



DENGUE, ZIKA Y CHIKUNGUNYA:

ARBOVIRUS TRANSMITIDOS POR MOSQUITOS *Aedes* SP. CON IMPORTANCIA PARA LA SALUD PÚBLICA EN MÉXICO

CLAUDIA FERNANDA CARRILLO-CHAN¹, ANTONIO RIVERO-JUÁREZ², HENRY PUERTA-GUARDO^{3,4}, PABLO MANRIQUE-SAIDE⁴, MARCO ANTONIO TORRES-CASTRO^{1*}



¹Laboratorio de Zoonosis y otras Enfermedades Transmitidas por Vector, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México.

²Grupo de Virología Clínica y Zoonosis, Unidad de Enfermedades Infecciosas, Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba, Hospital Reina Sofía, Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

³Laboratorio de Virología, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México.

⁴Unidad Colaborativa para Bioensayos Entomológicos, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México

*antonio.torres@correo.uady.mx



Figura 1: Mosquito hembra *Aedes aegypti*. Imagen de libre acceso (<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=26049>). Crédito: Lauren Bishop

RESUMEN

En el presente artículo se exponen las principales características de los Arbovirus (Dengue, Zika y Chikungunya) más importantes a nivel mundial debido a que han generado brotes y epidemias. Estos virus tienen una amplia distribución en varios países de América, incluyendo México, donde son transmitidos en zonas urbanizadas y rurales por mosquitos *Aedes* sp. que se distribuyen principalmente en áreas con climas tropicales y subtropicales.

ABSTRACT

This article presents several characteristics of the most important Arboviruses (dengue, Zika, and chikungunya) worldwide because they have generated outbreaks and epidemics. These viruses have a wide distribution in several countries in America, including Mexico, where they are transmitted in urbanized and rural areas by *Aedes* sp mosquitoes, which are mainly distributed in regions with tropical and subtropical climates.



Palabras clave: Arbovirus, enfermedades transmitidas por mosquitos, salud pública, vectores biológicos, virus.

Key words: Arboviruses, biological vectors, mosquito-borne diseases, public health, viruses.

INTRODUCCIÓN

Los Arbovirus (abreviación del inglés ‘*arthropod-borne viruses*’, es decir, ‘virus transmitidos por artrópodos’) son un grupo de virus que causan enfermedades, conocidas como arbovirosis, en humanos y animales domésticos y silvestres. Estos virus se transmiten por picaduras de artrópodos hematófagos como mosquitos, garrapatas y flebotomos (Young, 2018), aunque para el Virus Zika (ZIKV), también ha sido reportada la transmisión vía sexual de persona a persona (Moreira *et al.*, 2017). En los últimos años, la importancia de este grupo de virus se debe a epidemias que han llevado a declaraciones de emergencia para la salud pública y alertas epidemiológicas a nivel internacional, incluyendo las Américas y México (Betancourt-Cravioto y Falcón-Lezama, 2020).

Existen aproximadamente 600 Arbovirus distribuidos en cinco familias (*Flaviviridae*, *Togaviridae*, *Reoviridae*, *Peribunyaviridae* y *Rhabdoviridae*) y cinco géneros (*Flavivirus*, *Alphavirus*, *Orbivirus*, *Orthobunyavirus* y *Vesiculovirus*) virales (Young, 2018; Viglietta *et al.*, 2021). De todos ellos, alrededor de 150 han sido identificados como causantes de arbovirosis en humanos y 50 en animales (Madewell, 2020).

El 5 de diciembre del 2023, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) emitieron una alerta epidemiológica contra el Virus Dengue (DENV) en las Américas por 1) la alta actividad del virus en la subregión del Istmo Centroamericano (formado por Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) y México, 2) el inicio de la temporada de mayor circulación del virus en el hemisferio sur del continente, y 3) la identificación de serotipos, principalmente DENV-3, que no circularon en años anteriores en algunas áreas (OPS, OMS, 2023). El 16 de febrero de ese mismo año, ambas organizaciones reiteraron la alerta sanitaria para reforzar las acciones de control del mosquito *Aedes aegypti* (principal vector) (Fig. 1) y continuar con la vigilancia, el diagnóstico y tratamiento de los pacientes, considerando el incremento de los casos en las primeras semanas del 2024 en casi todos los países afectados (OPS, OMS, 2024).

El objetivo es describir los aspectos y características generales, como son los vectores biológicos y sus medidas de control, el ciclo de transmisión y su importancia para la salud pública, de los principales Arbovirus, DENV, ZIKV y Virus Chikungunya (CHIKV), transmitidos por mosquitos *Aedes sp.* en México.

PRINCIPALES ARBOVIRUS TRANSMITIDOS POR MOSQUITOS *Aedes sp.*

Los Arbovirus con la distribución más extensa en el mundo son DENV, ZIKV y CHIKV. La mayor cantidad de casos se reportan en habitantes de zonas tropicales y subtropicales de países de América, Asia y África, donde su circulación es endémica porque las condiciones ecológicas, ambientales y sociodemográficas favorecen la proliferación de los mosquitos vectores y la transmisión de los virus durante todo el año (Madewell, 2020; Segura *et al.*, 2021; Manrique-Saide, 2023). Además de los vectores biológicos, estos virus comparten otros elementos de su epidemiología como las vías (vectorial) y los mecanismos de transmisión (picadura) (Segura *et al.*, 2021), y su capacidad de generar casos sin síntomas evidentes y coinfecciones en habitantes de lugares endémicos (Eligio-García *et al.*, 2020).

En las personas afectadas, las infecciones con estos Arbovirus provocan, en casi todos los casos, dolor muscular, fiebre y malestar general (Guerbois *et al.*, 2016; Torres-Castro y Puerto, 2016; Ananth *et al.*, 2020). Sin embargo, los casos complicados pueden ser letales como el dengue hemorrágico y, algunas veces, chikungunya (Ananth *et al.*, 2020; Madewell, 2020; de Souza *et al.*, 2024).

Virus Dengue, ZIKV y CHIKV han ocasionado brotes y epidemias en varias partes de México (Guerbois *et al.*, 2016; Lubinda *et al.*, 2019; Manrique-Saide, 2023), por lo que son reconocidos por causar las tres enfermedades transmitidas por vector (ETV) con la distribución más amplia y el mayor número de casos registrados cada año (Lubinda *et al.*, 2019; Torres-Castro *et al.*, 2020; Manrique-Saide, 2023), sobre todo, en áreas urbanas en estados del sur y sureste donde zonas con una transmisión alta y prolongada de estos virus han sido identificadas como *hotspots* (“puntos calientes”) (Dzul-Manzanilla *et al.*, 2021). Las enfermedades se conocen coloquialmente como fiebre por dengue (o simplemente dengue), zika o chikungunya, respectivamente.

En la región tropical de México, que incluye la península de Yucatán, ocurren cambios en el entorno por acción del humano que han generado la fragmentación del hábitat natural, junto con un aumento del riesgo para la transmisión de distintas ETV (Canché-Pool *et al.*, 2022), incluidos estas arbovirosis. De igual manera, muchos aspectos sociodemográficos, como la pobreza, hacinamiento y las malas medidas y prácticas de higiene comunitaria de algunas zonas urbanas han ayudado al aumento de las poblaciones de mosquitos *Aedes sp.*, lo que ha propiciado mayores tasas de contagio en habitantes de la región (Manrique-Saide, 2023).

