

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE MOSQUITOS (DIPTERA CULICIDAE) DE
IMPORTANCIA EN SALUD PÚBLICA EN LA FRONTERA CHIAPAS-
GUATEMALA Y DURANGO

Tesis

Que presenta RAFAEL VÁZQUEZ MARROQUÍN

como requisito parcial para obtener el Grado de
DOCTOR EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Julio 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE MOSQUITOS DIPTERA CULICIDAE DE
IMPORTANCIA EN SALUD PÚBLICA EN LA FRONTERA CHIAPAS-
GUATEMALA Y DURANGO

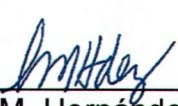
Tesis

Que presenta RAFAEL VÁZQUEZ MARROQUÍN

Como requisito parcial para obtener el Grado de
DOCTOR EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA



Dr. Aldo I. Ortega Morales
Director UAAAN



Ph.D. Luís M. Hernández Triana
Director Externo (APHA)


Torreón, Coahuila

Julio 2021


DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE MOSQUITOS (DIPTERA CULICIDAE) DE
IMPORTANCIA EN SALUD PÚBLICA EN LA FRONTERA CHIAPAS-
GUATEMALA Y DURANGO

Tesis

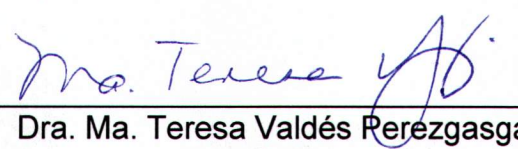
Elaborada por RAFAEL VÁZQUEZ MARROQUÍN como requisito parcial para
obtener el grado de Doctor en Ciencias en Producción Agropecuaria con la
supervisión y aprobación del Comité de Asesoría




Dr. Aldo Iván Ortega Morales
Asesor Principal



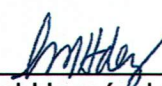
Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos
Asesor



Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga
Asesor



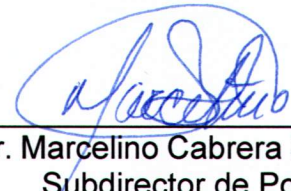
Dr. Javier Alfonso Garza Hernández
Asesor



Dr. Luis Miguel Hernández Triana
Asesor



Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Jefe del Departamento de Postgrado



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por las facilidades otorgadas para la realización de los estudios de Doctorado.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por la beca facilitada para realizar mis estudios de Doctorado.

Al Instituto de Salud del Estado de Chiapas por el tiempo otorgado.

A mi asesor principal, **Dr. Aldo I. Ortega Morales**, por su trabajo y tiempo dedicado en mi formación académica y en la guía del trabajo de investigación.

A mi Comité Particular de Asesoría: Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos, Dra. María Teresa Valdez Perezgasga, Dr. Javier Alfonso Garza Hernández y principalmente al Dr. Luis Miguel Hernández Triana.

A mis amigos del del doctorado (Evelyn, Rahuel, Josué, Aimir Hidalgo, Lupita Machado y Lupita Torres) que me brindaron su amistad y en especial a Aurelia Nájera Cruz.

DEDICATORIA

A mi esposa **Alejandra**, que permitió ausentarme para cumplir con mi objetivo, muchas gracias.

A mis hijos **Alejandra y Rafael**, quienes adoro con todo el corazón y siempre quiero ser su ejemplo.

CARTAS DE ACEPTACIÓN DE LOS ARTÍCULOS

Aceptación de artículo 1



Envío de artículo 2

Fwd: [RMB] Acuse de recibo de artículo

Para: Aldo Ortega Morales <agrortega@hotmail.com>

Asunto: [RMB] Acuse de recibo de artículo

Aldo Ortega Morales:

Gracias por enviar el manuscrito "Diversidad y distribución de mosquitos (Diptera: Culicidae) en la frontera México-Guatemala" a Revista Mexicana de Biodiversidad.

Con nuestro sistema de gestión de revistas en línea, podrá iniciar sesión en el sitio web de la revista y hacer un seguimiento de su progreso a través del proceso editorial.

URL del manuscrito:

<http://www.revista.ib.unam.mx/index.php/bio/author/submission/4063>

Nombre de usuario/a: aldo

ES IMPORTANTE QUE USE UN ÚNICO REGISTRO PERSONAL PARA MÚLTIPLES CONTRIBUCIONES (TRATAMIENTO EDITORIAL, CONSULTAS, ETC).

En caso de dudas sobre el registro, contacte con la Editora técnica Ma. Antonieta Arizmendi (aarizmen@ib.unam.mx). Gracias por elegir esta revista para publicar su trabajo.

Fernando Álvarez Noguera
Revista Mexicana de Biodiversidad

Revista Mexicana de Biodiversidad <http://www.revista.ib.unam.mx>

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos	ii
Dedicatoria.....	iii
Cartas de aceptación de los artículos	iv
Índice de contenido.....	vi
Índice de figuras.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRAC.....	x
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Hipótesis general.....	3
1.2 Objetivos	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Diptera: Culicidae	5
2.2 Métodos de colecta	5
2.3 Taxonomía de culícidos.....	6
2.4 Medidas de diversidad biológica.	12
2.5 Enfermedades transmitidas por Vectores.....	13
2.6 La salud pública	27
3. LITERATURA CITADA	29
4. CAPÍTULO 1. New records of mosquito species (Diptera: Culicidae) in La Comarca Lagunera, Durango, Mexico	47
5. CAPÍTULO 2 Diversidad y distribución de mosquitos (Diptera: Culicidae) en la frontera México-Guatemala	66
6. CONCLUSIONES GENERALES	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vista dorsal de la hembra adulta.	7
Figura 2 Vista dorsal del tórax.	8
Figura 3 Vista lateral del tórax.	9
Figura 4 Pata de mosquito. Ta 1-5 – tarsómeros.....	10
Figura 5 Ala del mosquito.	11

RESUMEN

“DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE MOSQUITOS (DIPTERA: CULICIDAE) DE IMPORTANCIA EN SALUD PÚBLICA EN LA FRONTERA CHIAPAS- GUATEMALA Y DURANGO”

RAFAEL VÁZQUEZ MARROQUÍN

Para obtener el Grado en Doctor en Ciencias en Producción Agropecuaria

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DR. ALDO I. ORTEGA MORALES

Director de tesis.

Se realizaron colectas de mosquitos (Diptera: Culicidae) en el intradomicilio y peridomicilio a lo largo de la frontera Chiapas-Guatemala durante los meses de octubre-noviembre del 2018. Se colectaron 4,439 especímenes (2,420 hembras y 2,019 machos) pertenecientes a 2 subfamilias, 18 géneros y 41 especies, una de ellas *Mansonia dyari* (Belkin, Heinemann and page, 1970) es un nuevo registro estatal para Chiapas. 21 especies de mosquitos tienen importancia en salud pública como vectores de virus dengue (DENV), virus chikungunya (CHICKV), virus zika (ZIKV), virus de la fiebre amarilla (YFV), virus encefalitis equina venezolana (VEEV), virus de la fiebre del Valle de Rift (RVFV), virus mayaro (MAYV), virus de encefalitis equina del este (EEEV), virus del Oeste del Nilo (WNV), virus usutu (USUV), virus oropuche (OROV), virus ilheus (ILHV), virus del rocío (ROCV), virus encefalitis equina del oeste (WEEV), virus encefalitis de San Luis (SLEV). Las últimas epidemias que llegaron a México provienen de Sudamérica y Chiapas tiene condiciones ambientales adecuadas, presencia de los vectores más la migración proveniente de Centro América y Sudamérica el riesgo para emergencia y reemergencia de arbovirus es alto. También se realizó colecta durante los meses agosto y noviembre del 2018 en 4 municipios de la Comarca Lagunera donde se colectaron 689 mosquitos (286 machos y 403 hembras) perteneciente a 15 especies de las cuales *Anopheles franciscanus* (McCracken), *Culex erythrothorax* (Dyar) y *Toxorhynchites moctezuma* (Dyar y

Knab) fueron nuevos registro para el Estado de Durango. Se actualizó la lista de mosquitos distribuidos en el estado de Durango.

Palabras claves: Mosquitos, Durango, Chiapas, Culicidae, salud pública.

ABSTRAC

DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF MOSQUITOES (DIPTERA: CULICIDAE) OF PUBLIC HEALTH IMPORTANCE IN THE BORDER BETWEEN CHIAPAS – GUATEMALA AND DURANGO

RAFAEL VÁZQUEZ MARROQUÍN

Degree of Doctor of Science in Agricultural Production

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

ALDO I. ORTEGA MORALES

Thesis's director

Mosquito (Diptera: Culicidae) collections were collected in the intradomicile and peridomicile along the Chiapas-Guatemala border during the months of October-November 2018. We collected 4,439 specimens (2,420 females and 2,019 males) belong to two subfamilies, 18 genera and 41 species, one of which *Mansonia dyari* (Belkin, Heinemann and Page, 1970) is a new record for Chiapas State. 21 mosquito species have public health importance as vector of dengue virus (DENV), chikungunya (CHICKV), zika virus (ZIKV), yellow fever (YFV), Venezuelan equine encephalitis virus (VEEV), Rift Valley fever virus (RVFV), Mayaro virus (MAYV), Eastern equine encephalitis virus (EEEV), West Nile virus (WNV), usutu virus (USUV), oropuche virus (OROV), ilheus virus (ILHV), rocio virus (ROCV), Western equine encephalitis virus (WEEV), St Louis encephalitis virus (SLEV). The last epidemics that arrived in Mexico came from South America and Chiapas has adequate environmental conditions, presence of vectors plus migration from Central and South America, the risk for emergence and reemergence of arboviruses is high. Besides, collections were conducted during August and November 2018 in 4 municipalities of the Comarca Lagunera where 689 mosquitoes were collected (286 males and 403 female) belonging to 15 species of which *Anopheles franciscanus* (McCracken), *Culex erythrothorax* (Dyar) and *Toxorhynchites moctezuma* (Dyar and Knab) were new records for the

Durango State. The list of mosquitoes distributed in the Durango State was updated.

Keywords: Mosquitoes, Durango, Chiapas, Culicidae, public health.

1 INTRODUCCIÓN

La ocurrencia de las principales enfermedades transmitidas por vector está estrechamente relacionada con las condiciones medioambientales existentes y la extensión de estas a nuevas áreas geográficas, además numerosos factores complejos juegan un papel en esta relación dinámica de transmisión, incluyendo la capacidad del vector y la susceptibilidad del hospedador (World Health Organization, 1998; Conway et al., 2014).

Los mosquitos (Diptera: Culicidae) representan una importante carga en la salud pública causando brotes y epidemias que afectan a las poblaciones humanas y animales debido a que transmiten arbovirus a los humanos y propagan la enfermedad (Bolling et al., 2015; Conway et al., 2014).

Actualmente se han descrito 3583 especies en todo el mundo (Harbach, 2013), hasta la fecha en México se han registrado 246 especies de mosquitos pertenecientes a 22 géneros (WRBU, 2015; Vargas, 1956; Ortega-Morales et al., 2018). Para el Estado de Chiapas se han reportado 138 especies (Martini, 1935; Martínez-Palacios, 1952; Vargas, 1956; Belkin et al., 1965; Zavortink, 1972; Arnell, 1973; Heinemann & Belkin, 1977; Strickman, 1989; Ibañez-Bernal & Martínez-Campos, 1994; Deardorff et al., 2011; Casas-Martínez et al., 2012; Ortega-Morales et al., 2018; Rivera-García et al., 2019; Rodríguez-Martínez et al., 2020). De los géneros reportados 8 tienen importancia médica y veterinaria: *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Haemagogus*, *Mansonia*, *Sabethes*, *Psorophora* y *Coquillettidia* (Bond et al., 2014).

La frontera de Chiapas-Guatemala está en la región sur de con una población de 1,174,950 (INEGI, 2017a).

Los municipios de la frontera se encuentran ubicados dentro de las regiones fisiográficas Sierra de Chiapas, y Guatemala y La Cordillera Centroamericana. Sin embargo dentro de esta franja fronteriza existen pocos estudios de vigilancia entomológica que analizan la distribución de mosquitos de importancia en salud pública (Bond et al., 2014; INEGI, 2017a). Por otra parte, la frontera de Chiapas-Guatemala es una zona de intensa movilidad de personas provenientes de Centroamérica y otros países que se dirigen hacia otras entidades del país o en su paso a los Estados Unidos de Norteamérica

(Anguiano Tellez, 2008). Este flujo migratorio tiene importancia en salud pública debido a que provienen de países que presentan algunas arbovirosis como mayaro, fiebre amarilla, Ilheus y pueden ser introducidas a México (Pfeffer & Dobler, 2010; Gúzman et al., 2020).

El Estado de Durango está situado en la región noreste de México, tiene una superficie de 123,181 km². El clima es predominantemente semiseco templado, muy seco semicálido y semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Además hay cinco regiones fisiográficas (La sierra Madre Occidental, Sierras y Llanuras del Norte, Sierra Madre Oriental y Mesa del Centro (INEGI, 2017b), el Estado de Durango, presenta las condiciones ambientales para tener una gran diversidad de mosquitos de importancia en salud pública.

1.1 Hipótesis general

El conocimiento de los mosquitos de importancia en salud pública es deficiente, por lo tanto, determinar la distribución, abundancia, ocurrencia y diversidad permitirá tener mayor control de los vectores.

1.2 Objetivos

Objetivo General

Determinar la distribución, abundancia, ocurrencia y diversidad de especies de mosquitos de importancia en salud pública los Estados de Durango y Chiapas.

Objetivos específicos

Determinar la distribución, abundancia y diversidad de especies de mosquitos de importancia en salud pública en la frontera Chiapas Guatemala.

Elaborar el registro de ocurrencia de mosquitos de importancia en salud pública en el Estado de Durango.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Diptera: Culicidae

La familia Culicidae se divide en dos subfamilias: Culicinae y Anophelinae (Harbach, 2013). Son insectos del orden Diptera, en este grupo están incluidos los zancudos o moyotes (Ortega-morales & Reyes-Villanueva, 2020). La familia Culicidae, deriva de *Culex*, el nombre en latín de mosquito (Foster & Walker, 2019). Las hembras de los mosquitos la mayoría son hematófagas, son insectos delgados con patas muy alargadas, con un aparato bucal alargado llamado probóscide y tienen escamas sobre las venas de las alas (Ortega-morales & Reyes-Villanueva, 2020).

2.2 Métodos de colecta

Durante este estudio la metodología usada fue la propuesta por Belkin y colaboradores (1967), modificada para las necesidades de la investigación.

La búsqueda de mosquitos adultos en el intra y peridomicilio de las casas se realiza con redes entomológicas, aspiradores manuales y de motomochila. Los aspiradores portátiles son impulsados por una batería de 12 voltios, con la potencia para capturar los mosquitos adultos que se encuentran entre 10 y 15 centímetros de la boca del contenedor de captura, sin dañar o deteriorar los mosquitos (CENAPRECE, 2009).

Los operadores pueden trabajar en pares, uno de ellos aspira metódicamente en los sitios donde es probable encontrar a los mosquitos reposando o en vuelo, mientras que el otro facilita el acceso moviendo mobiliario, ropa y otros artículos domésticos, además del uso de la red entomológica para apoyar en la captura. Los armarios, roperos de las áreas de los dormitorios, detrás o entre la ropa colgada, son los sitios más productivos para captura de adultos en reposo (CENAPRECE, 2009).

Todo el material colectado, se procesa, prepara y rotula para el almacenamiento en la colección. Los rótulos se les coloca una etiqueta impresa, distintiva, localidad en general (Belkin et al., 1967).

El montaje de adultos en alfileres se hará sobre la punta de triángulos de papel grueso, adheridos al espécimen sobre el lado derecho y utilizando para ello cemento “ambroid” (Belkin et al., 1967).

2.3 Taxonomía de culícidos

Para la identificación morfológica se usan algunas estructuras como son las siguientes:

Cabeza: La cabeza ovoide, y con ojos compuestos, 5 apéndices cefálicos (Figura 1). Dos antenas, escapo, el pedicelo y trece a catorce flagelómeros o segmentos antenales (Clark-Gil & Darsie Jr., 1983). La proboscis, en posición ventro anterior. Presenta dos palpos maxilares nacen a ambos lados de la proboscis y están compuestos de cinco segmentos o palpómeros (Clark-Gil & Darsie Jr., 1983). El occipucio, en posición dorsal (Clark-Gil & Darsie Jr., 1983).

Tórax: La región se divide en protórax, mesotórax y metatórax. (Figura 2) (Clark-Gil & Darsie Jr., 1983).

El escutelo tiene forma redondeada en la mayoría de anofelinos y trilobulada en los culicinos (Clark-Gil & Darsie Jr., 1983). Los escleritos pleurales importantes se muestran en la figura 3 (Clark-Gil & Darsie Jr., 1983).

Pata: se componen de cinco partes: coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso; El tarso se subdivide en cinco segmentos o tarsómeros, el quinto con dos garras generalmente (figura 4) (Clark-Gil & Darsie Jr., 1983).

Alas: las alas se componen de células membranosas rodeadas por engrosamientos llamadas venas. Los mosquitos poseen 6 venas longitudinales ramificadas cubiertas con escamas. Los nombres se ilustran en la (figura 5) (Clark-Gil & Darsie Jr., 1983).

Abdomen: Tiene el tergo dorsal, esternón, y una membrana que une los escleritos (Clark-Gil & Darsie Jr., 1983).

La terminología anatómica y descriptiva de los mosquitos se basa en cinco categorías, adulto, huevos, larvas, pupas y exuvia (Harbach & Knight, 1980). Para la identificación de especies de mosquitos en Chiapas, se utilizan las claves propias para la región (Vargas & Martinez Palacios, 1956; Darsie Jr. & Ward, 2005; Clark-Gil & Darsie Jr., 1983; Wilkerson et al., 1993; Ibáñez-Bernal & Martínez-Campos, 1994).

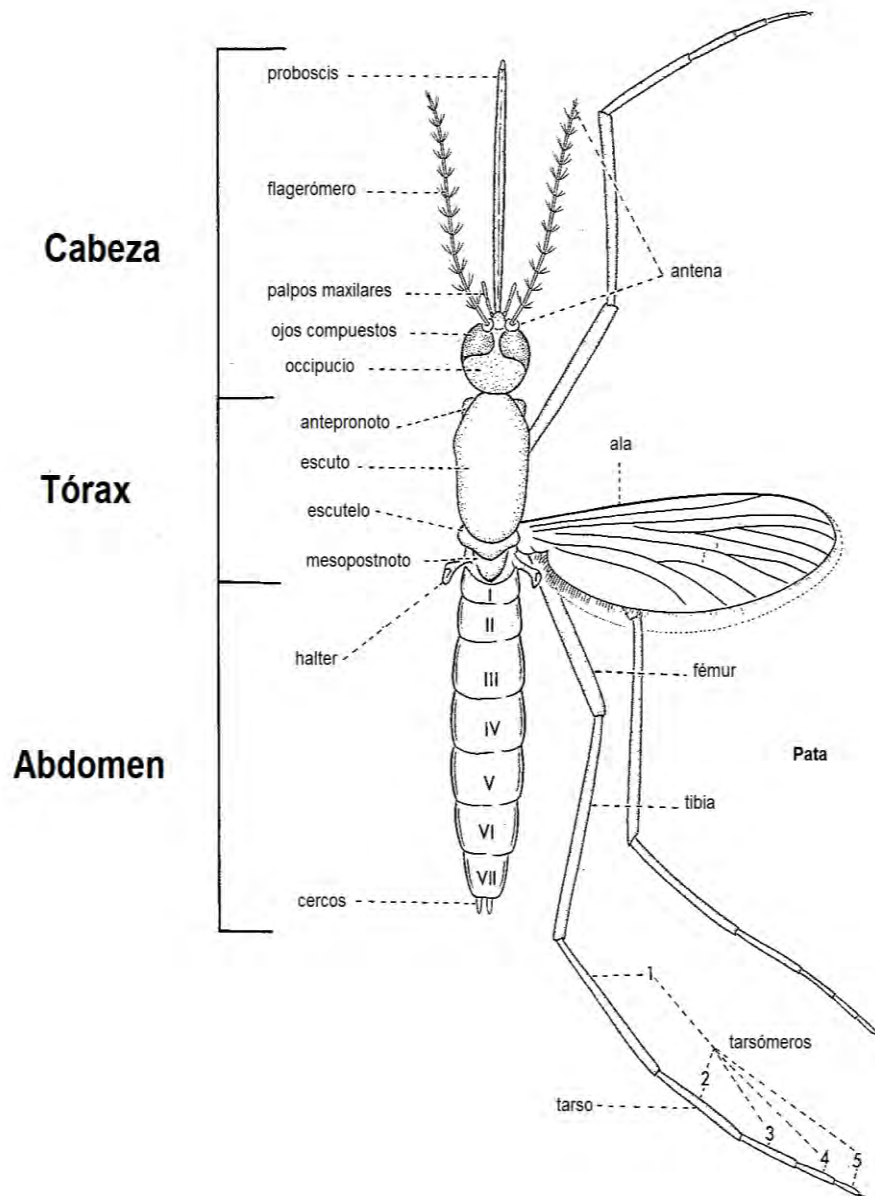


Figura 1 Vista dorsal de la hembra adulta.

Modificada de Clark-Gil & Darsie Jr (1983)

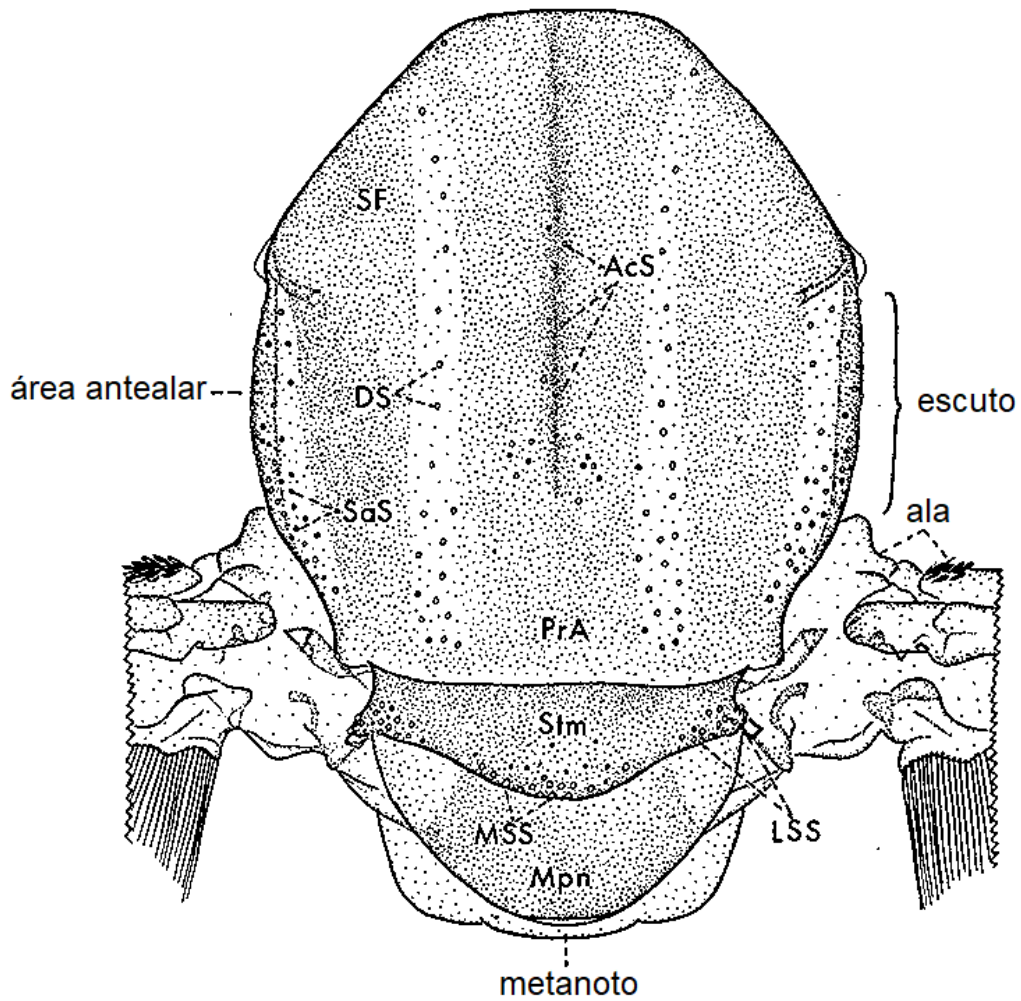


Figura 2 Vista dorsal del tórax.

Modificada de Clark-Gil & Darsie Jr (1983)

AcS	cerdas acrosticales	Mtn	metanoto
DS	cerdas dorsocentrales	PrA	área preescutelar
LSS	cerdas escutelares laterales	SaA	área supraalar
Mpn	mesopostnoto	SaS	cerdas supraalares
MSS	cerdas escutelares medias	SF	fosa de escuto
		Stm	escutelo

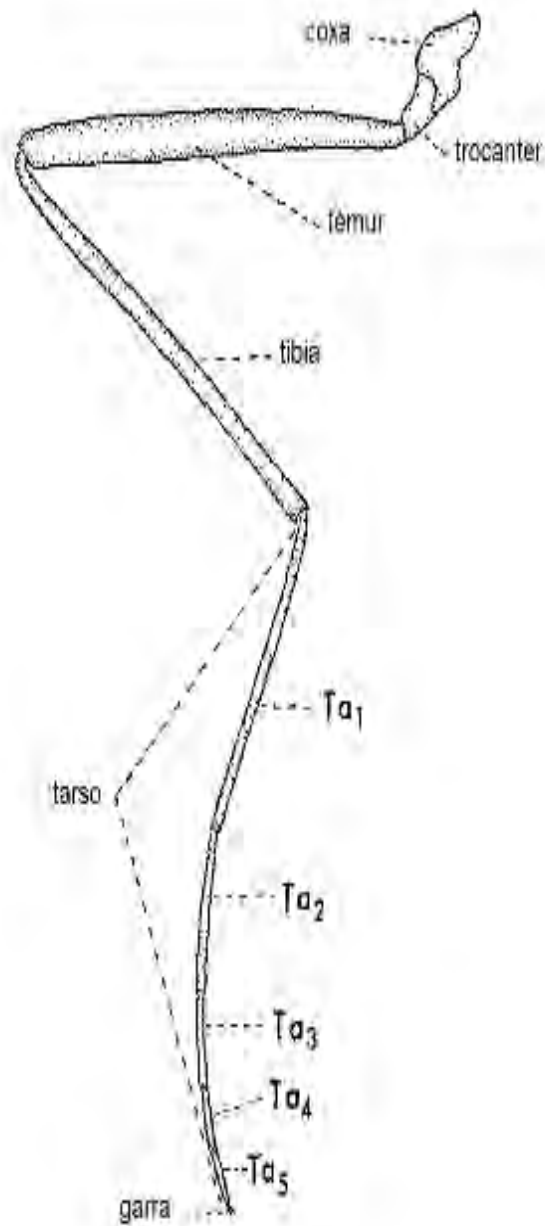


Figura 4 Pata de mosquito. Ta 1-5 – tarsómeros.

Modificada de Clark-Gil & Darsie Jr (1983)

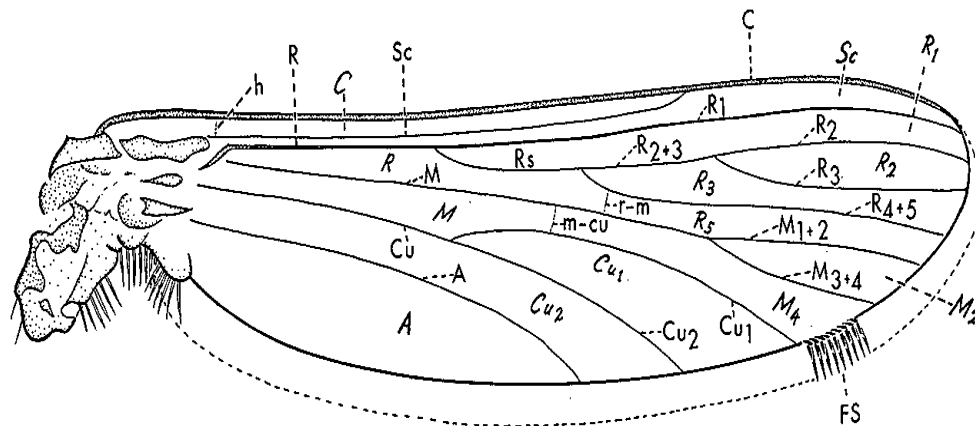


Figura 5 Ala del mosquito.

