121. Vega-Rua A, Zouache K, Girod R, Failloux AB, Lourenco-de-Oliveira R. High level of vector competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from ten American countries as a crucial factor in the spread of Chikungunya virus. *J Virol.* 2014; 88(11):6294±306. [doi: 10.1128/JVI.00370-14](https://doi.org/10.1128/JVI.00370-14) PMID:52.24672026.
122. Le Parc-Goffart I, Nougaière A, Cassadou S, Prat C, de Lamballerie X. Chikungunya in the Americas. *Lancet* 2014; 383:514 [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60185-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60185-9)
123. Vazeille M, Zouache K, Vega-Rua A, Thiberge JM, Caro V, Yebakima A. Importance of mosquito "quasi species" in selecting an epidemic arthropod-borne virus. *Sci Rep.* 2016 ; 6:29564. [doi: 10.1038/srep29564](https://doi.org/10.1038/srep29564) PMID: 27383735
124. Angelini R, Finarelli AC, Angelini P, PoC, Petropulacos K, Silvi G. Chikungunya in north-eastern Italy: a summary of the outbreak. *Euro Surveill.* 2007; 12(47): pii = 3313.

125. Vazeille M, Moutailler S, Coudrier D, Rousseaux C, Khun H, Huerre M. Two Chikungunya isolates from the outbreak of La Reunion (Indian Ocean) exhibit different patterns of infection in the mosquito, *Aedes albopictus*. PLoS One. 2007; 2(11):e116 8. [doi: 10.1371/journal.pone.0001168](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001168) PMID:18000540.
126. Mehta SV, Haight RG, Homans FR, Polasky S, Venette RC., Optimal detection and control strategies for invasive species management. Ecol Econ.2007; 61:237–45. [https:// doi. org/ 10. 1016/j. ecole con. 2006. 10. 024.](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.10.024)
127. Robinson A, Burgman MA, Cannon R. Allocating surveillance resources to reduce ecological invasions: maximizing detections and information about the threat. Ecol Appl. 2011;21:1410–7. [https:// doi. org/ 10.1890/ 63.10-0195.1.](https://doi.org/10.1890/63.10-0195.1)
128. Schmidt TL, Endersby-Harshman NM, Hofmann AA. Improving mosquito control strategies with population genomics. Trends Parasitol. 2021; 37:907–21. [https:// doi. org/ 10. 1016/j. pt. 2021. 05. 002.](https://doi.org/10.1016/j.pt.2021.05.002)
129. Alarcón-Elbal PM, Rodríguez-Sosa MA, Newman BC, Sutton WB., The First Record of *Aedes vittatus* (Diptera: Culicidae) in the Dominican Republic: Public Health Implications of a Potential Invasive Mosquito Species in the Americas. J Med Entomol 2020; 57(2): 2016–2021, [http s://doi.org/10.1093/jme/tjaal128.](http://doi.org/10.1093/jme/tjaal128)
130. Wilkerson RC, Linton YM, Fonseca DM, Schultz TR, Price DC, Strickman DA. Making mosquito taxonomy useful: a stable classification of tribe Aedini that balances utility with current knowledge of evolutionary relationships. PLoS One. 2015; 10(7):e013 3602. [doi: 10.1371/journal.pone.0133602](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133602) PMID:26226613
131. Malacrida AR, Gomulski LM, Bonizzoni M, Bertin S, Gasperi G, Guglielmino CR. Globalization and fruitfly invasion and expansion: the medfly paradigm. Genetic. 2007; 131(1):1±9 . [doi: 10.1007/s10709-006-9117-2](https://doi.org/10.1007/s10709-006-9117-2) PMID: 17111234
132. Tabachnick W. Evolutionary genetics and arthropod-borne disease Yellow fever mosquito. Am Entomol. 1991;37:14±24.