Para el caso de dengue, en el 2020, la OPS notificó 2,331,840 casos en América, de los cuales 120,639 se reportaron en México que en ese año fue declarado como uno de los países con el mayor número de casos, solo por debajo de Brasil y Paraguay, y donde se identificó la circulación conjunta de los cuatro serotipos de DENV (DENV-1, -2, -3 y -4) (Dzul-Manzanilla *et al.*, 2021; OPS, 2024). En el 2023, se identificó en México un brote de dengue con altas tasas de incidencia (448.47 casos/100 mil habitantes) que ocasionó más de 50,000 casos en el país, de los cuales más del 50% (30,624 casos) ocurrieron en Veracruz (10,480 casos), Yucatán (10,460 casos), Quintana Roo (5,163 casos), Tabasco (2,589 casos) y Campeche (1,932 casos). En este brote también se detectó la circulación de los cuatro serotipos de DENV, así como un aumento en las infecciones severas con tasa de letalidad del 0.79% (SSA, 2024a).

Por otro lado, desde que el primer caso autóctono, es decir, caso de origen local, de chikungunya fue reportado en diciembre del 2013 en América, específicamente en las islas de San Martín, este virus se extendió rápidamente por la mayor parte de la región (Vargas *et al.*, 2018) con casi 3.7 millones de casos confirmados en 50 países y territorios del continente, incluidos Norteamérica y México (de Souza *et al.*, 2024). En este sentido, en el 2020, fueron notificados 103,046 casos de CHIKV en América (OPS, 2024). Particularmente en Norteamérica, se reportaron 12,172 casos, y en México 12,304 casos, principalmente en Yucatán, Quintana Roo, Coahuila, Durango, Morelos, Nayarit y Oaxaca (Cortes-Escamilla *et al.*, 2018; Red CELAC, 2020; de Souza *et al.*, 2024).

Actualmente, se ha identificado la presencia de anticuerpos IgG contra CHIKV en adultos y niños de México, con una tasa estimada de infecciones sintomáticas del 51%, por lo que se concluye que la fiebre por chikungunya sigue presente en el país (Méndez *et al.*, 2017).

Por su parte, ZIKV se identificó por primera vez en 1947 en el bosque de Zika (Uganda, África). Se descubrió accidentalmente en un mono *Rhesus* sp. en un estudio sobre fiebre amarilla (Dick *et al.*, 1952; Torres-Castro y Puerto, 2016). Antes de llegar a América, este virus causó epidemias en las islas de Micronesia, seguidas de distintas islas del Pacífico, incluyendo las Polinesias Francesas, Nueva Caledonia, Islas Cook, Tahití e Isla de Pascua (Faria *et al.*, 2016).

El ZIKV impactó a América en 2015, con un primer caso de transmisión autóctona identificado a finales de 2014 en Chile (Isla de Pascua) (PAHO, 2015; Faria *et al.*, 2016), seguido de un aumento considerable de casos que inició en Brasil (2015) y se extendió por todo el continente, donde impactó significativamente en

mujeres embarazadas (causando daños importantes en recién nacidos) y adultos mayores (Zhang *et al.*, 2017). En el 2020, 17 países de América notificaron un total de 22,978 casos de ZIKV, de los cuales 2,749 fueron confirmados por laboratorio (OPS, 2024). En México, en el 2021, se notificaron 35 casos en Morelos y Sinaloa (SSA, 2022), desde entonces los reportes de casos han disminuido, por lo que, en 2023 se registraron 29 casos en Guerrero, Morelos y Quintana Roo, y hasta principios de marzo de 2024, no había reportes (SSA, 2024b). En Yucatán, se han identificado casos en mujeres embarazadas (Romer *et al.*, 2019), así como defectos en recién nacidos de madres que contrajeron el virus durante el embarazo (Contreras-Capetillo *et al.*, 2018).

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES ARBOVIRUS CON IMPORTANCIA PARA LA SALUD PÚBLICA. CICLO DE TRANSMISIÓN

El ciclo de transmisión de estos Arbovirus comienza cuando 1) el mosquito hembra se infecta con algún virus cuando consume sangre de un hospedero vertebrado infectado, en el momento preciso en que el virus está en su sistema circulatorio (fase aguda virémica o febril). 2) El virus ingresa al organismo del mosquito e inicia el periodo extrínseco de la transmisión donde primero afecta el intestino medio y el aparato digestivo de donde sale a la hemolinfa y 3) se propaga hacia otros tejidos y órganos, incluidas las glándulas salivales donde el virus se reproduce en un proceso conocido como amplificación o replicación que es cuando el mosquito no puede transmitir el virus a otro hospedero. Después de la amplificación, el virus es transmitido hacia un nuevo hospedero por la misma vía (vectorial) y mecanismo (picadura con saliva), iniciando nuevamente el ciclo (Viglietta *et al.*, 2021).

VIRUS DENGUE

El DENV pertenece al serocomplejo dengue, género *Flavivirus* de la familia *Flaviviridae*. Tiene forma esférica (icosaédrica) con un diámetro aproximado de 40 a 60 nanómetros (nm) y está formado por una membrana lipídica, que obtiene de las células del hospedero infectado, en la que se insertan las proteínas de membrana y envoltura (es un virus envuelto) (Fig. 2). Su genoma es de ácido ribonucleico (ARN) de polaridad positiva (+) y cadena o hebra sencilla de aproximadamente 10.7 a 11 kilobases (kb) que contiene las tres proteínas estructurales: cápside (C), membrana (M) (que tiene un precursor de membrana o PrM) y envoltura (E), y siete proteínas no estructurales (NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B y NS5) (Velandina y Castellanos, 2011; Roy y Bhattacharjee, 2021).

Tradicionalmente, existen cuatro serotipos denominados DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4 que están basados en sus propiedades antigénicas (Quintero-Gil *et al.*, 2010) y han sido identificados alrededor del mundo (Roy y Bhattacharjee, 2021). Estos serotipos generan en la persona afectada una respuesta inmune contra únicamente el serotipo infeccioso, por lo que no existe protección inmunológica cruzada (Laredo-Tiscareño *et al.*, 2012). Todos los serotipos de DENV son infecciosos para las personas; la infección puede ser desde asintomática hasta ocasionar cuadros severos o graves que acaban en la muerte del paciente por hemorragias y shock (Roy y Bhattacharjee, 2021).

El DENV es el Arbovirus más distribuido, prevalente y de rápida propagación del mundo. Se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales de aproximadamente 128 países, siendo endémico en más de 100 países de África, América y el Mediterráneo Oriental; por lo que se estima que 3.6 billones de personas están en riesgo de infectarse con DENV, donde ocasionará más de 400 millones de infecciones por año con 500,000 casos hemorrágicos graves y 22,000 muertes (Madewell, 2020; Roy y Bhattacharjee, 2021). En México, los primeros casos se identificaron en 1828 en Veracruz. Años más tarde, se creyó que se había erradicado, pero en 1967 se presentaron casos nuevos por la emergencia del mosquito vector (Arredondo-García *et al.*, 2016).

