
Registro de especies de mosquitos y riesgo epidemiológico en un centro estudiantil de Jalisco

Juan Diego Galavíz-Parada¹, Sergio Ibáñez-Bernal², María del Carmen Marquetti³, José Luis Navarrete-Heredia⁴, Olimpia Chong-Carrillo¹, Fabio Germán Cupul-Magaña⁵, Manuel Alejandro Vargas-Ceballos^{1,6}, Fernando Vega-Villasante^{1*}

¹Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa. Av. Universidad 203, Delegación Ixtapa, C.P. 48280 Puerto Vallarta.

²Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Xalapa, Veracruz. Red Ambiente y Sustentabilidad. Carretera antigua a Coatepec # 351, El Haya 91070, Veracruz, México.

³Departamento de Control de Vectores. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kauri" (IPK), Ciudad de La Habana, Cuba.

⁴Entomología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Camino Ramón Padilla Sánchez 2100, Nextipac, 44600 Zapopan, Jalisco.

⁵Laboratorio de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Centro Universitario de la Costa. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara.

⁶Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Calle IPN 195, La Paz, Baja California Sur 23096, México.

Artículo recibido 21 de septiembre de 2020 y aceptado el 2 de noviembre de 2020

Registry of mosquito species and epidemiological risk in a student center in Jalisco.

Abstract

In Mexico, regional culicidfauna studies based on periodic and systematic collections are scarce. In the State of Jalisco, previous studies have allowed the registration of around 43 species included in eight genera. The University Center of the Coast (CUC), of the University of Guadalajara, located in the Jalisco municipality of Puerto Vallarta, is an area in which no studies have been carried out on the number of species of culicid mosquitoes. The objective of the study was to determine the species of mosquitoes present within the University Center of the Coast (CUC), of the University of Guadalajara, and their potential importance of disease transmission in the student community. The collection of larvae was carried out between the months of May 2017 to October 2018 from the visual inspection of various types of artificial water reservoirs. For their taxonomic determination, the mosquitoes were preserved in 70% ethanol to be identified at the Institute of Ecology (INECOL), in Xalapa, Veracruz, Mexico. A total of nine species of mosquitoes belonging to the genera *Culex* (6 species), *Aedes* (2 species), and *Toxorhynchites* (1 species), were registered. The most abundant species were *Culex coronator* (Dyar and Knab), with 149 specimens and *Aedes aegypti* (Linnaeus), with 127 specimens. These results constitute the first record of mosquito species in a suburban area of Jalisco. Most species are potential vectors of human disease.

Key words: Culicids, dengue, distribution, vector.

Resumen

En México, los estudios regionales de culicidofauna basados en recolecciones periódicas y sistemáticas son escasos. En el Estado de Jalisco, los estudios previos han permitido el registro de alrededor de 43 especies incluidas en los géneros *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Deinocerites*, *Haemagogus*, *Mansonia*, *Psorophora* y *Uranotaenia*. El Centro Universitario de la Costa (CUC), de la Universidad de Guadalajara, enclavado en el municipio jalisciense de Puerto Vallarta es un área en la que no se han realizado estudios del número de

*Autor de correspondencia

Email: fernandovega.villasante@gmail.com

ISSN 2594-0384 (Electrónica)

DOI: <https://doi.org/10.33154/rln.2020.03.01>

especies de mosquitos culícidos. El objetivo del estudio fue determinar las especies de mosquitos presentes dentro del Centro Universitario de la Costa (CUC), de la Universidad de Guadalajara, y su potencial importancia de transmisión de enfermedades en la comunidad estudiantil. La recolección de larvas se realizó entre los meses de mayo 2017 a octubre 2018 a partir de la inspección visual de diversos tipos de reservorios artificiales de agua. Para su determinación taxonómica, los mosquitos fueron conservados en etanol al 70% para ser identificados en el Instituto de Ecología (INECOL), en Xalapa, Veracruz, México. Se registraron un total de nueve especies de mosquitos pertenecientes a los géneros *Culex* (6 especies), *Aedes* (2 especies) y *Toxorhynchites* (1 especie). Las especies más abundantes fueron *Culex coronator* (Dyar y Knab), con 149 ejemplares y *Aedes aegypti* (Linnaeus), con 127 ejemplares. Estos resultados constituyen el primer registro de especies de mosquitos en un área suburbana de Jalisco. La mayoría de las especies son vectores potenciales de enfermedades humanas.

Palabras claves: culícidos, dengue, distribución, vector.

