

<https://orcid.org/0000-0001-8500-8957>

PATÓGENOS Y VECTORES: UN DÚO NO TAN FAVORABLE PARA LA MEDICINA

PATHOGENS AND VECTORS: A NOT SO FAVORABLE DUO FOR MEDICINE

Carlos Amaro-Osorio

Licenciatura en Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Puebla, México.

carlos.amaroosorio@viep.com.mx

Resumen

A nivel mundial existe una gran diversidad de enfermedades infecciosas, el 17% corresponde a las Enfermedades Transmitidas por Vector (ETV). Un vector es un organismo biológico que puede transportar algún patógeno y en un momento dado traspararlo a otro individuo. En México existe una gran diversidad de vectores. La mayoría de los vectores corresponde a los artrópodos, siendo los insectos quienes toman la mayor parte. Dentro de los patógenos involucrados en las ETV, se encuentran virus, bacterias y algunos parásitos (protozoos y helmintos). En este artículo, el objetivo es hacer una revisión descriptiva de los cuatro tipos principales de vectores en México (garrapatas, mosquitos, flebótomos y triatominos) y la relación con sus respectivas ETV como el Dengue, Zika, chikungunya, malaria, enfermedad de Chagas, encefalitis, fiebre amarilla, entre otras.

Palabras clave: *vectores, enfermedades transmitidas por vector, Zika, Chagas, patógenos, México.*

Abstract:

Worldwide, there is a great diversity of infectious diseases, 17% of which are Vector-Borne Diseases (VBDs). A vector is a biological organism that can carry a pathogen and transfer it to another individual at a given moment. In Mexico, there is a great diversity of vectors. Most of the vectors are arthropods, with insects taking the largest share. Among the pathogens involved in VTE are viruses, bacteria, and some parasites (protozoa and helminths). In this article, the objective is to make a descriptive review of the four main types of vectors in Mexico (ticks, mosquitoes, sandflies, and triatomines) and the relationship with their respective VTEs such as Dengue, Zika, chikungunya, malaria, Chagas disease, encephalitis, yellow fever, among others.

Keywords: *vectors, vector-borne diseases, Zika, Chagas disease, pathogens, Mexico.*

Introducción

Hoy en día existe una gran variedad de enfermedades que atentan contra la salud humana y animal; dentro de las enfermedades infecciosas están aquellas que son las enfermedades transmitidas por vectores (ETV), las cuales ocupan hasta un 17% del total en las estadísticas mundiales (Uribe-Álvarez & Chiquete Félix, 2017). Además de alcanzar hasta más mil millones de casos de ETV y más de 1 millón de defunciones a nivel mundial (Parada-Sánchez et al., 2018). En México, se han reportado casos y defunciones por alguna de estas enfermedades, como en regiones del noroeste del país, en ciudades como Sonora y Chihuahua con casos de patógenos bacterianos que son transportados por vectores a reservorios mamíferos (Zapata-Valdés et al., 2018), así como en regiones con clima semifrío en las que se ha encontrado seropositividad de perros ante algunos patógenos del Estado de México (Reyes-Clímaco et al., 2020).

Cuando hablamos de un vector, o un vector artrópodo, se hace referencia a cualquier organismo vivo con la capacidad de transportar y transmitir un patógeno hacia otro organismo; entre los cuales los más comunes son los insectos hematófagos (se alimentan de sangre) lo que al mismo tiempo facilita y proporciona una vía de infección. (Uribe-Álvarez & Chiquete Félix, 2017). Dichas características han creado un tema de

interés no solo en el país mexicano, sino a nivel mundial debido a la importancia zoonótica que presentan este tipo de enfermedades (Reyes-Clímaco et al., 2020).

Dicho esto, en el país de México se han registrado una amplia variedad de ETV como el paludismo, dengue, esquistosomiasis, tripanosomiasis africana humana, leishmaniasis, enfermedad de Chagas, fiebre amarilla, oncocercosis, encefalitis japonesa, zika, Chikungunya, filariasis linfática, borreliosis, entre otras muchas que debido a su estrecho vínculo entre animales y humanos han sido consideraciones de salud pública (Manjarrez et al., 2019; Molano Cetina, 2011; Parada-Sánchez et al., 2018).