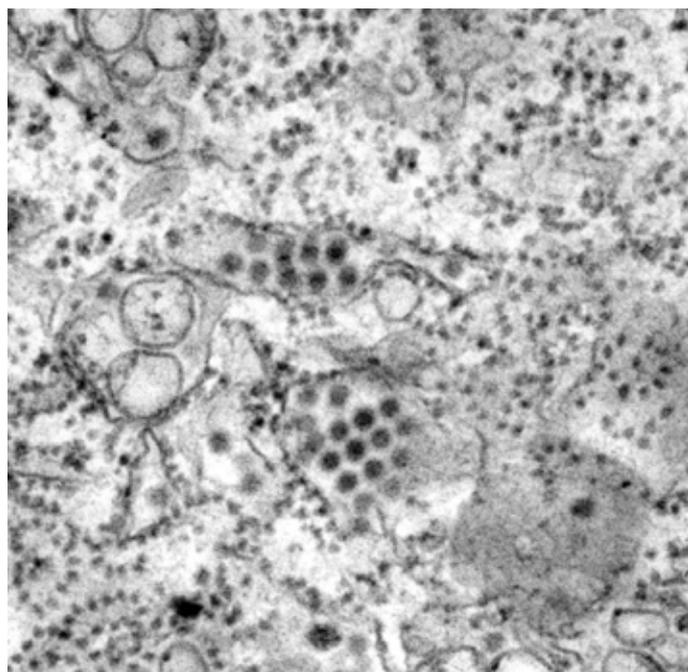


Figura 2: Imagen de microscopía electrónica de transmisión que muestra varias partículas redondas del DENV en esta muestra de tejido infectado. Imagen de libre acceso (<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=12493>). Créditos: CDC/ Frederick Murphy

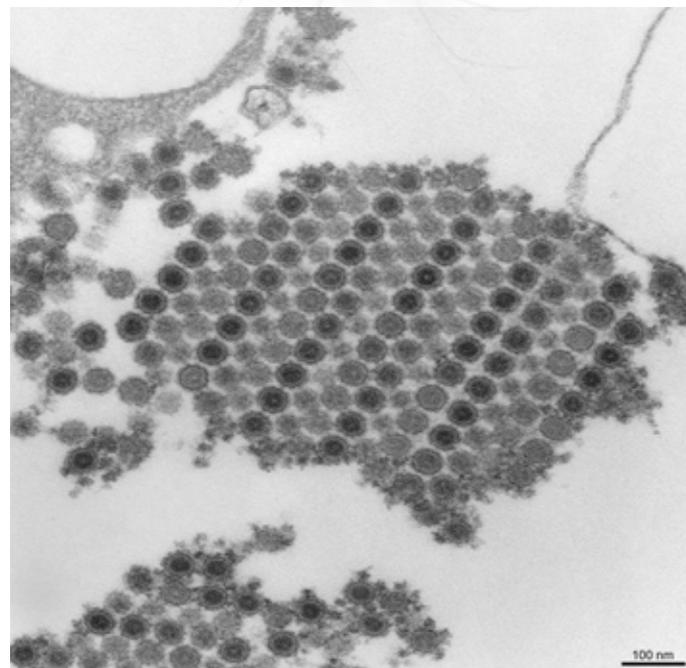


Figura 3: Imagen de microscopio electrónico de transmisión que muestra numerosas partículas del CHIKV compuestas por un núcleo denso central rodeado por una envoltura. Imagen de libre acceso (<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=17369>). Créditos: CDC/ Cynthia Goldsmith, James A. Comer y Barbara Johnson

VIRUS CHIKUNGUNYA

El CHIKV pertenece al complejo antigénico del virus del bosque Semliki del género *Alphavirus*, grupo del Viejo Mundo, de la familia *Togaviridae*. Tiene un tamaño de genoma de 11.8 kb, es ARN de polaridad + que codifica para tres proteínas estructurales (C, E1 y E2) y cuatro proteínas no estructurales (nsP1-4). Mide de 60 a 70 nm de diámetro, tiene forma de ostra (icosaédrico) y posee dos glicoproteínas (E1 y E2) (Caglioti *et al.*, 2013), además de una bicapa lipídica (es virus envuelto) derivada de la membrana plasmática de la célula infectada del hospedero (Fig. 3) (Cervantes-Acosta y Sanjuán-Vergara, 2016). El CHIKV es sensible a la desecación y a las temperaturas mayores de 58° C (Madariaga *et al.*, 2016).

Este virus tiene un único serotipo, aunque existen variaciones, identificadas con herramientas moleculares y bioinformáticas, que se han dividido en tres genotipos o linajes virales nombrados según su origen geográfico: 1. El del oeste de África; 2. El del este/centro/sur africano (ECSA), y 3. Los genotipos epidémicos asiáticos (Restrepo-Jaramillo, 2014; Madariaga *et al.*, 2016).

El CHIKV es un virus artrítogénico (produce dolor en las articulaciones y músculos en las personas afectadas) que fue aislado por primera vez en Tailandia en 1958, aunque el primer brote fue en la República de Tanganica (hoy Tanzania) en 1953, que se caracterizó por dolores articulares incapacitantes y fiebre elevada, por lo que se le denominó en la lengua local Kimakonde: "*Chexinkonguya*"

que significa “hombre encorvado o retorcido”. A finales del 2013, se registraron los primeros casos y brotes en el continente americano, específicamente en la Isla de San Martín y rápidamente se estableció en la región del Caribe, Centroamérica y Sudamérica. En Norteamérica, la transmisión del CHIKV únicamente se ha reportado en Florida, EUA (Vu *et al.*, 2017). Actualmente, se distribuye en las regiones tropicales y subtropicales de más de 60 países de Asia, África, Europa y América (Calvo *et al.*, 2021), incluido México (Torres-Castro *et al.*, 2020). En México, el primer caso de CHIKV se descubrió a finales del 2014 en el estado de Chiapas (SSA, 2015).

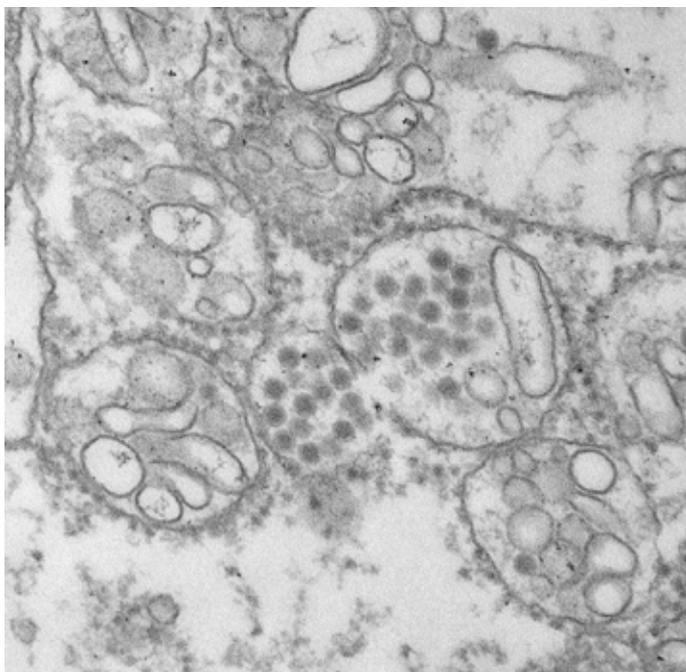


Figura 4: Imagen de microscopio electrónico que muestra numerosas partículas del ZIKV. Imagen de libre acceso (<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=26103>). Crédito: CDC/ Cynthia Goldsmith, Rosecelis Brasil Martines

VIRUS ZIKA

El ZIKV pertenece al género *Flavivirus* de la familia *Flaviviridae*. Es un virus neurotrópico envuelto con un tamaño de genoma de 10.794 kb que comprende una molécula de ARN monocatenario (cadena sencilla) de polaridad + con dos regiones no codificantes (3' y 5' NCR) y un marco largo de lectura abierto que codifica para una poliproteína, conocida como 59-C-prM-E-NS1-NS2A-NS2BNS3-NS4A-NS4BNS5-3', además de tres proteínas estructurales (C, E y prM) y siete proteínas no estructurales (NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B y NS5) (Kazmi *et al.*, 2020).