Introducción

Desde el punto de vista médico y veterinario, la familia Culicidae (Insecta: Diptera), posee relevancia mundial por incluir especies que participan como vectores de enfermedades que afectan anualmente a millones de personas que habitan en las zonas tropicales y subtropicales (Muñoz-Cabrera *et al.*, 2006). Entre los patógenos potencialmente transmitidos se encuentran virus, como los que producen el dengue, la fiebre amarilla, Zika (ZIKV), Chikungunya (CHIKV), virus del Nilo del Oeste (WNV) (Ulloa *et al.*, 2009; Li *et al.*, 2012), encefalitis equinas y protozoarios causantes de la malaria, así como nematodos causantes de enfermedades de hipertrofia anormal como la filariasis (WHO, 2017). Se ha sugerido que el cambio climático global (modificaciones en temperatura, precipitaciones y humedad), ha afectado la biología y ecología de los vectores de estas enfermedades, propiciando la ampliación de su rango de distribución hacia zonas en las que no se habían registrado con anterioridad (Githeko *et al.*, 2000).

En México, los estudios regionales de culicidofauna basados en recolecciones periódicas y sistemáticas son escasos (Muñoz-Cabrera *et al.*, 2006). Específicamente en el Estado de Jalisco, los estudios previos han permitido el registro de alrededor de 43 especies incluidas en los géneros *Aedes* (Meigen), *Anopheles* (Meigen), *Culex* (Linneo), *Deinocerites* (Theobald), *Haemagogus* (Williston), *Mansonia* (Blanchard), *Psorophora* (Robineau-Desvoidy) y *Uranotaenia* (Heinemann y Belkin, 1977).

El Centro Universitario de la Costa (CUC), de la Universidad de Guadalajara, enclavado en el municipio jalisciense de Puerto Vallarta es un área geográfica en donde no se han realizado estudios del número de especies de mosquitos culícidos. Este espacio académico, alberga durante algún momento del día laboral una población de alrededor de 6700 personas, conformada por alumnos, académicos y personal administrativo. Aunque no hay registros publicados sobre la morbilidad de enfermedades transmitidas por vectores en universitarios del CUC, ni tampoco evidencia que indique su infección en sus instalaciones, el registro taxonómico y de los vectores potenciales es la base sobre la cual descansa cualquier programa preventivo de enfermedades transmitidas por vector (Muñoz-Cabrera *et al.*, 2006; Espinoza-Gómez *et al.*, 2013). En este trabajo se dan a conocer las especies de mosquitos presentes en el CUC y se menciona su importancia como vectores de enfermedades que potencialmente pueden afectar a la comunidad universitaria.

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio

El CUC se localiza en los suburbios del poblado de Ixtapa, Jalisco, México, entre los 20° 42' 19" N y 105° 13' 11" O (IIEG, 2018) (figura 1). Sus instalaciones se extienden en un área de 13 hectáreas, donde una proporción está cubierta por áreas verdes con vegetación, ornamental introducida y nativa. Se observan parches de bosque tropical subcaducifolio perturbado; además, el terreno es atravesado por arroyos naturales intermitentes y presenta un estanque artificial de 1700 m² resultado