Debido a la gran relevancia y aumento diario en el interés por las diferentes ETV y el estudio de la importancia de los vectores y sus interacciones ecológicas, en este artículo se tratará de describir y proporcionar algunas de las características biológicas, clínicas y moleculares de las diferentes enfermedades y los vectores a los que están íntimamente relacionados.

Enfermedades transmitidas por vectores

Las ETV son enfermedades infecciosas que principalmente, o exclusivamente son transmitidas a través de invertebrados (artrópodos), generalmente insectos (Huntington et al., 2016). Un gran número de infecciones provocadas por insectos hematófagos son provocadas por algún virus, bacteria o parásitos (protozoos y helmintos), y la mayoría de estos prefieren reservorios vertebrados como aves y mamíferos terrestres. Cabe mencionar, que este tipo de patógenos usan un rango de estrategias para sobrevivir, además de que su principal fase reproductiva por lo general es durante su estado hospedero (Kock, 2015).

La distribución geográfica de muchas de estas enfermedades se ve afectada o es determinada por una compleja dinámica de factores no solo ambientales, si no también sociales, antropológicas, comerciales y ecológicos (Kock, 2015; Parada-Sánchez et al., 2018). Con esto se quiere decir, que las interacciones entre el patógeno, el vector y el reservorio pueden alterarse cuando existe algún clima preferente (humedad, temperatura y luz), condiciones higiénicas precarias, urbanización e incluso llegando a las condiciones económicas, en las que los países subdesarrollados con enfermedades desatendidas u olvidadas pueden ocasionar que existan brotes o múltiples casos de

infección sin estrategias eficaces para controlarlas (Kock, 2015; Molano Cetina, 2011; Parada-Sánchez et al., 2018).

En cuanto al aumento de movilización, no solo nacional, si no, internacional, el transporte de vectores a través de animales domésticos o personas provee la capacidad de expandirse a través de las barreras geográficas, llegando a encontrar nuevas condiciones climáticas en las que su extensión sea rápida con un mayor acceso a ambientes naturales y hospederos silvestres (Parada-Sánchez et al., 2018).

Vectores

Los vectores, son organismos vivos los cuales transmiten enfermedades infecciosas entre personas, o bien de animales a personas (zoonosis) pudiendo causar morbilidad y mortalidad (Parada-Sánchez et al., 2018). La mayoría de los vectores, son artrópodos (grupo de animales más antiguo y numeroso en el mundo) dentro de los cuales podemos clasificar algunos como los insectos, arácnidos, crustáceos y miriápodos (Molano Cetina, 2011).

Dentro de los vectores biológicos, los más comunes son los insectos hematófagos (se alimentan de la sangre), los cuales al alimentarse de un portador infectado, ingieren al mismo tiempo microorganismos patógenos que posteriormente pueden llevarlo a otro individuo, también conocido como reservorio, el cual será el organismo que alojará al patógeno y que por ello puede contraer una enfermedad contagiosa y llegar a causar epidemias (Uribe-Álvarez & Chiquete Félix, 2017).

Dicho esto, se continuará con la descripción de algunas características, propiedades, nichos ecológicos y relevancia en cuanto a los tipos de vectores más conocidos o con mayor interés tanto en el país como a nivel mundial, así como los patógenos y sus enfermedades a los cuales se encuentran relacionados.

Garrapatas (Ticks)

Las garrapatas, son conocidas por ser uno de los vectores con mayor importancia debido a la transmisión de microorganismos como bacterias y virus entre el hombre y algunos animales, tanto silvestres como domésticos (Hidalgo et al., 2013). Son parásitos

hematófagos que durante el tiempo de alimentación, pueden transmitir los agentes infecciosos, llegando a causar reacciones en los organismos infectados como irritación, inflamación de la piel, dermatitis, estrés, algunas respuestas alérgicas, anemia y prurito (Rodríguez-Vivas et al., 2016).

Las garrapatas se alimentan estrictamente de sangre, al mismo tiempo que necesitan de un hospedero animal (reptiles, aves, mamíferos e incluso anfibios) o humano para sobrevivir, por lo que puede ser muy común encontrarlas entre los animales domésticos, tales como perros y gatos, o animales de campo como vacas, caballos, gallinas, ovejas y otros (Molano Cetina, 2011).