Modificada de Clark-Gil & Darsie Jr (1983)

A	vena anal	M	vena medial	R2	vena R2
A	célula anal	M	célula medial	R2	célula R2
C	vena costa	M ₁₊₂	vena M1+2	R ₂₊₃	vena R2+3
C	célula costa	M ₂	célula M2	R ₃	vena R3
Cu	vena cubital	M ₃₊₄	vena M3+4	R ₃	célula R3
Cu ₁	vena Cu ₁	M ₄	célula M4	R ₄₊₅	vena R4+5
Cu ₁	célula Cu ₁		vena transversal	R ₅	célula R5
Cu ₂	vena Cu2	m-cu	mediocubital		vena transversal
Cu ₂	célula Cu2	R	vena radial	r-m	radiomedial
FS	Franja de escamas	R	célula radial	Rs	vena sector radial
h	humoral	R ₁	vena R1	Sc	vena subcosta
		R ₁	célula R1	Sc	célula subcosta

2.4 Medidas de diversidad biológica.

Los estudios comparativos de la diversidad suelen verse afectados por la variedad de métodos utilizados. Diferentes investigadores han visualizado la distribución de abundancia de especies de diferente manera. Uno de los más conocidos es el rango/abundancia o la curva de dominancia/diversidad, donde las especies se representan secuencialmente desde la más abundante hasta la menos abundante. También para facilitar la comparación entre diferentes conjuntos de datos o ensamblajes, a menudo se utilizan abundancias proporcionales o porcentuales; esto significa simplemente que la abundancia de todas las especies juntas se designa como 1.0 o 100% y que la abundancia relativa de cada especie se da como una proporción o porcentaje total (Magurran, 2004).

Diversidad biológica

Se entiende por diversidad biológica a la variabilidad entre organismos vivos de todos los orígenes o fuentes, incluidos los sistemas terrestres, marinos y los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye la diversidad dentro las especies, entre las especies y de los ecosistemas (Magurran, 2004).

La diversidad biológica se puede dividir en dos componentes : la riqueza de especies y la equitatividad de especies (Magurran, 2004).

Riqueza de especies

McIntosh (1967) fue el primero en acuñar el término riqueza de especies y se refiere al número de especies presentes en un área determinada o en una muestra determinada, sin que ello implique el número de individuos examinados en cada especie. La riqueza de especies puede ser numérica o estar relacionada con el área (Sanjit & Bhatt, 2005). Hay dos métodos principales para expresar las estimaciones de riqueza de especies una es riqueza numérica de especie, que es el número de especies por número específico de individuos y la otra es la densidad de especies que es el número de especie por unidad o área de recolección específica (Magurran, 2004).

Equitatividad de especies

Describe la variabilidad en la abundancia de especies. Una comunidad que todas las especies tengan aproximadamente el mismo número de individuos se considera uniforme. Por el contrario una gran disparidad en la abundancia de especies daría como resultado una comunidad desigual (Magurran, 2004).

Abundancia

En general para los ecologistas tienen varios significados; le llamaremos abundancia al número total de individuos vivos de una especie dada, o el número de individuos que viven en cualquier instante en un área determinada. La relación de individuos de una especie y de otra le llamaremos abundancia relativa (Preston, 1948).

Esfuerzo de colecta

El esfuerzo de colecta puede ser el número de individuos colectados o una medida sustituta como el número acumulado de muestras o el tiempo de muestreo, Puede verse con una curva de acumulación de especies (Magurran, 2004).

Diversidad alfa

La diversidad alfa se refiere a la riqueza de especies observada dentro de un hábitat y es dependiente del tamaño de la muestra, debido a los esfuerzos de muestreo (Colwell et al., 2004). En otras palabras, la diversidad alfa se refiere a la diversidad de un conjunto o hábitat definido, la diversidad aumentará a medida que disminuya la similitud en la composición de especies (Magurran, 2004).

Diversidad beta

La diversidad beta refleja los cambios bióticos o reemplazo de especies. En esencia es una medida del grado en que difiere la diversidad de dos o más unidades espaciales. Originalmente se concibió como como una medida de cambio en la diversidad entre muestras a lo largo de transectos o gradientes ambientales (Magurran, 2004).

2.5 Enfermedades transmitidas por Vectores

Mosquitos de importancia en salud pública en Chiapas

A continuación, se presentará los mosquitos de importancia médica registrados para el área de estudio.

Revisión de mosquitos con importancias de salud pública en la frontera México-Guatemala

Espece	Importancia en salud pública	Referencias
<i>Ae. aegypti</i>	DENV; YFV	(Black IV et al., 2002)
	CHIKV	(Vega-Rua et al., 2014)
	ZIKV	(Ayres et al., 2019)
	VEEV	(Marcondes & Ximenes, 2016)
	Dirofilaria immitis	(Alvarado-Torres et al., 2019)
	WEEV	(Wang et al., 2012)
	RVFV	(Linthicum et al., 2016)
	MAYV	(Pereira et al., 2020)
<i>Ae. albopictus</i>	DENV, CHIKV, WNV, RVFV	(Mitchell, 1995)
	VEEV	(Weaver & Reisen, 2010)
	SLEV	(Mitchell, 1991)
	ZIKV	(Fernandes et al., 2020)
	YFV	(Kraemer et al., 2015)
	EEEV	(Turell et al., 1994)
	USUV	(Calzolari et al., 2010)
	Dirofilaria immitis	(Alvarado-Torres et al., 2019)
	WEEV	(Wang et al., 2012)
	MAYV	(Pereira et al., 2020)
<i>Ae. angustivittatus</i>	OROV	(Mitchell, 1991)
	VEEV, ILHV	(Arnell, 1976), (Mesa et al., 2005)
<i>Ae. scapularis</i>	Dirofilaria immitis	(Alvarado-Torres et al., 2019)
	YFV	(Davis & Shannon, 1929)
<i>Ae. taeniorhynchus</i>	VEEV	(Mesa et al., 2005)
	ILHV	(Pauvolid-Corrêa et al., 2013)
	ROCV	(Mitchell et al., 1986)
	ZIKV	(Ayres et al., 2019)
<i>An. albimanus</i>	WNV	(Eastwood et al., 2013)
	VEEV	(Smith et al., 2008)
	EEEV	(Turell et al., 1994)
	Dirofilaria immitis	(Alvarado-Torres et al., 2019)
	Malaria	(Rueda et al., 2004)

<i>An. argyritarsis</i>	Malaria	(Beltrán-Aguilar et al., 2011)
<i>An. pseudopunctipennis</i>	Malaria	(Rueda et al., 2004)
<i>Cq. venezuelensis</i>	MAYV	(Aitken, 1960)
	OROV	(Segura & Castro, 2007)
<i>Cx. erraticus</i>	VEEV	(Mesa et al., 2005)
	RVFV	(Linthicum et al., 2016)
<i>Cx. nigripalpus</i>	EEEV	(Mesa et al., 2005)
	WNV	(Mores et al., 2007)
	SLEV	(Nayar et al., 2002)
	RVFV	(Linthicum et al., 2016)
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	WNV	(Sardelis et al., 2001)
	USU	(Cook et al., 2018)
	ZIKV	(Ayres et al., 2019)
	SLEV	(Diaz et al., 2006)
	<i>Wuchereria bancrofti</i>	(Foster & Walker, 2019)
	MAYV	(Pereira et al., 2020)
	WEEV	(Wang et al., 2012)
	OROV	(Segura & Castro, 2007)
<i>Cx. spissipes</i>	VEEV	(Turell et al., 2005)
<i>Cx. taeniopus</i>	VEEV	(Deardorff & Weaver, 2010)
<i>Hg. equinus</i>	YFV	(Rodaniche et al., 1957)
<i>Ma. dyari</i>	RVFV	(Linthicum et al., 2016)
<i>Ma. titillans</i>	VEEV	(Turell et al., 2000)
	SLEV	(Beranek et al., 2018)
<i>Ps. confinnis</i>	VEEV	(Ortiz et al., 2005)
<i>Ps. ferox</i>		(Chamberlain, Sikes, & Nelson, 1956)
	VEEV	
	MAYV	(Forattini, 1962)
	EEEV	(Turell et al., 2008)
	ILHV	(Turell et al., 2005)
	ROCV	(Mitchell et al., 1986)
	RVFV	(Linthicum et al., 2016)
<i>Sabethes chloropterus</i>	YFV	(Rodaniche et al., 1957)
<i>Sabethes cyaneus</i>	ZIKV	(Karna et al., 2018)

DENV: virus dengue, CHICKV: virus chikungunya, ZIKV: virus zika; YFV: virus de la fiebre amarilla; VEEV: virus encefalitis equina venezolana; RVFV: virus de la fiebre del Valle de Rift; MAYV: virus mayaro; EEEV: virus de encefalitis equina venezolana; WNV: virus del Oeste del Nilo; USUV: virus usutu; OROV: virus oropuche; ILHV: virus ilheus; ROCV: virus del rocío; WEEV: virus encefalitis equina del oeste; SLEV: virus encefalitis de San Luis.

Arbovirus:

“La definición de los arbovirus es difícil y hasta cierto punto arbitraria, pero la mayoría de los especialistas parecen admitir los siguientes criterios: perpetuación natural debida principalmente a en gran parte a la transmisión biológica entre huéspedes vertebrados susceptibles, por mediación de artrópodos hematófagos, multiplicación en los vertebrados (con aparición de viremia) y en los tejidos de los artrópodos, propagación a los vertebrados por picadura de los artrópodos vectores, después de un periodo de incubación intrínseca” (OMS, 1967).

Vectores:

“Se da el nombre de vector de un arbovirus al artrópodo (huésped invertebrado) que traspa al virus de un huésped vertebrado a otro por picadura. En el momento de la picadura, el vector puede ingerir sangre o humores de tejidos infectados con el virus que, después de un periodo variable de multiplicación del virus en el organismo del artrópodo, puede ser transmitido a otro vertebrado por una nueva picadura” (OMS, 1967).

El simple aislamiento de un virus en un artrópodo no basta para calificarlo como vector, debido a que no son capaces de transmitir las virosis a otros huéspedes (OMS, 1967).

Dengue:

El dengue es causado por un arbovirus llamado virus del dengue que pertenece a la familia de los *Flaviviridae* y al género *Flavivirus*, la enfermedad puede ser ocasionada por uno de los cuatro serotipos del virus: dengue 1, dengue 2, dengue 3 y dengue 4. Se ha establecido que la transmisión del dengue se debe a complejas interacciones entre los seres humanos y los mosquitos vectores (Black IV et al., 2002; Marcondes & Ximenes, 2016; World Health Organization, 2021).

Durante el 2019, el dengue estuvo en la lista de principales enfermedades, actualmente se están notificando casos en 129 países de las regiones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de África, las Américas, en México durante el 2020 se presentaron 24313 casos, Sudeste Asiático y el Pacífico Occidental. La dinámica de la transmisión del virus

del dengue es crucial para que se produzcan numerosos casos, que depende de su vector principal, la hembra del mosquito *Aedes* (Secretaría de Salud (México), 2021; World Health Organization, 2021).

El vector *Aedes aegypti* (alimentador diurno) es compatible con los hábitats urbanos y se reproduce principalmente en contenedores artificiales, este vector se ha dispersado a nuevas áreas geográficas como resultado del cambio climático, otro de los vectores del virus del dengue es el *Aedes albopictus* (Mitchell, 1995; World Health Organization, 2021).

La fiebre por dengue se caracteriza por presentar síntomas similares a la gripe como son: Dolor de cabeza intenso, dolor retroocular, dolores musculares., dolores articulares, náuseas, vómitos, inflamación de ganglios linfáticos y erupciones cutáneas. Esta enfermedad puede ocasionar complicaciones mortales por fuga de plasma, edema, dificultad respiratoria, hemorragia grave y falla orgánica múltiple (World Health Organization, 2021).

Chikungunya

El virus Chikungunya perteneciente a la familia *Togaviridae* y al género *Alphavirus*. Tiene cuatro linajes principales: Este-Centro-Sudáfrica (ECSA), oeste de África, Asiático y del Océano Indico (Vega-Rua et al., 2014; Foster & Walker, 2019).

El nombre Chikungunya significa “aquel que se encorva”. Durante el 2004 se presentaron brotes en Kenia, Comoros y La Reunión, A las Américas se introdujo a través del Caribe y los primeros casos autóctonos se notificaron en San Martín y las Antillas Francesas en diciembre del 2013. En México el primer brote se reportó en Chiapas a finales del 2014 y durante el 2020 solo se reportaron 7 casos (Organización Panamericana de la Salud, 2010; García de Figueiredo & Moraes Figueiredo, 2014; Díaz-González et al., 2015; Secretaría de Salud (México), 2021).

Los vectores del CHICKV son los mosquitos *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* (Kraemer et al., 2015).

La fiebre Chikungunya se manifiesta típicamente después de un periodo de incubación de 2-4 días después de la picadura de un mosquito infectado con el virus. Los datos clínicos son fiebre, artralgia, dolor de espalda, y dolor de cabeza. La fiebre es de inicio súbito y alcanza los 39-40 °C, con escalofríos. El dolor articular suele ser más intenso por la mañana y la mayoría de las pacientes presentan poliartritis migratoria incluso con derrame articular, pueden verse afectadas grandes articulaciones como la rodilla, hombro y columna vertebral. Pueden aparecer en cara, extremidades y tronco erupciones maculopapulares no pruriginosas 2-5 días posterior a la fiebre y que pueden durar hasta 10 días. Las manifestaciones neurológicas incluyen convulsiones febriles, meningitis y encefalitis. Las manifestaciones oculares (neurorretinitis y uveítis) son frecuentes. La fiebre, la artritis y la erupción pueden reaparecer después de un período de remisión. En algunos casos puede producirse una artritis debilitante. La convalecencia requiere un periodo más prolongado que el dengue y conduce a tiempos prolongados sin trabajar. A pesar de la baja mortalidad genera importantes impactos económicos y sociales superiores a los producidos por otros virus (García de Figueiredo & Moraes Figueiredo, 2014).

Zika

El virus del zika pertenece a la familia *Flaviviridae* y al género *Flavivirus*, compuesto por un genoma de ARN de sentido positivo y de una sola cadena, aislado en 1947 del mono Rhesus en el bosque de Zika, cerca de Kampala, Uganda. Existen dos linajes conocidos: uno es el linaje africano y el linaje asiático (Dick et al., 1952; Chang et al., 2016). La primera infección a los humanos se describió en Nigeria en 1954 y hasta el 2007 nuevamente se presentaron casos en la isla de Yap ubicada entre Filipinas y Papúa Nueva Guinea y en el 2014 llegó a Sudamérica, desde entonces se han identificado millones de personas infectadas en Brasil, Colombia, Venezuela, incluidos otros 25 países de las Américas, para México los primeros casos se presentaron en el 2016 (Chang et al., 2016; Secretaría de Salud (México), 2016).

La transmisión de los arbovirus, por definición implica un vector transmitido por artrópodos. Los vectores del ZIKV son los mosquitos *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. taeniorhynchus*, *Ae. vexans*, *Cx. coronator*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. tarsalis* Sa.

cyaneus (Guedes et al., 2017; Main et al., 2018; Karna et al., 2018; Ayres et al., 2019; Fernandes et al., 2020).

Las manifestaciones clínicas de zika en aproximadamente el 80 % son asintomáticas. Los síntomas más comunes son fiebre, rash, artralgias y conjuntivitis no purulentas. Tiene un período de incubación entre los 3 a 7 días. La infección por zika puede asociarse al síndrome de Guillain-Barre, además en mujeres embarazadas que presentan la enfermedad los bebés pueden presentar microcefalia, se desconocen los mecanismos patogénicos que conducen a las posibles anomalías fetales (Chang et al., 2016).

Fiebre amarilla

El virus de la fiebre amarilla fue aislado por primera vez en el Oeste de África en 1927, pertenece a la familia *Flaviviridae* y al género *Flavivirus*. Esta enfermedad dio un impulso decisivo a la entomología médica, debido a las devastadoras y distribuidas epidemias de los siglos XVII. XVIII y XIX, que exigieron a los médicos y científicos dedicaran su atención a responder las preguntas que causaban la enfermedad, como se transmitía y como prevenir la morbilidad y mortalidad; fue el primer virus transmitidos por mosquitos. Actualmente existe una vacuna efectiva para prevenir la enfermedad.(Barrett & Higgs, 2007; Strother & Barrett, 2021).

El primer brote documentado de fiebre amarilla ocurrió en 1648 en Yucatán, México, esto se sabe gracias a un manuscrito maya. Entre 1668 y 1870 se presentaron brotes en New York, Philadelphia, Memphis y Charleston. En 1898 en New Orleans se presentaron alrededor de 14,000 casos con 4000 muertes, mientras que en el Valle del Misisipi hubieron alrededor de 20,000 muertes (Barrett & Higgs, 2007). El brote más reciente se presentó en el 2016 en China tras la afección de unos trabajadores chinos que regresaron a su país (Strother & Barrett, 2021).

El vector primario de la fiebre amarilla es el *Ae. aegypti*, aunque puede ser transmitido por *Ae. albopictus*, *Ae. scapularis*, *Hg. equinus*, *Hg. mesodentatus* y *Sa. chloropterus* (Davis & Shannon, 1929; Rodaniche et al., 1957; Forattini, 1962; Mitchell, 1995; Black IV et al., 2002; Kraemer et al., 2015).

En cuanto al cuadro clínico los pacientes se tornan amarillos y los síntomas son similares a la gripe, y puede ocasionar una fiebre hemorrágica y la mortalidad es de 5 a 20 % de los casos. Los síntomas ocurren abruptamente y son fiebre de 39 a 40° C, dolor de cabeza, dolor muscular, náuseas y vómitos por los siguientes 3 a 5 días. Después de un período de remisión de 3 a 5 días el paciente pasa a la fase de intoxicación en la que la fiebre, náuseas y vómitos e ictericia se presentan otros 3 a 5 días. La última fase incluye un incremento en los niveles séricos del aspartato aminotransferasa (AST) y la alanina aminotransferasa (ALT) que está asociado a un daño al hígado. En la enfermedad clínica grave hay fiebre hemorrágica con sangrado por diferentes orificios, disfunción renal (detectada como aumento de la albuminuria) y deshidratación. La muerte puede ocurrir entre los 7 y 10 días después de los primeros síntomas clínico. (Strother & Barrett, 2021).

Mayaro

MAYV fue aislado in Trinidad en 1954, existen dos serotipos el D y L, pertenecen a la familia *Togaviridae*, género *Alphavirus* (García de Figueiredo & Moraes Figueiredo, 2014).

Los vectores de MAYV son los mosquitos: *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ps. ferox*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cq. venezuelensis* (Aitken, 1960; Forattini, 1962; Pereira et al., 2020).

Los datos clínicos de mayaro son similares al dengue y chikungunya, el periodo de incubación es de 7 a 12 días y se presentan por 3 a 7 días que incluyen fiebre, dolor de cabeza, mialgias, rash, artralgias de grandes articulaciones y ocasionalmente artritis, la convalecencia de esta enfermedad requiere varias semanas, su fisiopatología aún no se ha estudiado. Los brotes son reconocidos por que están asociados a comunidades rurales (Long et al., 2011; García de Figueiredo & Moraes Figueiredo, 2014; Mota et al., 2016).

Encefalitis equina del oeste

El WEEV es un *Alfavirus* de la familia *Togaviridae* que es endémico de América del Norte y del Sur. Aunque este virus no ha causado epidemias, supone una amenaza potencial para la salud pública y veterinaria, debido a que no se conocen bien los ciclos de transmisión. Fue aislado del cerebro de los caballos en un brote en el Valle de San

Joaquín en California en 1930. (Spalatin et al., 1963; Wang et al., 2012; Beckham & Tyler, 2015).

Los vectores del WEEV bajo condiciones de laboratorio son *Cx. quinquefasciatus*, *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* (Beckham & Tyler, 2015).

La encefalitis equina del oeste es una enfermedad más leve en comparación con la ocasionada por el EEEV. Los pacientes infectados desarrollan un pródromo febril seguido de meningismo, debilidad, temblores y estado mental alterado en menos del 10 % de los pacientes asintomáticos. La tasa de letalidad es aproximadamente del 4 al 10 %, pero es más alta en lactantes y ancianos (Beckham & Tyler, 2015).

Encefalitis equina del este

El EEEV pertenece a la familia *Togaviridae* y al género *Alfavirus* y causa una infección viral esporádica, es endémica de los Estados Unidos y el Caribe. Hay cuatro linajes: el grupo I causante de la mayoría de las enfermedades a humanos, mientras que los grupos II, III y IV causan principalmente la enfermedad en equinos en América central y del Sur. Se mantiene un ciclo de transmisión natural que involucra aves domésticas y silvestres, los hospedadores vertebrados y los mosquitos vectores son importantes para el mantenimiento y la amplificación del ciclo. (Turell et al., 2008; Pfeiffer & Dobler, 2010; Beckham & Tyler, 2015).

Los vectores involucrados son *Ae. albopictus*, *Ae. taeniorhynchus*, *Ae. vexans*, *Ps. ferox*, *Cx. nigripalpus* (Turell et al., 1994; Mesa et al., 2005; Turell et al., 2008; Pfeiffer & Dobler, 2010).

En humanos el EEEV causa una encefalitis severa con tasas de manifestación más altas en niños y ancianos, la mortalidad es de alrededor de 33 % en niños y 50 % en pacientes mayores de 60 años; los síntomas que pueden presentar los pacientes son una encefalitis viral que incluye fiebre, escalofríos, malestar general y mialgias, los pródromos va seguido de una recuperación o la aparición de la encefalitis caracterizado por dolor de cabeza intenso, confusión, náuseas y vómitos, las convulsiones, los déficit neurológicos focales como la parálisis de los nervios craneales o la debilidad focal y meningismo son comunes; en los caballos causa una forma grave de encefalomielitis

que puede ser mortal hasta un 100 %. WEEV ha estado disminuyendo y no se han reportado casos veterinarios y humanos desde el 2009 (Pfeffer & Dobler, 2010; Beckham & Tyler, 2015).

Encefalitis equina venezolana.

Es causada por un complejo de virus que incluyen 7 especies diferentes y múltiples subtipos y variedades, pertenece al género *Alfavirus* de la familia *Togaviridae*. Fue reconocido por primera vez en 1936 en Venezuela; es un patógeno humano y equino importante, debido a que ha causado brotes febriles y enfermedad neurológica, primero en América Latina, durante el siglo pasado (Weaver et al., 2004; Weaver & Reisen, 2010)

Se han presentado brotes epidémicos en humanos del año 1962 a 1963 en el Estado Zulia de Venezuela y Guajira Colombia con 14,000 casos en humanos, en 1995 se presentó otro brote que involucró 50,000 casos equinos y 100,000 humanos en 6 estados del oeste de Venezuela y un departamento del este de Colombia, en 1993 se presentó un brote en caballos en Chiapas (Ortiz et al., 2004; Deardorff & Weaver, 2010).

Los vectores son mosquitos *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ps. ferox*, *Ae. angustivittatus*, *Ae. scapularis*, *Ae. taeniorhynchus*, *Cx. erraticus*, *Cx. nigripalpus*, *Cx. spissipes*, *Cx. taeniopus*, *Ma. titillans*, *Ps. confinnis* y *Ps. ferox* (Chamberlain et al., 1956; Marcondes & Ximenes, 2016; Sudia et al., 1971; Turell et al., 2000; Mesa et al., 2005; Ortiz et al., 2005; Turell et al., 2005; Smith et al., 2008; Deardorff & Weaver, 2010; Weaver & Reisen, 2010).

El período de incubación es de 2 a 5 días en humanos. Los síntomas aparecen de forma abrupta, que incluyen malestar general, fiebre, escalofríos, y cefalea retroorbitaria occipital intensa. Mialgias principalmente en muslos y la región lumbar. Signos como leucopenia, taquicardia, fiebre, náuseas, vómito y diarrea. Cuando afecta el sistema nervioso central se presentan convulsiones, somnolencia, confusión y fotofobia. La enfermedad aguda suele remitir en 4 a 6 días, puede presentar recidivas 4-8 días después del inicio. Letalidad en 1 % de los casos y se acompaña con hemorragia cerebral, gastrointestinal y de los pulmones. En algunos pacientes también se observa meningoencefalitis asociada con vasculitis necrotizante intensa y cerebritis (Weaver et al., 2004).

Fiebre del Valle del Rift

El RVFV se descubrió por primera vez en 1930 en el gran Valle de Rift, Kenia, es una arbovirus de la familia *Bunyaviridae* del género *Phlebovirus* y se determinó rápidamente que se transmitía principalmente a través de los mosquitos, aunque también puede transmitirse por contacto directo con tejidos y fluidos infectados. Está en la lista de agentes selectos con un importante potencial de propagación internacional y uso en el bioterrorismo. Su período de incubación puede ser desde unas horas a unos días y depende de factores como: dosis de inoculación, cepa del virus, vía de inoculación (Weaver & Reisen, 2010; Pepin et al., 2010; Linthicum et al., 2016).

La fiebre del Valle del Rift es una zoonosis que afecta a los seres humanos y en los animales produce abortos al ganado infectado (WHO, 2018). En los últimos 15 años ha provocado más de 100,000 muertes de animales domésticos (ganado vacuno, ovejas, cabras y camellos) (Linthicum et al., 2016).

Los vectores involucrados en la transmisión del RVFV son *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Cx. erraticus*, *Cx. nigripalpus*, *Ps. ferox* y *Ma. dyari* (Mitchell, 1995; Linthicum et al., 2016)

Los síntomas clínicos que presentan los pacientes son fiebre, náuseas, vómito, dolor abdominal. Diarrea, ictericia, manifestaciones del sistema nervioso central (confusión, vértigo, coma, temblor, convulsiones), manifestaciones hemorrágicas (hematemesis, petequias, sangrados, purpura, sangrado de encías, epistaxis), complicaciones oculares (perdida de la visión y escotomas) y hasta un 13 % de muertes (Pepin et al., 2010).

Virus del Oeste del Nilo

El WNV pertenece a la familia *Flaviviridae* y del género *Flavivirus*, es miembro del grupo de la encefalitis japonesa, fue reconocido por primera vez en Nueva York, Estados Unidos en 1999 y de allí se expandió a otros Estados. Las epidemias del 2003 y 2012 fueron los brotes más grandes de infecciones virales neuro invasivas jamás reportadas en el hemisferio occidental (Sardelis et al., 2001; Blitvich, 2008; Pfeffer & Dobler, 2010; Hadler et al., 2015; Beckham & Tyler, 2015).

La enfermedad aparece 2 a 14 días después de la infección, el 80 % son asintomáticos, los que presentan síntomas se caracteriza por una variedad de síntomas no específicos que incluye fiebre de inicio abrupto, dolor de cabeza, mialgias, linfadenopatías, náuseas, fatiga, debilidad, vómitos, diarrea, en un 25 a 50 % presentan rash maculopapular que afecta el tronco y las extremidades, generalmente la enfermedad tiene una duración de 2 a 5 días, pero en casos severos la fatiga puede persistir por más de un meses (Blitvich, 2008; Beckham & Tyler, 2015).

Entre los vectores del WNV se encuentran *Ae. albopictus*, *Ae. taeniorhynchus*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. nigripalpus* (Mitchell, 1995; Sardelis et al., 2001; Turell et al., 2001; Mores et al., 2007; Eastwood et al., 2013).

Aproximadamente en 1 de cada 150 infectados presentan una enfermedad neuro invasiva grave que se caracteriza por encefalitis, meningitis y parálisis flácida similar a la poliomielitis. La tasa de letalidad en estos pacientes es de aproximadamente 10 % y el 50 % de pacientes quedan con secuelas neurológicas. Los que presentan encefalitis tienen peor pronóstico que los que presentan meningitis (Blitvich, 2008).

Encefalitis de San Luis

El SLEV pertenece a la familia *Flaviviridae* y al género *Flavivirus*, con 8 genotipos virales (I-VIII) y desde 1930 ha causado encefalitis en Estados Unidos, era el más importante hasta la llegada del WNV. Hay evidencia de infección natural en caballos, cabras, aves silvestres y domésticas (Diaz et al., 2006; Beckham & Tyler, 2015).

Se encuentra distribuido desde Canadá y Estados Unidos hasta América Central y del Sur, en los Estados Unidos se presentan alrededor de 35 casos por año. En Argentina también se han presentado brotes en 2002 y 2005 (Diaz et al., 2006; Beckham & Tyler, 2015).

El principal vector es *Cx. nigripalpus* en la florida, además otros *Ma. titillans*, *Cx. tarsalis*, *Cx. quinquefasciatus*. *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* *Ps. ferox*, *Ae. scapularis* se ha encontrado infectado de forma natural en el brote de Córdoba y Santa Fe, Argentina (Mitchell, 1991; Nayar et al., 2002; Beckham & Tyler, 2015; Beranek et al., 2018).

Después de la picadura de un mosquito infectado el periodo de incubación es de 4 a 21 días. 1 de cada 300 personas expuestas al virus presentan los síntomas. La enfermedad presenta síntomas similares a la gripe caracterizada por fiebre, mialgias, dolores de cabeza y síntomas inespecíficos como náuseas, vómitos, tos y dolor de garganta. En pacientes menores de 20 años, el 40 % desarrolla meningitis y el 50 % desarrolla encefalitis. En pacientes mayores de 60 años, más del 90 % desarrollan encefalitis. Las manifestaciones comunes de la encefalitis incluyen disminución de la conciencia con letargo, coma, temblores, espasmos mioclónicos, opsoclonos, nistagmos, ataxia (Beckham & Tyler, 2015).