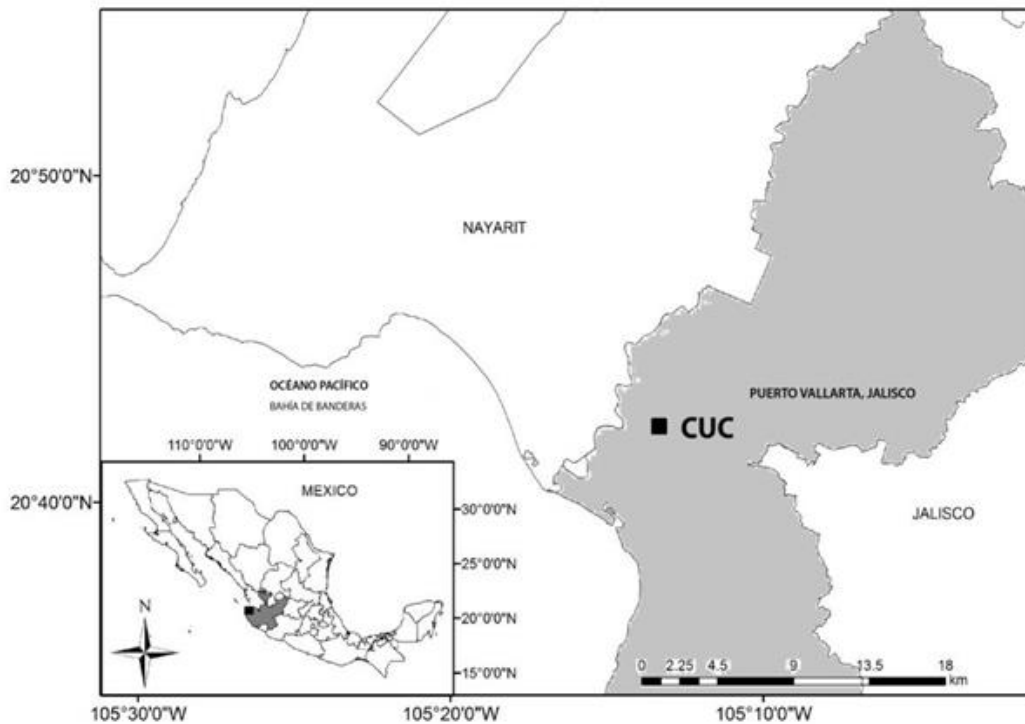


Figura 1. Ubicación del Centro Universitario de la Costa, en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.

de la extracción por décadas de arcilla para la elaboración de ladrillos.

El clima de la región es cálido subhúmedo con temporada de lluvias de junio a octubre, donde son frecuentes los encharcamientos temporales como el estanque del campus, así como el llenado del arroyo y cubierto por campos de cultivo.

Recolección identificación de larvas de mosquitos

Entre los meses de mayo a octubre (meses de la temporada de lluvias) de 2017 y 2018, se realizaron dos muestreos por mes, de reservorios dentro del campus y se colectaron las larvas encontradas.

Los especímenes mejores encontrados se preservaron en etanol al 70% para su traslado al laboratorio en el Instituto de Ecología (INECOL), en Xalapa, Veracruz, México. Las muestras en mal estado no se tomaron en cuenta para la determinación; se recolectaron 849 larvas de mosquitos.

La identificación y determinación se efectuó con apoyo de un microscopio estereoscópico Nikon SMZ800 y los trabajos de mosquitos de los autores

(Knight y Stone, 1977; Darsie y Ward, 1981; Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos, 1994; Carpenter y La Casse, 1995; Zapata-Peniche *et al.*, 2007). El material entomológico se encuentra bajo resguardo en el Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental del CUC. Los nombres de los géneros se abrevian de acuerdo con la propuesta de Wilkerson *et al.* (2015).

Resultados

Se determinaron taxonómicamente a 486 larvas que correspondieron a tres géneros *Aedes*, *Culex* y *Toxorhynchites*, con las siguientes especies: *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762), *Ae. (Georgescraigius) epactius* Dyar y Knab, 1908, *Culex (Culex) bidens* Dyar y Knab, 1922, *Cx. (Cux.) coronator* Dyar y Knab, 1906, *Cx. (Cux.) interrogator* Dyar y Knab, 1906, *Cx. (Cux.) nigripalpus* Theobald, 1901, *Cx. (Cux.) thiriambus* Dyar, 1921, *Cx. (Phenacomyia) lactator* Dyar y Knab, 1906, y una especie no identificada del género *Toxorhynchites*.

Las especies más abundantes fueron *Ae. aegypti* y *Cx. coronator*, con el 26% y 30% de abundancia relativa, de los dos años muestreados respectivamente. *Aedes aegypti* y *Cx. coronator* fueron las más abundantes y conspicuas en los reservorios en el centro estudiantil. Sin embargo, la única especie que se localizó en todos los tipos de reservorios fue *Ae. aegypti* (Cuadro 1). El reservorio más productivo en el número de especies encontradas fue el cubo de concreto del suministro de agua (8 especies), seguido de los neumáticos (6 especies); en la bolsa de plástico y botella de vidrio solo se observó *Ae. aegypti*. *Culex bidens* solo se encontró en uno de los cubos de concreto. *Toxorhynchites* sp. solo se encontró en los neumáticos (Cuadro 1).

Discusión

Aedes aegypti se observa de manera constante en las cuatro estaciones del año, reproduciéndose y ovopositando en diferentes reservorios, sin embargo, la época húmeda es donde aumenta su abundancia dentro del municipio de Puerto Vallarta y es una de las especies más abundantes para la costa del Pacífico mexicano, asociándose a varios reservorios domésticos (Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos, 1994; Marquetti et al., 2010; Bond et al., 2014). Otros estudios llevados a cabo en la vertiente del Golfo de México, la han registrado, bajo condiciones similares al nuestro, en la mayoría de reservorios analizados (Baak-Baak et al., 2014).