Alrededor del mundo se conocen hasta 956 especies de garrapatas pertenecientes al orden *Ixodida*, las cuales se encuentran ubicadas en cuatro familias: Ixodidae (736 spp.), Argasidae (218 spp.), Nutalliellidae y Deinocrotonidae, con una especie cada una de ellas, respectivamente (Acari & Otomí-tepehua, 2020). En México, se han registrado 100 especies principalmente de las familias Ixodidae y Argasidae (Rodríguez-Vivas et al., 2016). Se cree, que debido a la gran variedad de géneros en la familia Ixodidae, varios de estos se ven implicados en ETV, tomando el papel de vector, como en el caso de las garrapatas vectores de bacterias del género *Rickettsia* (Hidalgo et al., 2013).

Al ser transmisoras de diferentes patógenos, las garrapatas son consideradas como un área de importancia clínica y veterinaria, así como de salud pública, pues el repertorio de enfermedades provocadas tras la infección de algún patógeno acarreado por garrapatas es amplio, cuando inclusive pueden albergar hasta tres patógenos diferentes (Acari & Otomí-tepehua, 2020; Parada-Sánchez et al., 2018).

A continuación, se describirán tres de los más relevantes géneros de garrapatas pertenecientes a la familia Ixodidae, así como la presentación de algunas imágenes correspondientes a las diferentes etapas de crecimiento de algunas especies de garrapatas.

Género *Amblyomma*

Las garrapatas *Amblyomma*, además de parasitar varias especies de vertebrados, varias de ellas son de importancia médica y veterinaria; se muestran en las Figuras 1 y 2

A. americanum (Figura 1) *A. mixtum* (Figura 2) *A. imitator* son especies vectores de la bacteria *Rickettsia rickettsii*, conocida por ser el agente causal de la Fiebre Manchada de las Montañas Rocosas (Rodríguez-Vivas et al., 2016).

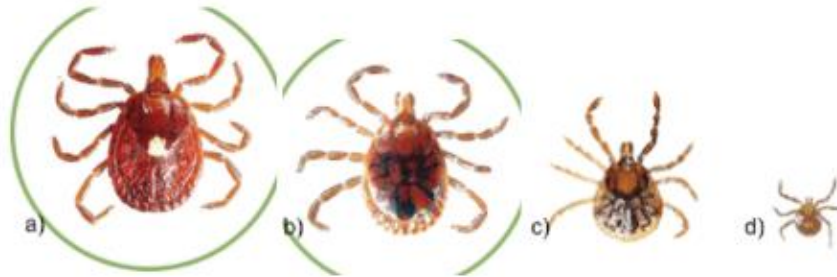


Figura 1. Etapas de la garrapata *Amblyomma americanum*: a) hembra adulta, b) macho adulto, c) ninfa y d) larva (TickSafety, 2021).

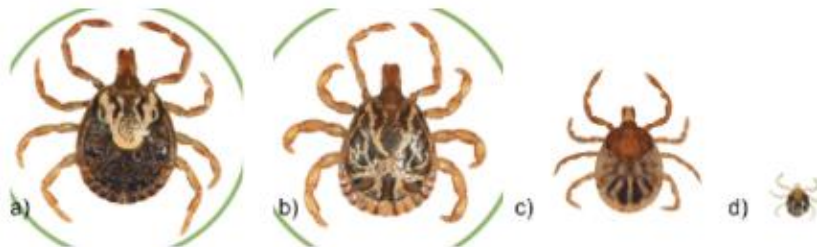


Figura 2. Etapas de la garrapata *Amblyomma mixtum*: a) hembra adulta, b) macho adulto, c) ninfa y d) larva (TickSafety, 2021).

Género Ixodes

Siendo el género más grande de la familia Ixodidae, presenta 245 especies a nivel mundial y 26 reportadas en México, parasitando aves y mamíferos. En el estado de Veracruz se encuentran 6 especies, de las cuales *I. boliviensis* presenta una de las más grandes distribuciones en el país; por otro lado, varias especies del género como *I. scapularis* (Figura 3), *I. pacificus*, *I. spinipalpis*, *I. ricinus*, *I. persulcatus* e *I. ovatus* han sido categorizadas como vectores de *Anaplasma phagocytophilum*, agente causante de la Anaplasmosis Granulocítica Humana (Rodríguez-Vivas et al., 2016).