ZIKV tiene forma esférica con un diámetro aproximado de 40 nm (Fig. 4). Hasta el momento, por medio de análisis filogenéticos, se han identificado tres linajes, dos de origen africano y uno de Asia que está presente en distintas regiones del mundo, incluido el continente

americano (Kazmi *et al.*, 2020). El ZIKV es inactivado por el permanganato de potasio, el éter y temperaturas mayores a 60° C, pero no es neutralizado con eficacia en etanol al 10% (Sánchez-González *et al.*, 2016).

Aunque se aisló por primera vez en 1947 en Uganda, África, fue hasta 1954 cuando se reportaron los tres primeros casos de infección en habitantes de Nigeria. En este mismo país, se logró aislar el virus en 1968. A partir de entonces, se registraron pocos casos en habitantes de África y Asia. En junio de 2007 se descubrieron los primeros casos fuera de estos continentes, en la isla de Yap, Estados Federados de Micronesia, ubicada en el Océano Pacífico. En febrero - mayo de 2015 llegó a América, específicamente a Brasil, desde donde se ha distribuido en 31 países como Barbados, Bolivia, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guadalupe, Guatemala, Guyana, Guayana Francesa, Haití, Honduras, Martinica, Panamá, Paraguay, Puerto Rico, la isla de San Martín, Surinam y Venezuela, entre otros. En México, existe evidencia de la circulación del ZIKV desde principios del 2015 (Díaz-Quñonez *et al.*, 2016), aunque el primer caso confirmado por laboratorio fue hasta octubre de ese mismo año (Sánchez-González *et al.*, 2016).

Una de las características más importantes del ZIKV es que, además de la vía vectorial de transmisión, también se ha reportado contagio por prácticas sexuales sin protección, transfusiones sanguíneas y la vía vertical, es decir, de la madre infectada al feto que tiene graves consecuencias para el bebé (Sharma *et al.*, 2020).

VECTORES BIOLÓGICOS, LOS MOSQUITOS *Aedes* SP.

Se conoce como vector biológico a aquel organismo vivo capaz de transmitir o propagar microorganismos (virus, parásitos, bacterias y hongos) que ocasionan enfermedades en los hospederos susceptibles, incluyendo humanos y animales (OMS, 2024). Los más relevantes para los Arbovirus son los mosquitos *Aedes* sp., debido a varias características como la elevada cantidad de virus que pueden transmitir, su extensa distribución, riqueza (número de especies) y abundancia, y porque toleran tanto ambientes modificados por el humano, como ambientes naturales o conservados, entre otras características de adaptación (Espinoza-Gómez *et al.*, 2013).

El género *Aedes* (clase Insecta, orden Diptera, familia Culicidae y subfamilia Culicinae) es el de mayor interés para la salud pública (OMS, 2024). Dentro del género, las especies *Ae. aegypti* (conocido como “mosquito de la fiebre amarilla” o “mosquito del dengue”) y *Ae. albopictus* (conocido como “mosquito tigre asiático”) son las más importantes. En México, *Ae. aegypti* es el vector principal en la transmisión de DENV, ZIKV y CHIKV a los humanos (Díaz-



González *et al.*, 2015; Flores-Suarez *et al.*, 2016; Guerbois *et al.*, 2016; Dzul-Manzanilla *et al.*, 2016; Huerta *et al.*, 2017; Zardini *et al.*, 2024). Para *Ae. albopictus* la evidencia que apoya su papel en la transmisión es poca (García-Luna *et al.*, 2018; Huerta *et al.*, 2017), aunque se ha encontrado infectado naturalmente con DENV y ZIKV (Ibáñez-Bernal *et al.*, 1997; Huerta *et al.*, 2017; Correa-Morales *et al.*, 2019; Izquierdo-Suzán *et al.*, 2024). En México, ambos mosquitos están distribuidos en casi todo el territorio y coexisten en muchas áreas (Díaz-González *et al.*, 2015; Huerta *et al.*, 2017; Kuri-Morales *et al.*, 2017; Kirstein *et al.*, 2021; Ortega-Morales *et al.*, 2022; Izquierdo-Suzán *et al.*, 2024).

Otros Arbovirus que pueden transmitir los mosquitos *Aedes* sp. con potencial de generar brotes en México son el virus de la fiebre amarilla (YFV por sus siglas en inglés) (Torres-Castro *et al.*, 2020), el virus Mayaro (MAYV) (García-Rejon *et al.*, 2023) y el virus de la encefalitis equina venezolana (VEEV) (Torres-Castro *et al.*, 2021). Debido a esto, en el país se realiza vigilancia epidemiológica activa en estos mosquitos para evitar el ingreso y la transmisión de estos virus en las zonas más vulnerables (Kirstein *et al.*, 2021).

CONTROL DE MOSQUITOS VECTORES

En el sureste de México, mosquitos adultos de *Ae. aegypti* han sido capturados en barrios y fraccionamientos ubicados en áreas urbanas y suburbanas de la ciudad de Mérida y sus alrededores, así como en zonas costeras de Chiapas (ej. Mazatán) y Veracruz (ej. Coatzacoalcos) (Contreras-Perera *et al.*, 2019; González-Olvera *et al.*, 2021; Navarrete-Carballo *et al.*, 2022). No obstante, el comportamiento de estos mosquitos depende de la especie; por ejemplo, *Ae. aegypti* prefiere descansar dentro de las casas, mientras que, *Ae. albopictus* prefiere descansar fuera de ellas (González-Olvera *et al.*, 2021). Este mosquito, para reproducirse, prefiere lugares con vegetación secundaria (hierba y arbustos) y desechos inorgánicos (Contreras-Perera *et al.*, 2019).

La estrecha asociación de *Ae. aegypti* con los humanos facilita su reproducción en los entornos que comparten (Morrison *et al.*, 2008; Scott y Takken, 2012). La hembra de *Ae. aegypti* tiene un comportamiento de "oviposición saltada"; es decir, no pone todos sus huevos en un solo lugar, sino que pone lotes de huevos en múltiples contenedores (Harrington y Edman, 2001). Las formas inmaduras (huevos, larvas y pupas) de los mosquitos se desarrollan en recipientes artificiales con agua, dentro y alrededor de las viviendas. Las hembras adultas son altamente antropofílicas, endófilas y endófagas. Pican durante el día y se alimentan sobre todo de sangre humana (Scott y Takken, 2012).

El control de *Aedes* (en su mayoría enfocado a *Ae. aegypti*) es clave para prevenir y controlar el dengue, chikungunya y

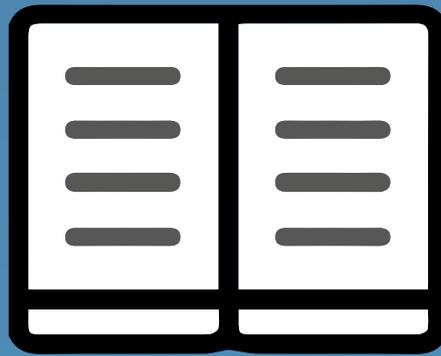
Zika, ante la falta de tratamientos y vacunas de alta eficacia y acceso universal. El control se basa en varios métodos como 1) la aplicación de larvicidas, 2) el manejo ambiental comunitario para la reducción de criaderos y 3) la fumigación espacial (desde la calle) o aplicación residual de adulticidas. El conocimiento del vector y el uso de métodos de manera preventiva, oportuna y en sinergia son pilares para el éxito del control vectorial (Perich *et al.*, 2000; Dzul-Manzanilla *et al.*, 2017).