Usutu

El USUV pertenece al serocomplejo de virus de la encefalitis japonesa y a la familia *Flaviviridae* del género *Flavivirus*, fue aislado por primera vez de mosquitos del género *Culex* en el sur de África en 1959. También se ha aislado en roedores, pájaros a través de África Sub-Sahariana (Pfeffer & Dobler, 2010). El USUV circula dentro de un ciclo de manera natural entre aves silvestres y mosquitos (Eiden et al., 2018).

En Italia en el 2009 se demostró que USUV puede ocasionar patogenicidad humana cuando se detectó una infección neuro invasiva en dos pacientes con inmunodeficiencia, además se han detectado casos en Croacia así como en Alemania (Pfeffer & Dobler, 2010; Eiden et al., 2018).

Los vectores son *Ae. albopictus*, *Cx quinquefasciatus* (Calzolari et al., 2010; Cook et al., 2018)

Los síntomas clínicos que se han reportado en pocos pacientes son: fiebre, artralgias, mialgias, dolor de cabeza, astenia, rash, encefalitis, somnolencia, desorientación, náuseas, rigidez de cuello, temblor de mano y lengua, hiperreflexia (Santini et al., 2015; Pacenti et al., 2019).

Fiebre de Oropuche

El OROV es un arbovirus de la familia *Peribunyaviridae* y del género *Orthobunyavirus*. Se aisló por primera vez en un trabajador forestal en la comunidad de Vega de Oropuche

en la isla Trinidad del país Trinidad y Tobago. Es el principal causante de epidemias por arbovirus en la cuenca amazónica (Hoch et al., 1987; Henry & Murphy, 2018).

Son vectores secundarios del OROV *Cq. venezuelensis*, *Ae. serratus*, *Cx. quinquefasciatus* (Sakkas et al., 2018).

La fiebre del OROV en América central y del sur ha provocado más de 30 epidemias en Brasil, Perú, Panamá, Trinidad y Tobago. La mayoría en Brasil. La prevalencia de la enfermedad es hasta 20 % en las regiones afectadas. Es el segundo arbovirus más frecuente en Brasil, después del dengue (Sakkas et al., 2018).

La fiebre por OROV se manifiesta como una enfermedad febril aguda, similar al dengue, que se resuelve espontáneamente. Tiene un período de incubación de 3 a 8 días y la sintomatología dura alrededor de 2 a 7 días. Los síntomas son fiebre, escalofríos, dolor de cabeza, mialgias, artralgia, malestar general, mareos, náuseas, vómitos, fotofobia, dolor retroocular y en raras ocasiones erupción cutánea que aparece en el tronco y brazos. Signos hemorrágicos como petequias, epistaxis, sangrado gingival y signos del sistema nervioso central como meningitis aséptica o meningoencefalitis. Algunas pacientes han presentado debilidad física y pérdida de la fuerza muscular durante un periodo de 2 a 4 semanas. Las manifestaciones neurológicas definidas clínicamente como meningitis o meningismo son cefalea intensa, ataxia, rigidez de nuca y aumento de células en el líquido cefalorraquídeo (Sakkas et al., 2018).

Ilheus

El ILHV fue descrito por primera vez en 1944, cuando fue aislado de mosquitos en Ilheus, del Estado Bahía, Brasil, pertenece al grupo de virus Ntaya, de la familia *Flaviviridae* y al género *Flavivirus* (Turell et al., 2005; Pauvolid-Corrêa et al., 2013)

Los vectores identificados en la transmisión del ILHV son *Ae. scapularis*, *Ps. ferox* y *Cx. coronator*. Es transmitido en un ciclo enzoonótico entre mosquitos y aves (Turell et al., 2005; Johnson et al., 2007; Pauvolid-Corrêa et al., 2013).

Los síntomas que se han reportados son malestar, astenia, rash vesicular, edema facial, epistaxis, ictericia, artralgias, mialgias, dolor de garganta, dolor retroocular dolor de huesos, dolor abdominal, dolor de cabeza (Venegas et al., 2012).

Rocio

El ROCV es miembro de la familia *Flaviviridae* y del género *Flavivirus*, su genoma consta de ARN de sentido positivo, fue responsable de varias epidemias de meningoencefalitis en comunidades de la zona de Sao Paulo, Brasil y aún se tienen circulaciones activas (Mitchell & Forattini, 1984; Amarilla et al., 2018).

Los mosquitos vectores de ROCV son *Ae. scapularis* y *Ps. ferox* (Mitchell et al., 1986).

Los síntomas y signos son fiebre, dolor de cabeza, confusión, deterioro motor, síndrome cerebelar, secuelas incluidas ataxia, disfagia, incontinencia y problemas de memoria. Se han reportado tasas de letalidad de 13 % y se observaron secuelas neurológicas en el 20 % de los sobrevivientes (Beckham & Tyler, 2015; Amarilla et al., 2018).

Paludismo o Malaria

Es una enfermedad causada por protozoarios del género *Plasmodium*, familia *Plasmodidae*. la que presenta mayor prevalencia, es endémica de 91 países. Existen 4 especies vivax, falciparum, malariae y ovale. En México Vivax y *P. falciparum* son responsables de la mayoría de casos registrados (Rodríguez Domínguez, 2002; Beltrán-Aguilar et al., 2011).

En el 2019, se estimaban en 229 millones de casos de paludismo en el mundo y 409,000 muertes. Los niños de 5 años son el grupo más vulnerable y durante ese año se presentaron 67 % de todas las muertes por paludismo (WHO, 2019).

Son vectores de paludismo los mosquitos *An. albimanus*, *An. argyritarsis* y *An. pseudopunctipennis* (Rueda et al., 2004; Beltrán-Aguilar et al., 2011).

2.6 La salud pública

El término salud pública es la aplicación de las ciencias biológicas, sociales y conductuales al estudio de los fenómenos de la salud humana, analiza estudios

epidemiológicos de las condiciones de salud y la respuesta social organizada a estas condiciones, la respuesta es a través del sistema de atención a la salud (Frenk, 1992)

3. LITERATURA CITADA

- Aitken, T. H. G. (1960). A survey of Trinidadian arthropods for natural virus infections (August, 1953 to december, 1958). *Mosquito News*, 20(1), 1–10. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/sites/mosquito-taxonomic-inventory.info/files/Aitken1960.pdf>
- Alvarado-Torres, H., Viveros-Santos, V., Torres-Monzón, J. A., López-Ordóñez, T., Torres-Chable, O. M., & Casas-Martínez, M. (2019). Detección de *Dirofilaria immitis*. (Spirurida: Onchocercidae) en la comunidad de mosquitos (Diptera: Culicidae) de cementerios de la Región Soconusco, Sur de México. *Entomología Medico y Forence*, 6(February), 490–496. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2019/EMF/EMF490-496.pdf>
- Amarilla, A. A., Fumagalli, M. J., Figueiredo, M. L., Lima-Junior, D. S., Santos-Junior, N. N., Alfonso, H. L., Lippi, V., Trabuco, A. C., Lauretti, F., Muller, V. D., Colón, D. F., Luiz, J. P. M., Suhrbier, A., Setoh, Y. X., Khromykh, A. A., Figueiredo, L. T. M., & Aquino, V. H. (2018). Ilheus and Saint Louis encephalitis viruses elicit cross-protection against a lethal Rocio virus challenge in mice. *PLoS ONE*, 13(6), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199071>
- Anguiano Tellez, M. E. (2008). Chiapas: immigration, migration and migratory transit territory. *Papeles de Población*, 14(56), 199–215. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252008000200010
- Arnell, H. J. (1976). Mosquito Studies (Diptera, Culicidae) XXXIIL A Revision of the Scapularis Group of *Aedes* (Ochlerotatus). *Contributions of the American Entomological Institute*, 13(3), 1–144. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/sites/mosquito-taxonomic-inventory.info/files/Arnell1976.pdf>
- Arnell, J. H. (1973). Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XXXII. A revision of the genus *Haemagogus*. *Contributions of the American Entomological Institute*, 10(2), 1–174. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/mosquito-studies-diptera-culicidae-xxxii-revision-genus-ltemgthaemagogusltemgt>

- Ayres, C. F. J., Guedes, D. R. D., Paiva, M. H. S., Morais-Sobral, M. C., Krokovsky, L., Machado, L. C., Melo-Santos, M. A. V., Crespo, M., Oliveira, C. M. F., Ribeiro, R. S., Cardoso, O. A., Menezes, A. L. B., Laperrière-Jr, R. C., Luna, C. F., Oliveira, A. L. S., Leal, W. S., & Wallau, G. L. (2019). Zika virus detection, isolation and genome sequencing through Culicidae sampling during the epidemic in Vitória, Espírito Santo, Brazil. *Parasites and Vectors*, *12*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3461-4>
- Barrett, A. D. T., & Higgs, S. (2007). Yellow fever: A disease that has yet to be conquered. *Annual Review of Entomology*, *52*, 209–229. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091454>
- Beckham, J. D., & Tyler, K. L. (2015). Encephalitis. In J. E. Bennett, R. Dolin, & M. J. Blaser (Eds.), *Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases* (8th ed., Vol. 1, pp. 1144–1163). <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-4801-3.00091-6>
- Belkin, J. N., Schick, R. X., Galindo, P., & Aitken, T. H. (1967). Estudio sobre mosquitos (Diptera, Culicidae) 1a. Un proyecto para un estudio sistemático de los mosquitos de Meso-América. Ila. Métodos para coleccionar, criar y preservar mosquitos. *Contributions of the American Entomological Institute*, *1*(2a), 1–18.
- Belkin, J. N., Schick, R. X., & Heinemann, S. J. (1965). Mosquito studies (Diptera, Culidae) V. Mosquitoes originally described from Middle America. *Contributions of the American Entomological Institute*, *Volume 1*, 7–8.
- Beltrán-Aguilar, A., Ibáñez-Bernal, S., Mendoza-Palmero, F., Sandoval-Ruiz, C. A., & Hernández-Xoliot, R. A. (2011). Taxonomía y distribución de los anofelinos en el estado de Veracruz, México (Diptera: Culicidae, Anophelinae). *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, *27*(3), 601–755. <https://doi.org/10.21829/azm.2011.273778>
- Beranek, M. D., Gallardo, R., Almirón, W. R., & Contigiani, M. S. (2018). First detection of *Mansonia titillans* (Diptera: Culicidae) infected with St. Louis encephalitis virus (Flaviviridae: Flavivirus) and Bunyamwera serogroup (Peribunyaviridae: Orthobunyavirus) in Argentina. *Journal of Vector Ecology*, *43*(2), 340–343.

<https://doi.org/10.1111/jvec.12320>

Black IV, W. C., Bennett, K. E., Gorrochótegui-Escalante, N., Barillas-Mury, C. V., Fernández-Salas, I., Muñoz, M. D. L., Farfán-Alé, J. A., Olson, K. E., & Beaty, B. J. (2002). Flavivirus susceptibility in *Aedes aegypti*. *Archives of Medical Research*, 33(4), 379–388. [https://doi.org/10.1016/S0188-4409\(02\)00373-9](https://doi.org/10.1016/S0188-4409(02)00373-9)

Blitvich, B. J. (2008). Transmission dynamics and changing epidemiology of West Nile virus. *Animal Health Research Reviews / Conference of Research Workers in Animal Diseases*, 9(1), 71–86. <https://doi.org/10.1017/S1466252307001430>

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 and Vectors*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-41>

Calzolari, M., Bonilauri, P., Bellini, R., Albieri, A., Defilippo, F., Maioli, G., Galletti, G., Gelati, A., Barbieri, I., Tamba, M., Lelli, D., Carra, E., Cordioli, P., Angelini, P., & Dottori, M. (2010). Evidence of simultaneous circulation of west Nile and Usutu viruses in mosquitoes sampled in Emilia-Romagna region (Italy) in 2009. *PLoS ONE*, 5(12), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014324>

Casas-Martínez, M., Orozco Bonilla, A., & Bond Compeán, J. G. (2012). *Informe final* del Proyecto FE009 Diversidad y distribución geográfica de las especies de culícidos de importancia médica en la región centro-occidental de México.*

CENAPRECE. (2009). *Guía de colecta entomológica* (Vol. 52, Issue 55). www.cenavece.salud.gob.mx/

Chamberlain, R. W., Sikes, R. K., & D.B., N. (1956). Infection of *Mansonia perturbans* and *Psorophora ferox* Mosquitoes with Venezuelan Equine Encephalomyelitis virus. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 91, 215–216. <https://doi.org/10.3181/00379727-91-22216>

Chamberlain, R. W., Sikes, R. K., & Nelson, D. B. (1956). Infection of *Mansonia*

- perturbans and *Psorophora ferox* Mosquitoes with Venezuelan Equine Encephalomyelitis Virus. (22216). *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 91, 215–216. <https://doi.org/10.3181/00379727-91-22216>.
- Chang, C., Ortiz, K., Ansari, A., & Gershwin, M. E. (2016). The Zika outbreak of the 21st century. *Journal of Autoimmunity*, 68(January), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2016.02.006>
- Clark-Gil, S., & Darsie Jr., R. F. (1983). The mosquitoes of Guatemala Their identification, distribution and bionomics. *Mosquito Systematics*, 15(3), 151–269.
- Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2015). Getting started with PRIMER v7. PRIMER-E. *PRIMER-E: Plymouth*, 20, 2–20.
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9 and earlier. User's Guide and application*. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Colwell, R. K., Mao, C. X., & Chang, J. (2004). Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basada en su incidencia. *Ecology*, 85(19), 2717–2727. <http://viceroy.colorado.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/References/ColwellMaoAndChang2004Sp.pdf>
- Conway, M. J., Colpitts, T. M., & Fikrig, E. (2014). Role of the vector in arbovirus transmission. *Annual Review of Virology*, 1(1), 71–88. <https://doi.org/10.1146/annurev-virology-031413-085513>
- Cook, C. L., Huang, Y.-J. S., Lyons, A. C., Alto, B. W., Unlu, I., Higgs, S., & Vanlandingham, D. L. (2018). North American *Culex pipiens* and *Culex quinquefasciatus* are competent vectors for Usutu virus. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 12(8), e0006732. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006732>
- Cruz G, C., Valle T, J., & Ruiz M, A. (2004). Determinación de los hábitos de *An. pseudopunctipennis* y *An. calderoni* en dos localidades del Valle de Chao. La Libertad, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 21.

<https://www.redalyc.org/pdf/363/36321405.pdf>

Darsie Jr., R. F., & Ward, R. A. (2005). *Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North America, North of Mexico*. University Press of Florida.

Davis, N. C., & Shannon, R. C. (1929). Studies on yellow fever in south america: V. Transmission experevcents with certain species of culex and aedes. *Journal of Experimental Medicine*, 50(6), 803–808. <https://doi.org/10.1084/jem.50.6.803>

Deardorff, E. R., Estrada-Franco, J. G., Freier, J. E., Navarro-Lopez, R., Da Rosa, A. T., Tesh, R. B., & Weaver, S. C. (2011). Candidate vectors and rodent hosts of Venezuelan equine encephalitis virus, Chiapas, 2006-2007. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 85(6), 1146–1153. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.11-0094>

Deardorff, E. R., & Weaver, S. C. (2010). Vector competence of Culex (Melanoconion) taeniopus for equine-virulent subtype IE strains of Venezuelan equine encephalitis virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 82(6), 1047–1052. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2010.09-0556>

Díaz-González, E. E., Kautz, T. F., Dorantes-Delgado, A., Malo-García, I. R., Laguna-Aguilar, M., Langsjoen, R. M., Chen, R., Auguste, D. I., Sánchez-Casas, R. M., Danis-Lozano, R., Weaver, S. C., & Fernández-Salas, I. (2015). First report of Aedes aegypti transmission of chikungunya virus in the Americas. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 93(6), 1325–1329. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0450>

Diaz, L. A., Ré, V., Almirón, W. R., Farías, A., Vázquez, A., Sanchez-Seco, M. P., Aguilar, J., Spinsanti, L., Konigheim, B., Visintin, A., García, J., Morales, M. A., Tenorio, A., & Contigiani, M. (2006). Genotype III Saint Louis encephalitis virus outbreak, Argentina, 2005. *Emerging Infectious Diseases*, 12(11), 1752–1754. <https://doi.org/10.3201/eid1211.060486>

Dick, G. W. A., Kitchen, S. F., & Haddow, A. J. (1952). Zika virus (I). Isolations and serological specificity. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and*

Hygiene, 46(5), 509–520. [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(52\)90042-4](https://doi.org/10.1016/0035-9203(52)90042-4)

Eastwood, G., Goodman, S. J., Cunningham, A. A., & Kramer, L. D. (2013). *Aedes taeniorhynchus* vectorial capacity informs a pre-emptive assessment of west nile virus establishment in galápagos. *Scientific Reports*, 3, 1–8. <https://doi.org/10.1038/srep01519>

Eiden, M., Gil, P., Ziegler, U., Rakotoarivony, I., Marie, A., Frances, B., L'Ambert, G., Simonin, Y., Foulongne, V., Groschup, M. H., Gutierrez, S., & Eloit, M. (2018). Emergence of two Usutu virus lineages in *Culex pipiens* mosquitoes in the Camargue, France, 2015. *Infection, Genetics and Evolution*, 61(March), 151–154. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.03.020>

Fernandes, R. S., O'connor, O., Bersot, M. I. L., Girault, D., Dokunengo, M. R., Pocquet, N., Dupont-Rouzeyrol, M., & Lourenço-De-oliveira, R. (2020). Vector competence of *aedes aegypti*, *aedes albopictus* and *culex quinquefasciatus* from Brazil and New Caledonia for three zika virus lineages. *Pathogens*, 9(7), 1–17. <https://doi.org/10.3390/pathogens9070575>

Forattini, O. p. (1962). Arborviroses. *Arquivos Da Faculdade de Higiene e Saúde Pública Da Universidade de São Paulo*, 15, 109–199. <https://doi.org/10.11606/issn.2358-792X.v16i0p109-199>

Foster, W. A., & Walker, E. D. (2019). Mosquitoes (culicidae). In *Medical and Veterinary Entomology*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00015-7>

Frenk, J. (1992). La Nueva Salud Pública. In VV.AA: *La crisis de la salud pública: reflexiones para el debate*. OPS.

García de Figueiredo, M. L., & Moraes Figueiredo, L. T. (2014). Emerging alphaviruses in the americas: Chikungunya and mayaro. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 47(6), 677–683. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0246-2014>

Guedes, D. R. D., Paiva, M. H. S., Donato, M. M. A., Barbosa, P. P., Krokovsky, L., Rocha, S. W. S., Saraiva, K. L. A., Crespo, M. M., Rezende, T. M. T., Wallau, G. L., Barbosa, R. M. R., Oliveira, C. M. F., Melo-Santos, M. A. V., Pena, L., Cordeiro, M.

- T., Franca, R. F. D. O., De Oliveira, A. L. S., Peixoto, C. A., Leal, W. S., & Ayres, C. F. J. (2017). Zika virus replication in the mosquito *Culex quinquefasciatus* in Brazil. *Emerging Microbes and Infections*, 6(8). <https://doi.org/10.1038/emi.2017.59>
- Guerbois, M., Fernandez-Salas, I., Azar, S. R., Danis-Lozano, R., Alpuche-Aranda, C. M., Leal, G., Garcia-Malo, I. R., Diaz-Gonzalez, E. E., Casas-Martinez, M., Rossi, S. L., Del Río-Galván, S. L., Sanchez-Casas, R. M., Roundy, C. M., Wood, T. G., Widen, S. G., Vasilakis, N., & Weaver, S. C. (2016). Outbreak of Zika Virus Infection, Chiapas State, Mexico, 2015, and First Confirmed Transmission by *Aedes aegypti* Mosquitoes in the Americas. *Journal of Infectious Diseases*, 214(9), 1349–1356. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiw302>
- Gúzman, C., Calderón, A., Mattar, S., Tadeu-Figuereido, L., Salazar-Bravo, J., Alvis-Guzmán, N., Zakzuk Martínez, E., & González, M. (2020). Ecoepidemiology of Alphaviruses and Flaviviruses. In M. M. Ennaji (Ed.), *Emerging and Reemerging Viral Pathogens* (Issue January, pp. 101–124). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819400-3.00006-5>
- Hadler, J. L., Patel, D., Nasci, R. S., Petersen, L. R., Hughes, J. M., Bradley, K., Etkind, P., Kan, L., & Engel, J. (2015). Assessment of arbovirus surveillance 13 years after introduction of West Nile virus, United States. *Emerging Infectious Diseases*, 21(7), 1159–1166. <https://doi.org/10.3201/eid2107.140858>
- Harbach, R. E. (2013). *Mosquito Taxonomic Inventory*. Culicidae Meigen, 1818. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045>
- Harbach, Ralph E., & Knight, K. L. (1980). *Taxonomists' glossary of mosquito anatomy* (p. 415). Plexus Publishing.
- 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(4), 483–535. https://www.biodiversitylibrary.org/content/part/JAMCA/MS_V09_N4_P483-535.pdf
- Henry, R., & Murphy, F. A. (2018). Oropouche [o'ro-poo"che] Virus. *Emerging Infectious*

Diseases, 24(5), 937. <https://doi.org/10.3201/eid2405.et2405>

Hernández-Triana, L. M., Garza-Hernández, J. A., Ortega Morales, A. I., Prosser, S. W. J., Hebert, P. D. N., Nikolova, N. I., Barrero, E., de Luna-Santillana, E. de J., González-Alvarez, V. H., Mendez-López, R., Chan-Chable, R. J., Fooks, A. R., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2021). An Integrated Molecular Approach to Untangling Host–Vector–Pathogen Interactions in Mosquitoes (Diptera: Culicidae) From Sylvan Communities in Mexico. *Frontiers in Veterinary Science*, 7(March), 1–17.

<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.564791>

Hoch, A. L., Pinheiro, F. P., Roberts, D. R., & Gomes, M. de L. C. (1987). El virus oropouche. Transmisión en el laboratorio por *Culex quinquefasciatus*. *Bol of Sanit Panam*, 103(2), 106–112.

Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451–1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>

Ibañez-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. In *Folia Entomologia Mexicana* (Vol. 92, pp. 43–73).

Ibañez-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 Entomologia Mexicana*, 92, 43–73.

INEGI. (2017a). Anuario estadístico y geográfico de Chiapas 2017. In *Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía*.

http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092115.pdf

INEGI. (2017b). Anuario estadístico y geográfico de Durango 2017. In *Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía* (Vol. 9, Issue 2).

<https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/355%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/731%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index>

php/ae/article/view/269%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/106

- Johnson, B. W., Cruz, C., Felices, V., Espinoza, W. R., Manock, S. R., Guevara, C., Olson, J. G., & Kochel, T. J. (2007). Ilheus virus isolate from a human, Ecuador. *Emerging Infectious Diseases*, *13*(6), 956–958.
<https://doi.org/10.3201/eid1306.070118>
- Karna, A. K., Azar, S. R., Plante, J. A., Yun, R., Vasilakis, N., Weaver, S. C., Hansen, I. A., & Hanley, K. A. (2018). Colonized sabethes cyaneus, a sylvatic new world mosquito species, shows a low vector competence for zika virus relative to aedes aegypti. *Viruses*, *10*(8), 1–9. <https://doi.org/10.3390/v10080434>
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., Moore, C. G., Carvalho, R. G., Coelho, G. E., Van Bortel, W., Hendrickx, G., Schaffner, F., Elyazar, I. R., Teng, H. J., Brady, O. J., Messina, J. P., Pigott, D. M., Scott, T. W., Smith, D. L., ... Hay, S. I. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. *ELife*, *4*(JUNE2015), 1–18.
<https://doi.org/10.7554/eLife.08347>
- Linthicum, K. J., Britch, S. C., & Anyamba, A. (2016). Rift Valley Fever: An Emerging Mosquito-Borne Disease. *Annual Review of Entomology*, *61*, 395–415.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023819>
- Long, K. C., Ziegler, S. A., Thangamani, S., Hausser, N. L., Kochel, T. J., Higgs, S., & Tesh, R. B. (2011). Experimental transmission of Mayaro virus by *Aedes aegypti*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, *85*(4), 750–757.
<https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.11-0359>
- Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. In *Blackwell Publishing*. Blackwell Publishing company.
- Main, B. J., Nicholson, J., Winokur, O. C., Steiner, C., Riemersma, K. K., Stuart, J., Takeshita, R., Krasnec, M., Barker, C. M., & Coffey, L. L. (2018). Vector competence of *Aedes aegypti*, *Culex tarsalis*, and *Culex quinquefasciatus* from

- California for Zika virus. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 12(6), 1–13.
<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006524>
- Marcondes, C. B., & Ximenes, M. de F. F. de M. (2016). Zika virus in Brazil and the danger of infestation by aedes (*Stegomyia*) mosquitoes. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 49(1), 4–10. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0220-2015>
- Martínez-Palacios, A. (1952). Nota sobre la distribución de los mosquitos culex en Mexico (Diptera: Culicidae). *Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 13, 75–87.
- Martini, E. (1935). Los Mosquitos de México. In *Departamento de Salubridad Publica* (Vol. 1, Issue 1).
- Mesa, F. A., Cárdenas, J. A., & Villamil, L. C. (2005). *Las encefalitis equinas en la salud pública* (Primera Ed). <https://www.minsalud.gov.co/Documentos y Publicaciones/Libro Encefalitis Equinas UNAL.pdf>
- Mitchell, C. J. (1991). Vector competence of North and South American strains of *Aedes albopictus* for certain arboviruses: a review. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 7(3), 446–451.
- Mitchell, C. J., Forattini, O. P., & Miller, B. R. (1986). Vector competence experiments with Rocio virus and three mosquito species from the epidemic zone in Brazil. *Revista de Saúde Pública*, 20(3), 171–177. <https://doi.org/10.1590/s0034-89101986000300001>
- Mitchell, C. J. (1995). Geographic spread of *Aedes albopictus* and potential for involvement in arbovirus cycles in the Mediterranean basin. *Journal of Vector Ecology*, 20(1), 44–58.
- Mitchell, Carl J., & Forattini, O. P. (1984). Experimental transmission of Rocio encephalitis virus by *Aedes scapularis* (Diptera: Culicidae) from the epidemic zone in Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 21(1), 34–37.
<https://doi.org/10.1093/jmedent/21.1.34>

- Mores, C. N., Turell, M. J., Dohm, D. J., Blow, J. A., Carranza, M. T., & Quintana, M. (2007). Experimental transmission of west nile virus by *Culex nigripalpus* from honduras. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 7(2), 279–284.
<https://doi.org/10.1089/vbz.2006.0557>
- Mota, M. T. de O., Terzian, A. C., Silva, M. L. C. R., Estofolete, C., & Nogueira, M. L. (2016). Mosquito-transmitted viruses – the great Brazilian challenge. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.10.008>
- Nayar, J. K., Knight, J. W., & Munstermann, L. E. (2002). Temporal and geographic genetic variation in *Culex nigripalpus theobald* (Culicidae: Diptera), a vector of St. Louis encephalitis virus, from Florida. *Journal of Medical Entomology*, 39(6), 854–860. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.6.854>
- OMS. (1967). *Los arbovirus y su importancia en patología humana Informe de un grupo científico de la OMS*.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38352/WHO_TRS_369_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Preparación y respuesta ante la eventual introducción del virus chikungunya en las Américas*.
http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/CHIKV_Spanish.pdf
- Ortega-Morales, A. I., Garza-Hernández, J. A., González-Álvarez, V. H., Hernández-Triana, L. M., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2018). First Record of *Culex* (*Microculex*) *daumastocampa* (Diptera: Culicidae) in Mexico, with Notes on *Cx. rejector* and *Cx. imitator*. *Neotropical Entomology*, 47(4), 577–581. <https://doi.org/10.1007/s13744-018-0600-0>
- Ortega-morales, A. I., & Reyes-Villanueva, F. (2020). Mosquitos (Diptera : Culicidae). In *La biodiversidad en Zacatecas estudio de estado* (Issue February, pp. 194–196). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128140437000157>
- Ortiz, D. I., Anishchenko, M., & Weaver, S. C. (2004). Susceptibility of *Ochlerotatus*

taeniorhynchus (Diptera: Culicidae) to Infection with Epizootic (Subtype IC) and Enzootic (Subtype ID) Venezuelan Equine Encephalitis Viruses: Evidence for Epizootic Strain Adaptation. *Journal of Medical Entomology*, 41(5), 987–993. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.5.987>

Ortiz, D. I., Anishchenko, M., & Weaver, S. C. (2005). Susceptibility of *Psorophora confinnis* (Diptera: Culicidae) to Infection with Epizootic (Subtype IC) and Enzootic (Subtype ID) Venezuelan Equine Encephalitis Viruses. *Journal of Medical Entomology*, 42(5), 857–863. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.5.987>

Osório, H. C., Zé-Zé, L., Amaro, F., & Alves, M. J. (2014). Mosquito surveillance for prevention and control of emerging mosquito-borne diseases in Portugal — 2008–2014. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(11), 11583–11596. <https://doi.org/10.3390/ijerph111111583>

Pacienti, M., Sinigaglia, A., Martello, T., de Rui, M. E., Franchin, E., Pagni, S., Peta, E., Riccetti, S., Milani, A., Montarsi, F., Capelli, G., Doroldi, C. G., Bigolin, F., Santelli, L., Nardetto, L., Zoccarato, M., & Barzon, L. (2019). Clinical and virological findings in patients with Usutu virus infection, northern Italy, 2018. *Eurosurveillance*, 24(47), 1–10. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2019.24.47.1900180>

Pauvolid-Corrêa, A., Kenney, J. L., Couto-Lima, D., Campos, Z. M. S., Schatzmayr, H. G., Nogueira, R. M. R., Brault, A. C., & Komar, N. (2013). Ilheus Virus Isolation in the Pantanal, West-Central Brazil. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002318>

Pepin, M., Bouloy, M., Bird, B. H., Kemp, A., & Paweska, J. (2010). Rift Valley fever virus (Bunyaviridae: Phlebovirus): An update on pathogenesis, molecular epidemiology, vectors, diagnostics and prevention. *Veterinary Research*, 41(6). <https://doi.org/10.1051/vetres/2010033>

Pereira, T. N., Carvalho, F. D., De Mendonça, S. F., Rocha, M. N., & Moreira, L. A. (2020). Vector competence of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Culex quinquefasciatus* mosquitoes for Mayaro virus. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(4), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007518>

- Pfeffer, M., & Dobler, G. (2010). Emergence of zoonotic arboviruses by animal trade and migration. *Parasites and Vectors*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-3-35>
- Preston, F. W. (1948). The commonness, and rarity, of species. *Ecology*, 29(3), 254–283. <https://doi.org/10.2307/1930989>
- Ramos Rojas, D. N. (2016). La movilidad transfronteriza México-Guatemala desde la representación cotidiana de los trabajadores centroamericanos Mexico-Guatemala border mobility as represented in the everyday lives of Central American workers. *Estudios Fronterizos*, 17(34), 21–40. <https://doi.org/10.21670/ref.2016.34.a02>
- Rivera-García, K. D., Rísquez-Pérez, A., & Ibáñez-Bernal, S. (2019). Description of the pupa and additional characters of the fourth-instar larva, female, and male genitalia of *Uranotaenia* (*Uranotaenia*) *coatzacoalcos* Dyar & Knab, with keys for the identification of Mexican species of *Uranotaenia* (Diptera: Culicidae). *Zootaxa*, 4608(2), 247–260. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4608.2.3>
- Rodaniche, E. de, Galindo, P., & Johnson, C. M. (1957). Isolation of Yellow Fever virus from *Haemagogus mesodentatus*, *H. equinus* and *Sabethes chloropterus* captured in Guatemala in 1956. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 6(2), 681–685.
- Rodríguez-Martínez, L. M., Yzquierdo-Gómez, P., González-Acosta, C., & Correa-Morales, F. (2020). First Record of *Aedes* (*Ochlerotatus*) *fulvus* in Tabasco and Distribution Notes of Other *Aedes* in Mexico. *Southwestern Entomologist*, 45(1), 263–268. <https://doi.org/10.3958/059.045.0127>
- Rodríguez Domínguez, J. (2002). Las enfermedades transmitidas por vector en México. *Revista de La Facultad de Medicina, UNAM*, 45, 1–141. <http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2002/un023f.pdf>
- Rueda, L. M., Peyton, E. L., & Manguin, S. (2004). *Anopheles* (*Anopheles*) *pseudopunctipennis* Theobald (Diptera: Culicidae): Neotype Designation and Description. *Journal of Medical Entomology*, 41(1), 12–22.