Figura 3. Etapas de la garrapata *Ixodes scapularis*: a) hembra adulta, b) macho adulto, c) ninfa y d) larva (TickSafety, 2021).

Género Rhipicephalus

Las características morfológicas de este género hacen posible una clasificación de acuerdo ellas. En México, se consideran a las especies *R. sanguineus* (Figura 4) y *R. microplus* como las más importantes, ya que pueden ser vectores de agentes patógenos como *Coxiella burnetti*, *E. canis*, *Rickettsia conorii* y *R. rickettsii*. Además de que *Rhipicephalus sanguineus* es considerada como una de las especies de garrapatas que mayor infecciones provoca en perros callejeros (Figura 5b) en algunos estados del país mexicano como Yucatán (Rodríguez-Vivas et al., 2016).

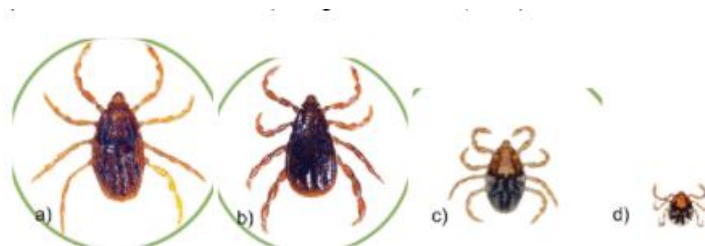


Figura 4. Etapas de la garrapata *Rhipicephalus sanguineus*: a) hembra adulta, b) macho adulto, c) ninfa y d) larva (TickSafety, 2021).