De igual forma se ha localizado a *Ae. epactius* en contenedores similares a los registrados para el presente estudio (Zavortink, 1972; Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos, 1994). La Comisión Nacional para Uso y Estudio de la Biodiversidad reportan a esta especie como *Ochlerotatus epactius* en 29 municipios de Jalisco (Casas-Martínez et al., 2012). La distribución de esta especie se da desde Panamá, hasta el límite sur de Estados Unidos de América y participa como especie vector (Cuadro 1) (Wilkerson et al., 2015).

El género *Culex* es uno de los más estudiado y representado en México, con aproximadamente 59 especies conocidas (Muñoz-Cabrera et al., 2006). *Culex nigripalpus* se asocia con la transmisión de varios tipos de arbovirosis (Cuadro 1) (Forattini, 1965; Turell et al., 2005). Se distribuye de EUA, México, Las Antillas, Centroamérica y Sudamérica (Forattini, 1965). Las larvas de esta especie han sido

registradas en una amplia gama de reservorios acuáticos (Ibáñez-Bernal, 1993).

Culex coronator. Es una especie común en Norteamérica. Sus registros se remontan desde 1906 por Dyar y Knab, en el sur de los Estados Unidos hasta Sudamérica, en áreas tropicales y subtropicales. Se ha localizado en neumáticos, piscinas, zanjas, pozos, piscinas de roca, etc., de 25 estados de México (Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos, 1994), también participa como agente vector (Zárate-Aquino e Ibáñez-Bernal, 1994) (Cuadro 1).

Culex bidens. Es una especie que se desarrolla en cuerpos de aguas naturales y artificiales, se ha colectado en charcos, floreros, en estanques con sombra y plantas acuáticas (Ibáñez-Bernal, 1993). En el presente estudio se encontró en cubos de concreto con agua de lluvia. Esta especie se distribuye en el continente americano (Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos, 1994). Se reporta por primera vez para el estado de Jalisco. Esta especie puede participar como agente vector, aunque no está confirmada (Cuadro 1).

Culex interrogator. Esta especie se distribuye desde el sur de Estados Unidos (Carpenter y La Casse, 1995), hasta México (Zapata-Peniche et al., 2007), Centroamérica y parte del Caribe (Belkin, 1962; Calderón-Arguedas et al., 2009). En México se ha registrado en la mayoría de estados del país (Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos, 1994; Ortega-Morales, 2010). Ha sido colectado cerca de campos de cultivo (Shin et al., 2016), similar a lo registrado en el presente estudio (ya que el CUC se encuentra rodeado de terrenos agrícolas). También se ha colectado en zanjas, charcos inundados, y otros reservorios, algunos con materia orgánica (IEG, 2018; Pérez et al., 2018) y en neumáticos (Zapata-Peniche et al., 2007), floreros y cubo de concreto (Baak-Baak et al., 2014). Este mosquito está reportado como vector (Ulloa et al., 2009), y se registra por primera vez en el municipio de Puerto Vallarta y para el estado de Jalisco.

Culex thriambus. Larvas de esta especie se han colectado en diversos reservorios artificiales con aguas claras como floreros, estanques y zanjas. Además, en cuerpos de agua naturales como remansos de ríos, nacimientos de agua, charcos

Cuadro 1. Especies de mosquitos encontrados en diversos reservorios del Centro Universitario de la Costa y su participación como vectores de enfermedades.

Especies/reservorios	Bolsa de plástico (5 a 10 L)	Cubetas de plástico (19 L)	Cubo de concreto (registro agua municipal) (15 a 30L)	Envases de vidrio (400 a 500 mL)	Neumáticos (4 a 10 L)	Tapadera de cubeta/plástico (400 mL)	Abundancia (no. de ejemplares colectados)	Especie vector	Virus transmitidos	Referencia
<i>Ae. (Stegomyia) aegypti</i>	x	x	x	x	x	x	128	+	Dengue, Fiebre amarilla, Zika, Chikungunya, E. J	Muños-Cabrera et al. (2006), Womack (1993), OPS (1992).
<i>Ae. (Georgecraigius) epactius</i>	0	0	x	0	x	0	8	+	VNO	Wilerson et al. (2015).
<i>Cx. (Culex) bidens</i>	0	0	x	0	0	0	87	+	EEV	Sabattini et al. (1998).
<i>Cx. (Culex) coronator</i>	0	x	x	0	0	x	149	+	EEV	Zárate-Aquino e Ibáñez-Bernal (1994).
<i>Cx. (Culex) interrogator</i>	0	0	x	0	x	0	39	+	VNO	Ulloa et al. (2009).
<i>Cx. (Phenacomyia) lactator</i>	0	x	x	0	x	0	28	+	VNO	Calderón-Arguedas et al. (2009).
<i>Cx. (Culex) nigripalpus</i>	0	0	x	0	x	0	31	+	VNO, EEE, ESL, EEO	Turell et al. (2005).
<i>Cx. (Culex) thriambus</i>	0	x	x	0	0	x	11	+	EEV, VNO	Zárate-Aquino e Ibáñez-Bernal (1994), Reisen et al. (2006).
<i>Toxorhynchites</i> sp.	0	0	0	0	x	0	5	-	No vector (depredador de larvas)	Jones y Schreiber (1994).
No. de especies identificadas por tipo de reservorio	1	4	7	1	6	3				