<https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.1.12>

Ruiz-Arrondo, I., McMahon, B. J., Hernández-Triana, L. M., Santibañez, P., Portillo, A., & Oteo, J. A. (2019). Surveillance of mosquitoes (Diptera, Culicidae) in a northern central region of Spain: Implications for the medical community. *Frontiers in Veterinary Science*, 6(MAR). <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00086>

Sakkas, H., Bozidis, P., Franks, A., & Papadopoulou, C. (2018). Oropouche fever: A review. *Viruses*, 10(4), 1–16. <https://doi.org/10.3390/v10040175>

Sanjit, L., & Bhatt, D. (2005). How relevant are the concepts of species diversity and species richness? *Journal of Biosciences*, 30(5), 557–560. <https://doi.org/10.1007/BF02703552>

Santini, M., Vilibic-Cavlek, T., Barsic, B., Barbic, L., Savic, V., Stevanovic, V., Listes, E., Di Gennaro, A., & Savini, G. (2015). First cases of human Usutu virus neuroinvasive infection in Croatia, August–September 2013: clinical and laboratory features. *Journal of NeuroVirology*, 21(1), 92–97. <https://doi.org/10.1007/s13365-014-0300-4>

Sardelis, M. R., Turell, M. J., Dohm, D. J., & O'Guinn, M. L. (2001). Vector Competence of Selected North American Culex and Coquillettidia Mosquitoes for West Nile Virus. *Emerging Infectious Diseases*, 7(6), 1018–1022. <https://doi.org/10.7717/peerj.4324>

Secretaría de Salud (México). (2016). Boletín Epidemiológico. Vigilancia Epidemiológica Semana 52 México, 2016. In *Boletín Epidemiológico* (Vol. 34). <http://www.gob.mx/salud/documentos/boletinepidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-141143>

Secretaría de Salud (México). (2021). *Boletín epidemiológico Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Sistema Único de Información*. <https://www.gob.mx/salud/documentos/boletinepidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-231750>

Segura, M. de N. de O., & Castro, F. C. (2007). *Atlas de Culicídeos na Amazônia*

Brasileira Características específicas de insectos hematófagos de familia Culicidae.
Instituto Evandro Chagas.

- Silver, J. B. (2008). *Mosquito ecology: field sampling methods.* Springer science & business media. Springer.
- Smith, D. R., Adams, P. A., Kenney, J. L., Wang, E., & Weaver, S. C. (2008). Venezuelan Equine Encephalitis Virus in the Mosquito Vector. *Virology Journal*, 372(1), 176–186.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1981). *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research.* Freeman. <https://doi.org/10.2307/2412280>
- Spalatin, J., Burton, A. N., McLintock, J., & Connell, R. (1963). Isolation of Western Equine Encephalomyelitis (Wee) Virus From Mosquitoes In Saskatchewan, 1962. *Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science*, 27(12), 283–289. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1583736/>
- Strickman, D. (1989). *Culex pseudostigmatosoma, Cx. yojoae, and Cx. aquarius: New Central American species in the subgenus Culex (DIPTERA: CULICIDAE).* *Mosquito Systematics*, 21(3), 143–177.
- Strother, A. E., & Barrett, A. D. T. (2021). Yellow Fever Virus (Flaviviridae). In D. H. Bamford & M. Zuckerman (Eds.), *Encyclopedia of Virology (Fourth Edition)* (Fourth, pp. 891–898). Academic press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814515-9.00003-5>
- Sudia, W. D., Lord, R. D., Newhouse, V. F., Miller, D. L., & Kissling, R. E. (1971). Vector-host studies of an epizootic of Venezuelan equine encephalomyelitis in Guatemala, 1969. *American Journal of Epidemiology*, 93(2), 137–143. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a121234>
- Turell, M. J., O'Guinn, M. L., Jones, J. W., Sardelis, M. R., Dohm, D. J., Watts, D. M., Fernandez, R., Travassos Da Rosa, A., Guzman, H., Tesh, R., Rossi, C. A., Ludwig, G. V., Mangiafico, J. A., Kondig, J., Wasieloski, L. P., Pecor, J., Zyzak, M., Schoeler, G., Mores, C. N., ... Klein, T. A. (2005). Isolation of viruses from

mosquitoes (Diptera: Culicidae) collected in the Amazon Basin region of Peru.

Journal of Medical Entomology, 42(5), 891–898.

<https://doi.org/10.1093/jmedent/42.5.891>

Turell, M. J., O'Guinn, M. L., Navarro, R., Romero, G., & Estrada-Franco, J. G. (2000). Vector Competence of Peruvian Mosquitoes (Diptera: Culicidae) for Epizootic and Enzootic Strains of Venezuelan Equine Encephalomyelitis Virus. *Journal of Medical Entomology*, 37(6), 306–310. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-40.3.306>

Turell, M.J., O'Guinn, M. L., Dohm, D., Zyzak, M., Watts, D., Fernandez, R., Calampa, C., Klein, T. A., & Jones, J. W. (2008). Susceptibility of peruvian mosquitoes to eastern equine encephalitis virus. *Journal of Medical Entomology*, 45(4), 720–725. [https://doi.org/10.1603/0022-2585\(2008\)45\[720:SOPMTE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-2585(2008)45[720:SOPMTE]2.0.CO;2)

Turell, Michael J., Beaman, J. R., & Neely, G. W. (1994). Experimental transmission of eastern equine encephalitis virus by strains of *Aedes albopictus* and *A.taeniorhynchus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 31(2), 287–290. <https://doi.org/10.1093/jmedent/31.2.287>

Turell, Michael J, O'Guinn, M. L., Dohm, D. J., & Jones, J. W. (2001). Vector competence of North American Mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. *Journal of Medical Entomology*, 38(2), 130–134. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.2.130>

Vargas, L. (1956). Especies y distribución de mosquitos mexicanos no anofelinos (Insecta Diptera). *Revista Del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales*, 16(1), 19–36.

Vargas, Luis, & Martinez Palacios, A. (1956). Anofelinos mexicanos Taxonomía y distribución. *Secretaría de Salubridad y Asistencia*, 181.

Vega-Rua, A., Zouache, K., Girod, R., Failloux, A.-B., & Lourenco-de-Oliveira, R. (2014). 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. *Journal of Virology*, 88(11), 6294–6306. <https://doi.org/10.1128/jvi.00370-14>

- Venegas, E. A., Aguilar, P. V., Cruz, C., Guevara, C., Kochel, T. J., Vargas, J., & Halsey, E. S. (2012). Ilheus virus infection in human, Bolivia. *Emerging Infectious Diseases*, 18(3), 516–518. <https://doi.org/10.3201/eid1803.111486>
- Villarreal-treviño, C., Ríos-delgado, J. C., Penilla-Navarro, R. P., Rodríguez, A. D., López, J. H., Nettel-cruz, J. A., Moo-Llanes, D. A., & Fuentes-Maldonado, G. (2020). Composition and abundance of anopheline species according to habitat diversity in Mexico. *Salud Publica de Mexico*, 62(4). <https://www.medigraphic.com/pdfs/salpubmex/sal-2020/sal204g.pdf>
- Wang, Z., Zhang, X., Li, C., Zhang, Y., Xing, D., Wu, Y., & Zhao, T. (2012). Vector competence of five common mosquito species in the People's Republic of China for western equine encephalitis virus. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 12(7), 605–608. <https://doi.org/10.1089/vbz.2011.0660>
- Weaver, S. C., Ferro, C., Barrera, R., Boshell, J., & Navarro, J. C. (2004). Venezuelan Equine Encephalitis. *Annual Review of Entomology*, 49, 141–174. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.061802.123422>
- Weaver, S. C., & Reisen, W. K. (2010). Present and Future Arboviral Threats. *Antiviral Research*, 85(2), 1–36. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2009.10.008>. Present
- WHO. (2018). *Fiebre del Valle del Rift*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/rift-valley-fever>
- WHO. (2019). *Paludismo*. Paludismo. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malaria>
- Wilkerson, R. C., & Strickman, D. (1990). Illustrated key to the female Anopheline mosquitoes of Central America and México. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 6(1).
- Wilkerson, R. C., Strickman, D., Fernández-Salas, I., & Ibáñez-Bernal, S. (1993). *Clave Ilustrada Para La Identificacion De Las Hembras De Mosquitos Anofelinos De Mexico Y Centroamerica*. 46. <http://www.mosquitocatalog.org/files/pdfs/wr328.pdf>
- World Health Organization. (1998). World Health Report Life in the 21st century A vision

for all Report of the Director-General. In *51st World Health Assembly*.
https://www.who.int/whr/1998/en/whr98_en.pdf?ua=1

World Health Organization, R. O. for S.-E.-A. (2021). *Dengue bulletin Volume 41, December 2020* (Vol. 41, Issue December).
<https://www.who.int/publications/i/item/dengue-bulletin-vol-41>

WRBU. (2015). *Systematic Catalog of Culicidae*. <http://mosquitocatalog.org/default.aspx>

Zavortink, T. J. (1972). Mosquito studies (Diptera, Culidae) XXVIII. The new world species formerly placed in *Aedes* (Finlaya). *Contribution of the American Entomological Institute*, 8(3), 1–206.

4. CAPÍTULO 1. New records of mosquito species (Diptera: Culicidae) in La Comarca Lagunera, Durango, Mexico



Nº 25, Vol. 12 (2), 2020. ISSN 2007 – 0705, pp.: 1 – 19
doi.org/10.21640/ns.v12i25.2651

Nuevos registros de especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) de la Comarca Lagunera de Durango, México

Rafael Vázquez-Marroquín^{1,2}, Mónica Duarte-Andrade¹, Luis M. Hernández-Triana³, Aldo I. Ortega-Morales⁴ & Rahuel J. Chan-Chable¹

Palabras clave: listado; distribución; primer registro; culicidos; vectores; Durango; mosquitos; Comarca Lagunera; México

Keywords: checklist; distribution; first record; culicids; vectors; Durango; mosquitoes; Comarca Lagunera; Mexico

Recibido en: 10-08-2019 / Aceptado en: 25-09-2020

Resumen

Introducción: Un número notable de mosquitos tienen gran importancia médica y veterinaria debido a que transmiten numerosos patógenos que causan enfermedades en los animales y los seres humanos, por lo que conocer su taxonomía y distribución es fundamental para aplicar estrategias de control correctas. El objetivo de este estudio fue determinar la presencia de especies de mosquitos y su distribución en la Comarca Lagunera del estado de Durango, México.

Método: Entre agosto y noviembre de 2018 fueron colectados mosquitos adultos utilizando aspiradores de campo (Insectzookas) en diferentes sitios de reposo en cuatro municipios. También se tomaron muestras de los hábitats acuáticos para la colecta de etapas inmaduras. Los especímenes adultos se mataron utilizando cámaras letales con vapores de trietilamina, mientras que las larvas y las pupas se almacenaron en tubos individuales para obtener los estadios adultos y las exuvias asociadas. Todo el material se transportó al Laboratorio de Biología Molecular del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN- UL) para su montaje e identificación taxonómica. Las especies fueron identificadas usando claves taxonómicas para la región.

Resultados: En total se colectaron 689 mosquitos (286 machos y 403 hembras) pertenecientes a 15 especies de las cuales *Anopheles franciscanus* McCracken, *Culex erythrothorax* Dyar y *Toxorhynchites moctezuma* (Dyar y Knab) son nuevos registros para el Estado de Durango. La

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Postgrado en Ciencias en Producción Agropecuaria, Unidad Laguna. E-mail: vamara23@hotmail.com

² Instituto de Salud del Estado de Chiapas, Distrito de Salud No. X, Motozintla

³ Animal and Plant Health Agency, Virology Department, Rabies and Viral Zoonoses (VI1), London

⁴ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Parasitología, Unidad Laguna

© Universidad De La Salle Bajío (México)

especie más abundante fue *Cx. quinquefasciatus* Say con 364 (56.2%) especímenes, seguida de *Aedes aegypti* (Linnaeus) (21.3%) y *Ae. vexans* (Meigen) (7.7%).

Conclusión: 13 de las 15 especies colectadas están asociadas a la transmisión de algún patógeno de importancia médica o veterinaria en México. Con la adición de los nuevos registros, la lista de mosquitos distribuidos en el estado de Durango alcanza un total de 38 especies. La información generada en este estudio deberá ser útil para la Secretaría de Salud del estado de Durango para el control de las enfermedades transmitidas por mosquitos en la región de la Comarca Lagunera.

Abstract

Introduction: Many mosquitoes are of great medical and veterinary importance because they transmit numerous pathogens which cause diseases in animals and humans; thus, knowing their taxonomy and distribution is pivotal for implementing the correct control strategies. The aim of this study was to determine the occurrence of mosquito species and their distribution in La Comarca Lagunera in the state of Durango, Mexico.

Method: Adult mosquitoes were collected at different resting sites in four municipalities between August and November 2018 using Insectzookas. Aquatic habitats were also sampled for immature stages. Adult specimens were killed using lethal chambers with triethylamine vapors; while larvae and pupae were stored in individual tubes to obtain the adult stages and associated exuviae. All material was transported to the Molecular Biology Laboratory of the Parasitology Department of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL) for mounting and taxonomical identification. Species were identified using taxonomic keys for the region.

Results: In total, 689 mosquito specimens (286 males and 403 females) were collected belonging to 15 species, among them *Anopheles franciscanus* McCracken, *Culex erythrothorax* Dyar, and *Toxorhynchites moctezuma* (Dyar and Knab) are new records for Durango State. The most abundant species was *Cx. quinquefasciatus* Say with 364 (56.2%) specimens, followed by *Aedes aegypti* (Linnaeus) (21.3%) and *Ae. vexans* (Meigen) (7.7%).

Conclusion: 13 out of 15 species collected are associated with the transmission of an arbovirus of relevant medical or veterinary importance in Mexico. There are now 38 species recorded for Durango. The information in this study is directly relevant for the Health Ministry in Durango State for the control of vector borne diseases in the región

Introduction

The majority of mosquitoes are hematophagous insects of great medical and veterinary relevance because the females of numerous species can transmit pathogens which cause diseases in animals and humans (Harbach, 2020). Some of these pathogens are arboviruses, for example: Dengue Virus (DENV), Zika Virus (ZIKV), Chikungunya Virus (CHIKV), Yellow Fever Virus (YFV), Western Equine Encephalomyelitis Virus (WEEV) (Liria and Navarro, 2010; Díaz-González *et al.*, 2015; Turell *et al.*, 2015). Mosquitoes causes greater morbidity and mortality in humans than any other groups of organisms (Harbach, 2020). High densities of biting females result in a significant biting issue, especially in touristic areas (Meisch, 1994).

There are 3,578 described mosquito species which are found in most habitats and terrestrial ecosystems (Harbach, 2020); all species are classified in two subfamilies Anophelinae and Culicinae within the Culicidae family, which include approximately 113 genera. In Mexico, there have been 20 genera and approximately 250 species recorded in the country. For Durango State in particular, presently there are only 35 species reported (Vargas, 1956; Vargas and Martínez- Palacios, 1956; Díaz Nájera and Vargas, 1973; Sudia *et al.*, 1975; Duarte-Andrade *et al.*, 2019; Hernández Amparan *et al.*, 2020).

Durango State is situated in the center-northwestern region of Mexico. The weather is warm and dry, but it is temperate and humid during the rainy season (INEGI, 2019). It has a surface of 123,181 km², placing it as the fourth largest territory in Mexico (INEGI, 2019). In addition, there are five physiographical regions (La Sierra Madre Occidental, Sierras and Northern Plains, Sierra Madre Oriental, Mesa del Centro, and Pacific Coastal Plains), allowing for a high diversity of ecosystems within the State. With the exception of the Evergreen Tropical Forest or High-Altitude Jungle, almost all types of vegetation in Mexico are present in Durango (González Elizondo *et al.*, 2006). Therefore, Durango State has environmental conditions to sustain a high number of mosquito species, including those that have relevant medical and veterinary importance in Mexico.

In the last five years, The Ministry of Health have reported an average of 280 cases of DENV per year, while cases of ZIKV, CHIKV and malaria averaged one per year (DGE, 2019). The presence of cases implies a potential risk of disease growth if conditions are present (López Vélez y Molina Moreno, 2005). On the other hand, cattle farming is one of the key economic activities in northern Durango; especially in the zone known as La Comarca Lagunera. Cattle are affected by the presence of certain species of the genus *Psorophora* (Robineau-Desvoidy), large

mosquitoes that have a marked zoophilic behavior and large densities during the rainy season, causing weight loss and reduction in milk production (Meisch, 1994).

In spite of the critical economic importance of mosquitoes, investigation into mosquitoes in Durango State have been neglected. In our study, we aimed to document occurrence and distribution of mosquito species in seven localities in La Comarca Lagunera, with the aim to update the checklist of culicid species present in the State, which would facilitate the control strategies performed by the Ministry of Health in this region.

Methods

Specimens collection and taxonomic identification

Collection of immature and adult stages were carried out in seven localities: Cañón de Fernández (25°18'24.09"N–103°43'58.09"W), Predio La Isla (25°30'16"N–103°37'24"W), 6 de Enero (25°31'12.97"N–103°35'47.92"W), Gómez Palacio (25°35'42.96"N–103°29'38.95"W), Venecia(25°46'52.12"N–103°21'4.33"W), Bermejillo (25°52'55.97"N–103°37'25.77"W) and Tlahualilo (26°6'29"N–103°26'20.77"W) (**Fig. 1**). Collection was scheduled between 18:00 and 21:00 hours. These localities belong to four municipalities (Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí and Tlahualilo) of La Comarca Lagunera, northeastern Durango, Mexico, which are included in the physiographical region of Sierras and Northern Plains, subregion Bolsón de Mapimí, which include isolated mountains and wide plains where endorheic basins are common (González Elizondo *et al.*, 2006). Field work was completed between August and November 2018 in the rainy season following the collecting protocol of Belkin *et al.* (1967). In this case, available water bodies were sampled using dippers and pipettes, while adult mosquitoes were directly collected from resting places or by landing catches using a field aspirator (Insectzookas, BioQuip No. 2888A, Compton, CA). Adult specimens were killed using lethal chambers with triethylamine vapors and stored into vials (Ortega-Morales *et al.*, 2019). All material was transported to the Molecular Biology Laboratory of the Parasitology Department of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL) for mounting and taxonomical identification. Larvae and pupae were stored on individual tubes to obtain the adult stages and associated exuviae (Ortega-Morales *et al.*, 2010).

Species were identified using the keys of Wilkerson *et al.* (1990) and Darsie and Ward (2005). All specimens were deposited at the Culicidae Collection of the UAAAN-UL under

accession number: 01021018-6E, 01061018-PI, 01071018-B, 01100818-CF, 01121018-V, 01131018-GP, 01160818-T, 01270918-B, and 01310818-6E.

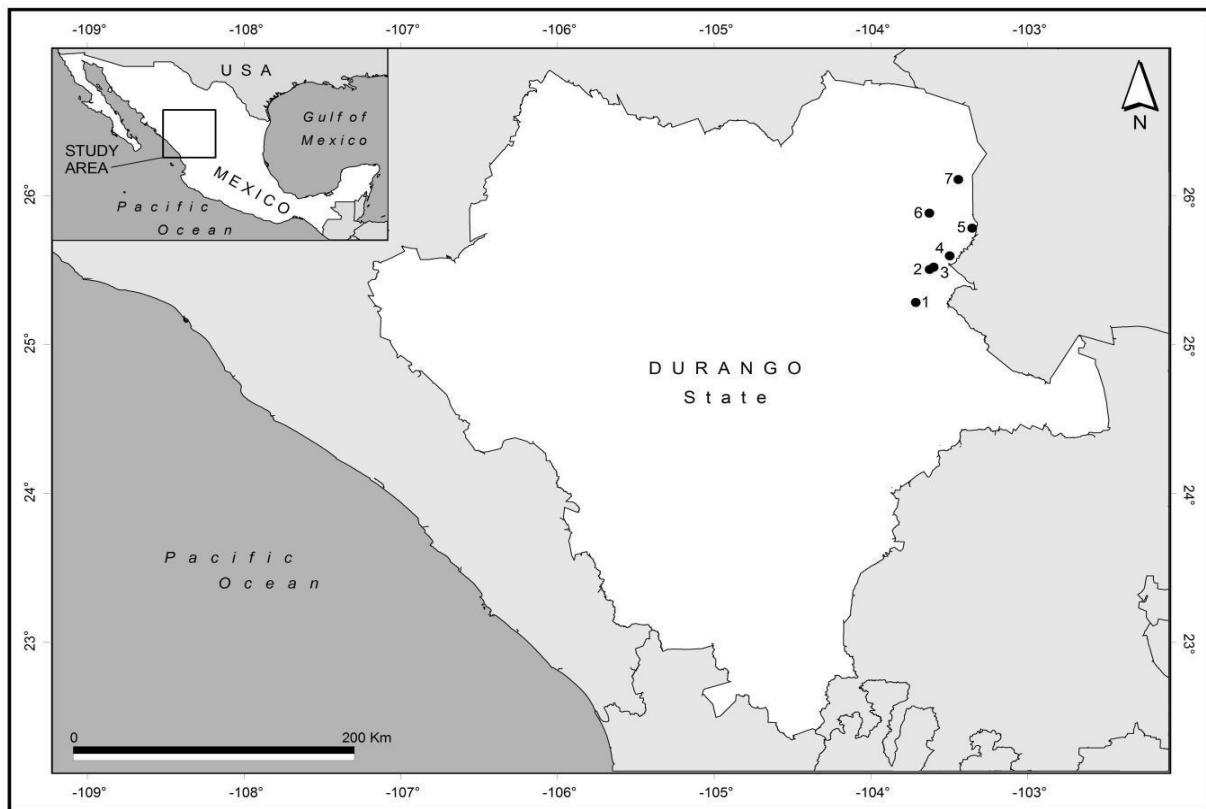


Fig. 1. Study area showing the mosquito's collection sites in Durango State, Mexico.

1 = Cañón de Fernández; **2** = Predio La Isla; **3** = 6 de Enero; **4** = Gómez Palacio; **5** = Venecia; **6** = Bermejillo; and **7** = Tlahualilo.

Fig. 1. Área de estudio mostrando los sitios de colecta de mosquitos en el estado de Durango, México.

1 = Cañón de Fernández; **2** = Predio La Isla; **3** = 6 de Enero; **4** = Gómez Palacio; **5** = Venecia; **6** = Bermejillo; y **7** = Tlahualilo.

Checklist of the mosquito species in Durango

In order to obtain information about which mosquito species have been previously recorded in Durango, we carried out a literature review in the web pages of "Systematic Catalogue of Culicidae" hosted by the Walter Reed Biosystematics Unit (www.wrbu.org) (WRBU, 2005), the Mosquito Taxonomic Inventory (Harbach, 2020), and other databases such as PubMed Health, BIOSIS, Medline, Zoological Records, GBIF (Global Biodiversity Information Facility) and Google Scholar, using keywords such as "records, mosquitoes, Culicidae, Durango State, Mexico".

The classification criteria of the Family Culicidae proposed by Wilkerson *et al.* (2015) was followed in the present study.

Results

Morphological identification

In total, 689 mosquitoes were collected (403 females and 286 males) belonging to two subfamilies (Anophelinae and Culicinae), three tribes (Aedini, Culicini and Toxorhynchitini), five genera (*Anopheles*, *Aedes*, *Psorophora*, *Culex* and *Toxorhynchites*), nine subgenera (*Anopheles*, *Aedimorphus*, *Georgecraigius*, *Ochlerotatus*, *Stegomyia*, *Grabhamia*, *Janthinosoma*, *Culex* and *Lynchiella*) and 15 species. Of the 15 species, 13 (87%) have relevant medical importance in Mexico (**Table 1**).

Table 1. Species collected in northeastern Durango, Mexico, and their medical/veterinary importance.

Tabla 1. Especies colectadas en el noreste de Durango, México y su importancia médica/veterinaria.

Species	F*	M*	T*	Sampled point*	Medical/veterinary importance
<i>Anopheles franciscanus</i>	1	0	1	PI	<i>Plasmodium vivax</i> Grassi and Feletti, 1890 laboratory conditions (WRBU, 2005).
<i>Anopheles pseudopunctipennis</i>	2	3	5	PI, CF, V	Malaria (Hoffmann, 1989).
<i>Aedes vexans</i>	49	4	53	6E, GP, PI, CF	EEEV, WEEV, SLEV, ZIKAV (Turell <i>et al.</i> , 2005a; Gendernalik <i>et al.</i> , 2017).
<i>Aedes epactius</i>	27	7	34	B, GP	JCV, SLEV (Hardy <i>et al.</i> , 1980; Heard <i>et al.</i> , 1991).
<i>Aedes trivittatus</i>	1	0	1	PI	TVT, <i>Dirofilaria immitis</i> (Leidy, 1856) (WRBU, 2005).
<i>Aedes aegypti</i>	64	83	147	B, GP, T	DEN, YF, CHIKV, ZIKAV (Christophers, 1960; Díaz-González <i>et al.</i> , 2015; Chouin Carneiro <i>et al.</i> , 2016; WRBU, 2005).
<i>Psorophora columbiae</i>	10	0	10	B, GP	RVFV, WNV (Bolling <i>et al.</i> , 2005; Turell <i>et al.</i> , 2015).
<i>Psorophora signipennis</i>	0	1	1	B	WEEV (Crane <i>et al.</i> , 1983).
<i>Psorophora ferox</i>	1	1	2	PI	<i>Dermatobia hominis</i> (L.), ROCV, VEEV, WEEV, EEEV, ILHV (Carpenter and LaCasse, 1955; de Souza-Lopes <i>et al.</i> , 1981; Mitchell <i>et al.</i> , 1987; Kulasekera <i>et al.</i> , 2001; Cupp <i>et al.</i> , 2004; Turell <i>et al.</i> , 2005b).
<i>Culex coronator</i>	1	0	1	PI	Unknown.
<i>Culex erythrothorax</i>	8	0	8	V,T	WNV (Goddard <i>et al.</i> , 2002).
<i>Culex quinquefasciatus</i>	21	175	387	6E,B,GP, PI,V,T	<i>Wuchereria bancrofti</i> (Cobbald, 1877) Seurat, 1921, WEEV, SLEV, WNV, ZIKAV (Carpenter and LaCasse, 1955; Rutledge <i>et al.</i> , 2003; Guedes <i>et al.</i> , 2017).
<i>Culex stigmatosoma</i>	0	2	2	6E	WNV, SLEV (Goddard <i>et al.</i> , 2002; Reisen <i>et al.</i> , 2005).
<i>Culex tarsalis</i>	21	7	28	B,GP,PI, V,T	WEEV, SLEV (Reeves <i>et al.</i> , 1947; WRBU, 2005).
<i>Toxorhynchites moctezuma</i>	6	3	9	PI	Without medical importance.