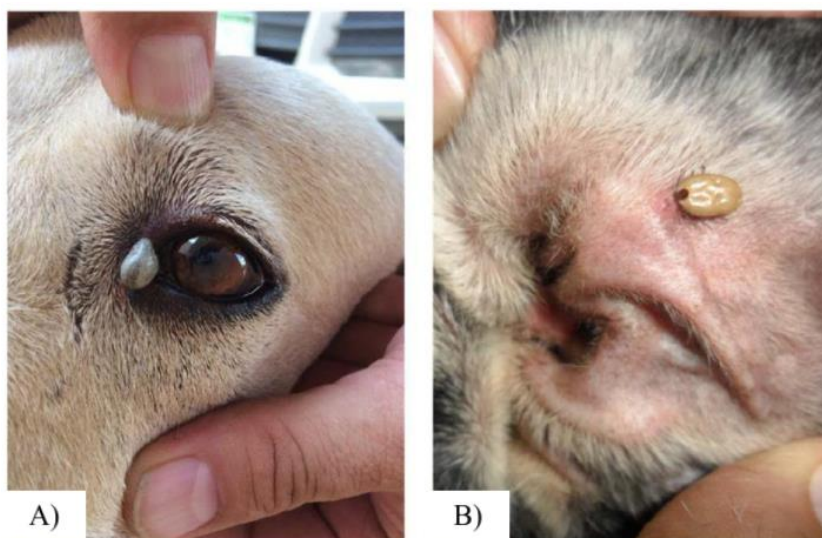


Figura 5. Garrapatas adultas de *Amblyomma parvum* parasitando el párpado de un perro (A) y *Rhipicephalus sanguineus* parasitando la oreja de un perro (B) en Yucatán, México ADDIN CSL_CITATION {"citationItems":[{"id":"ITEM-1","itemData":{"author":[{"dropping-particle":"","family":"Rodríguez-Vivas","given":"Roger Ivan","non-dropping-particle":"","parse-names":false,"suffix":""}],{"dropping-particle":"","family":"Ojeda-Chi","given":"Melina Maribel","non-dropping-particle":"","parse-names":false,"suffix":""}],{"dropping-particle":"","family":"González","given":"Bolio Emilio Manuel","non-dropping-particle":"","parse-names":false,"suffix":""}},"container-title":"Bioagrociencias","id":"ITEM-1","issue":"1","issued":{"date-parts":["2016"]},"page":"19-26","title":"Las garrapatas como vectores de enfermedades zoonóticas en México","type":"article-journal","volume":"12","uris":["http://www.mendeley.com/documents/?uiid=d57bef00-e884-42de-a198-8ac522863dd2"]},"mendeley":{"formattedCitation":"(Rodríguez-Vivas et al., 2016)","plainTextFormattedCitation":"(Rodríguez-Vivas et al., 2016)","previouslyFormattedCitation":"(Rodríguez-Vivas et al., 2016)","properties":{"noteIndex":0},"schema":"https://github.com/citation-style-language/schema/raw/master/csl-citation.json"}(Rodríguez-Vivas et al., 2016).

Mosquitos (Mosquitoes)

Los mosquitos son insectos por lo general más pequeños que una mosca, y cuentan con un cuerpo muy fino y de color oscuro. Tienen tres pares de patas, las cuales llegan a ser largas en comparación a otros insectos y dos alas transparentes. La hembra es hematófaga mientras que los machos se alimentan de néctar de las flores y suelen colocar sus huevos en cuerpos de agua, alguno de ellos muy próximos a viviendas (Molano Cetina, 2011). En el mundo, se han reportado más de tres mil especies de mosquitos, la familia *Culicidae* posee hasta 3,563 especies registradas, en la cual se encuentran los tres géneros más importantes, estos son *Anopheles*, *Aedes* y *Culex*. En México, se han encontrado entre 225 y 247 especies de mosquitos, de éstas, solo unas cuantas pertenecen a aquellas con relevancia médica por ser consideradas vectores de virus, bacterias o parásitos (protozoos) como lo son *Aedes aegypti*, *Anopheles albimanus* y *Anopheles pseudopunctipennis* (Ulloa García, 2019). Además de que los estudios regionales de culicidofauna, provenientes de recolecciones periódicas y sistemáticas son escasos (Galavíz-parada et al., 2020).

Los mosquitos en etapas juveniles, como lo son las larvas y pupas, pueden permanecer en cuerpos de agua con poca movilidad; al crecer las larvas, emergen para alimentarse de microorganismos, mientras que aquellos que salen de la etapa de pupa, se alimentan de néctar y posteriormente las hembras que estén por reproducirse tendrán que alimentar se de sangre para después ovopositar en agua y reiniciar el ciclo (Morales, 2016).

Especies de Mosquitos con Relevancia médica y veterinaria

Aedes aegypti

Una especie tropical de mosquito (**Figura 6**) que ha mostrado una expansión geográfica a ciertos lugares del mundo en los que hace años no había evidencia de. *A. aegypti* es conocido por ser uno de los principales vectores y primario de los virus del Dengue, el virus de chikungunya y el virus de la fiebre amarilla presentando brotes en varios continentes como América, África e incluso Asia (Conway et al., 2014; Weaver et al., 2020).



Figura 6. *Aedes aegypti*. Cortesía de <https://www.cdc.gov/dengue/es/transmission/index.html>

Aedes albopictus

Al igual que *A. aegypti*, esta especie de mosquito conocida como *A. albopictus* (Figura 7) es capaz de transmitir una serie de flavivirus, como el dengue, Zika, chikungunya y la fiebre amarilla, el cual además de ser una especie encontrada en México, ha llegado a territorios de países como Estados Unidos, lo que sugiere un potencial significativo para su dispersión (Huntington et al., 2016).



Figura 7. *Aedes albopictus*. Cortesía <https://www.cdc.gov/dengue/es/transmission/index.html>

Culex spp.

Varias especies de mosquitos del género *Culex* tienen la habilidad de servir de vectores de arbovirus, lo que quiere decir que pueden transmitir patógenos virales como el *West Nile virus* (WNV), *Japanese encephalitis virus* (JEV) y el *St. Louis encephalitis virus* (SLEV). Además de que suelen obtener la sangre de la que se alimentan directamente de aves en lugar de mamíferos (Conway et al., 2014). Por lo anterior, factores medioambientales e incluso ecológicos como es el comportamiento de las aves y sus épocas migratorias, la exposición a esta especie de mosquitos suele verse alterada por dichos factores, por lo que a este tipo de variables puede darse una mayor atención para la elaboración de estrategias de control y saneamiento (Torres-Olave et al., 2015). En los Estados Unidos, las especies *Culex pipiens* (**Figura 8**), *C. tarsalis* y *C. quinquefasciatus* son las responsables de transmitir el WNV (Conway et al., 2014).