X= presencia, 0= no presencia, += positivo como vector, VNO= virus del Nilo del Oeste, EEE= Encefalitis Equina del Este, ESL= Encefalitis de San Luis, EEV= Encefalitis Equina Venezolana, EJ= Encefalitis Japonesa, OMS= Organización Mundial de la Salud, ECDC= European Centre for Disease Prevention and Control.

entre otros. Igualmente, se han encontrado en aguas con cierto grado de contaminación (Muñoz-Cabrera et al., 2006). Su distribución va desde EUA, hasta Colombia y República Dominicana. Particularmente, para México esta especie de acuerdo con los registros (Díaz-Nájera y Vargas, 1973; Heinemann y Belkin, 1977; Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos, 1994; Zárate-Aquino e Ibáñez-Bernal, 1994; Casas-Martínez et al., 2012; Bond et al., 2014), representa el primer reporte para el estado de Jalisco.

Culex lactator. La distribución de esta especie comprende desde México hasta el norte de Sudamérica y Cuba (Strickman y Pratt, 1989). Se han localizado larvas de *Cx. lactator* en cubos de cemento, floreros, cubetas, neumáticos y sumideros en zonas rurales y urbanas de Mérida, Yucatán (Zapata-Peniche et al., 2007; Baak-Baak et al., 2014). En el presente estudio se colectaron larvas de esta especie en reservorios similares (Cuadro 1). *Culex lactator* es considerado como vector de enfermedades (Calderón-Arguedas et al., 2009) y se registra por primera vez en el estado de Jalisco y el municipio de Puerto Vallarta (Heinemann y Belkin, 1977; Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos, 1994; Casas-Martínez et al., 2012; Bond et al., 2014).

El género *Toxorhynchites* alberga 89 especies distribuidas en hábitats tropicales (Stone, 1948). En general, los adultos del género *Toxorhynchites* son nectarívoros, se alimentan de néctar y otras fuentes azucaradas (Belkin et al., 1970; Harbach, 2007), las hembras no son hematófagas por lo que no transmiten enfermedades (Stone, 1948; Jones y Schreiber, 1994). Las larvas de este género poseen potencial como biocontroladores (Focks et al., 1982; Frank et al., 1984; Gerberg, 1985; Galavíz-Parada et al., 2016), debido a que depredan larvas de mosquitos vectores principalmente de los géneros *Aedes* y *Culex* (Galavíz-Parada et al., 2016). Los estudios sobre el género *Toxorhynchites* son escasos en México y en general para el continente americano, su quetotaxia larval es complicada y los ejemplares adultos son difíciles de observar en su medio natural (Mendez-Andrade et al., 2019).

Este trabajo representa el primer reporte del género *Toxorhynchites* sp. para el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco. Las larvas de *Toxorhynchites* sp. se colectaron en neumáticos junto con larvas de las especies *Ae. aegypti*, *Ae. epactius*, *Cx. lactator*, *Cx. interrogator* y *Cx. nigripalpus* (Cuadro 1).

Diversos autores, reportan larvas de la especie *Toxorhynchites (Lynchiella) moctezuma* sobre huecos de árboles al borde del río, en el municipio de El Tuito-Cabo Corrientes, Boca de Tomatlan (Heinemann y Belkin, 1977), cabe la posibilidad de que se trate de la misma especie encontrada en este trabajo. Así mismo, Baak-Baak et al. (2014), y Mendez-Andrade et al. (2019), reportan para el estado de Yucatán larvas de la especie *Toxorhynchites moctezuma* dentro de agujeros de roca, cubo de concreto y neumáticos similares a lo observado en esta investigación.