EEEV: Eastern Equine Encephalomyelitis Virus; WEEV: Western Equine Encephalomyelitis Virus; SLEV: St. Louis Encephalitis Virus; ZIKV: Zika Virus; JCV: Jamestown Canyon Virus; TVTV: Trivittatus Virus; DEN: Dengue Virus; YFV: Yellow Fever Virus; CHIKV: Chikungunya Virus; RVFV: Rift Valley Fever Virus; WNV: West Nile Virus; VEEV: Venezuelan Equine Encephalitis Virus; ILHV: Ilheus Virus; ROCV: Rocio Virus.

*F = Female; M = Male; T = Total; V = Venecia; 6E = 6 de Enero; B = Bermejillo; GP = Gómez Palacio; T = Tlahualilo; and CF = Cañón de Fernández.

EEEV: Virus de la Encefalomiélitis Equina del Este; WEEV: Virus de la Encefalomiélitis Equina Occidental; SLEV: Virus de la Encefalitis de San Luis; ZIKV: Virus Zika; JCV: Virus de Jamestown Canyon; TVTV: Virus Trivittatus; DEN: Virus del Dengue; YFV: Virus de la Fiebre Amarilla; CHIKV: Virus Chikungunya; RVFV: Virus de la Fiebre del Valle del Rift; WNV: Virus del Nilo Occidental; VEEV: Virus de la Encefalitis Equina Venezolana; ILHV: Virus del Ilheus; ROCV: Virus Rocio.

*F = Hembra; M = Macho; T = Total; V = Venecia; 6E = 6 de Enero; B = Bermejillo; GP = Gómez Palacio; T = Tlahualilo; y CF = Cañón de Fernández.

Culex quinquefasciatus Say with 364 specimens (56.2%) was the most abundant species followed by *Ae. aegypti* (21.3%) and *Ae. vexans* (7.7%). *Culex quinquefasciatus* and *Cx. tarsalis* Coquillett, were widely distributed across the study area. The former was collected in all localities; while collections in the locality 6 de Enero, unyielded any specimens of the latter species (**Table 1**). *Anopheles (Ano.) franciscanus* (McCracken), *Cx. (Cul.) erythrothorax* Dyar, and *Tx. (Lyn.) moctezuma* (Dyar and Knab), constitute new records for the culicid fauna in Durango State increasing the number to 38 species (**Table 2**).

Table 2. Updated checklist of the mosquito species found in Durango State.

Tabla 2. Lista actualizada de las especies de mosquitos presentes en el estado de Durango.

Taxon	Previous record
<i>Anopheles (Anopheles)</i>	
1. <i>aztecus</i> Hoffman	VM
2. <i>eiseni</i> Coquillett	VM
3. <i>franciscanus</i> McCracken*	
4. <i>pseudopunctipennis</i> Theobald	VM
5. <i>punctipennis</i> (Say)	VM
<i>Aedes (Aedimorphus)</i>	
6. <i>vexans</i> (Meigen)	S
<i>Aedes (Georgecraigius)</i>	
7. <i>epactius</i> Dyar and Knab	DV
<i>Aedes (Lewnielsenius)</i>	
8. <i>muelleri</i> Dyar	HB
<i>Aedes (Ochlerotatus)</i>	
9. <i>angustivittatus</i> Dyar and Knab	S
10. <i>campestris</i> Dyar and Knab	V
11. <i>nigromaculis</i> (Ludlow)	DV
12. <i>sollicitans</i> (Walker)	DV
13. <i>trivittatus</i> (Coquillett)	S
<i>Aedes (Protomacleaya)</i>	
14. <i>schicki</i> Zavortink	HB
<i>Aedes (Stegomyia)</i>	
15. <i>aegypti</i> (Linnaeus)	AR
<i>Haemagogus (Haemagogus)</i>	
16. <i>anastasionis</i> Dyar	HA
<i>Psorophora (Grabhamia)</i>	
17. <i>columbiae</i> (Dyar and Knab)	HB
18. <i>signipennis</i> (Coquillett)	HB
<i>Psorophora (Janthinosoma)</i>	
19. <i>ferox</i> (von Humboldt)	DA
<i>Culex (Culex)</i>	

20. <i>coronator</i> Dyar and Knab	AR
21. <i>erythrothorax</i> Dyar*	
22. <i>nigripalpus</i> Theobald	AR
23. <i>quinquefasciatus</i> Say	DV
24. <i>salinarius</i> Coquillett	HA
25. <i>stigmatosoma</i> Dyar	DV
26. <i>tarsalis</i> Coquillett	S
27. <i>thriambus</i> Dyar	DV
<i>Culex (Melanoconion)</i>	
28. <i>erraticus</i> Dyar and Knab	AR
<i>Culex (Microculex)</i>	
29. <i>rejector</i> Dyar and Knab	AR
<i>Culex (Neoculex)</i>	
30. <i>arizonensis</i> Bohart	DV
<i>Lutzia (Lutzia)</i>	
31. <i>bigoti</i> (Bellardi)	HA
<i>Culiseta (Culiseta)</i>	
32. <i>particeps</i> (Adams)	DV
33. <i>inornata</i> (Williston)	HA
<i>Coquillettidia (Coquillettidia)</i>	
34. <i>perturbans</i> Walker	AR
<i>Mansonia (Mansonia)</i>	
35. <i>indubitans</i> Dyar and Shannon	HA
<i>Orthopodomyia</i>	
36. <i>kummi</i> Edwards	HB
<i>Toxorhynchites (Lynchiella)</i>	
37. <i>moctezuma</i> (Dyar and Knab)*	
<i>Uranotaenia (Uranotaenia)</i>	
38. <i>lowii</i> Theobald	HA

V: Vargas, (1956); **VM:** Vargas and Martínez-Palacios, (1956); **DV:** Díaz-Nájera and Vargas, (1973); **S:** Sudia *et al.* (1975); **HB:** Heinemann and Belkin, (1977); **AR:** Ávila-Rodríguez *et al.* (2013); **HA:** Hernández-Amparan *et al.* (2020); **DA:** Duarte-Andrade *et al.* (2019).

The new records provided in this study are indicated with an asterisk (*).

V: Vargas, (1956); **VM:** Vargas y Martínez-Palacios, (1956); **DV:** Díaz-Nájera y Vargas, (1973); **S:** Sudia *et al.* (1975); **HB:** Heinemann y Belkin, (1977); **AR:** Ávila-Rodríguez *et al.* (2013); **HA:** Hernández-Amparan *et al.* (2020); **DA:** Duarte-Andrade *et al.* (2019).

Los nuevos registros proporcionados en este estudio se indican con un asterisco (*).

Discussion

Distribution of mosquito species in Comarca Lagunera, Durango

In the municipality of Gómez Palacio, seven species of mosquitoes have already been reported (Sudia *et al.*, 1975; Heinemann and Belkin, 1977; Ávila-Rodríguez *et al.*, 2013); two additional species (*An. pseudopunctipennis* and *Cx. erythrothorax*) are reported in this study, bringing up the total of nine species in this municipality. In Lerdo, five species were previously recorded (Ávila

Rodríguez *et al.*, 2013; Duarte-Andrade *et al.*, 2019); we found seven additional species in this study (*An. franciscanus*, *An. pseudopunctipennis*, *Ae. vexans*, *Ae. trivittatus*, *Cx. coronator*, *Cx. tarsalis*, and *Tx. moctezuma*) resulting in 12 species identified. In Mapimí municipality, Ávila-Rodríguez *et al.* (2013) only four species had been reported. Here we identified three more species (*Ps. columbiae*, *Ps. signipennis*, and *Cx. tarsalis*) resulting in seven species in the area. Until now, the mosquito species in Tlahualilo were unknown. Four species were reported in this study (**Table 1**), highlighting the importance of continuing entomological surveillance within vector control programs in the country (Azari-Hamidian *et al.*, 2010; Chan-Chable *et al.*, 2019; Hernández-Triana *et al.*, 2019).

There have been other species recorded in several other municipalities within La Comarca Lagunera in Durango State. For example, the records in Simón Bolívar such as *Ae. epactius*, *Cx. coronator*, *Cx. quinquefasciatus* and *Cx. stigmatosoma* were recorded by Ávila-Rodríguez *et al.* (2013), while Ávila-Rodríguez *et al.* (2013) recorded *Ae. aegypti*, *Ae. epactius*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. stigmatosoma* and *Cx. tarsalis* for San Luis del Cordero. Up to now, there were only 14 species recorded for the area of La Comarca Lagunera from Durango (Sudia *et al.*, 1975; Heinemann and Belkin, 1977; Ávila-Rodríguez *et al.*, 2013; Duarte-Andrade *et al.*, 2019). This study confirms the presence of these species and add other five (*An. franciscanus*, *An. pseudopunctipennis*, *Ae. trivittatus*, *Cx. erythrothorax*, and *Tx. moctezuma*) increasing to 19 the number of taxa found in this region.

In general, *An. pseudopunctipennis* and *Ae. aegypti* are the most relevant species from a medical point of view found in this study. *Anopheles pseudopunctipennis* is one of the main malaria vectors in Mexico (Loyola *et al.*, 1991; Santamarina Mijares *et al.*, 1999), with two and three cases being reported by the Ministry of Health in 2015 and 2018 in the study area, respectively (DGE, 2019). *Aedes aegypti* is the main vector of CHIKV, DENV and ZIKV in Mexico; in Durango state there have been an average of 280 cases of DENV between 2015 to 2019, and two to three cases of CHIKV and ZIKV (DGE, 2019). In addition, as mentioned earlier, cattle farming is the most important economic activity in La Comarca Lagunera; thus, it is paramount to carry out further bio surveillance studies of arboviruses in target species such as *Ps. columbiae*, *Ps. signipennis* and *Cx. quinquefasciatus* aimed to determine the pathogens transmitted to livestock in the region. From all species, *Cx. quinquefasciatus* was the most abundant species with a wider distribution

Updated checklist of mosquitoes species from Durango

The mosquito species in Durango State is relatively poorly known, and previous have only covered the fauna from few cities and municipalities (Sudia *et al.*, 1975; Heinemann and Belkin, 1977; Ávila-Rodríguez *et al.*, 2013; Duarte-Andrade *et al.*, 2019; Hernández-Amparan *et al.*, 2020). Only eight studies have focused on mosquito fauna in Durango State between 1956 to 2020, in which 12 genera, 20 subgenera and 35 species were reported (Vargas, 1956; Vargas and Martínez-Palacios, 1956; Díaz Nájera and Vargas, 1973; Sudia *et al.*, 1975; Heinemann and Belkin, 1977; Ávila-Rodríguez *et al.*, 2013; Duarte-Andrade *et al.*, 2019; Hernández-Amparan *et al.*, 2020) (**Table 2**). This study adds three new records in Durango State increasing the number to 38 species. The most biodiverse genera are *Culex* (11 spp.), *Aedes* (10 spp.) and *Anopheles* (5 spp.) (**Table 2**).

Anopheles franciscanus (McCracken) is distributed across USA and Mexico (WRBU, 2005). In Mexico, this species has been found in the following states: Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Quintana Roo, Sonora, Tamaulipas and Zacatecas (Vargas and Martínez Palacios, 1956; Casas Martínez and Orozco Bonilla, 2006; Ortega-Morales *et al.*, 2010; Bond *et al.*, 2014; Ortega-Morales *et al.*, 2015). The females of *An. franciscanus* are active during the twilight and rarely enters human dwellings to feed as they mainly feed on mammals such as sheep (WRBU, 2005). Larvae were collected in ponds with abundant green algae, swamps with floating aquatic vegetation and metal troughs (Ortega-Morales *et al.*, 2015). Larvae of *An. franciscanus* were collected in a small stream with dense aquatic vegetation in the recreation area of La Isla. Durango is the fifteenth State in Mexico where *An. franciscanus* has been found. Therefore, this species has the potential to be widely distributed in northern Mexico.

Culex erythrothorax (Dyar 1907) – This species has been recorded from Colombia, Mexico, Panama and USA (WRBU, 2005). In Mexico, *Cx. erythrothorax* can be found in Baja California, Colima, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Mexico city, Mexico State, Michoacán, Nuevo León, Tamaulipas, and Tlaxcala (Díaz Nájera and Vargas, 1973; Muñoz Cabrera *et al.*, 2006; Ortega-Morales *et al.*, 2013; Espinoza-Gómez *et al.*, 2013; Ortega-Morales *et al.*, 2015, 2019). *Culex erythrothorax* is the main vector of West Nile Virus (WNV) in the region (Goddard *et al.*, 2002). Its larvae have been collected in swamps, while the adults have been caught landing on collecting personnel and resting areas in the shade (Espinoza-Gómez *et al.*, 2013; Ortega-Morales *et al.*, 2019). Utilizing the Insectzooka, five females of *Cx. erythrothorax* were collected in the locality

Nuevos registros de especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) de la Comarca Lagunera de Durango, México of Venecia, and three females in Tlahualilo that were resting on the vegetation near animal farms. Durango is the twelfth State where the species is recorded.

Toxorhynchites moctezuma (Dyar and Knab) – This species has a wider distribution, extending from the south of the USA, to Central America (Zavortink and Chaverri, 2009). In Mexico, it has been recorded in the states of Campeche, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas and Veracruz (Heineman and Belkin, 1977; Mis Ávila *et al.*, 2013; Ortega-Morales *et al.*, 2015, 2019). The larva of *Tx. moctezuma* can develop in tree holes, bamboo internodes, nut shells, and artificial containers (Zavortink and Chaverri, 2009). Despite the females of *Tx. moctezuma* which are phytophagous, the species is considered a great biological control due to the predatory behavior of its larva, which feed upon other mosquito species (Collins and Blackwell, 2000). In our study, we collected nine larvae of *Tx. moctezuma* in a discarded tyre containing rainwater, where six females and three males were obtained.

Based upon the current distribution of *Tx. moctezuma* (Zavortink and Chaverri, 2009), the records of *Tx. theobaldi* for the states of Chiapas, Michoacán, Morelos and Yucatán (Díaz-Nájera and Vargas, 1973; Villegas-Trejo *et al.*, 2010) belong to *Tx. moctezuma*. Therefore, Durango becomes the fifteenth state where this species has been collected and it constitutes its northernmost distribution record in Mexico.

Finally, 13 of the 15 species collected in this study are of medical and veterinary importance. The current list of mosquitoes present in the state of Durango reaches a total of 38 species. The information generated in this study should be useful for the Secretary of Health of the State of Durango, Mexico, specifically for the region of La Comarca Lagunera.

Acknowledgments

We thank the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) for fellowship (No. 719439) awarded to RVM. Funding for LMHT was provided by the UK Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA), Scottish Government and Welsh Government through grants SV3045, and the EU Framework Horizon 2020 Innovation Grant, European Virus Archive (EVAg, grant no. 653316). We also thank Denise A. Marston, Animal and Plant Health Agency, and Sean W. Prosser, Center for Biodiversity Genomics, University of Guelph, Canada, for reviewing the manuscript

References

- Ávila Rodríguez, V., Pérez Muñoz, R., Márquez Hernández, C., Castañeda Gaytán, G., & Nava Camberos, U. (2013). Diversidad de mosquitos Culícidos en cinco municipios de Durango, México. *Entomología Mexicana*, 878-882.
- Azari-Hamidian, S., Linton, Y. M., Abai, M. R., Ladonni, H., Oshagui, M. A., Hanafi Bojd, A. A., Moosa Kazemi, S. H., Shabkniz, H., Pakari, A., & Harbach, R. E. (2010). Mosquito (Diptera: Culicidae) fauna of the Iradian islands in the Persian Gulf. *Journal of Natural History*, 44, 15-16. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222930903437358>
- Belkin, J. N., Hogue, C. L., Galindo, P., Aitken, T. H., Schick, R. X., & Powder, W. A. (1967). Estudios sobre mosquitos (Diptera, Culicidae) IIa. Métodos para coleccionar, criar y preservar mosquitos. *Contributions of the American Entomological Institute*, 2, 22-89.
- Bolling, B. G., Kennedy, J. H., & Zimmerman, E. (2005). Seasonal dynamics of four potential West Nile vector species in north-central Texas. *Journal of Vector Ecology*, 30(2), 186- 194.
- 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(1), 41.
- Carpenter, S. J., & LaCasse, W. J. (1955). *Mosquitoes of North America (North of Mexico)*. University of California Press.
- Casas Martínez, M., & Orozco Bonilla, A. (2006). Diversidad y distribución geográfica del género *Anopheles* en el sur de México. *CONABIO. Biodiversitas*, 67, 12-15.
- Chan-Chable, R. J., Martínez Arce, A., Mis Ávila, P. C., & Ortega-Morales, A. I. (2019). DNA barcodes and evidence of cryptic diversity of anthropophagous mosquitoes in Quintana Roo, Mexico. *Ecology and Evolution*, 9(8), 4692-4705. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.5073>
- Christophers, S. R. (1960). *Aedes aegypti (L.): the yellow fever mosquito*. Cambridge University Press.
- Chouin Carneiro, T., Vega Rua, A., Yebakima, A., Girod, R., Goindin, D., Dupont Rouzeyrol, M., Lourenço de Oliveira, R., & Failoux, A. B. (2016). Differential susceptibilities of *Aedes*

Nuevos registros de especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) de la Comarca Lagunera de Durango, México
aegypti and Aedes albopictus from the America to Zika virus. *Plos Neglected Tropical Diseases*,
10(3), e0004543. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004543>.

Collins, L. E., Blackwell, A. (2000). The biology of Toxorhynchites mosquitoes and their potential as
biocontrol agents. *Biocontrol News and Information*, 21(4), 105N-116.

Crane, G. T., Elbel, R. E., Bruce Francy, D., & Calisher, C. H. (1983). Arboviruses from western Utah,
USA, 1967 - 1976. *Journal of Medical Entomology*, 20(3), 294-300. DOI:
<https://doi.org/10.1093/jmedent/20.3.294>

Cupp, E. W., Zhang, D., Yue, X., Cupp, M. S., Guyer, C., Sprenger, T. R., & Unnasch, T. R. (2004).
Identification of reptilian and amphibian blood meals from mosquitoes in an eastern equine
encephalomyelitis virus focus in central Alabama. *The American Journal of Tropical Medicine
and Hygiene*, 71(3), 272-276. DOI: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2004.71.272>

Darsie, R. F., & Ward, R. A. (2005). *Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North
America, north of Mexico*. Gainesville.

de Souza-Lopes, O., Abreu-Sacchetta, L., Francy, D. B., Jacob, W. L., & Calisher, C. H. (1981).
Emergence of a new arbovirus disease in Brazil: III. Isolation of Rocio virus from Psorophora
ferox (Humboldt, 1819). *American Journal of Epidemiology*, 113(2), 122-125. DOI:
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a113075>

Dirección General de Epidemiología [DGE] (2019). *Epidemiológico, B*. Secretaría de Salud de México.
[2019-10-21] Available from: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-epidemiologia-boletin-epidemiologico>.

Díaz-González, E. E., Kautz, T. F., Dorantes Delgado, A., Malo García, I. R., Laguna Aguilar, M.,
Langsjoen, R., Chen, R., Auguste, D. I., Sánchez Casas, R. M., Danis Lozano, R., Weaver, S., &
Fernández Salas, I. (2015). First report of Aedes aegypti transmission of chikungunya virus in the
Americas. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 93(6), 1325-1329. DOI:
<https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0450>

Díaz Nájera, A., & Vargas, L. (1973). Mosquitos mexicanos: distribución geográfica actualizada.
Revista de Investigación en Salud Pública, 33, 111 - 125.

Duarte-Andrade, M., Vázquez Marroquín, R., Chan-Chablé, R. J., Siller Rodríguez, Q. K., Sánchez
Ramos, F. J., Valdés Perezgasga, M. T., González Acosta, C., Correa Morales, F., & Ortega-
Morales, A. I. (2019). First record of Psorophora ferox in Durango State, Mexico. *Journal*

of the American Mosquito Control Association, 35(3), 217-219. DOI: <https://doi.org/10.2987/19-6822.1>

- Espinoza Gómez, F., Arredondo Jiménez, J. I., Maldonado Rodríguez, A., Pérez Rentería, C., Newton Sánchez, O. A., Chávez Flores, E., & Gómez Ibarra, E. (2013). Distribución geográfica de mosquitos adultos (Diptera: Culicidae) en áreas selváticas de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(2), 685-689. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.27184>
- Gendernalik, A., Weber Lucarelli, J., Garcia Luna, S., Fauver, J. R., Rückert, C., Murrieta, R. A., Bergen, N., Samaras, D., Nguyen, C., Kading, R. C., & Ebel, G. D. (2017). American *Aedes vexans* mosquitoes competent vectors of zika virus. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 96(6), 1338 - 1340. DOI: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0963>
- Goddard, L. B.; Roth, A. E., & Reisen, W. K. (2002). Vector competence of California mosquitoes for West Nile Virus. *Emerging Infectious Diseases*, 8(12), 1385-1391. DOI: 10.3201/eid0812.020536.
- González Elizondo, M. S., González Elizondo, M., & Márquez Linares, M. A. (2006). *Vegetación y ecorregiones de Durango*. Plaza y Valdés.
- Guedes, D. R. D., Paiva, M. H. S., Donato, M. M. A., Barbosa, P. P., Krokovsky, L., Rocha, S. W.S., Saraiva, K. L. A., Crespo, M. M., Rezende, T. M. T., Wallau, G. L., Barbosa, R. M. R., Oliveira, C. M. F., Melo Santos, M. A. V., Pena, L., Cordeiro, M. T., Franca, R. F. O., Oliveira, A. L. S., Peixoto, C. A., Leal, W. S., & Ayres, C. F. J. (2017). Zika virus replication in the mosquito *Culex quinquefasciatus* in Brazil. *Emerging Microbes & Infections*, 6(1), 1-11. DOI: [10.1038/emi.2017.59](https://doi.org/10.1038/emi.2017.59)
- Harbach, R. E. (2020). *Mosquito taxonomic inventory*. [2020-08-10]. En <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045>
- Hardy, J. L., Rosen, L., Kramer, L. D., Presser, S. B., Shroyer, D. A., & Turell, M. J. (1980). Effect of rearing temperature on transovarial transmission of St. Louis encephalitis virus in mosquitoes. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 29(5), 963-968. DOI: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1980.29.963>
- Heard, P. B., Zhang, M., & Grimstad, P. R. (1991). Laboratory transmission of Jamestown Canyon and snowshoe hare viruses (Bunyaviridae: California serogroup) by several species of mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 7(1), 94-102.

- Heinemann, S. J., & Belkin, J. (1977). Collection Records of the Project “Mosquitoes of Middle America” 9. Mexico (MEX, MF, MT, MX). *Mosquito Systematics*, 9(4), 483-535.
- Hernández-Amparan, S., Pérez-Santiago, G., Ibáñez-Bernal, S., Hinojosa-Ontiveros, G. A., & Álvarez-Zagoya, R. (2020). Actualización de la riqueza de especies de mosquitos en el Estado de Durango, México. *Southwestern Entomologist*, 45(1), 251-262. DOI: <https://doi.org/10.3958/059.045.0126>
- Hernández-Triana, L. M., Brugman, A., Nikolova, N. I., Ruiz Arredondo, I., Barrero, E., Thorne, L., Fernández de Marco, M., Krüger, A., Lumley, S., Johnson, N., & Fooks, A. R. (2019). DNA barcoding of British mosquitoes (Diptera, Culicidae) to support species identification, discovery of cryptic genetic diversity and monitoring invasive species. *ZooKeys*, 832, 57- 76. DOI:[10.3897/zookeys.832.32257](https://doi.org/10.3897/zookeys.832.32257)
- Hoffmann, C. C. (1989). Anopheles pseudopunctipennis y su relación con el paludismo en la República Mexicana. *Salud Pública de México*, 31(6), 823-832.
- INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía]. (2019). *Anuario Estadístico del Estado de Durango*. [2020-08-10]. En <https://www.inegi.org.mx/>
- Kulasekera, V. L., Kramer, L., Nasci, R. S., Mostashari, F., Cherry, B., Trock, S. C., Glaser, C., & Miller, J. R. (2001). West Nile virus infection in mosquitoes, birds, horses and humans, Staten Island, New York, 2000. *Emerging Infectious Diseases*, 7(4), 722-725. DOI: [10.3201/eid0704.010421](https://doi.org/10.3201/eid0704.010421)
- Liria, J., & Navarro, J. C. (2010). Modelo de nicho ecológico en Haemagogus Williston (Diptera: Culicidae), vectores del virus de la fiebre amarilla. *Revista Biomédica*, 21, 149-161.
- López-Vélez, R. & Molina Moreno, R. (2005). Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 177-190.
- Loyola, E. G., Arredondo, J. I., Rodríguez, M. H., Brown, D. N., & Vaca Marin, M. A. (1991). Anopheles vestitipennis, the probable vector of Plasmodium vivax in the Lacandon forest of Chiapas, México. *Transactions Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 85(2), 171-174.
- Mitchell, C. J., Monath, T. P., Sabbatini, M. S., Daffner, J. F., Cropp, C. B., Calisher, C. H., Darsie Jr, R. F., & Jakob, W. L. (1987). Arbovirus, isolations from mosquitoes collected during and after the late 1982–1983 epizootic of western equine encephalitis in Argentina.

The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 36(1), 107-113. DOI: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1987.36.107>

- Meisch, M. V. (1994). The dark ricefield mosquito *Psorophora columbiae*. *Wing Beats*, 5, 8
- Mis Ávila, P., Canul Amaro, G., & Domínguez Galera, M. A. (2013). Determinación taxonómica de mosquitos (Culicinae: Culicidae) de la zona urbana de Chetumal, Quintana Roo. *Revista Salud Quintana Roo*, 6(23), 8-13.
- 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*, 45(3), 223-271.
- Ortega-Morales, A. I., Mis Ávila, P., Elizondo Quiroga, A., Harbach, R. E., & Siller Rodríguez, Q.K. (2010). The mosquitoes of Quintana Roo State, Mexico (Diptera: Culicidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 26(1), 33-46.
- Ortega-Morales, A. I., Cortés Guzmán, A. J., Valdés Perezgasga, M. T., Sánchez Ramos, F. J., Hernández Rodríguez, S., & Fernández Salas, I. (2013). Los mosquitos de Guerrero: Región costera (Diptera: Culicidae). *Entomología Mexicana*, 12, 845-849.
- Ortega-Morales, A. I., Zavortink, T. J., Huerta Jiménez, H., Sánchez Ramos, F. J., Valdés Perezgasga, M. T., Reyes Villanueva, F., Siller Rodríguez, Q. K., & Fernández Salas, I. (2015). Mosquito records from Mexico: the mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Tamaulipas State. *Journal of Medical Entomology*, 52(2), 171-184. DOI: [10.1093/jme/tju008](https://doi.org/10.1093/jme/tju008)
- Ortega-Morales, A. I., Zavortink, T., Huerta Jiménez, H., Ibáñez Bernal, S., & Siller Rodríguez, Q. K. (2019). The mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Hidalgo state, Mexico. *Acta Tropica*, 189, 94-103. DOI: [10.1016/j.actatropica.2018.07.003](https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.07.003)
- Reeves, W. V., Mack, W. N., & Hammon, W. M. (1947). Epidemiological Studies on Western Equine Encephalomyelitis and St. Louis encephalitis in Oklahoma, (1944). *The Journal of Infectious Diseases*, 81(2), 191-196.
- Reisen, W. K., Fang, Y., & Martínez, V. M. (2005). Avian host and mosquito (Diptera: Culicidae) vector competence determine the efficiency of West Nile and St. Louis encephalitis virus transmission. *Journal of Medical Entomology*, 42(3), 367-375. DOI: <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.3.367>
- Rutledge, C. R., Day, J. F., Lord, C. C., Stark, L. M., & Tabachnick, W. J. (2003). West Nile virus infection rates in *Culex nigripalpus* (Diptera: Culicidae) do not reflect transmission rates in

- Florida. *Journal of Medical Entomology*, 40(3), 253-258. DOI: <https://doi.org/10.1603/0022-2585-40.3.253>
- Santamarina Mijares, A., Pérez Pacheco, R., Tomás Martínez, S. H., Cantón, L. E., & Flores Ambrosio, G. (1999). The Romanomermis iyengari parasite for Anopheles pseudopunctipennis suppression in natural habitats in Oaxaca State, Mexico. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 5, 23-28.
- Sudia, W. D., Fernández, L., Newhouse, V. F., Sanz, R., & Calisher, C. H. (1975). Arbovirus vector ecology studies in Mexico during the 1972 Venezuelan equine outbreak. *American Journal of Epidemiology*, 101(1), 51-58. DOI: [10.1093/oxfordjournals.aje.a112070](https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a112070)
- Turell, M. J., Britch, S. C., Aldridge, R. L., Xue, R. D., Smith, M. L., Cohnstaedt, L. W., & Linthicum, K. J. (2015). Potential for Psorophora columbiae and Psorophora ciliata Mosquitoes (Diptera: Culicidae) to Transmit Rift Valley Fever Virus. *Journal Medical Entomology*, 52(5), 1111-1116. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjv093>
- Turell, M. J., Dohm, D. J., Sardelis, M. R., O'guinn, M. L., Andreadis, T. G., & Blow, J. A. (2005a). An update on the potential of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile virus. *Journal Medical Entomology*, 42(1), 57-62. DOI: <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.1.57>
- Turell, M. J., O'guinn, M. L., Jones, J. W., Sardelis, M. R., Dohm, D. J., Watts, D. M., Fernández, R., Travassos Da Rosa, A., Guzman, H., Tesh, R., Rossi, C. A., Ludwig, G. V., Mangiafico, J. A., Kondig, J., Wasieloski Jr, L. P., Pecor, J., Zyzak, M., Schoeler, G., Mores, C. N., Calampa, C., Lee, J. S., & Klein, T. A. (2005b). Isolation of viruses from mosquitoes (Diptera: Culicidae) collected in the Amazon Basin Region of Peru. *Journal Medical Entomology*, 42(5), 891-898. DOI: <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.5.891>
- Vargas, L. (1956). Especies y distribución de mosquitos mexicanos no anofelinos (Insecta Diptera). *Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales*, 16(1), 19-36.
- Vargas, L., & Martínez Palacios, A. (1956). *Anofelinos mexicanos taxonomía y distribución*. Secretaria de Salubridad y Asistencia, Comisión Nacional para la Erradicación del Paludismo, México.
- Villegas-Trejo, A., Manrique Saide, P., Che Mendoza, A., Cruz Canto, W., González Fernández, M., González Acosta, C., Dzul Manzanilla, F., Huerta, H., & Arredondo Jiménez, J. I. (2010). First report of Aedes albopictus and other mosquito species in Morelos, Mexico.