Cuando se aplican medidas para el control de mosquitos hay que identificar los criaderos más productivos ("criaderos clave") para realizar el control enfocado, orientado y adecuado de estos y tener un mayor impacto, no sólo en poblaciones de individuos inmaduros (larvas y pupas), sino también en poblaciones de mosquitos hembra adultas, y así reducir su abundancia y el riesgo de picadura a las personas (OMS, 2011). Por ejemplo, se ha identificado que en Yucatán el control enfocado sobre "botes y cubetas" puede reducir >50% las poblaciones de pupas de *Ae. aegypti* (Manrique-Saide *et al.*, 2008; Barrera-Pérez *et al.*, 2015). Asimismo, para la aplicación eficaz de adulticidas, debe considerarse el comportamiento de los mosquitos, particularmente de descanso, dispersión en vuelo y patrones de alimentación, en el contexto del entorno local (Roiz *et al.*, 2018; Ritchie *et al.*, 2021). Recientemente, se ha propuesto complementar las acciones de control de mosquitos adultos con el rociado residual intradomiciliario (TIRS = *Targeted Indoor Residual Spraying*) porque dentro de las viviendas, *Ae. aegypti* descansa en áreas oscuras y sombreadas, sobre objetos de menos de 1.5 m de altura como armarios, camas, mesas y muebles que son atractivos para machos y hembras (Perich *et al.*, 2000; Dzul-Manzanilla *et al.*, 2017).

Finalmente, la vigilancia de *Ae. albopictus* en México (y en América Latina) ha sido insignificante en comparación con lo que se hace con *Ae. aegypti*; por lo tanto, que queda mucho por conocer de esta especie.

CONCLUSIONES

Desde su aparición en México, DENV, ZIKV y CHIKV han representado importantes problemas de salud pública, principalmente en los habitantes de estados del sureste. Estos virus ocasionan el mayor número de reportes de casos de ETV en el país. Sus vectores son mosquitos del género *Aedes*, sobre todo *Ae. aegypti* y de manera secundaria *Ae. albopictus*, por lo que se necesita más investigación en esta especie. Ambos mosquitos circulan en grandes áreas de México. Con la carencia de medidas de profilaxis (ej. vacunas) y/o terapéutico (ej. drogas antivirales) es importante conocer las características de los mosquitos para generar y aplicar medidas de prevención y control de las enfermedades que ocasionan; sin embargo, la mayor parte de las medidas están orientadas al control de *Ae. aegypti*.



LITERATURA CITADA

- Ananth, S., Shrestha, N., Treviño, C. J.A., Nguyen, U.S., Haque, U., Angulo-Molina, A., Lopez-Lemus, U.A., Lubinda, J., Sharif, R.M., Zaki, R.A., Sánchez-Casas, R.M., Cervantes, D., Nandy, R. 2020. Clinical symptoms of Arboviruses in Mexico. *Pathogens*. 9(11):964. <https://doi.org/10.3390/pathogens9110964>
- Arredondo-García, J.L., Méndez-Herrera, A., Medina-Cortina, H. 2016. Arbovirus en Latinoamérica. *Acta Pediátrica de México*. 37(2):111–131. <https://www.scielo.org.mx/pdf/apm/v37n2/2395-8235-apm-37-02-00111.pdf>
- Barrera-Pérez, M., Pavía-Ruz, N., Mendoza-Mézquita, J.E., Torres-Arcila, N., Hernández-Hernández, R., Castro-Gamboa, F., Geded-Moreno, E., Cohuo-Rodríguez, A., Medina-Barreiro, A., Koyoc-Cardena, E., Gómez-Dantés, H., Kroeger, A., Vázquez-Prokopec, G., Manrique-Saide, P. 2015. Control de criaderos de *Aedes aegypti* con el programa Recicla por tu Bienestar en Mérida Yucatán México. *Salud Pública de México*. 57(3):201-210. <https://doi.org/10.21149/spm.v57i3.7556>
- Betancourt-Cravioto, M., Falcón-Lezama, J.A. 2020. Arbovirus y salud pública. *Ciencia* 71(1):8–15. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/71_1/PDF/04_71_1_1202_Arbovirus.pdf
- Caglioti, C., Lalle, E., Castilletti, C., Carletti, F., Capobianchi, M.R., Bordi, L. 2013. Chikungunya virus infection: an overview. *New Microbiologica*. 36(3):211–227. https://www.newmicrobiologica.org/PUB/allegati_pdf/2013/3/211.pdf
- Calvo, E.P., Archila, E.D., López, L., Castellanos, J.E. 2021. Rediscovering the Chikungunya virus. *Biomedica*. 41(2):353–373. <https://doi.org/10.7705/biomedica.5797>
- Canché-Pool, E.B., Panti-May, J.A., Ruiz-Piña, H.A., Torres-Castro, M., Escobedo-Ortegón, F.J., Tamay-Segovia, P., Blum-Domínguez, S., Torres-Castro, J.R., Reyes-Novelo, E. 2022. Cutaneous leishmaniasis emergence in southeastern Mexico: the case of the state of Yucatan. *Tropical Medicine and Infectious Disease*. 7(12):444. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed7120444>
- Cervantes-Acosta, G., Sanjuán-Vergara, H. 2016. Virus chikungunya: Características virales y evolución genética. *Revista Salud Uninorte*. 32(2):292–301. <https://doi.org/10.14482/sun.32.2.8834>
- Cortes-Escamilla, A., López-Gatell, H., Sánchez-Alemán, M.Á., Hegevisch-Taylor, J., Hernández-Ávila, M., Alpuche-Aranda, C.M. 2018. The hidden burden of Chikungunya in central Mexico: results of a small-scale serosurvey. *Salud Pública de México*. 60(1):63–70. <https://doi.org/10.21149/9149>
- Contreras-Capetillo, S.N., Valadéz-González, N., Manrique-Saide, P., Carcaño-Castillo, R.E., Pacheco-Tugores, F., Barrera-Pérez, H.A.M., Pinto-Escalante, D., Lliteras-Cardín, M., Hoil-Parra, J.A., Cáceres-Solís, J.L., Pavía-Ruz, N. 2018. Birth defects associated with congenital Zika Virus infection in Mexico. *Clinical Pediatrics*. 57(8):927–936. <https://doi.org/10.1177/0009922817738341>
- Contreras-Perera, Y.J., Briceño-Mendez, M., Flores-Suárez, A.E., Manrique-Saide, P., Palacio-Vargas, J.A., Huerta-Jimenez, H., Martin-Park, A. 2019. New record of *Aedes albopictus* in a suburban area of Merida, Yucatan, Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 35(3):210–213. <https://doi.org/10.2987/18-6797.1>
- Correa-Morales, F., González-Acosta, C., Mejía-Zúñiga, D., Huerta, H., Pérez-Rentería, C., Vazquez-Pichardo, M., Ortega-Morales, A.I., Hernández-Triana, L.M., Salazar-Bueyes, V.M., Moreno-García, M. 2019. Surveillance for Zika in Mexico: naturally infected mosquitoes in urban and semi-urban areas. *Pathogens and Global Health*. 113(7):309–314. <https://doi.org/10.1080/20477724.2019.1706291>
- de Souza, W.M., Ribeiro, G.S., de Lima, S.T.S., de Jesus, R., Moreira, F.R.R., Whittaker, C., Sallum, M.A.M., Carrington, C.V.F., Sabino, E.C., Kitron, U., Faria, N.R., Weaver, S.C. 2024. Chikungunya: a decade of burden in the Americas. *The Lancet Regional Health – Americas*. 30:100673. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2023.100673>
- 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-Quirón, J.A., López-Martínez, I., Torres-Longoria, B., Vázquez-Pichardo, M., Cruz-Ramírez, E., Ramírez-González, J.E., Ruiz-Matus, C., Kuri-Morales, P. 2016. Evidence of the presence of the Zika virus in Mexico since early 2015. *Virus Genes*. 52(6):855–857. <https://doi.org/10.1007/s11262-016-1384-0>
- Dick, G.W., 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)
- Dzul-Manzanilla, F., Martínez, N.E., Cruz-Nolasco, M., Gutiérrez-Castro, C., López-Damián, L., Ibarra-López, J., Martini-Jaimes, A., Bibiano-Marín, W., Tornez-Benitez, C.,