Estudios sobre la diversidad, distribución y abundancia de mosquitos son importantes ya que nos permiten conocer, entre otras cosas, la forma en que estos se distribuyen de manera natural en una región, las especies más abundantes por temporalidad, los cambios en su distribución, el riesgo de extinción de especies o la detección de especies exóticas (Muñoz-Cabrera et al., 2006). Lo anterior permite la predicción de las áreas con mayor riesgo de transmisión y a su vez esto nos ayuda a desarrollar estrategias de control y prevención de brotes de enfermedades transmitidas por mosquitos (SSJ, 2019). Para el estado de Jalisco se han realizado pocos estudios sobre la fauna de Culícidos (Ibáñez-Bernal y Martínez-Campos, 1994; Ibáñez-Bernal et al., 1996; Bond et al., 2014; Wilkerson et al., 2015). Es de suma importancia conocer la diversidad y distribución de especies en la región occidental de Jalisco y en particular el municipio de Puerto Vallarta, ya que es una zona con alta incidencia de enfermedades transmitidas por mosquitos principalmente de la especie *Ae. aegypti* (SSJ, 2019).

Específicamente, en el Centro Universitario de la Costa en los años 2018 y 2019 el número de estudiantes infectados por alguna enfermedad transmitida por mosquitos vectores (principalmente dengue en sus dos variantes) ascendió de 35 a más de 90, en comparación con los años 2016 y 2017 (SSJ, 2019). Lo anterior posiblemente se debió al mal uso de los productos químicos con el que se realizan las fumigaciones y control larvario, aunado a las deficiencias en la implementación de las estrategias de prevención de criaderos del mosquito dentro y fuera del centro.

Conclusiones

En el Centro Universitario de la Costa de la

Universidad de Guadalajara, se dan las condiciones propicias para la dispersión de varias especies de mosquitos, debido a la acumulación de agua en diversos tipos de reservorios naturales y artificiales. Se encontró a *Aedes aegypti* como la especie vector predominante en el sitio, generalmente asociada con otras especies de culícidos reconocidos como vectores confirmados o potenciales, a excepción de *Toxorhynchites* sp. cuya larva es considerada como depredadora natural de otras. Se registra por primera vez para el estado de Jalisco las especies *Culex interrogator*, *Culex thriambus*, *Culex bidens*, *Culex lactator*, y para el municipio de Puerto Vallarta ejemplares del género *Toxorhynchites* sp. Consideramos de suma importancia realizar vigilancia entomológica e implementar las medidas preventivas para evitar el aumento de enfermedades por vector en el Centro Universitario y en general en todo el Puerto. Lo anterior debido a que el municipio es una de las zonas con mayor número de casos de fiebre por dengue, y dengue hemorrágico en el estado de Jalisco.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca doctoral otorgada al primer autor del presente manuscrito. Al laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental por los materiales proporcionados para la realización de este trabajo.