Figura 8. Cortesía <https://fundacionio.com/salud-io/one-health/entomologia-para-todos/culex/>

Flebotomíneos

También llamados flebótomos, y conocidos de igual forma como *moscas de arena* (**Figura 9**), son dípteros de pequeño tamaño, hematófagos y pertenecientes a la familia *Psychodidae*, subfamilia *Phlebotiminae*, dentro de la cual se encuentran siete géneros. Los géneros *Phlebotomus* y *Lutzomyia* son relevantes debido a que son transmisores de

protozoos del género *Leishmania* (causante de leishmaniasis en humanos) y de la bacteria *Bartonella bacilliformis* (agente causante de bartonellosis) (Rosero-Galindo et al., 2016).

Más de 30 especies de flebotómíneos son responsables de transmitir 21 especies de *Leishmania* en 98 países, por lo que este tipo de vector representa un serio problema de salud pública. En México, 54 especies de flebótomos han sido reportadas, entre las cuales *Bichromomyia olmeca olmeca*, *Lutzomyia cruciata*, *Psathyromyia shannoni*, *Psychodopygus panamensis* y *Pintomyia ovallesi* son culpables o sospechosas de cumplir con el papel de vectores de Leishmaniasis (Lozano-Sardaneta et al., 2020).



Figura 9. Cortesía. <https://higieneambiental.com/control-de-plagas/control-de-flebotomos-para-prevenir-la-leishmaniosis>

Triatominos

Los triatominos, también conocidos por sus nombres comunes *chinchas* o *chinchas besuconas* (**Figura 10**), son insectos que al igual que los otros tipos de vectores, se alimenta de sangre, y en el proceso defecan en la piel, dejando la posibilidad de infectar con las heces infectadas del patógeno (Molano Cetina, 2011). Los triatominos, de la familia *Reduviidae*, orden *Hemiptera*, subfamilia *Triatominae*, son los principales vectores de la Tripanosomiasis americana o igual llamada enfermedad de Chagas (nombrada así por Carlos Chagas, quien describió por primera vez al patógeno), causada por el

protozoo *Trypanosoma cruzi*, el cual se transmite por contacto con las heces u orina infectadas del triatomino (Rojo-Medina et al., 2018).

Además de ese modo de infección, el patógeno puede entrar al organismo a través de alimentos contaminados, transfusiones de sangre, de madre infectada a hijo, trasplante de algún órgano o algún accidente de laboratorio (Rojo-Medina et al., 2018).

Inicialmente, la Enfermedad de Chagas se consideraba exclusiva de algunas regiones tropicales del continente americano, sin embargo, hoy en día se sabe que, en lugares como Estados Unidos, Canadá, diversos países europeos y algunos del Pacífico occidental, este padecimiento ha llegado a distribuirse e infectar a un porcentaje de la población de dichos países. En México, esta ETV es considerada un problema de salud pública, pues se estima que 1.1 millones de personas han sido infectadas, además de haber registrado 8 géneros y hasta 31 especies de triatomas; mencionando de igual modo que más de la mitad del territorio nacional cuenta con las condiciones óptimas para que se lleve a cabo este tipo de transmisión vectorial (Rojo-Medina et al., 2018).

Hasta el año 2015, en la República mexicana, las principales especies de triatomos identificadas fueron *Triatoma longipennis*, *T. pallidipennis* y *T. dimidiata* (Rojo-Medina et al., 2018).