133. Brown JE, Evans BR, Zheng W, ObasV, Barrera-Martinez L, Egizi A. Human impacts have shaped historical and recent evolution in *Aedes aegypti*, the dengue and yellow fever mosquito. *Evolution*. 2014;68(2):514± 25. [doi: 10.1111/ev o.12281](https://doi.org/10.1111/ev o.12281) PMID: 24111703
134. Kaufman MG, Fonseca DM. Invasion biology of *Aedes japonicas japonicus* (Diptera: Culicidae). *Annu Rev Entomol*. 2014; 59:31±49. [doi: 10.1146/annurev-ent o-011613-16 2012](https://doi.org/10.1146/annurev-ent o-011613-16 2012) PMID: 24397520
135. Egizia, Kiser J, Abadam C, Fonseca DM. The hitchhiker's guide to becoming invasive: exotic mosquitoes spread across a U.S. state by human transport not autonomous flight. *Mol Ecol*. 2016;25(13):3033± 47. [doi: 10.1111/mec.13653](https://doi.org/10.1111/mec.13653) PMID: 27087539
136. Waldock J, Chandra NL, Lelieveld J, Proestos Y, Michael E, Christophides G. The role of environmental variables on *Aedes albopictus* biology and chikungunya epidemiology. *Pathog Glob Health*. 2013; 107(5):224 ±41. [doi: 10.1179/20477 73213Y. 0000000100](https://doi.org/10.1179/20477 73213Y. 0000000100) PMID: 23916332
137. Bisset Lazcano JA, Marquetti Fernández MC, Montada Dorta D, Hernández Contreras N, Leyva Silva M, Fuentes González O, Castex Rodríguez M, Menéndez Díaz Z, García García I, Castillo Pérez M, María Mendizábal Alcalá ME, Peraza Cuesta I, Valdés Miró V. Aportes científicos del Instituto Pedro Kouri a la vigilancia de *Aedes aegypti* (Díptera: Culicidae) en Cuba, 1982-2020. *Rev Cubana Med Trop*. 2021; 73:3.
138. Bisset Lazcano JA, Marquetti Fernández MC, Rodríguez Coto MM. Contribución de estudios entomológicos sobre *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*. Retrospectiva y Retos para su control en Cuba, 1981- 2016. *Rev Cubana Med Trop* 2017; 69:3.
139. Lopes J, Castillo Martins EA, de Oliveira O, de Oliveira V, de Oliveira Neto BP, de Oliveira JE. Dispersion of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) and *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) in the rural zone of North Paraná State Brazilian. *Braz Arch Biol Technol* 2004; 47(5):739-746. ISSN 1516-8913.

140. Kraemer MUG, Reiner RC, Brady OJ, Messina JP, Gilbert M, Pigott DM, et al. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. Nat Microbiol. 2019; 4:854–63. [https:// doi. org/ 10. 1038/ s41564- 019- 0376-y](https://doi.org/10.1038/s41564-019-0376-y) .
141. Medley KA, Jenkins DG, Hofman EA. Human-aided and natural dispersal drive gene flow across the range of an invasive mosquito. Mol Ecol. 2015; 24:284–95. [https:// doi. org/ 10. 1111/ mec. 12925](https://doi.org/10.1111/mec.12925).
142. Moore CG, Mitchell CJ. *Aedes albopictus* in the United States: ten-year presence and public health implications. Emerg Infect Dis 1997; 3:329–34. [https:// doi. org/ 10. 3201/ eid03 03. 970309](https://doi.org/10.3201/eid0303.970309)
143. Honório NA, Silva Wda C, Leite PJ, Gonçalves JM, Lounibos LP, Lourenço-de-Oliveira R. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the state of Rio de Janeiro, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz 2003; 98 (2), 191–198.
144. Lourenço-de-Oliveira R, Castro MG, Braks, MA, Lounibos, LP. The invasion of urban forest by dengue vectors in Rio de Janeiro. J Vector Ecol 2004; 29 (1), 94–100.
145. Marquetti, MC, Pérez, M, Mendizábal, ME, Peraza, I, Chamizo K., Bisset JA, Leyva, M, Vanlerberghe, V. Spatial and temporal distribution of two major arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Havana, Cuba. Trans R Soc Trop Med Hyg 2019; 113, S99–S140
146. De Oliveira Custódio JM, Serpa Nogueira L, Alovisei Souza D, Freitas Fernandes M, Teruya Oshiro E, Falcão de Oliveira E, Mattos Piranda E, Gutiérrez de Oliveira A. Abiotic factors and population dynamic of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in an endemic area of dengue in Brazil. Rev Inst Med Trop São Paulo 2019; 61, e18. <https://doi.org/10.1590/S1678-9946201961018>.

147. MINSAP. Dengue en la Región de las Américas. Factográfico de Salud, Boletín de la Biblioteca Médica Nacional. Cuba 2019;5 (10) ISSN 2414-8482.p9