Referencias

- Baak-Baak, C.M., Arana-Guardia, R., Cigarroa-Toledo, N., Puc-Tinal, M., Coba-Tun, C., Rivero-Osorno, V., Lavalle-Kantun, D., Loroño-Pino, M.A., Machain-Williams, C., Reyes-Solis, G.C., Beaty, B.J., Eisen, L., García-Rejón, J.E. 2014. Urban mosquito fauna in Mérida City, México: Immatures Collected from Containers and Storm-Water Drains/Catch Basins. *Southwestern Entomologist*, 39: 291-307.
- Belkin, J.N., Heinemann, S.J., Page, W.A. 1970. XXI: The Culicidae of Jamaica. *Contributions of the American Entomological Institute*, 6: 1-458.
- Belkin, N.J. 1962. The mosquitoes of the South Pacific (Diptera, Culicidae) Vol. I and II. University of California Press, Berkeley.
- Bond, J.G., Casas-Martínez, M., Quiroz-Martínez, H., Novelo-Gutiérrez, R., Marina, C.F., Ulloa, A., Orozco-Bonilla, A., Muñoz, M., Williams, T. 2014. Diversity of mosquitoes and the aquatic insects associated with their oviposition sites along the Pacific coast of Mexico. *Parasites & Vectors*, 7: 41.
- Calderón-Arguedas, O., Troyo, A., Solano, M.E., Avendaño, A., Beier, J.C. 2009. Urban mosquito species (Diptera: Culicidae) of dengue endemic communities in the Greater Puntarenas area, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 57: 1223-1234.
- Carpenter, S.J., La Casse, W.J. 1995. Mosquitoes of North America (North of Mexico). University of California Press, Berkeley.
- Casas-Martínez, M., Orozco-Bonilla, A., Bond-Compeán, J.G. 2012. Diversidad y distribución geográfica de las especies de culícidos de importancia médica en la región centro-occidental de México. Instituto Nacional de Salud Pública. Centro Regional de Investigación en Salud Pública. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. FE009. México, D.F. Disponible en: https://www.google.com/search?q=Informe+final*+del+Proyecto+FE009.
- Darsie, R.F., Ward, R.A. 1981. Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North America, North of Mexico. *Mosquito Systematics Supplement. Journal of the American Mosquito Control Association*, 1: 1-313.
- Díaz-Nájera, A., Vargas, L. 1973. Mosquitos mexicanos. Distribución geográfica actualizada. *Revista de Investigación en Salud Pública*, 33: 111-125.
- Espinosa-Gómez, F., Arredondo-Jiménez, J., Maldonado-Rodríguez, A., Pérez-Rentería, C., Newton-Sánchez, Ó.A., Chávez-Flores, E. 2013. Distribución geográfica de mosquitos adultos (Diptera: Culicidae) en áreas selváticas de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84: 685-689.
- Focks, D.A., Sackett, S.R., Bailey, D.L. 1982. Field experiments on the control of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* by *Toxorhynchites rutilus rutilus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 19: 336-339.
- Forattini, O.P. 1965. *Entomología Médica. Culicini: Culex, Aedes e Psorophora*. Vol. II. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Frank, J.H., Curtis, G.A., O'Meara, G.F. 1984. On the bionomics of bromeliad-inhabiting mosquitoes. *Toxorhynchites r. rutilus* as a predator of *Wyeomyia vanduzeei* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 21: 149-158.
- Galavíz-Parada, J.D., Vega-Villasante, F., Cupul-Magaña, F.G., Navarrete-Heredia, J.L., Ruiz-González, E., Vargas-Ceballos, M.A., Chong-Carrillo, O. 2016. Control químico y biológico de larvas de *Aedes aegypti* en la costa norte de Jalisco, México. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 68: 111-124.
- Gerberg, E.J. 1985. Sequential biocontrol application in the use of *Toxorhynchites* spp. En: M. Laird, J.W. Miles (Eds), *Integrated mosquito control methodologies*. Vol. 2. Academic Press, London, pp. 33-36.
- Githeko, A.K., Lindsay, S.W., Confalonieri, U.E., Patz, J.A. 2000. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 78: 1136-1147.
- Harbach, R.E. 2007. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Linnaeus Tercentenary. Progress in Invertebrate Taxonomy*, 1668: 591-638.
- Heinemann, S.J., Belkin, J.N. 1977. Collection Records of the Project "Mosquitoes of Middle America" 9. Mexico (MEX, MF, MT, MX). *Mosquito Systematics*, 9: 520-525.
- Ibáñez-Bernal, S., Strickman, D., Martínez-Campos C. 1996. Culicidae (Diptera), pp. 591-602. En: J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Universidad