Figura 10. Cortesía. <https://es.blastingnews.com/ciencia/2018/05/el-mal-de-chagas-tripanosomosis-americana-002559565.html>

Conclusión

Desde ya hace muchos años, existe una gran variedad de Enfermedades Transmitidas por Vector (ETV), sin embargo, con el constante cambio de condiciones climáticas, ecológicas, antropológicas, económicas y sociales, la situación en países como México ante la posible exposición de un vector (como garrapatas, mosquitos, flebótomos, triatominos y otros) o zoonosis (provocada por algún animal infectado como un perro o gato), ha visto un incremento con el paso de los años, haciendo que este sea un tema de relevancia médica, veterinaria y de salud pública cada vez más serio.

El conocimiento y comprensión entre la sociedad de este tipo de enfermedades, además de los vectores por los cuales pueden transmitir, podrían relacionarse a la posibilidad de marcar o no la diferencia entre el número de casos y defunciones que se registran o estiman anualmente en nuestro país.

México, al ser un país megadiverso en macrofauna, cuenta con un gran número de especies de artrópodos (relativamente alto en comparación a otros países) en los diferentes géneros; añadiendo las diversas condiciones climáticas y ecológicas del territorio nacional, los vectores podrían usarlas en beneficio propio para su propagación y reproducción. Por ello, estos temas deberían ser considerados como prioritarios, no solo en las instituciones gubernamentales, legislativas o de la salud, si no también entre los ciudadanos, escuelas, familias y trabajos.

Dicho esto, se recomienda siempre contar con las mayores medidas de seguridad e higiene para prevenir y disminuir la prevalencia de este tipo de vectores entre los ciudadanos, así como ampliar el estudio en las relaciones patógeno-vector, enfatizar el análisis de la seropositividad en animales peridomésticos a los diferentes tipos de patógenos, así como el control biológico o alternativas de control de vectores.

Agradecimientos

Al Dr. Enrique González Vergara por el apoyo incondicional, así como el seguimiento y correcciones provistas para llegar al mejor resultado posible. Agradezco también a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por las herramientas académicas y bibliográficas a las que puedo acceder, ya que sin ello esto no sería posible.

Referencias

- Acari, K., & Otomí-tepehua, D. R. (2020). *Amblyomma mixtum* Koch (Acari: Ixodidae) en ambientes peridomésticos de la Región Otomí-Tepehua, Hidalgo, México. *Revista Chilena de Entomología*, 8994(October 2019), 661–669. <https://doi.org/https://doi.org/10.35249/rche.46.4.20.12>
- Budak. (2019). *Aedes albopictus* [Fotografía]. Flickr. <https://flic.kr/p/2m6qDX1>
- 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>
- Cotinis. (2006). BAB [Fotografía]. Flickr. <https://flic.kr/p/2iyc1TT>
- Galavíz-parada, J. D., Ibáñez-bernal, S., Marquetti, C., & Luis, J. (2020). Registro de especies de mosquitos y riesgo epidemiológico en un centro estudiantil de Jalisco. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 16(December). <https://doi.org/https://doi.org.1033154/rln.2020.03.01.88>
- Hidalgo, M., Faccini-Martínez, Álvaro A., & Valbuena, G. (2013). Rickettsiosis transmitidas por garrapatas en las Américas: Avances clínicos y epidemiológicos, y retos en el diagnóstico. *Biomedica*, 33(SUPPL.1), 161–178. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v33i0.1466>
- Huntington, M. K., Allison, J. A. Y., Dakota, S., Falls, S., Dakota, S., Nair, D., Edwards, J. C., & Virginia, W. (2016). Emerging Vector-Borne Diseases. *American Family Physician*, 94.
- Jentavery. (2011). *Aedes aegypti*_bloodfeeding_CDC_Gathany [Fotografía]. Flickr. <https://flic.kr/p/9u7aKB>
- Kock, R. A. (2015). Vertebrate reservoirs and secondary epidemiological cycles of vector-borne diseases. *Rev. Sci. Tech.*, 34(1), 313–358.
- Lozano-Sardaneta, Y. N., Sánchez-Montes, S., Sánchez-Cordero, V., Becker, I., & Paternina, L. E. (2020). Molecular detection of *Leishmania infantum* in sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) from Veracruz, Mexico. *Acta Tropica*, 207(January), 105492. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105492>
- Manjarrez, G., Blanco, J., González, B., Botero, C. M., & Díaz-Mendoza, C. (2019). Parásitos En Playas Turísticas: Propuesta De Inclusión Como Indicadores De Calidad Sanitaria. Revisión Para America Latina. *Ecología Aplicada*, 18(1), 91. <https://doi.org/10.21704/rea.v18i1.1311>
- Molano Cetina, L. G. (2011). Enfermedades transmitidas por vectores. En *Biomédica* (Vol. 31, Número sup3.1). <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.546>
- Morales, R. J. (2016). *Detección Molecular de Arbovirus Transmitidos por Mosquitos hematofagos en Poblaciones de Coatíes (Nasua narica) en el estado de Quintana Roo.*
- Parada-Sánchez, S. G., Meléndez-Salcido, C. G., Hernández-Castaños, M. R., Prado-Ávila, S. R., & Adame Gallegos, J. R. (2018). Evaluación de Foldscope, un microscopio de papel basado en origami útil para la identificación de garrapatas *Rhipicephalus sanguineus*. *Acta Universitaria*, 28(4), 19–24. <https://doi.org/10.15174/au.2018.2134>
- Patho. (2006). *Phlebotomus* spp. [Fotografía]. Wikimedia commons. Dominio Público
- Reyes-Clímaco, L., Romero-Núñez, C., & Heredia-Cardenas, R. (2020). Evaluation of vector-borne diseases in dogs in a sub-cold climate area of Mexico. *Acta Biologica Colombiana*, 25(2), 219–224. <https://doi.org/10.15446/abc.v25n2.77737>
- Rodríguez-Vivas, R. I., Ojeda-Chi, M. M., & González, B. E. M. (2016). Las garrapatas como vectores de enfermedades zoonóticas en México. *Bioagrobiencias*, 12(1), 19–26.