- Vazquez-Prokopec, G.M., Manrique-Saide, P. 2016. Evidence of vertical transmission and co-circulation of chikungunya and dengue viruses in field populations of *Aedes aegypti* (L.) from Guerrero, Mexico. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 110(2):141–144. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trv106>
- Dzul-Manzanilla, F., Ibarra-López, J., Bibiano-Marín, W., Martini-Jaimes, A., Leyva, J.T., Correa-Morales, F., Huerta, H., Manrique-Saide, P., Vazquez-Prokopec, G.M. 2017. Indoor resting behavior of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Acapulco, Mexico. *Journal of Medical Entomology*. 54(2):501–504. <https://doi.org/10.1093/jme/tjw203>
- Dzul-Manzanilla, F., Correa-Morales, F., Che-Mendoza, A., Palacio-Vargas, J., Sánchez-Tejeda, G., González-Roldán, J.F., López-Gatell, H., Flores-Suárez, A.E., Gómez-Dantes, H., Coelho, G.E., da Silva-Bezerra, H.S., Pavia-Ruz, N., Lenhart, A., Manrique-Saide, P., Vazquez-Prokopec, G.M. 2021. Identifying urban hotspots of dengue, chikungunya, and Zika transmission in Mexico to support risk stratification efforts: a spatial analysis. *The Lancet Planetary Health*. 5(5):e277–e285. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00030-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00030-9)
- Eligio-García, L., Crisóstomo-Vázquez, M.D.P., Caballero-García, M.L., Soria-Guerrero, M., Méndez-Galván, J.F., López-Cancino, S.A., Jiménez-Cardoso, E. 2020. Co-infection of Dengue, Zika and Chikungunya in a group of pregnant women from Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: Preliminary data. 2019. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 14(12):e0008880. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008880>
- Espinoza-Gómez, F., Arredondo-Jiménez, J.I., Maldonado-Rodríguez, A., Pérez-Rentería, C., Newton-Sánchez, Ó.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. <https://doi.org/10.7550/rmb.27184>
- Faria, N.R., Azevedo, R.D.S.D.S., Kraemer, M.U.G., Souza, R., Cunha, M.S., Hill, S.C., Thézé, J., Bonsall, M.B., Bowden, T.A., Rissanen, I., Rocco, I.M., Nogueira, J.S., Maeda, A.Y., Vasami, F.G.D.S., Macedo, F.L.L., Suzuki, A., Rodrigues, S.G., Cruz, A.C.R., Nunes, B.T., Medeiros, D.B.A., Rodrigues, D.S.G., Queiroz, A.L.N., da Silva, E.V.P., Henriques, D.F., da Rosa, E.S.T., de Oliveira, C.S., Martins, L.C., Vasconcelos, H.B., Casseb, L.M.N., Simith, D.B., Messina, J.P., Abade, L., Lourenço, J., Alcantara, L.C.J., de Lima, M.M., Giovanetti, M., Hay, S.I., de Oliveira, R.S., Lemos, P.D.S., de Oliveira, L.F., de Lima, C.P.S., da Silva, S.P., de Vasconcelos, J.M., Franco, L., Cardoso, J.F., Vianez-Júnior, J.L.D.S.G., Mir, D., Bello, G., Delatorre, E., Khan, K., Creatore, M., Coelho, G.E., de Oliveira, W.K., Tesh, R., Pybus, O.G., Nunes, M.R.T., Vasconcelos, P.F.C. 2016. Zika virus in the Americas: Early epidemiological and genetic findings. *Science*. 352(6283):345–349. <https://doi.org/10.1126/science.aaf5036>
- Flores-Suarez, A.E., Ponce-García, G., Lopez-Monroy, B., Villanueva-Segura, O.K., Rodríguez-Sánchez, I.P., Arredondo-Jimenez, J.I., Manrique-Saide, P. 2016. Current status of the insecticide resistance in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Mexico. *Insecticides resistance*. 2016:99-109. <https://doi.org/10.5772/61526>
- García-Luna, S.M., Weger-Lucarelli, J., Rückert, C., Murrieta, R.A., Young, M.C., Byas, A.D., Fauver, J.R., Perera, R., Flores-Suarez, A.E., Ponce-García, G., Rodríguez, A.D., Ebel, G.D., Black, W.C. 4th. 2018. Variation in competence for ZIKV transmission by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Mexico. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 12(7):e0006599. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006599>
- García-Rejón, J.E., Tzuc-Dzul, J.C., Lopez-Carrillo, K.Y., Cigarroa-Tolledo, N., Cetina-Trejo, R.C., Chi-Chim, W.A., Talavera-Aguilar, L.G., Lopez-Apodaca, L.I., Baak-Baak, C.M. 2023. Mosquito fauna in the mangroves of Yucatan, Mexico, and identification of Alphavirus RNA. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 39(2)134–137. <https://doi.org/10.2987/22-7102>
- González-Olvera, G., Morales-Rodríguez, M., Bibiano-Marín, W., Palacio-Vargas, J., Contreras-Perera, Y., Martín-Park, A., Che-Mendoza, A., Torres-Castro, M., Correa-Morales, F., Huerta-Jiménez, H., Mis-Ávila, P., Vazquez-Prokopec, G., Manrique-Saide, P. 2021. Detection of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse) in ovitraps of Mérida city, México. *Biomedica*. 41(1):153–160. <https://doi.org/10.7705/biomedica.5525>
- 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>
- Harrington, L.C., Edman, J.D. 2001. Indirect evidence against delayed “skip-oviposition” behavior by *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand. *Journal of Medical Entomology*. 38(5):641–645. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.5.641>
- Huerta, H., González-Roldán, J.F., Sánchez-Tejeda, G., Correa-Morales, F., Romero-Contreras, F.E., Cárdenas-Flores, R., Rangel-Martínez, M.L., Mata-Rivera, J.M., Siller-Martínez, J.J., Vazquez-Prokopec, G.M., Manrique-Saide, P., Dzul-Manzanilla, F., Vázquez-Pichardo, M., Rosales-Jiménez, C., Torres-Rodríguez, M.L., Núñez-León, A., Torres-Longoria, B., López-Martínez, I., Ruíz-Matus, C., Kuri-Morales, P.A., Díaz-Quinónez, J.A. 2017. Detection of Zika virus in *Aedes* mosquitoes from Mexico. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 111(7):328–331. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trx056>
- Ibáñez-Bernal, S., Briseño, B., Mutebi, J.P., Argot, E., Rodríguez, G., Martínez-Campos, C., Paz, R., de la Fuente-San Román, P., Tapia-Conyer, R., Flisser, A. 1997. First record in America of *Aedes albopictus* naturally infected with dengue virus during the 1995 outbreak at Reynosa, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology*. 11(4):305–309. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1997.tb00413.x>
- Izquierdo-Suzán, M., Zavala-Guerrero, P.B., Mendoza, H., Portela-Salomão, R., Vázquez-Pichardo, M., Von-Thaden, J.J., Medellín, R.A. 2024. Mosquito (Diptera: Culicidae) diversity and arbovirus detection across an urban and agricultural landscape. *Acta Tropica*. 257:107321. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2024.107321>
- Kazmi, S.S., Ali, W., Bibi, N., Nouroz, F. 2020. A review on Zika virus outbreak, epidemiology, transmission and infection dynamics. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*. 27:5. <https://doi.org/10.1186/s40709-020-00115-4>
- Kirstein, O.D., Ayora-Talavera, G., Koyoc-Cardena, E., Chan-Espinoza, D., Che-Mendoza, A., Cohuo-Rodríguez, A., Granja-Pérez, P., Puerta-Guardo, H., Pavia-Ruz, N., Dunbar, M.W., Manrique-Saide, P., Vazquez-Prokopec, G.M. 2021. Natural Arbovirus infection rate and detectability of indoor female *Aedes aegypti* from Mérida, Yucatán, Mexico. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 15(1):e0008972. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008972>
- Kuri-Morales, P., Correa-Morales, F., González-Acosta, C., Sánchez-Tejeda, G., Dávalos-Becerril, E., Juárez-Franco, M.G., Díaz-Quinónez, A., Huerta-Jiménez, H., Mejía-Guevara, M.D., Moreno-García, M., González-Roldán, J.F. 2017. First report of *Stegomyia aegypti* (= *Aedes aegypti*) in Mexico City, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology*. 31(2):240–242. <https://doi.org/10.1111/mve.12225>
- Laredo-Tiscareño, S.V., Guo, X., Bocanegra-García, V. 2012. Virus del dengue: estructura de serotipos y epidemiología molecular. *CienciaUAT*. 6(3):27–33. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942927002>
- Lubinda, J., Treviño, C.J.A., Walsh, M.R., Moore, A.J., Hanafi-Bojd, A.A., Akgun, S., Zhao, B., Barro, A.S., Begum, M.M., Jamal, H., Angulo-Molina, A., Haque, U. 2019. Environmental suitability for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* and the