- Nacional Autónoma de México, México, pp. 591-602.
- Ibáñez-Bernal, S., Martínez-Campos, C. 1994. Clave para la identificación de larvas de mosquitos comunes en las áreas urbanas y suburbanas de la República Mexicana. (Diptera: Culicidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 92: 43-73.
- Ibáñez-Bernal, S. 1993. Los mosquitos del estado de Hidalgo, México (Diptera: Culicidae). Pp. 233-337. En: M. A. Villavicencio, Y.S. Marmolejo y B. E. Pérez Escandón (Eds.), *Investigaciones recientes sobre Flora y Fauna de Hidalgo*, México. Universidad Autónoma de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México, pp. 233-337.
- Instituto de Información Estadística y Geografía de Jalisco (IEEG). 2018. Puerto Vallarta, Jalisco. Diagnóstico Municipal, 6-10.
- Jones, C., Schreiber, E. 1994. The carnivores, *Toxorhynchites*. *Wing Beats*, 5: 4.
- Knight, K.L., Stone, A. 1997. A catalog of the mosquitoes of the World (Diptera: Culicidae). Second edition. The Thomas Say Foundation, USA.
- Li, M.L., Wong, P.S.J., Ng, L.C., Tan, C.H. 2012. Oral susceptibility of Singapore *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus) to Zika virus. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6. e1792. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001792>.
- Marquetti, F.M.C., Carrazana, T.M., Leyva, S.M., Bisset, L.J., 2010. Factores relacionados con la presencia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en dos regiones de Cuba. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 62: 112-118.
- Mendez-Andrade, A., Rivera-García, K.D., Ibáñez-Bernal, S. 2019. Notes on the *Toxorhynchites* of Mexico: redescription of *Tx. moctezuma* (Dyar & Knab) and new record for *Tx. grandiosus* (Williston) in Veracruz (Diptera: Culicidae). *Zootaxa*, 4576: 140-150.
- Muñoz-Cabrera, L.O., Ibáñez-Bernal, S., Corona-Vargas, M.C. 2006. Los mosquitos (Diptera: Culicidae) de Tlaxcala, México I: Lista comentada de especies. *Folia Entomológica Mexicana*, 43:223-271.
- OPS (Organización Panamericana de Salud). 1992. La batalla contra *Aedes aegypti*. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 113: 462-5.
- Ortega-Morales, A.I. 2010. Los mosquitos del noreste de México (Diptera: Culicidae). Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México.
- Pérez, M.P., Cutiño, Y.A., Acosta, Y.C., Torres, G.G., Castillo, R.M.Q., Alfonso, H., González, B.R., Marquetti-Fernández, M.C. 2018. Presencia larval de *Culex* (*Culex*) *interrogator* (Dyar and Knab) (Diptera: Culicidae) en Cuba. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 70:1-8.
- Reisen, W.K., Fang, Y., Martínez, V.M. 2006. Vector competence of and *Culex thriambus* for West Nile Virus. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 22: 662-665.
- Sabattini, M.S., Avilés, G., Monath, T.P. 1998. Historical, epidemiological and ecological aspects of arboviruses in Argentina: Flaviviridae, Bunyaviridae and Rhabdoviridae. En: A.P.A. Travassos da Rosa, P.F.C. Vasconcelos, J.F.S. Travassos da Rosa (Eds), *An Overview of Arbovirology in Brazil and Neighbouring Countries*. Instituto Evandro Chagas, Belem, Brasil, pp. 34-113.
- Shin, D., O'Meara, G.F., Cívana, A., Donald, A., Shroye, R., Miqueli E. 2016. *Culex interrogator* (Diptera: Culicidae), a mosquito species New to Florida. *Journal of Vector Ecology*, 41: 316-319.
- Secretaría de Salud Jalisco (SSJ). 2019. Números de casos de fiebre por dengue, Zika y Chikungunya en la VIII región sanitaria de Jalisco. Disponible en: <https://ssj.jalisco.gob.mx> [Fecha de consulta 15 de mayo del 2019].
- Stone, A.A. 1948. Change in name in mosquitoes. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 50: 161.
- Strickman, D., Pratt, J. 1989. Redescription of *Cx* (*Culex*) *comiger* Theobald and elevation of *Culex* (*Culex*) *lactator* Dyar & Knab from synonymy based on specimens from Central America (Diptera: Culicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 91: 551-574.
- Turell, M.J., Dohm, D.J., Sardelis, M.R., Oguinn, M.L., Andreadis, T.G., Blow, J.A., 2005. An update on the potential of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile Virus. *Journal of Medical Entomology*, 42: 57-62.
- Ulloa, A., Méndez-Sánchez, J., Danis-Lozano, R., Casas-Martínez, M., Bond, J., Rodríguez-Pérez, M. 2009. West Nile Virus Activity in Mosquitoes and Domestic Animals in Chiapas, México. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 9: 555-560.
- World Health Organization. Global Vector Control Response (WHO). 2017. Document of the Regional Committee. Seventieth Session Maldives. 2017: 1-7.
- Wilkerson, R.C., Linton, Y.M., Fonseca, D.M., Schultz, T.R., Price, D.C., Strickman, D.A. 2015. Making Mosquito Taxonomy Useful: A Stable Classification of Tribe Aedini that Balances Utility with Current Knowledge of Evolutionary Relationships. *PLOS ONE*.2015; 10:1-26.
- Womack, M. 1993. The yellow fever mosquito, *Aedes aegypti*. *Wing Beats*, 5: 4.
- Zapata-Peniche, A., Manrique-Saide, P.C., Rebollar-Téllez, E.A., Che-Mendoza, A., Dzul-Manzanilla, F. 2007. Identificación de larvas de mosquitos (Diptera: Culicidae) de Mérida, Yucatán, México y sus principales criaderos. *Revista Biomédica*, 18: 3-17.
- Zárate-Aquino, M.L., Ibáñez-Bernal, S. 1994. Encefalitis por arbovirus: encefalitis equinas venezolana (EEV), del este (EEE) y del oeste (EEO); encefalitis de San Luís (ESL). En: J.L. Valdespino, C.O. Velasco, G.A. Escobar, A. Zolezzi, S. Bernal-Ibáñez, L.C. Magos (Eds), *Enfermedades tropicales en México. Diagnóstico, tratamiento y distribución geográfica*. Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos, Secretaría de Salud, México D. F., pp. 98-110.
- Zavortink, T.J. 1972. Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XXVIII. The New World species formerly placed in *Aedes* (Finlaya). *Contributions of the American Entomology Institute*, 8: 1-206.