Journal of the American Mosquito Control Association, 26(3), 321-323. DOI: <https://doi.org/10.2987/10-6014.1>

- WRBU [Walter Reed Biosystematics Unit]. (2005). *Systematic Catalog of Culicidae*. [Internet]. Suitland, MD: WRBU [2020-08-10]. En <http://www.mosquitocatalog.org>.
- 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*. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133602>
- Wilkerson, R. C., Strickman, D. A., & Litwak, T. R. (1990). Illustrated key to the female anopheline mosquitoes of Central America and Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 6(1), 7-34.
- Zavortink, T. J., & Chaverri, L. G. (2009). Resurrection of the names *Toxorhynchites moctezuma* (Dyar and Knab) and *Toxorhynchites hypoptes* (Knab) from synonymy with *Toxorhynchites theobaldi* (Dyar and Knab) (Diptera: Culicidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 111(4), 890-898. DOI: <http://dx.doi.org/10.4289/0013-8797-111.4.890>

5. CAPÍTULO 2 Diversidad y distribución de mosquitos (Diptera: Culicidae) en la frontera México-Guatemala
Diversity and distribution of mosquitoes (Diptera: Culicidae) on the Mexico-Guatemala border

Rafael Vázquez-Marroquín ^{a,b}, Francisco R. Castañeda Rivero ^c, Rahuel J. Chan-Chable ^a, Josué M. de la Cruz- Ramos ^d, Carlos A. Espinoza González ^e, and Aldo I. Ortega-Morales ^{f,*}.

^aDepartamento de Posgrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez y carretera a Santa Fe, 27054, Torreón, Coahuila, México.

^bDepartamento de Salud Pública, Distrito de Salud Motozintla Número X, 2a. Norte 325, 29000 Motozintla, Chiapas, México

^cDepartamento de Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, 22860 Ensenada, Baja California, México.

^dUnidad de Bioensayos y de Investigaciones Entomológicas del Estado de Durango, Secretaría de Salud del Estado de Durango, Av. Aldama 1150, 35000, Gómez Palacio, Durango, México

^eUnidad de Bioensayos y de Investigaciones Entomológicas del Estado de Chiapas, Secretaría de Salud del Estado de Chiapas, Calle Rio Shumula 228, Paraíso II, 29049 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

^fDepartamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez y carretera a Santa Fe, 27054, Torreón, Coahuila, México

*Autor para correspondencia: agortega@hotmail.com (A.I. Ortega-Morales)

Resumen

Se realizaron colectas de mosquitos (Diptera: Culicidae) en el intradomicilio y peridomicilio a lo largo de la frontera Chiapas-Guatemala durante los meses de octubre-noviembre del 2018. Se colectaron 4,439 especímenes pertenecientes a 2 subfamilias, 18 géneros y 41 especies, una de ellas *Mansonia dyari* (Belkin, Heinemann and Page, 1970) es un nuevo registro estatal para Chiapas. De las 41 especies colectadas, 21 tienen importancia en salud pública, siendo algunas de ellas los principales vectores de malaria, dengue, fiebre amarilla, chikungunya, zika, mayaro, encefalitis equina venezolana, encefalitis equina del oeste, fiebre del valle de Rift. *Culex quinquefasciatus* y *Aedes aegypti* mostraron ser las más abundantes. En algunos casos, los municipios con mayor número de especies e individuos no fueron los más diversos y equitativos, con una alta disimilitud en la composición de sus especies. El intradomicilio obtuvo las mayores abundancias de mosquitos, sin embargo, su diversidad y equitatividad fue baja a diferencia del peridomicilio, presentándose una disimilitud ligeramente alta entre sus especies. Los resultados obtenidos tienen importancia para el establecimiento de programas de vigilancia y control en los municipios fronterizos en el estado de Chiapas, ya que brinda información base de la presencia y distribución de la fauna de mosquitos.

Palabras clave: mosquitos, Culicidae, Chiapas, frontera Guatemala

Abstract

Mosquito collection were conducted intradomiciliary and peridomiciliary along the Chiapas-Guatemala international border during the months of October-November 2018. We collected 4,439 specimens belonging to 2 subfamilies, 18 genera and 41 species, one of which *Mansonia dyari* (Belkin, and Page, 1970) is a new record for

Chiapas, and 21 species with medical importance were found. *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* were the most common species. Some municipalities with the highest number of species and individuals were not the most diverse and equitable, with a high dissimilarity in species composition. The intradomiciliary collections obtained the highest abundances of species, however the diversity and evenness was low in contrast with the peridomiciliary collections, where obtained slightly high dissimilarity among species. The results obtained have importance for the establishment of surveillance and mosquito control programs in the state of Chiapas, since they provide basic information on the occurrence and distribution of mosquito fauna.

Keyword index: mosquitoes, Culicidae, Chiapas, Guatemala border

Introducción

Los mosquitos (Diptera: Culicidae) son un grupo importante de insectos debido a su capacidad de ser vectores de patógenos que afectan la salud humana y animal. La vigilancia entomológica que involucra especies de mosquitos cuya importancia médica es conocida, es esencial para los programas de salud pública (Silver, 2008). Actualmente se han descrito más de 3,500 especies de mosquitos en el mundo (Harbach, 2013); mientras que en México se han registrado más de 240 pertenecientes a 21 géneros (Hernández-Triana et al., 2021); en el estado de Chiapas se han reportado 139 especies agrupadas en 21 géneros (Hernández-Triana et al., 2021) de los cuales 8 géneros son de importancia médica y veterinaria: *Anopheles*, *Aedes*, *Haemagogus*, *Psorophora*, *Culex*, *Coquillettidia*, *Mansonia* y *Sabethes* (Bond et al., 2014).

Existen pocos estudios de vigilancia entomológica que analizan la distribución de los mosquitos de importancia medica (Bond et al., 2014). Recientemente se identificaron los patrones de alimentación de algunas especies de mosquitos en algunas regiones de Chiapas (Hernández-Triana et al., 2021), pero la distribución de la mayoría de las especies de mosquitos de importancia medica en el estado sigue siendo desconocida. En el 2019 se reportaron en el estado de Chiapas 2,241 casos de dengue y 410 casos de paludismo, mientras que en el 2020 se reportaron 324 casos de dengue y 227 casos de paludismo, siendo un estado endémico para estas enfermedades (SS, 2021).

La emergencia y reemergencia de algunas enfermedades transmitidas por mosquitos (ETM) en algunos países como México indican la necesidad de reforzar algunas medidas operativas como la vigilancia entomológica (entomo-vigilancia), la detección de arbovirus y estudios de distribución de especies vectoras, lo cual es importante para estimar el riesgo de incidencia de las enfermedades transmitidas por vectores (Ruiz-Arrondo et al., 2019).

Los estudios de distribución de especies de mosquitos permite además predecir los riesgos de infección para algunas ETM como los virus del Zika y Chikungunya, cuasantes de enfermedades cuyos primeros casos en México se reportaron en el estado de Chaipas (Osório et al., 2014; Díaz-González et al., 2015; Guerbois et al., 2016). Adicionalmente, la intensa movilidad de personas provenientes de Centroamérica y otros países que se dirigen hacia otras entidades del país o en su paso hacia Estados Unidos de Norteamérica aumenta el riesgo de infección para algunas ETM (Anguiano-Tellez, 2008). El objetivo de este estudio fue conocer la distribución, abundancia, riqueza y diversidad de mosquitos comunidades asociadas a la frontera México-Guatemala y destacar su importancia en salud pública.

Materiales y métodos

Área de estudio

La frontera de Chiapas-Guatemala se ubica en la región sur de México (Fig. 1), tiene una extensión de 654 km (Ramos-Rojas, 2016) y comprende 18 municipios. Las condiciones climáticas a través de la frontera son predominantemente cálido húmedo y cálido subhúmedo con lluvia en verano, con una temperatura media anual de 18.5° C a 26.8° C y una precipitación total anual de 827.3 a 2,309.3 mm con predominio de las lluvias de mayo a octubre (INEGI, 2017a).

Colecta de especímenes

Se colectaron mosquitos hembra y machos adultos en comunidades rurales y semiurbanas durante los meses de octubre a noviembre del 2018. Las colectas fueron realizadas en 12 municipios fronterizos de Chiapas: Amatenango de la Frontera, Benemérito de las Américas, Cacahuatán, Comitán, Frontera Comalapa, Frontera Hidalgo, La Trinitaria, Mazatán, Ocosingo, Palenque, Suchiate y Tuxtla Chico. En cada municipio se seleccionaron al azar 1-4 localidades de muestreo, siendo un total de 27 localidades (Fig. 1) y en cada localidad se seleccionaron al azar 20 viviendas, donde se realizaron las colectas en el intradomicilio y en el peridomicilio. En cada vivienda se aspiraron mosquitos en sus sitios de reposo empleando insectZookas (BioQuip No. 2888A) durante 20 minutos por vivienda.

Los mosquitos adultos fueron sacrificados con vapor de trietilamina. Todos los especímenes fueron transportados al Laboratorio de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL) para su fijación, montaje e identificación.

Identificación morfológica

La identificación morfológica de los especímenes se realizó con un microscopio estereoscópico (Discovery V8; Zeiss, Oberkochen, Germany) y las claves taxonómicas que incluyeron a Arnell (1976), Clark-Gil y Darsie (1983), Wilkerson et al. (1990) y Darsie y Ward (2005). Los mosquitos fueron depositados en la Colección de Culicidae de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Unidad Laguna, bajo el número de acceso 01231018-EG - 02041118-ZA.

Análisis estadístico

Se calculó la abundancia total y relativa de cada especie colectada (Tabla 1). La jerarquización de las especies por sus abundancias y frecuencias de aparición se basó en la interpretación gráfica de la prueba de asociación de Olmstead-Turkey (Sokal y Rohlf, 1981). Además, se usaron diagramas de curvas de rango abundancia para visualizar y determinar la riqueza, estructura y composición de especies por municipio (Magurran, 2004). Para evaluar el esfuerzo de muestreo, se construyeron curvas de acumulación de especies con 1000 aleatorizaciones sin reemplazo considerando todas las muestras y se evaluó con el estimador no paramétrico $Chao_1$ en el programa EstimateS 9.1.0. (Colwell, 2013).

Para comparar la riqueza de especies entre municipios se construyeron curvas de interpolación/extrapolación con relación al número de individuos con intervalos de confianza del 95% obtenidos con 1000 aleatorizaciones usando el programa en línea iNEXT (Hsieh et al., 2016). Se estandarizó la riqueza con base al número de individuos de la muestra menor. No se consideraron los municipios Cacahoatán, Comitán y Frontera Hidalgo por presentar una abundancia baja y con pocas especies. Adicionalmente se obtuvieron las coberturas de las muestras de cada municipio (C_m = proporción del número de individuos totales en la comunidad que pertenecen a las especies representadas en la muestra).

Para la caracterización ecológica (diversidad alfa) de las comunidades de culícidos, se estimó por municipio y entre las colectas intra y peridomicilio la riqueza de especie (S), la abundancia total (N), los índices de diversidad de Shannon-Wiever ($H' = \sum_i^S p_i \log p_i$), de equidad de Pielou ($J' = H / \log S$) y dominancia de Simpson ($\lambda = \sum_i^S p_i^2$) (Magurran, 2004).

La diversidad beta a nivel de especies para los municipios y el tipo de colecta (intra y peridomicilio) se midió con la disimilitud basada en el índice de similitud de Jaccard ($\beta_J = a / b + c - a$) (Magurran, 2004) y para la visualización de los resultados, se utilizaron análisis de ordenación no paramétrica nMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling) se utilizó el programa PRIMER versión 7 (Clarke y Gorley, 2015).

Resultados

Se colectaron un total de 4,439 especímenes (2,420 hembras y 2,019 machos), de los cuales 3,353 especímenes se colectaron en el intradomicilio y 1,078 especímenes en el peridomicilio. Los mosquitos colectados pertenecen a 2 subfamilias (Anophelinae y Culicinae), 4 tribus (Aedini, Culicini, Mansoniini, Sabethini), 12 géneros (*Anopheles*, *Aedes*, *Haemagogus*, *Psorophora*, *Culex*, *Coquillettidia*, *Mansonia*, *Limatus*, *Sabethes*, *Shannoniana*, *Trichoprosopon* y *Wyeomyia*), 18 subgéneros (*Anopheles*, *Nyssorhynchus*, *Howardina*, *Ochlerotatus*, *Protomacleaya*, *Stegomyia*, *Haemagogus*, *Grabhamia*, *Janthinosoma*, *Carroliia*, *Culex*, *Melanoconion*, *Phenacomyia*, *Rhynchotaenia*, *Mansonia*, *Sabethes*, *Sabethoides* y *Wyeomyia*) y 40 especies (Tabla 1). *Mansonia (Mansonia) dyari* Belkin, Heinemann y Page, 1970 es un nuevo registro estatal para Chiapas.

El municipio con mayor abundancia por sitio se registró en La Trinitaria con 25.7 % (n=1,143), seguido de Ocosingo 24.8 % (n=1,099) y la menor abundancia se registró en

Cacahoatán con 0.3 % (n=15). Los géneros con mayor abundancia y número de especies fueron *Culex* (n=3,138 / S=10), *Aedes* (n=898 / S=10), *Psorophora* (n=321 / S=4) y *Wyeomyia* (n=42 / S=3). Las especies más abundantes fueron *Culex quinquefasciatus* Say (69.72 %) y *Aedes aegypti* (L.) (12.73%), éstas especies también fueron las más representativas, reuniendo el 82.45 % de la abundancia total del inventario. *Anopheles argyritarsis* Robineau-Desvoidy, *Ae. podographicus* Dyar y Knab, *Haemagogus equinus* Theobald, *Cx. elevator* Dyar y Knab, *Cx. taeniopus* Dyar y Knab, *Cx. corniger* Theobald, *Limatus asulleptus* (Theobald), *Li. durhamii* Theobald y *Sabethes cyaneus* (Fabricius) fueron colectados únicamente en una localidad y con un solo individuo. La curva de rango-abundancia corroboró los resultados anteriores y evidenció una dominancia diferente entre las especies en los municipios de Cacahoatán (*Ae. guatemala* Berlin), Mazatán (*Ps. varipes* (Coquillett)) y Comitán (*Ae. guerrero* Berlin) con el resto de los municipios. Además, los municipios de Frontera Hidalgo, Amatenango de la Frontera, Frontera Comalapa y Palenque mostraron una uniformidad en sus especies por presentar una pendiente más suave e inclinada (Fig. 2).

El ordenamiento de Olmstead-Turkey permitió registrar 10 especies dominantes, 6 frecuentes, 4 abundantes y 20 raras (Fig. 3A), donde Mazatán obtuvo la mayor cantidad de especies dominantes (n=7), Cacahoatán el mayor número de especies abundantes (n=2), Suchiate el mayor número de especies frecuentes (n=4) y la Trinitaria el mayor número de especies raras (n=7). Ambos tipos de colecta (intradomicilio y peridomicilio) mostraron tener más especies raras, seguidamente de especies dominantes (Fig. 3B).

El esfuerzo de muestreo de culícidos permitió registrar cerca del 80 % de la riqueza estimada de $Chao_1$ (n=50 especies Fig. 4A) y en general, la cobertura obtenida para los 9 municipios y por el tipo de colecta fue alta, representando un $C_m > 83$ %, por lo que el

inventario de especies se puede considerar completo. La mayor riqueza esperada lo presentó Mazatán (${}^0D = 8.2$), seguido de Amatenango de la Frontera (${}^0D = 7.8$) y Tuxtla chico (${}^0D = 7.7$), mientras que las riquezas esperadas respectivamente bajas fueron Palenque (${}^0D = 4$), Ocosingo (${}^0D = 4$), Frontera Comalapa (${}^0D = 5$). Para el caso del peridomicilio e intradomicilio, se observaron diferencias significativas, mostrando la mayor riqueza esperada el peridomicilio (${}^0D = 32$) (Fig. 4B). Los valores altos de las riquezas esperadas mostraron ser estadísticamente diferente respecto a las riquezas esperadas bajas debido a que no traslapan sus intervalos de confianza (Fig. 4C).

El mayor número de especies se registró en los municipios de la Trinitaria ($S = 16$), Suchiate ($S = 11$) y Mazatán ($S = 11$), mientras que Cacahoatán y Comitán, registraron solo dos especies. En algunos casos, los municipios con mayor número de especies e individuos no fueron más diversos y equitativos, ya que los valores altos de la diversidad de Shannon y la equidad de Pielou se presentaron en los municipios de Frontera Hidalgo ($H' = 1.50$, $J' = 0.93$, $S = 5$), Amatenango de la Frontera ($H' = 1.21$, $J' = 0.55$, $S = 9$) y Mazatán ($H' = 1.17$, $J' = 0.49$, $S = 11$). Los valores de la dominancia de Simpson fueron mayores en los municipios de Comitán ($\lambda = 0.97$), la Trinitaria ($\lambda = 0.89$) y Ocosingo ($\lambda = 0.78$), donde los resultados de estos dos últimos fueron influenciados por las altas abundancias de *Cx. quinquefasciatus* (Fig. 5).

La disimilitud de especies promedio ($1 - \beta J$) entre pares de comunidades de culícidos (por municipio) fue de 83.86 %. El resultado del análisis de ordenación mostró que las comunidades de culícidos de Suchiate, Mazatán, Ocosingo, Benemérito de las Américas son muy parecidas en su composición de especies, en tanto Palenque, Tuxtla Chico, Frontera Hidalgo, Frontera Comalapa y Amatenango de la Frontera conforman otro grupo diferente. La Trinitaria conformó un grupo independiente muy cercano a los dos anteriores, ya que solo compartió 10 de sus 16

especies. Cacahoatán y Comitán son los municipios con mayor disimilitud con respecto a los antes mencionados, ya que no compartieron ninguna de sus dos especies (Fig. 6A). Para el caso del peridomicilio e intradomicilio, el valor de la disimilitud fue de $1-\beta J = 65\%$, compartiendo solo 14 especies entre ellas (Fig. 6B).

En el ámbito de la salud pública, 21 de las 40 especies colectadas son de importancia en la salud pública para la región y para México (Tabla 2). La Trinitaria registró la mayor abundancia y número de especie de culícidos de importancia médica ($S = 12$, $N = 1,114$). Ocosingo obtuvo el segundo valor más alto en la abundancia ($N = 1,093$) con tan solo 5 especies, en comparación con Suchiate que obtuvieron el segundo valor más alto en riqueza ($S = 8$, $N = 528$). Por tipo de colecta el peridomicilio mostró tener más especies ($n=16$) que el intradomicilio ($n=12$), a diferencia de las abundancias, donde se obtuvo más individuos ($n=3,313$) en el intradomicilio que el peridomicilio ($n=502$). La dominancia en ambos tipos de colecta estuvo representada por *Cx. quinquefasciatus*, sin embargo, se observó que *Ae. aegypti* muestra afinidad en ambientes del intradomicilio, siendo la segunda especie más abundante, a diferencia del peridomicilio donde *Ae. albopictus* (Skuse) se presentó como segunda especie más abundante.

Discusión

El presente trabajo constituye el primer estudio longitudinal realizado en la frontera Chiapas-Guatemala para caracterizar la fauna de culícidos que ingresan a alimentarse en viviendas de comunidades indígenas rurales, semi urbanas y urbanas. Se identificaron un total de 40 especies, de las cuales *Ma. dyari* representa ser un nuevo registro para Chiapas, elevando el número especies a 140. En general, se observa una alta riqueza en especies de culicinos los cuales contrastan con la baja abundancia y número de especies de anofelinos capturados en este estudio, esto se debe a que los patrones de alimentación de los anofelinos son nocturnos (Cruz et

al., 2004), mientras nuestras colectas fueron en horario diurno y muchas de las especies de culicinos capturadas son diurnas.

De las 6 especies frecuentes 4 son de importancia médica: *An. pseudopunctipennis* Theobald y *An. albimanus* Wiedemann son los principales vectores de *Plasmosium* sp. responsable de ocasionar la malaria en México (Villarreal-Treviño et al., 2020), *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. angustivittatus* Dyar y Knab, *Ae. scapularis* (Rondani), *Ae. taeniorhynchus* (Wiedemann), *Cx. quinquefasciatus* tienen importancia por ser vectores de arbovirus como dengue, fiebre amarilla, chikungunya, zika, mayaro, encefalitis equina venezolana, encefalitis equina del oeste y fiebre del Valle de Rift (Mitchell, 1995; Wang et al., 2012; Linthicum et al., 2016).

Los análisis en la composición de las especies evidenciaron una alta presencia de ejemplares pocos abundantes o frecuentes (raras) distribuidas en los diferentes municipios de estudio, esto puede deberse a la dinámica de variables climáticas, como la altitud en la que fueron recolectadas (*Ae. guerrero* y *Ae. podographicus* colectados solamente a 1,200 m.s.n.m.) y el horario de muestreo. La riqueza de especies resultó ser diferente entre los municipios, concordando con las riquezas de la Trinitaria y Suchiate, en donde se visitaron más sitios y se registraron más especies. Sin embargo, en Mazatán, solo se visitó una localidad ubicada cerca de la costa, en donde fue uno de los tres sitios con mayor número de especies. Algunos municipios con igual número de especies reportan valores muy diferentes en su diversidad (H') y equidad (J'), llegando a observar que el municipio más rico no fue el más diverso, a diferencias de los municipios con una riqueza ligeramente baja como Frontera Hidalgo ($S = 5$) que obtuvo una diversidad alta ($H'=1.50$). Este patrón de disminución de ambos índices se observó de igual forma con el ambiente del intradomicilio. Los índices H' y J' dependen no solo de la riqueza de

especies, sino que son influenciados por la abundancia de los individuos que componen la muestra y sus valores se reducen cuando existe presencia de una o más especies dominantes. La evaluación de la dominancia con el índice λ mostró ser muy redundante respecto al índice J' de forma inversa ($R = -0.80$, $p < 0.001$).

Son necesarios estudios adicionales que permitan abundar en el conocimiento de la distribución y abundancia de especies de mosquitos de importancia médica en comunidades tropicales de México, donde algunas ETM son endémicas, esta información es esencial para mejorar los programas de vigilancia entomológica en la frontera sur de México.

Agradecimientos

Al personal de la Unidad de Investigaciones Entomológicas y de Bioensayo del Estado de Chiapas (UIEB) por su valiosa participación en las colectas de campo. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México por la beca de doctorado a Rafael Vázquez Marroquín (No. de apoyo 719439).

Bibliografía Aitken, T. H. G. (1960). A survey of Trinidadian arthropods for natural virus infections (August, 1953 to december, 1958). *Mosquito News*, 20(1), 1–10. [http://mosquito-taxonomic-inventory.info/sites/mosquito-taxonomic-inventory.info/files/Aitken 1960.pdf](http://mosquito-taxonomic-inventory.info/sites/mosquito-taxonomic-inventory.info/files/Aitken%201960.pdf)

Alvarado-Torres, H., Viveros-Santos, V., Torres-Monzón, J. A., López-Ordóñez, T., Torres-Chable, O. M., & Casas-Martínez, M. (2019). Detección de *Dirofilaria immitis*. (Spirurida: Onchocercidae) en la comunidad de mosquitos (Diptera: Culicidae) de cementerios de la Región Soconusco, Sur de México. *Entomología Médico y Forense*, 6(February), 490–496. [http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2019/EMF/EMF 490-496.pdf](http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2019/EMF/EMF%20490-496.pdf)

Amarilla, A. A., Fumagalli, M. J., Figueiredo, M. L., Lima-Junior, D. S., Santos-Junior, N. N.,

- Alfonso, H. L., Lippi, V., Trabuco, A. C., Lauretti, F., Muller, V. D., Colón, D. F., Luiz, J. P. M., Suhrbier, A., Setoh, Y. X., Khromykh, A. A., Figueiredo, L. T. M., & Aquino, V. H. (2018). Ilheus and Saint Louis encephalitis viruses elicit cross-protection against a lethal Rocio virus challenge in mice. *PLoS ONE*, *13*(6), 1–12.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199071>
- Anguiano Tellez, M. E. (2008). Chiapas: immigration, migration and migratory transit territory. *Papeles de Población*, *14*(56), 199–215.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252008000200010
- Arnell, H. J. (1976). Mosquito Studies (Diptera, Culicidae) XXXIIL A Revision of the Scapularis Group of Aedes (Ochlerotatus). *Contributions of the American Entomological Institute*, *13*(3), 1–144. [http://mosquito-taxonomic-inventory.info/sites/mosquito-taxonomic-inventory.info/files/Arnell 1976.pdf](http://mosquito-taxonomic-inventory.info/sites/mosquito-taxonomic-inventory.info/files/Arnell%201976.pdf)
- Arnell, J. H. (1973). Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XXXII. A revision of the genus Haemagogus. *Contributions of the American Entomological Institute*, *10*(2), 1–174.
<http://mosquito-taxonomic-inventory.info/mosquito-studies-diptera-culicidae-xxxii-revision-genus-ltemgthaemagogusltemgt>
- Ayres, C. F. J., Guedes, D. R. D., Paiva, M. H. S., Morais-Sobral, M. C., Krokovsky, L., Machado, L. C., Melo-Santos, M. A. V., Crespo, M., Oliveira, C. M. F., Ribeiro, R. S., Cardoso, O. A., Menezes, A. L. B., Laperrière-Jr, R. C., Luna, C. F., Oliveira, A. L. S., Leal, W. S., & Wallau, G. L. (2019). Zika virus detection, isolation and genome sequencing through Culicidae sampling during the epidemic in Vitória, Espírito Santo, Brazil. *Parasites and Vectors*, *12*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3461-4>

- Barrett, A. D. T., & Higgs, S. (2007). Yellow fever: A disease that has yet to be conquered. *Annual Review of Entomology*, 52, 209–229.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091454>
- Beckham, J. D., & Tyler, K. L. (2015). Encephalitis. In J. E. Bennett, R. Dolin, & M. J. Blaser (Eds.), *Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases* (8th ed., Vol. 1, pp. 1144–1163). <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-4801-3.00091-6>
- Belkin, J. N., Schick, R. X., Galindo, P., & Aitken, T. H. (1967). Estudio sobre mosquitos (Diptera, Culicidae) 1a. Un proyecto para un estudio sistemático de los mosquitos de Meso-América. Ila. Métodos para coleccionar, criar y preservar mosquitos. *Contributions of the American Entomological Institute*, 1(2a), 1–18.
- Belkin, J. N., Schick, R. X., & Heinemann, S. J. (1965). Mosquito studies (Diptera, Culidae) V. Mosquitoes originally described from Middle America. *Contributions of the American Entomological Institute, Volume 1*, 7–8.
- Beltrán-Aguilar, A., Ibáñez-Bernal, S., Mendoza- Palmero, F., Sandoval-Ruiz, C. A., & Hernández-Xoliot, R. A. (2011). Taxonomía y distribución de los anofelinos en el estado de Veracruz, México (Diptera: Culicidae, Anophelinae). *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 27(3), 601–755. <https://doi.org/10.21829/azm.2011.273778>
- Beranek, M. D., Gallardo, R., Almirón, W. R., & Contigiani, M. S. (2018). First detection of *Mansonia titillans* (Diptera: Culicidae) infected with St. Louis encephalitis virus (Flaviviridae: Flavivirus) and Bunyamwera serogroup (Peribunyaviridae: Orthobunyavirus) in Argentina. *Journal of Vector Ecology*, 43(2), 340–343.
<https://doi.org/10.1111/jvec.12320>

Black IV, W. C., Bennett, K. E., Gorrochótegui-Escalante, N., Barillas-Mury, C. V., Fernández-Salas, I., Muñoz, M. D. L., Farfán-Alé, J. A., Olson, K. E., & Beaty, B. J. (2002). Flavivirus susceptibility in *Aedes aegypti*. *Archives of Medical Research*, 33(4), 379–388.