- spatial distribution of major arboviral infections in Mexico. *Parasite Epidemiology and Control*. 6:e00116. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2019.e00116>
- Madariaga, M., Ticona, E., Resurrecion, C. 2016. Chikungunya: bending over the Americas and the rest of the world. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*. 20(2):91–98. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2015.10.004>
- Madewell, Z.J. 2020. Arboviruses and their vectors. *Southern Medical Journal*. 113(10):520–523. <https://doi.org/10.14423/SMJ.0000000000001152>
- Manrique-Saide, P., Davies, C.R., Coleman, P.G., Rebollar-Tellez, E., Che-Medoza, A., Dzul-Manzanilla, F., Zapata-Peniche, A. 2008. Pupal surveys for *Aedes aegypti* surveillance and potential targeted control in residential areas of Mérida, México. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 24(2):289–298. <https://doi.org/10.2987/5578.1>
- Manrique-Saide, P. 2023. Hacia el abordaje integral de las enfermedades transmitidas por vectores en el sur de México. *Salud Pública de México*. 65(2 mar-abr):109–111. <https://doi.org/10.21149/14706>
- Méndez, N., Baeza-Herrera, L., Ojeda-Baranda, L., Huchim-Lara, O., Gómez-Carro, S. 2017. Perfil clinicoepidemiológico de la infección por Chikungunya en casos hospitalarios atendidos en 2015 en Mérida, México. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 41:e91. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2017.91>
- Moreira, J., Peixoto, T.M., Siquiera, A.M., Lamas, C.C. 2017. Sexually acquired Zika virus: a systematic review. *Clinical Microbiology and Infection*. 23(5):296–305. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2016.12.027>
- Morrison, A.C., Zielinski-Gutierrez, E., Scott, T.W., Rosenberg R. 2008. Defining challenges and proposing solutions for control of the virus vector *Aedes aegypti*. *PLoS Medicine*. 5(3):e68. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050068>
- Navarrete-Carballo, J., Bibiano-Marín, W., Palacio-Vargas, J., Huerta-Jiménez, H., Torres-Castro, M., Arisqueta-Chable, C., Medina-Barreiro, A., Puerta-Guardo, H., Che-Mendoza, A., Martin-Park, A., Manrique-Saide, P. 2022. Mosquito species (Diptera: culicidae) collected after tropical storm cristobal in Merida, Yucatan, South-east Mexico. *International Journal of Tropical Insect Science*. 42(2):2007–2012. <https://doi.org/10.1007/s42690-021-00679-1>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2011. Operational guide for assessing the productivity of *Aedes aegypti* breeding sites. En: <https://tdr.who.int/publications/m/item/2011-10-31-operational-guide-for-assessing-the-productivity-of-aedes-aegypti-breeding-sites> (consultado el 02/03/2024).
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2024. Enfermedades transmitidas por vectores. En: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases> (consultado 26/09/2024).
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2024. Actualización epidemiológica anual para dengue, chikunguña y zika en 2020. En: <https://www3.paho.org/data/index.php/es/temas/indicadores-dengue/boletin-anual-arbovirosis-2020.html#:~:text=La%20incidencia%20regional%20acumulada%20de,fueron%20en%20la%20SE%2019> (consultado 15/02/2024).
- Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Organización Mundial de la Salud (OMS). 2023. Alerta Epidemiológica - Circulación sostenida de dengue en la Región de las Américas - 5 de diciembre del 2023. En: <https://www.paho.org/es/documentos/alerta-epidemiologica-circulacion-sostenida-dengue-region-americas-5-diciembre-2023> (consultado 13/03/2024).
- Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Organización Mundial de la Salud (OMS). 2024. Alerta Epidemiológica - Aumento de casos de dengue en la Región de las Américas - 16 de febrero del 2024. En: <https://www.paho.org/es/documentos/alerta-epidemiologica-aumento-casos-dengue-region-americas-16-febrero-2024> (consultado 13/03/2024).
- Ortega-Morales, A.I., Pérez-Rentería, C., Ordóñez-Álvarez, J., Salazar, J.A., Dzul-Manzanilla, F., Correa-Morales, F., Huerta-Jiménez, H. 2022. Update on the dispersal of *Aedes albopictus* in Mexico: 1988–2021. *Frontiers in Tropical Diseases*. 2(2021):72. <https://doi.org/10.3389/fitd.2021.814205>
- Pan American Health Organization (PAHO). 2015. Timeline – Emergence of the Zika virus in the Americas. En: <https://www.paho.org/en/timeline-emergence-zika-virus-americas> (consultado 06/03/2024).
- Perich, M.J., Davila, G., Turner, A., Garcia, A., Nelson, M. 2000. Behavior of resting *Aedes aegypti* (Culicidae: Diptera) and its relation to ultra-low volume adulticide efficacy in Panama City, Panama. *Journal of Medical Entomology*. 37(4):541–546. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-37.4.541>
- Quintero-Gil, D.C., Osorio-Benítez, J.E., Martínez-Gutiérrez, M. 2010. Competencia vectorial: consideraciones entomológicas y su influencia sobre la epidemiología del Dengue. *latreia*. 23(2):146–156. <http://www.scielo.org.co/pdf/iat/v23n2/v23n2a6.pdf>
- Red CELAC. 2020. Chikungunya. En: <https://portales.sre.gob.mx/redcelac/enfermedades-provocadas-por-virus/9-virus/21-chikungunya> (consultado 19/02/2024).
- Restrepo-Jaramillo, B.N. 2014. Infección por el virus del Chikungunya. *CES Medicina* 28(2):313–323. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/medicina/article/view/3067>
- Ritchie, S.A., Devine, G.J., Vazquez-Prokopec, G.M., Lenhart, A.E., Manrique-Saide, P., Scott, T.W. 2021. Insecticide-based approaches for dengue vector control. En: Constantianus, J.M., Koenraadt, J.S., Willem T (Eds.) *Ecology and Control of Vector-borne Diseases*. Wageningen Academic Publishers. pp. 380–390.
- Roiz, D., Wilson, A.L., Scott, T.W., Fonseca, D.M., Jourdain, F., Müller, P., Velayudhan, R., Corbel V. 2018. Integrated *Aedes* management for the control of *Aedes*-borne diseases. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 12(12):e0006845. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006845>
- Romer, Y., Valadez-Gonzalez, N., Contreras-Capetillo, S., Manrique-Saide, P., Vazquez-Prokopec, G., Pavia-Ruz, N. 2019. Zika Virus infection in pregnant women, Yucatan, Mexico. *Emerging Infectious Diseases*. 25(8):1452–1460. <https://doi.org/10.3201/eid2508.180915>
- Roy, S.K., Bhattacharjee, S. 2021. Dengue virus: epidemiology, biology, and disease etiology. *Canadian Journal of Microbiology*. 67(10):687–702. <https://doi.org/10.1139/cjm-2020-0572>
- Sánchez-González, J.M., Ramos-Remus, C., Jácome-Sánchez, B., García-Ortiz, R., Flores-Ramos, J., Santoscoy-Hernández, F. 2016. Virus Zika en México. *Revista Latinoamericana de Patología Clínica*. 63(1):4–12. <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2016/pt161a.pdf>
- Scott, T.W., Takken, W. 2012. Feeding strategies of anthropophilic mosquitoes result in increased risk of pathogen transmission. *Trends in Parasitology*. 28(3):114–121. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.01.001>
- Secretaría de Salud (SSA). 2015. El virus chikungunya llegó para quedarse. En: <https://www.gob.mx/salud/articulos/el-virus-chikungunya-llego-para-quequedarse#:~:text=El%20primer%20caso%20en%20nuestro,por%20fiebre%20chikungunya%20en%20M%C3%A9xico> (consultado 15/02/2024).
- Secretaría de Salud (SSA). 2022. Casos confirmados autóctonos de enfermedad por virus del Zika por Entidad Federativa. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/691598/CuadroCasosZikayEmbsem52_2021.pdf (consultado 19/02/2024).
- Secretaría de Salud (SSA). 2024a. Panorama epidemiológico de Dengue 2023. En: <https://www.gob.mx/salud/documentos/panorama-epidemiologico-de-dengue-2023> (consultado 06/03/2024).
- Secretaría de Salud (SSA). 2024b. Casos Confirmados de Infección por Virus Zika 2024. En: <https://www.gob.mx/salud/documentos/casos-confirmados-de-infeccion-por-virus-zika-2024> (consultado 13/03/2024).
- Segura, N.A., Muñoz, A.L., Losada-Barragán, M., Torres, O.,