- Rojo-Medina, J., Ruiz-Matus, C., Salazar-Schettino, P. M., & González-Roldán, J. F. (2018). Enfermedad de Chagas en México. *Gaceta Médica de México*, 154(5), 605–612. <https://doi.org/10.24875/GMM.18004515>
- Rosero-Galindo, C. Y., Montenegro Coral, F. A., & García López, J. P. (2016). Marcadores moleculares como herramientas en la identificación y análisis genético de especies vectores de interés en salud pública, género *Lutzomyia* (Grupo *Verrucarum* Theodor, 1965). *Universidad y Salud*, 18(1), 138. <https://doi.org/10.22267/rus.161801.26>
- Ryszard. (2015). *Culex pipiens* [Fotografía]. Flickr. <https://flic.kr/p/rrrSRK>
- Sánchez, C. (10 de mayo de 2020). ¿Cómo citar una Imagen o Fotografía?. Normas APA (7ma edición). <https://normas-apa.org/referencias/citar-imagen-o-fotografia/>
- Ticksafety. (2021). [Fotografías]. Ticksafety.com
- Torres-Olave, M., Rojas Villalobos, H., Zesati, G., Bravo Peña, L., & Alatorre Cejudo, L. (2015). Modelo biogeográfico de los mosquitos *Culex* SPP (Diptera: Culicidae) en México. *Boletín Geográfico*, December, 43–58. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3509463>
- Ulloa García, A. (2019). Biodiversidad de mosquitos y vectores de enfermedad. *Revista Biomédica*, 30, 3–4. <https://doi.org/https://doi.org/10.32776/revbiomed.v30i3.741>
- Uribe-Álvarez, C., & Chiquete Félix, N. (2017). Las enfermedades transmitidas por vectores y el potencial uso de *Wolbachia*, una bacteria endocelular obligada, para erradicarlas. *Rev. Fac. Med. UNAM*, 60(6), 51–55.
- Weaver, S. C., Chen, R., & Diallo, M. (2020). Chikungunya virus: Role of vectors in emergence from enzootic cycles. *Annual Review of Entomology*, 65, 313–332. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025207>
- Zapata-Valdés, C., Avila-Flores, R., Gage, K., Holmes, J., Montenierra, J., Kosoy, M., & Suzán, G. (2018). Mammalian hosts, vectors, and bacterial pathogens in communities with and without black-tailed prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*) in northwestern Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*, 54(1), 26–33. <https://doi.org/10.7589/2016-09-214>