[https://doi.org/10.1016/S0188-4409\(02\)00373-9](https://doi.org/10.1016/S0188-4409(02)00373-9)

Blitvich, B. J. (2008). Transmission dynamics and changing epidemiology of West Nile virus. *Animal Health Research Reviews / Conference of Research Workers in Animal Diseases*, 9(1), 71–86. <https://doi.org/10.1017/S1466252307001430>

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 and Vectors*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-41>

Calzolari, M., Bonilauri, P., Bellini, R., Albieri, A., Defilippo, F., Maioli, G., Galletti, G., Gelati, A., Barbieri, I., Tamba, M., Lelli, D., Carra, E., Cordioli, P., Angelini, P., & Dottori, M. (2010). Evidence of simultaneous circulation of west Nile and Usutu viruses in mosquitoes sampled in Emilia-Romagna region (Italy) in 2009. *PLoS ONE*, 5(12), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014324>

Casas-Martínez, M., Orozco Bonilla, A., & Bond Compeán, J. G. (2012). *Informe final* del Proyecto FE009 Diversidad y distribución geográfica de las especies de culícidos de importancia médica en la región centro-occidental de México.*

CENAPRECE. (2009). *Guía de colecta entomológica* (Vol. 52, Issue 55). www.cenavece.salud.gob.mx/

Chamberlain, R. W., Sikes, R. K., & D.B., N. (1956). Infection of *Mansonia perturbans* and

Psorophora ferox Mosquitoes with Venezuelan Equine Encephalomyelitis virus.
Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 91, 215–216.
<https://doi.org/10.3181/00379727-91-22216>

Chamberlain, R. W., Sikes, R. K., & Nelson, D. B. (1956). Infection of *Mansonia perturbans* and *Psorophora ferox* Mosquitoes with Venezuelan Equine Encephalomyelitis Virus. (22216).
Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 91, 215–216.
<https://doi.org/10.3181/00379727-91-22216>.

Chang, C., Ortiz, K., Ansari, A., & Gershwin, M. E. (2016). The Zika outbreak of the 21st century. *Journal of Autoimmunity*, 68(January), 1–13.
<https://doi.org/10.1016/j.jaut.2016.02.006>

Clark-Gil, S., & Darsie Jr., R. F. (1983). The mosquitoes of Guatemala Their identification, distribution and bionomics. *Mosquito Systematics*, 15(3), 151–269.

Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2015). Getting started with PRIMER v7. PRIMER-E. *PRIMER-E: Plymouth*, 20, 2–20.

Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9 and earlier. User's Guide and application.*
<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>

Colwell, R. K., Mao, C. X., & Chang, J. (2004). Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basada en su incidencia. *Ecology*, 85(19), 2717–2727.
<http://viceroy.colorado.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/References/ColwellMaoAndChang2004Sp.pdf>

- Conway, M. J., Colpitts, T. M., & Fikrig, E. (2014). Role of the vector in arbovirus transmission. *Annual Review of Virology*, *1*(1), 71–88. <https://doi.org/10.1146/annurev-virology-031413-085513>
- Cook, C. L., Huang, Y.-J. S., Lyons, A. C., Alto, B. W., Unlu, I., Higgs, S., & Vanlandingham, D. L. (2018). North American *Culex pipiens* and *Culex quinquefasciatus* are competent vectors for Usutu virus. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *12*(8), e0006732. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006732>
- Cruz G, C., Valle T, J., & Ruiz M, A. (2004). Determinación de los hábitos de *An. pseudopunctipennis* y *An. calderoni* en dos localidades del Valle de Chao. La Libertad, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, *21*. <https://www.redalyc.org/pdf/363/36321405.pdf>
- Darsie Jr., R. F., & Ward, R. A. (2005). *Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North America, North of Mexico*. University Press of Florida.
- Davis, N. C., & Shannon, R. C. (1929). Studies on yellow fever in south america: V. Transmission experiments with certain species of *Culex* and *Aedes*. *Journal of Experimental Medicine*, *50*(6), 803–808. <https://doi.org/10.1084/jem.50.6.803>
- Deardorff, E. R., Estrada-Franco, J. G., Freier, J. E., Navarro-Lopez, R., Da Rosa, A. T., Tesh, R. B., & Weaver, S. C. (2011). Candidate vectors and rodent hosts of Venezuelan equine encephalitis virus, Chiapas, 2006-2007. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, *85*(6), 1146–1153. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.11-0094>
- Deardorff, E. R., & Weaver, S. C. (2010). Vector competence of *Culex* (*Melanoconion*) *taeniopus* for equine-virulent subtype IE strains of Venezuelan equine encephalitis virus.

American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 82(6), 1047–1052.

<https://doi.org/10.4269/ajtmh.2010.09-0556>

Díaz-González, E. E., Kautz, T. F., Dorantes-Delgado, A., Malo-García, I. R., Laguna-Aguilar, M., Langsjoen, R. M., Chen, R., Auguste, D. I., Sánchez-Casas, R. M., Danis-Lozano, R., Weaver, S. C., & Fernández-Salas, I. (2015). First report of *Aedes aegypti* transmission of chikungunya virus in the Americas. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 93(6), 1325–1329. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0450>

Díaz, L. A., Ré, V., Almirón, W. R., Farías, A., Vázquez, A., Sanchez-Seco, M. P., Aguilar, J., Spinsanti, L., Königheim, B., Visintin, A., García, J., Morales, M. A., Tenorio, A., & Contigiani, M. (2006). Genotype III Saint Louis encephalitis virus outbreak, Argentina, 2005. *Emerging Infectious Diseases*, 12(11), 1752–1754.

<https://doi.org/10.3201/eid1211.060486>

Dick, G. W. A., Kitchen, S. F., & Haddow, A. J. (1952). Zika virus (I). Isolations and serological specificity. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 46(5), 509–520. [https://doi.org/10.1016/0035-9203\(52\)90042-4](https://doi.org/10.1016/0035-9203(52)90042-4)

Eastwood, G., Goodman, S. J., Cunningham, A. A., & Kramer, L. D. (2013). *Aedes taeniorhynchus* vectorial capacity informs a pre-emptive assessment of west nile virus establishment in galápagos. *Scientific Reports*, 3, 1–8. <https://doi.org/10.1038/srep01519>

Eiden, M., Gil, P., Ziegler, U., Rakotoarivony, I., Marie, A., Frances, B., L'Ambert, G., Simonin, Y., Foulongne, V., Groschup, M. H., Gutierrez, S., & Eloit, M. (2018). Emergence of two Usutu virus lineages in *Culex pipiens* mosquitoes in the Camargue, France, 2015. *Infection, Genetics and Evolution*, 61(March), 151–154. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.03.020>

- Fernandes, R. S., O'connor, O., Bersot, M. I. L., Girault, D., Dokunengo, M. R., Pocquet, N., Dupont-Rouzeyrol, M., & Lourenço-De-oliveira, R. (2020). Vector competence of aedes aegypti, aedes albopictus and culex quinquefasciatus from Brazil and New Caledonia for three zika virus lineages. *Pathogens*, *9*(7), 1–17. <https://doi.org/10.3390/pathogens9070575>
- Forattini, O. p. (1962). Arboviroses. *Arquivos Da Faculdade de Higiene e Saúde Pública Da Universidade de São Paulo*, *15*, 109–199. <https://doi.org/10.11606/issn.2358-792X.v16i0p109-199>
- Foster, W. A., & Walker, E. D. (2019). Mosquitoes (culicidae). In *Medical and Veterinary Entomology*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00015-7>
- Frenk, J. (1992). La Nueva Salud Pública. In *VV.AA: La crisis de la salud pública: reflexiones para el debate*. OPS.
- García de Figueiredo, M. L., & Moraes Figueiredo, L. T. (2014). Emerging alphaviruses in the americas: Chikungunya and mayaro. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, *47*(6), 677–683. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0246-2014>
- Guedes, D. R. D., Paiva, M. H. S., Donato, M. M. A., Barbosa, P. P., Krokovsky, L., Rocha, S. W. S., Saraiva, K. L. A., Crespo, M. M., Rezende, T. M. T., Wallau, G. L., Barbosa, R. M. R., Oliveira, C. M. F., Melo-Santos, M. A. V., Pena, L., Cordeiro, M. T., Franca, R. F. D. O., De Oliveira, A. L. S., Peixoto, C. A., Leal, W. S., & Ayres, C. F. J. (2017). Zika virus replication in the mosquito Culex quinquefasciatus in Brazil. *Emerging Microbes and Infections*, *6*(8). <https://doi.org/10.1038/emi.2017.59>
- Guerbois, M., Fernandez-Salas, I., Azar, S. R., Danis-Lozano, R., Alpuche-Aranda, C. M., Leal, G., Garcia-Malo, I. R., Diaz-Gonzalez, E. E., Casas-Martinez, M., Rossi, S. L., Del Río-

- Galván, S. L., Sanchez-Casas, R. M., Roundy, C. M., Wood, T. G., Widen, S. G., Vasilakis, N., & Weaver, S. C. (2016). Outbreak of Zika Virus Infection, Chiapas State, Mexico, 2015, and First Confirmed Transmission by *Aedes aegypti* Mosquitoes in the Americas. *Journal of Infectious Diseases*, *214*(9), 1349–1356. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiw302>
- Gúzman, C., Calderón, A., Mattar, S., Tadeu-Figuereido, L., Salazar-Bravo, J., Alvis-Guzmán, N., Zakzuk Martínez, E., & González, M. (2020). Ecoepidemiology of Alphaviruses and Flaviviruses. In M. M. Ennaji (Ed.), *Emerging and Reemerging Viral Pathogens* (Issue January, pp. 101–124). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819400-3.00006-5>
- Hadler, J. L., Patel, D., Nasci, R. S., Petersen, L. R., Hughes, J. M., Bradley, K., Etkind, P., Kan, L., & Engel, J. (2015). Assessment of arbovirus surveillance 13 years after introduction of West Nile virus, United States. *Emerging Infectious Diseases*, *21*(7), 1159–1166. <https://doi.org/10.3201/eid2107.140858>
- Harbach, R. E. (2013). *Mosquito Taxonomic Inventory*. Culicidae Meigen, 1818. <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045>
- Harbach, Ralph E., & Knight, K. L. (1980). *Taxonomists' glossary of mosquito anatomy* (p. 415). Plexus Publishing.
- 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*(4), 483–535. https://www.biodiversitylibrary.org/content/part/JAMCA/MS_V09_N4_P483-535.pdf
- Henry, R., & Murphy, F. A. (2018). Oropouche [o'ro-poo"che] Virus. *Emerging Infectious Diseases*, *24*(5), 937. <https://doi.org/10.3201/eid2405.et2405>

- Hernández-Triana, L. M., Garza-Hernández, J. A., Ortega Morales, A. I., Prosser, S. W. J., Hebert, P. D. N., Nikolova, N. I., Barrero, E., de Luna-Santillana, E. de J., González-Alvarez, V. H., Mendez-López, R., Chan-Chable, R. J., Fooks, A. R., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2021). An Integrated Molecular Approach to Untangling Host–Vector–Pathogen Interactions in Mosquitoes (Diptera: Culicidae) From Sylvan Communities in Mexico. *Frontiers in Veterinary Science*, 7(March), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.564791>
- Hoch, A. L., Pinheiro, F. P., Roberts, D. R., & Gomes, M. de L. C. (1987). El virus oropouche. Transmisión en el laboratorio por *Culex quinquefasciatus*. *Bol of Sanit Panam*, 103(2), 106–112.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451–1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Ibañez-Bernal, S., & Martínez-Campos, C. (1994). Clave para la identificación de larvas de mosquitos comunes en las areas urbanas y suburbanas de la Republica Mexicana. In *Folia Entomologia Mexicana* (Vol. 92, pp. 43–73).
- Ibañez-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 Entomologia Mexicana*, 92, 43–73.
- INEGI. (2017a). Anuario estadístico y geográfico de Chiapas 2017. In *Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía*. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092115.pdf

- INEGI. (2017b). Anuario estadístico y geográfico de Durango 2017. In *Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía* (Vol. 9, Issue 2).
<https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/355%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/731%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/269%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/106>
- Johnson, B. W., Cruz, C., Felices, V., Espinoza, W. R., Manock, S. R., Guevara, C., Olson, J. G., & Kochel, T. J. (2007). Ilheus virus isolate from a human, Ecuador. *Emerging Infectious Diseases*, *13*(6), 956–958. <https://doi.org/10.3201/eid1306.070118>
- Karna, A. K., Azar, S. R., Plante, J. A., Yun, R., Vasilakis, N., Weaver, S. C., Hansen, I. A., & Hanley, K. A. (2018). Colonized sabethes cyaneus, a sylvatic new world mosquito species, shows a low vector competence for zika virus relative to aedes aegypti. *Viruses*, *10*(8), 1–9. <https://doi.org/10.3390/v10080434>
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A. Q. N., Shearer, F. M., Barker, C. M., Moore, C. G., Carvalho, R. G., Coelho, G. E., Van Bortel, W., Hendrickx, G., Schaffner, F., Elyazar, I. R., Teng, H. J., Brady, O. J., Messina, J. P., Pigott, D. M., Scott, T. W., Smith, D. L., ... Hay, S. I. (2015). The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. *eLife*, *4*(JUNE2015), 1–18. <https://doi.org/10.7554/eLife.08347>
- Linthicum, K. J., Britch, S. C., & Anyamba, A. (2016). Rift Valley Fever: An Emerging Mosquito-Borne Disease. *Annual Review of Entomology*, *61*, 395–415.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023819>
- Long, K. C., Ziegler, S. A., Thangamani, S., Hausser, N. L., Kochel, T. J., Higgs, S., & Tesh, R. B. (2011). Experimental transmission of Mayaro virus by *Aedes aegypti*. *American Journal*

of Tropical Medicine and Hygiene, 85(4), 750–757. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.11-0359>

Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. In *Blackwell Publishing*. Blackwell Publishing company.

Main, B. J., Nicholson, J., Winokur, O. C., Steiner, C., Riemersma, K. K., Stuart, J., Takeshita, R., Krasnec, M., Barker, C. M., & Coffey, L. L. (2018). Vector competence of *Aedes aegypti*, *Culex tarsalis*, and *Culex quinquefasciatus* from California for Zika virus. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 12(6), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006524>

Marcondes, C. B., & Ximenes, M. de F. F. de M. (2016). Zika virus in Brazil and the danger of infestation by *Aedes (Stegomyia)* mosquitoes. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 49(1), 4–10. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0220-2015>

Martínez-Palacios, A. (1952). Nota sobre la distribución de los mosquitos *Culex* en México (Diptera: Culicidae). *Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 13, 75–87.

Martini, E. (1935). Los Mosquitos de México. In *Departamento de Salubridad Publica* (Vol. 1, Issue 1).

Mesa, F. A., Cárdenas, J. A., & Villamil, L. C. (2005). *Las encefalitis equinas en la salud pública* (Primera Ed). <https://www.minsalud.gov.co/Documentos y Publicaciones/Libro Encefalitis Equinas UNAL.pdf>

Mitchell, C. J. (1991). Vector competence of North and South American strains of *Aedes albopictus* for certain arboviruses: a review. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 7(3), 446–451.

- Mitchell, C. J., Forattini, O. P., & Miller, B. R. (1986). Vector competence experiments with Rocio virus and three mosquito species from the epidemic zone in Brazil. *Revista de Saúde Pública*, 20(3), 171–177. <https://doi.org/10.1590/s0034-89101986000300001>
- Mitchell, C J. (1995). Geographic spread of *Aedes albopictus* and potential for involvement in arbovirus cycles in the Mediterranean basin. *Journal of Vector Ecology*, 20(1), 44–58.
- Mitchell, Carl J., & Forattini, O. P. (1984). Experimental transmission of Rocio encephalitis virus by *Aedes scapularis* (Diptera: Culicidae) from the epidemic zone in Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 21(1), 34–37. <https://doi.org/10.1093/jmedent/21.1.34>
- Mores, C. N., Turell, M. J., Dohm, D. J., Blow, J. A., Carranza, M. T., & Quintana, M. (2007). Experimental transmission of west nile virus by *Culex nigripalpus* from honduras. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 7(2), 279–284. <https://doi.org/10.1089/vbz.2006.0557>
- Mota, M. T. de O., Terzian, A. C., Silva, M. L. C. R., Estofolete, C., & Nogueira, M. L. (2016). Mosquito-transmitted viruses – the great Brazilian challenge. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.10.008>
- Nayar, J. K., Knight, J. W., & Munstermann, L. E. (2002). Temporal and geographic genetic variation in *Culex nigripalpus theobald* (Culicidae: Diptera), a vector of St. Louis encephalitis virus, from Florida. *Journal of Medical Entomology*, 39(6), 854–860. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.6.854>
- OMS. (1967). *Los arbovirus y su importancia en patologia humana Informe de un grupo científico de la OMS*. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38352/WHO_TRS_369_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Organización Panamericana de la Salud. (2010). *Preparación y respuesta ante la eventual introducción del virus chikungunya en las Américas*.
http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/CHIKV_Spanish.pdf
- Ortega-Morales, A. I., Garza-Hernández, J. A., González-Álvarez, V. H., Hernández-Triana, L. M., & Rodríguez-Pérez, M. A. (2018). First Record of *Culex* (*Microculex*) *daumastocampa* (Diptera: Culicidae) in Mexico, with Notes on *Cx. rejelector* and *Cx. imitator*. *Neotropical Entomology*, 47(4), 577–581. <https://doi.org/10.1007/s13744-018-0600-0>
- Ortega-morales, A. I., & Reyes-Villanueva, F. (2020). Mosquitos (Diptera : Culicidae). In *La biodiversidad en Zacatecas estudio de estado* (Issue February, pp. 194–196). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128140437000157>
- Ortiz, D. I., Anishchenko, M., & Weaver, S. C. (2004). Susceptibility of *Ochlerotatus taeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) to Infection with Epizootic (Subtype IC) and Enzootic (Subtype ID) Venezuelan Equine Encephalitis Viruses: Evidence for Epizootic Strain Adaptation. *Journal of Medical Entomology*, 41(5), 987–993. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.5.987>
- Ortiz, D. I., Anishchenko, M., & Weaver, S. C. (2005). Susceptibility of *Psorophora confinnis* (Diptera: Culicidae) to Infection with Epizootic (Subtype IC) and Enzootic (Subtype ID) Venezuelan Equine Encephalitis Viruses. *Journal of Medical Entomology*, 42(5), 857–863. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.5.987>
- Osório, H. C., Zé-Zé, L., Amaro, F., & Alves, M. J. (2014). Mosquito surveillance for prevention and control of emerging mosquito-borne diseases in Portugal — 2008–2014. *International*

Journal of Environmental Research and Public Health, 11(11), 11583–11596.

<https://doi.org/10.3390/ijerph111111583>

Pacienti, M., Sinigaglia, A., Martello, T., de Rui, M. E., Franchin, E., Pagni, S., Peta, E., Riccetti, S., Milani, A., Montarsi, F., Capelli, G., Doroldi, C. G., Bigolin, F., Santelli, L., Nardetto, L., Zoccarato, M., & Barzon, L. (2019). Clinical and virological findings in patients with Usutu virus infection, northern Italy, 2018. *Eurosurveillance*, 24(47), 1–10.

<https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2019.24.47.1900180>

Pauvolid-Corrêa, A., Kenney, J. L., Couto-Lima, D., Campos, Z. M. S., Schatzmayr, H. G., Nogueira, R. M. R., Brault, A. C., & Komar, N. (2013). Ilheus Virus Isolation in the Pantanal, West-Central Brazil. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(7).

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002318>

Pepin, M., Bouloy, M., Bird, B. H., Kemp, A., & Paweska, J. (2010). Rift Valley fever virus (Bunyaviridae: Phlebovirus): An update on pathogenesis, molecular epidemiology, vectors, diagnostics and prevention. *Veterinary Research*, 41(6).

<https://doi.org/10.1051/vetres/2010033>

Pereira, T. N., Carvalho, F. D., De Mendonça, S. F., Rocha, M. N., & Moreira, L. A. (2020). Vector competence of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Culex quinquefasciatus* mosquitoes for Mayaro virus. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(4), 1–13.

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007518>

Pfeffer, M., & Dobler, G. (2010). Emergence of zoonotic arboviruses by animal trade and migration. *Parasites and Vectors*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-3-35>

Preston, F. W. (1948). The commonness, and rarity, of species. *Ecology*, 29(3), 254–283.

<https://doi.org/10.2307/1930989>

- Ramos Rojas, D. N. (2016). La movilidad transfronteriza México-Guatemala desde la representación cotidiana de los trabajadores centroamericanos Mexico-Guatemala border mobility as represented in the everyday lives of Central American workers. *Estudios Fronterizos*, 17(34), 21–40. <https://doi.org/10.21670/ref.2016.34.a02>
- Rivera-García, K. D., Rísquez-Pérez, A., & Ibáñez-Bernal, S. (2019). Description of the pupa and additional characters of the fourth-instar larva, female, and male genitalia of *Uranotaenia* (*Uranotaenia*) *coatzacoalcos* Dyar & Knab, with keys for the identification of Mexican species of *Uranotaenia* (Diptera: Culicidae). *Zootaxa*, 4608(2), 247–260. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4608.2.3>
- Rodaniche, E. de, Galindo, P., & Johnson, C. M. (1957). Isolation of Yellow Fever virus from *Haemagogus mesodentatus*, *H. equinus* and *Sabethes chloropterus* captured in Guatemala in 1956. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 6(2), 681–685.
- Rodríguez-Martínez, L. M., Yzquierdo-Gómez, P., González-Acosta, C., & Correa-Morales, F. (2020). First Record of *Aedes* (*Ochlerotatus*) *fulvus* in Tabasco and Distribution Notes of Other *Aedes* in Mexico. *Southwestern Entomologist*, 45(1), 263–268. <https://doi.org/10.3958/059.045.0127>
- Rodríguez Domínguez, J. (2002). Las enfermedades transmitidas por vector en México. *Revista de La Facultad de Medicina, UNAM*, 45, 1–141. <http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2002/un023f.pdf>
- Rueda, L. M., Peyton, E. L., & Manguin, S. (2004). *Anopheles* (*Anopheles*) *pseudopunctipennis* Theobald (Diptera: Culicidae): Neotype Designation and Description. *Journal of Medical*

Entomology, 41(1), 12–22. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.1.12>

Ruiz-Arrondo, I., McMahon, B. J., Hernández-Triana, L. M., Santibañez, P., Portillo, A., & Oteo, J. A. (2019). Surveillance of mosquitoes (Diptera, Culicidae) in a northern central region of Spain: Implications for the medical community. *Frontiers in Veterinary Science*, 6(MAR). <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00086>

Sakkas, H., Bozidis, P., Franks, A., & Papadopoulou, C. (2018). Oropouche fever: A review. *Viruses*, 10(4), 1–16. <https://doi.org/10.3390/v10040175>

Sanjit, L., & Bhatt, D. (2005). How relevant are the concepts of species diversity and species richness? *Journal of Biosciences*, 30(5), 557–560. <https://doi.org/10.1007/BF02703552>

Santini, M., Vilibic-Cavlek, T., Barsic, B., Barbic, L., Savic, V., Stevanovic, V., Listes, E., Di Gennaro, A., & Savini, G. (2015). First cases of human Usutu virus neuroinvasive infection in Croatia, August–September 2013: clinical and laboratory features. *Journal of NeuroVirology*, 21(1), 92–97. <https://doi.org/10.1007/s13365-014-0300-4>

Sardelis, M. R., Turell, M. J., Dohm, D. J., & O’Guinn, M. L. (2001). Vector Competence of Selected North American Culex and Coquillettidia Mosquitoes for West Nile Virus. *Emerging Infectious Diseases*, 7(6), 1018–1022. <https://doi.org/10.7717/peerj.4324>

Secretaría de Salud (México). (2016). Boletín Epidemiológico. Vigilancia Epidemiológica Semana 52 México, 2016. In *Boletín Epidemiológico* (Vol. 34). <http://www.gob.mx/salud/documentos/boletinepidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-141143>

Secretaría de Salud (México). (2021). *Boletín epidemiológico Sistema Nacional de Vigilancia*

Epidemiológica Sistema Único de Información.

<https://www.gob.mx/salud/documentos/boletinepidemiologico-sistema-nacional-de-vigilancia-epidemiologica-sistema-unico-de-informacion-231750>

Segura, M. de N. de O., & Castro, F. C. (2007). *Atlas de Culicídeos na Amazônia Brasileira Características específicas de insectos hematófagos de familia Culicidae*. Instituto Evandro Chagas.

Silver, J. B. (2008). *Mosquito ecology: field sampling methods*. Springer science & business media. Springer.

Smith, D. R., Adams, P. A., Kenney, J. L., Wang, E., & Weaver, S. C. (2008). Venezuelan Equine Encephalitis Virus in the Mosquito Vector. *Virology Journal*, 372(1), 176–186.

Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1981). *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. Freeman. <https://doi.org/10.2307/2412280>

Spalatin, J., Burton, A. N., McLintock, J., & Connell, R. (1963). Isolation of Western Equine Encephalomyelitis (Wee) Virus From Mosquitoes In Saskatchewan, 1962. *Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science*, 27(12), 283–289.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1583736/>

Strickman, D. (1989). *Culex pseudostigmatosoma*, *Cx. yojoae*, and *Cx. aquarius*: New Central American species in the subgenus *Culex* (DIPTERA: CULICIDAE). *Mosquito Systematics*, 21(3), 143–177.

Strother, A. E., & Barrett, A. D. T. (2021). Yellow Fever Virus (Flaviviridae). In D. H. Bamford & M. Zuckerman (Eds.), *Encyclopedia of Virology (Fourth Edition)* (Fourth, pp. 891–898).

Academic press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814515-9.00003-5>

Sudia, W. D., Lord, R. D., Newhouse, V. F., Miller, D. L., & Kissling, R. E. (1971). Vector-host studies of an epizootic of Venezuelan equine encephalomyelitis in Guatemala, 1969.

American Journal of Epidemiology, 93(2), 137–143.

<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a121234>

Turell, M. J., O’Guinn, M. L., Jones, J. W., Sardelis, M. R., Dohm, D. J., Watts, D. M.,

Fernandez, R., Travassos Da Rosa, A., Guzman, H., Tesh, R., Rossi, C. A., Ludwig, G. V.,

Mangiafico, J. A., Kondig, J., Wasieloski, L. P., Pecor, J., Zyzak, M., Schoeler, G., Mores,

C. N., ... Klein, T. A. (2005). Isolation of viruses from mosquitoes (Diptera: Culicidae)

collected in the Amazon Basin region of Peru. *Journal of Medical Entomology*, 42(5), 891–

898. <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.5.891>

Turell, M. J., O’Guinn, M. L., Navarro, R., Romero, G., & Estrada-Franco, J. G. (2000). Vector

Competence of Peruvian Mosquitoes (Diptera: Culicidae) for Epizootic and Enzootic

Strains of Venezuelan Equine Encephalomyelitis Virus. *Journal of Medical Entomology*,

37(6), 306–310. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-40.3.306>

Turell, M.J., O’Guinn, M. L., Dohm, D., Zyzak, M., Watts, D., Fernandez, R., Calampa, C.,

Klein, T. A., & Jones, J. W. (2008). Susceptibility of peruvian mosquitoes to eastern equine encephalitis virus. *Journal of Medical Entomology*, 45(4), 720–725.

[https://doi.org/10.1603/0022-2585\(2008\)45\[720:SOPMTE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-2585(2008)45[720:SOPMTE]2.0.CO;2)

Turell, Michael J., Beaman, J. R., & Neely, G. W. (1994). Experimental transmission of eastern

equine encephalitis virus by strains of *Aedes albopictus* and *A.taeniorhynchus* (Diptera:

Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 31(2), 287–290.