- Rodríguez, A.K., Rangel, H., Bello, F. 2021. Minireview: Epidemiological impact of arboviral diseases in Latin American countries, Arbovirus-vector interactions and control strategies. *Pathogens and Disease*. 79(7):ftab043. <https://doi.org/10.1093/femspd/ftab043>
- Sharma, V., Sharma, M., Dhull, D., Sharma, Y., Kaushik, S., Kaushik, S. 2020. Zika virus: an emerging challenge to public health worldwide. *Canadian Journal of Microbiology*. 66(2):87–98. <https://doi.org/10.1139/cjm-2019-0331>
- Torres-Castro, M.A., Puerto, F.I. 2016. Virus Zika, una nueva epidemia en puerta. *Revista Biomédica*. 27(1):1–2. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v27i1.11>
- Torres-Castro, M.A., Noh-Pech, H.R., Lugo-Caballero, C.I., Dzúl-Rosado, K.R., Puerto F.I. 2020. Las enfermedades transmitidas por vector: importancia y aspectos epidemiológicos. *Bioagrobiencias*. 13(1):31–41. <https://dx.doi.org/10.56369/BAC.3446>
- Torres-Castro, M.A., Suárez-Galaz, A.R., Yeh-Gorocica, A.B. 2021. Virus de la Encefalitis Equina Venezolana en México. *Bioagrobiencias*. 14(2):69–77. <https://dx.doi.org/10.56369/BAC.4080>
- Vargas, S.L., Céspedes, D.C., Vergel, J.D., Ruiz, E.P., Luna, M.C. 2018. Co-infección por los virus del dengue y chikungunya. Revisión narrativa. *Revista Chilena de Infectología*. 35(6):658–668. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182018000600658>
- Velandina, M.L., Castellanos, J.E. 2011. Virus del dengue: estructura y ciclo viral. *Infectio*. 15(1):33–43. [https://doi.org/10.1016/S0123-9392\(11\)70074-1](https://doi.org/10.1016/S0123-9392(11)70074-1)
- Viglietta, M., Bellone, R., Blisnick, A.A., Failloux, A.B. 2021. Vector specificity of Arbovirus transmission. *Frontiers in Microbiology*. 12:773211. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.773211>
- Vu, D.M., Jungkind, D., Angelle Desiree LaBeaud. 2017. Chikungunya Virus. *Clinics in Laboratory Medicine*. 37(2):371–382. <https://doi.org/10.1016/j.cl.2017.01.008>
- Young, P.R. 2018. Arboviruses: A Family on the move. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 1062:1–10. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8727-1_1
- Zardini, A., Menegale, F., Gobbi, A., Manica, M., Guzzetta, G., d'Andrea, V., Marziano, V., Trentini, F., Montarsi, F., Caputo, B., Solimini, A., Marques-Toledo, C., Wilke, A.B.B., Rosà, R., Marini, G., Arnoldi, D., Pastore, Y., Piontti, A., Pugliese, A., Capelli, G., Della-Torre, A., Teixeira, M.M., Beier, J.C., Rizzoli, A., Vespignani, A., Ajelli, M., Merler, S., Poletti, P. 2024. Estimating the potential risk of transmission of Arboviruses in the Americas and Europe: a modelling study. *Lancet Planetary Health*. 8(1):e30–e40. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00252-8](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00252-8)
- Zhang, Q., Sun, K., Chinazzi, M., Pastore, Y., Piontti, A., Dean, N.E., Rojas, D.P., Merler, S., Mistry, D., Poletti, P., Rossi, L., Bray, M., Halloran, M.E., Longini, I.M.Jr., Vespignani, A. 2017. Spread of Zika virus in the Americas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 114(22):E4334–E434. <https://doi.org/10.1073/pnas.1620161114>