<https://doi.org/10.1093/jmedent/31.2.287>

- Turell, Michael J, O'Guinn, M. L., Dohm, D. J., & Jones, J. W. (2001). Vector competence of North American Mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. *Journal of Medical Entomology*, 38(2), 130–134. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.2.130>
- Vargas, L. (1956). Especies y distribución de mosquitos mexicanos no anofelinos (Insecta Diptera). *Revista Del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales*, 16(1), 19–36.
- Vargas, Luis, & Martinez Palacios, A. (1956). Anofelinos mexicanos Taxonomía y distribución. *Secretaría de Salubridad y Asistencia*, 181.
- Vega-Rua, A., Zouache, K., Girod, R., Failloux, A.-B., & Lourenco-de-Oliveira, R. (2014). 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. *Journal of Virology*, 88(11), 6294–6306. <https://doi.org/10.1128/jvi.00370-14>
- Venegas, E. A., Aguilar, P. V., Cruz, C., Guevara, C., Kochel, T. J., Vargas, J., & Halsey, E. S. (2012). Ilheus virus infection in human, Bolivia. *Emerging Infectious Diseases*, 18(3), 516–518. <https://doi.org/10.3201/eid1803.111486>
- Villarreal-treviño, C., Ríos-delgado, J. C., Penilla-Navarro, R. P., Rodríguez, A. D., López, J. H., Nettel-cruz, J. A., Moo-Llanes, D. A., & Fuentes-Maldonado, G. (2020). Composition and abundance of anopheline species according to habitat diversity in Mexico. *Salud Publica de Mexico*, 62(4). <https://www.medigraphic.com/pdfs/salpubmex/sal-2020/sal204g.pdf>
- Wang, Z., Zhang, X., Li, C., Zhang, Y., Xing, D., Wu, Y., & Zhao, T. (2012). Vector competence of five common mosquito species in the People's Republic of China for

- western equine encephalitis virus. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 12(7), 605–608.
<https://doi.org/10.1089/vbz.2011.0660>
- Weaver, S. C., Ferro, C., Barrera, R., Boshell, J., & Navarro, J. C. (2004). Venezuelan Equine Encephalitis. *Annual Review of Entomology*, 49, 141–174.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.061802.123422>
- Weaver, S. C., & Reisen, W. K. (2010). Present and Future Arboviral Threats. *Antiviral Research*, 85(2), 1–36. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2009.10.008>.Present
- WHO. (2018). *Fiebre del Valle del Rift*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/rift-valley-fever>
- WHO. (2019). *Paludismo*. Paludismo. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malaria>
- Wilkerson, R. C., & Strickman, D. (1990). Illustrated key to the female Anopheline mosquitoes of Central America and México. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 6(1).
- Wilkerson, R. C., Strickman, D., Fernández-Salas, I., & Ibáñez-Bernal, S. (1993). *Clave Ilustrada Para La Identificacion De Las Hembras De Mosquitos Anofelinos De Mexico Y Centroamerica*. 46. <http://www.mosquitocatalog.org/files/pdfs/wr328.pdf>
- World Health Organization. (1998). World Health Report Life in the 21st century A vision for all Report of the Director-General. In *51st World Health Assembly*.
https://www.who.int/whr/1998/en/whr98_en.pdf?ua=1
- World Health Organization, R. O. for S.-E.-A. (2021). *Dengue bulletin Volume 41, December*

2020 (Vol. 41, Issue December). <https://www.who.int/publications/i/item/dengue-bulletin-vol-41>

WRBU. (2015). *Systematic Catalog of Culicidae*. <http://mosquitocatalog.org/default.aspx>

Zavortink, T. J. (1972). Mosquito studies (Diptera, Culidae) XXVIII. The new world species formerly placed in *Aedes* (Finlaya). *Contribution of the American Entomological Institute*, 8(3), 1–206.

Tabla 1

Listado taxonómico de especies colectadas por municipio, abundancia relativa, ordenamiento de Olmstead-Turkey y tipos de colecta.

Especies	Municipios												N	AR	OT	Tipo de colecta	
	Sc	Fh	Cc	Tc	Mz	Af	Fc	Lt	Cm	Oc	Ba	Pa				ID	PD
	<i>An. pseudopunctipennis</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0				0	7
<i>An. albimanus</i>	2	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	5	0.11%	F	2	3
<i>An. argyrtarsis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02%	R	0	1
<i>Ae. guatemala</i>	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0.27%	A	5	7
<i>Ae. guerrero</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	0	62	1.40%	A	0	62
<i>Ae. quadrivittatus</i>	0	0	0	0	0	143	0	0	0	0	0	0	143	3.22%	D	0	143
<i>Ae. angustivittatus</i>	0	11	0	1	0	0	0	0	0	5	8	1	26	0.59%	D	5	21
<i>Ae. euplocamus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0.07%	F	3	0
<i>Ae. scapularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	8	12	0.27%	D	2	10
<i>Ae. taeniorhynchus</i>	8	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	13	0.29%	D	0	13
<i>Ae. podographicus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.02%	R	0	1
<i>Ae. aegypti</i>	116	20	0	12	7	118	76	8	0	123	38	47	565	12.73%	D	551	14
<i>Ae. albopictus</i>	0	7	0	50	1	1	2	0	0	0	0	0	61	1.37%	D	7	54
<i>Hg. equinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.02%	R	0	1
<i>Ps. confinnis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0.05%	R	0	2

<i>Ps. albipes</i>	2	0	0	0	107	0	0	0	0	4	17	0	130	2.93%	D	23	107
<i>Ps. ferox</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0.05%	R	1	1
<i>Ps. varipes</i>	0	0	0	0	186	0	0	0	0	0	1	0	187	4.21%	D	0	187
<i>Cx. bihaicola</i>	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3	0.07%	R	1	2
<i>Cx. interrogator</i>	0	16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	17	0.38%	A	0	17
<i>Cx. nigripalpus</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0.07%	R	3	0
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	393	0	0	147	21	59	92	1078	0	963	215	127	3095	69.72%	D	2728	367
<i>Cx. conspirator</i>	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0.14%	R	0	6
<i>Cx. elevator</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02%	R	1	0
<i>Cx. erraticus</i>	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	5	0.11%	F	1	4
<i>Cx. spissipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0.14%	R	0	6
<i>Cx. taeniopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.02%	R	1	0
<i>Cx. corniger</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02%	R	1	0
<i>Cq. venezuelensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0.07%	R	2	1
<i>Ma. dyari*</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.11%	R	0	5
<i>Ma. titillans</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.14%	F	6	0
<i>Li. asulleptus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.02%	R	0	1
<i>Li. durhamii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.02%	R	1	0
<i>Sa. cyaneus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.02%	R	0	1
<i>Sa. chloropterus</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0.05%	R	0	2
<i>Sh. moralesi</i>	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	5	0.11%	F	0	5
<i>Tr. digitatum</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.05%	R	2	0

<i>Wy. abebela/melanopus</i>	0	0	0	0	1	2	0	25	1	0	0	0	29	0.65%	D	0	29
<i>Wy. guatemala</i>	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3	0.07%	R	1	2
<i>Wy. mitchellii</i>	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0.23%	A	0	10
Abundancia total	532	59	15	221	337	331	173	1143	63	1099	283	183	4439	100%		3353	1086
Riqueza de especie	18	6	3	8	11	10	7	22	2	14	12	7	40			22	32

* Nuevo registro estatal de especie para el Estado de Chiapas.

Sc (Suchiate), Fh (Frontera Hidalgo), Cc (Cacahoatán), Tc (Tuxtla Chico), Mz (Mazatán) Af (Amatenango de la Frontera), Fc (Frontera Comalapa), Lt (La Trinitaria), Cm (Comitán), Oc (Ocosingo), Ba (Benemérito de las Américas), Pa (Palenque)

N (Total de Individuos)

AR (Abundancia Relativa)

Categorización de Olmstead-Tukey (OT) : R (raras), F (frecuentes), A (abundantes) y D (dominantes).

ID (Intradomicilio) PD (Peridomicilio)

Tabla 2

Mosquitos de importancia en salud pública colectados en la frontera México-Guatemala

Especie	Importancia en salud pública	Referencias
<i>An. pseudopunctipennis</i>	Malaria	(Villarreal-treviño et al., 2020)
<i>An. albimanus</i>	Malaria	(Villarreal-treviño et al., 2020)
<i>An. argyritarsis</i>	Malaria	(Beltrán-Aguilar et al., 2011)
<i>Ae. angustivittatus</i>	VEEV, ILHV	(Arnell, 1976), (Mesa et al., 2005)
	Dirofilaria immitis	(Alvarado-Torres et al., 2019)
<i>Ae. scapularis</i>	YFV	(Davis & Shannon, 1929)
	VEEV	(Mesa et al., 2005)
	ILHV	(Pauvolid-Corrêa et al., 2013)
	ROCV	(Mitchell et al., 1986)
<i>Ae. taeniorhynchus</i>	ZIKV	(Ayres et al., 2019)

	WNV	(Eastwood et al., 2013)
	VEEV	(Smith et al., 2008)
	EEEV	(Turell et al., 1994)
	<i>Dirofilaria immitis</i>	(Alvarado-Torres et al., 2019)
<i>Ae. aegypti</i>	DENV; YFV	(Black IV et al., 2002)
	CHIKV	(Vega-Rua et al., 2014)
	ZIKV	(Ayres et al., 2019)
	VEEV	(Marcondes & Ximenes, 2016)
	<i>Dirofilaria immitis</i>	(Alvarado-Torres et al., 2019)
	WEEV	(Wang et al., 2012)
	RVFV	(Linthicum et al., 2016)
	MAYV	(Pereira et al., 2020)
<i>Ae. albopictus</i>	DENV, CHIKV, WNV, RVFV	(Mitchell, 1995)
	VEEV	(Weaver & Reisen, 2010)
	SLEV	(Mitchell, 1991)

	ZIKV	(Fernandes et al., 2020)
	YFV	(Kraemer et al., 2015)
	EEEV	(Turell et al., 1994)
	USUV	(Calzolari et al., 2010)
	Dirofilaria immitis	(Alvarado-Torres et al., 2019)
	WEEV	(Wang et al., 2012)
	MAYV	(Pereira et al., 2020)
	OROV	(Mitchell, 1991)
<i>Hg. equinus</i>	YFV	(Rodaniche et al., 1957)
<i>Ps. confinnis</i>	VEEV	(Ortiz et al., 2005)
<i>Ps. ferox</i>	VEEV	(Chamberlain et al., 1956)
	MAYV	(Forattini, 1962)
	EEEV	(Turell et al., 2008)
	ILHV	(Turell et al., 2005)
	ROCV	(Mitchell et al., 1986)

	RVFV	(Linthicum et al., 2016)
<i>Cx. nigripalpus</i>	EEEV	(Mesa et al., 2005)
	WNV	(Mores et al., 2007)
	SLEV	(Nayar et al., 2002)
	RVFV	(Linthicum et al., 2016)
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	WNV	(Sardelis et al., 2001)
	USU	(Cook et al., 2018)
	ZIKV	(Ayres et al., 2019)
	SLEV	(Diaz et al., 2006)
	<i>Wuchereria bancrofti</i>	(Foster & Walker, 2019)
	MAYV	(Pereira et al., 2020)
	WEEV	(Wang et al., 2012)
	OROV	(Segura & Castro, 2007)
<i>Cx. erraticus</i>	VEEV	(Mesa et al., 2005)
	RVFV	(Linthicum et al., 2016)

<i>Cx. spissipes</i>	VEEV	(Turell et al., 2005)
<i>Cx. taeniopus</i>	VEEV	(Deardorff & Weaver, 2010)
<i>Cq. venezuelensis</i>	MAYV	(Aitken, 1960)
	OROV	(Segura & Castro, 2007)
<i>Ma. dyari</i>	RVFV	(Linthicum et al., 2016)
<i>Ma. titillans</i>	VEEV	(Turell et al., 2000)
	SLEV	(Beranek et al., 2018)
<i>Sa. cyaneus</i>	ZIKV	(Karna et al., 2018)
<i>Sa. chloropterus</i>	YFV	(Rodaniche et al., 1957)

DENV: virus dengue, CHICKV: virus chikungunya, ZIKV: virus Zika; YFV: virus de la fiebre amarilla; VEEV: virus encefalitis equina Venezolana; RVFV: virus de la fiebre del Valle de Rift; MAYV: virus Mayaro; EEEV: virus de encefalitis equina del este; WNV: virus del Oeste del Nilo; USUV: virus Usutu; OROV: virus Oropuche; ILHV: virus Ilheus; ROCV: virus del Rocío; WEEV: virus encefalitis equina del oeste; SLEV: virus encefalitis de San Luis.

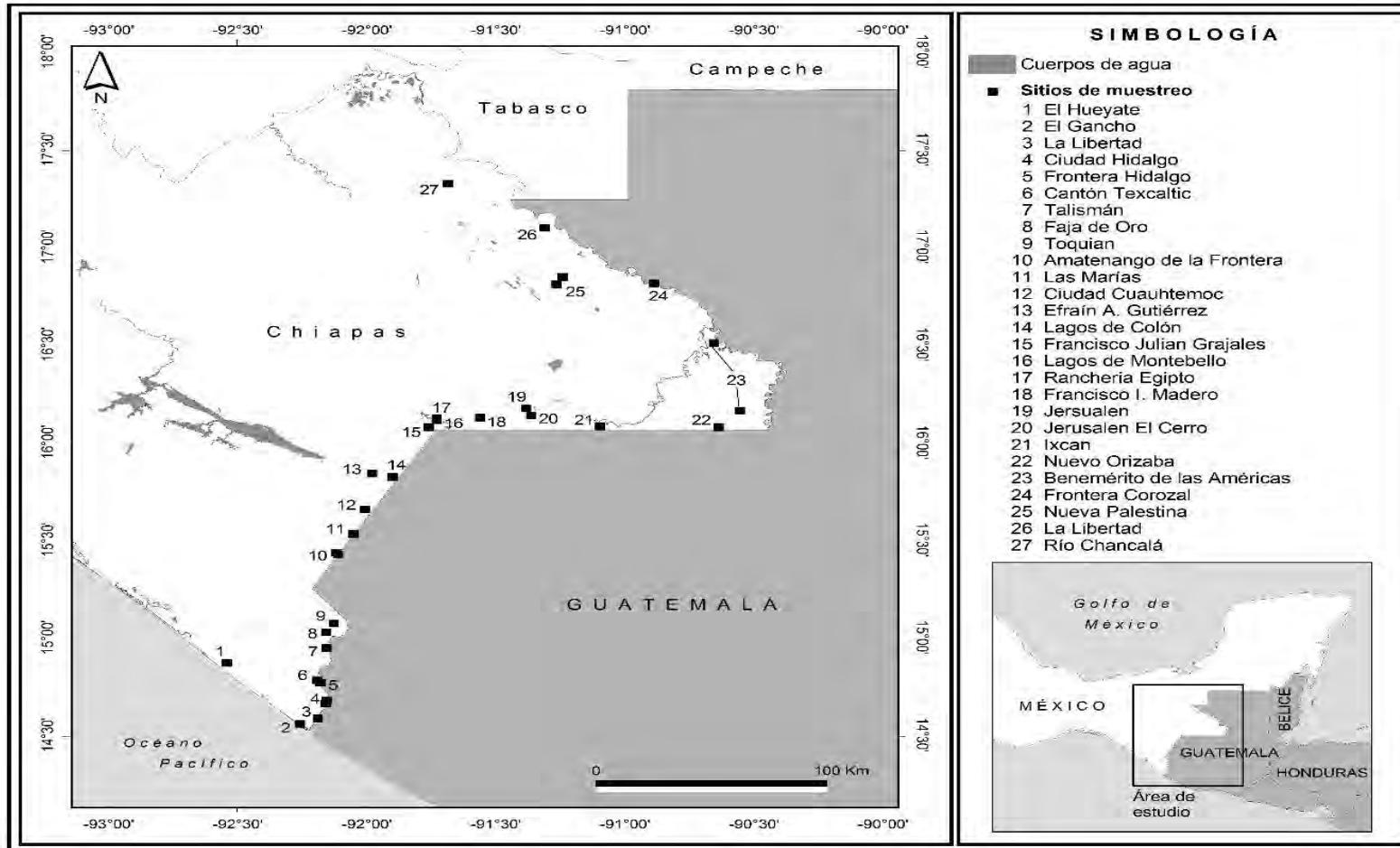


Figura 1. Municipios y número de localidades donde se realizaron las colectas. Mazatán (1). Suchiate (2,3,4), Frontera Hidalgo (5,6), Tuxtla Chico (7), Cacahoatán (8,9), Amatenango de la Frontera (10,11), Frontera Comalapa (12,13), La Trinitaria (14, 17, 18, 19), Comitán (16), Ocosingo (21, 22, 25, 26), Benemérito de las Américas (15, 23) y Palenque (24, 27).

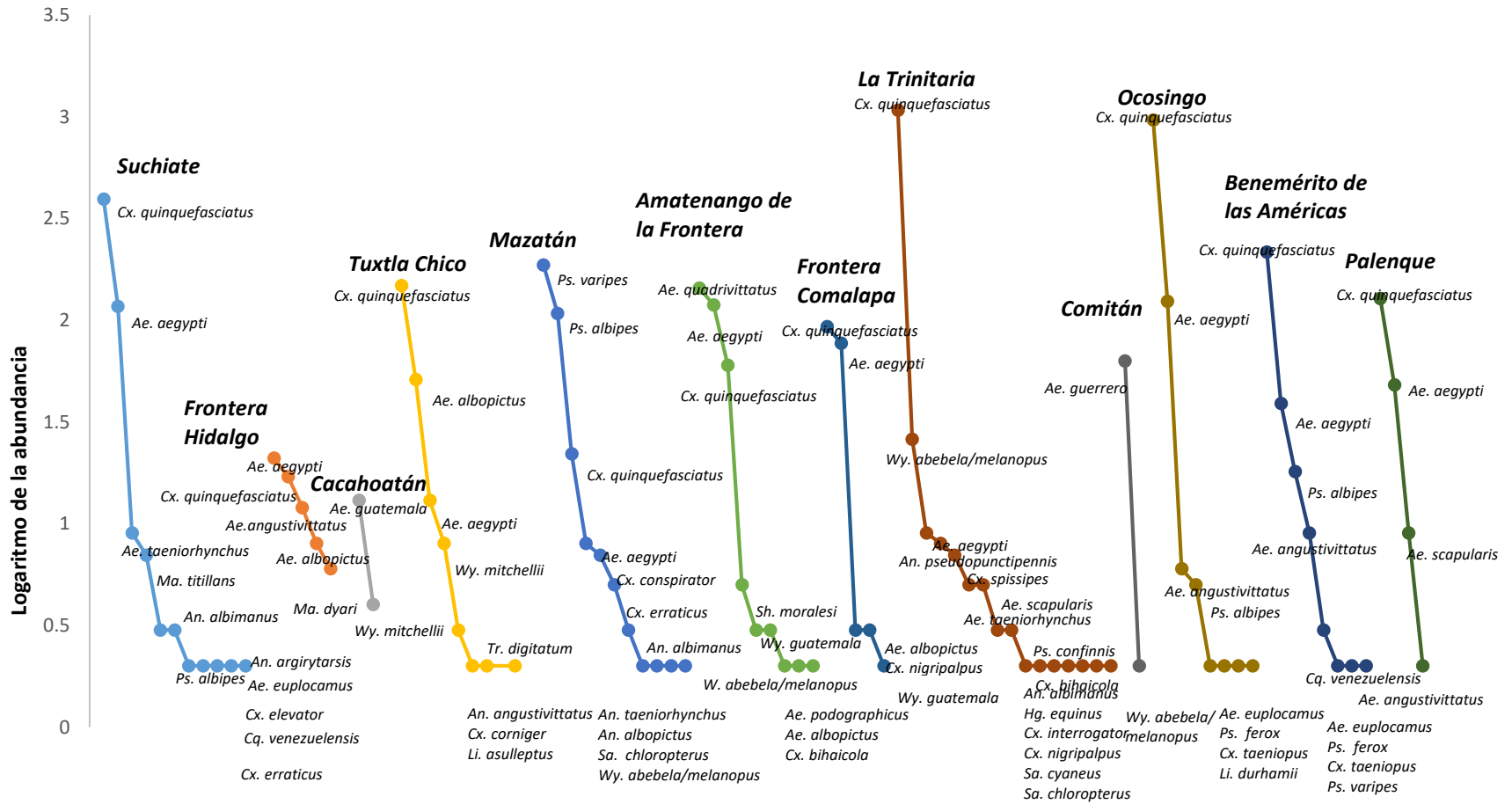


Figura 2. Curva rango abundancia. Muestra la abundancia de especies de mosquitos colectadas por municipio a lo largo de la frontera Chiapas-Guatemala

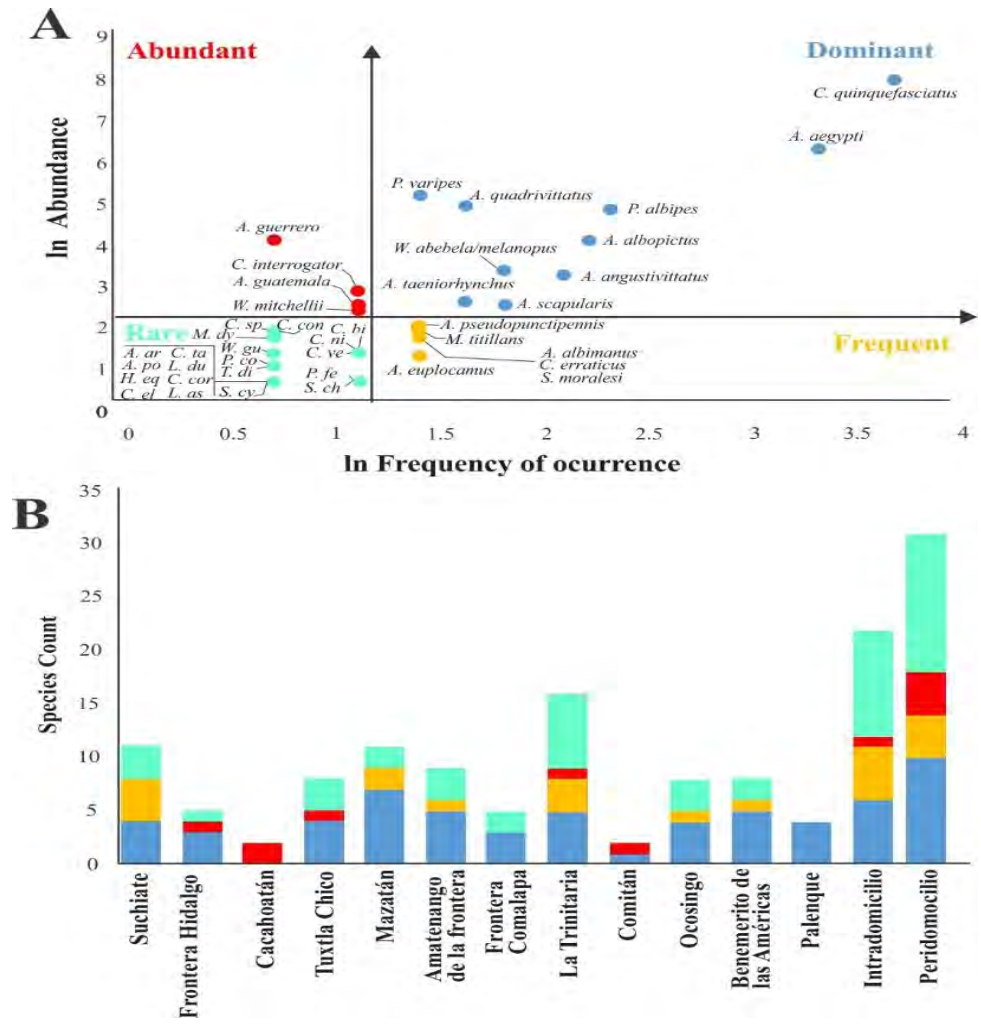


Figura 3. Gráfico de Olmstead-Turkey de los mosquitos colectados en el intra y peridomicilio de la frontera Chiapas-Guatemala.

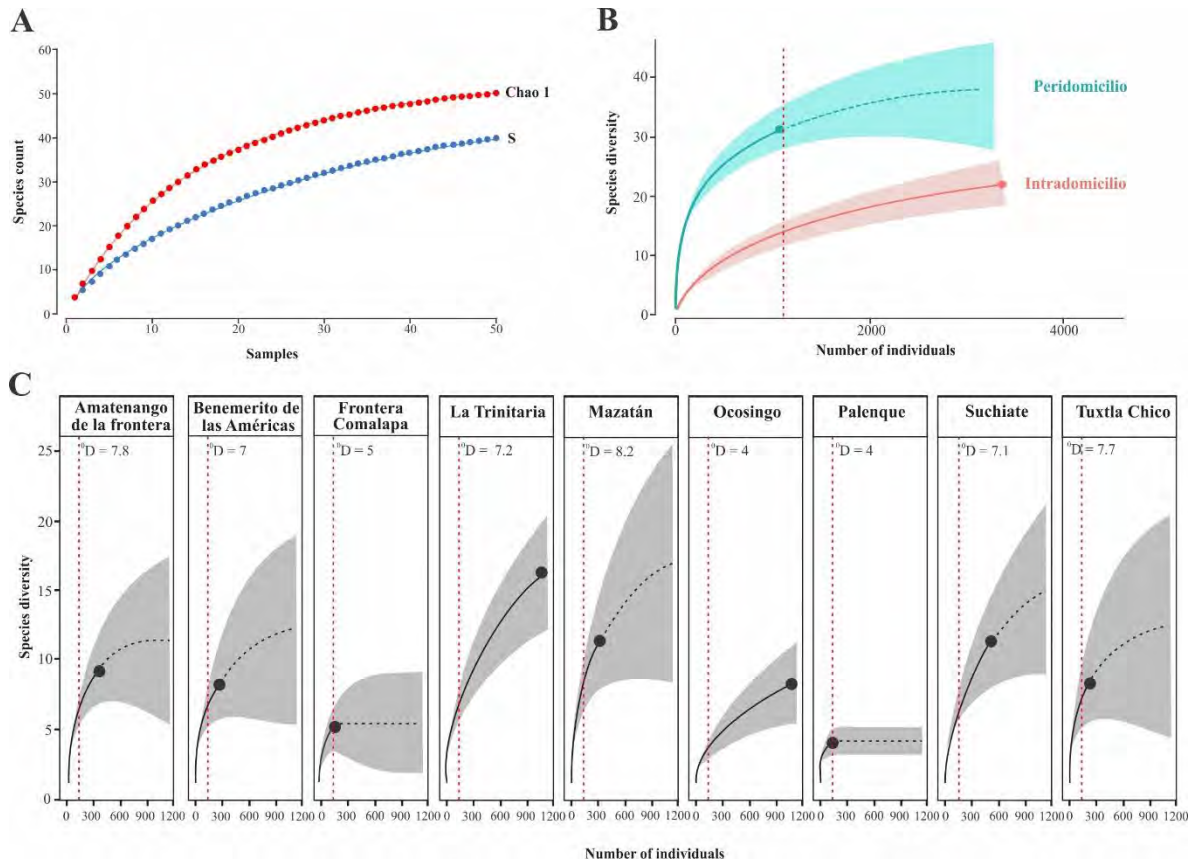


Figura 4. A) Evaluación del esfuerzo de muestreo con el estimador no paramétrico Chao₁ B) Curvas de acumulación de especies basados en individuos por tipo de colecta y C) por municipio.

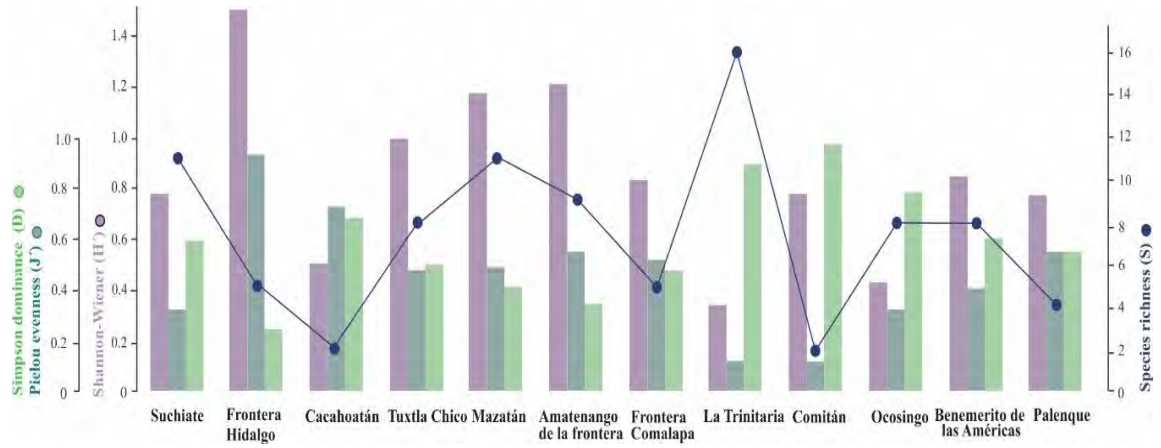


Figura 5. Diversidad estimada de la comunidad de mosquitos en los diferentes municipios fronterizos en el Estado de Chiapas.

6. CONCLUSIONES GENERALES

El conocimiento sobre la abundancia, diversidad y distribución de los mosquitos (Diptera: Culicidae) es importante por todos los problemas en salud pública que ocasionan. Si no se conocen las especies que están presente y su comportamiento las acciones de control que realicen fracasarán.

Este trabajo es una muestra de los principales mosquitos intradomiciliario y peridomiciliario de la franja fronteriza, donde se colectaron vectores de diferentes arbovirus tales como dengue, chikungunya, zika, mayaro, Usutu, Ilheus, Fiebre Amarilla, encefalitis equina venezolana, encefalitis de San Louis, etc.

Se actualizó la lista de mosquitos de la Comarca Lagunera, y del Estado de Durango.