

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

**AVANCES EN ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CAUSADAS
POR EL *Aedes Aegypti* EN LATINOAMÉRICA.**

MONOGRAFÍA

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Karla Lorena de Paz Rivera

Elísa María Vicente Pineda

Médico y Cirujano

Guatemala, septiembre 2020

El infrascrito Decano y el Coordinador de la Coordinación de Trabajos de Graduación –COTRAG–, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que:

Las estudiantes:

1. ELÍSA MARÍA VICENTE PINEDA 201310054 2576945790101
2. KARLA LORENA DE PAZ RIVERA 201407439 2862587490101

Cumplieron con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, y habiendo presentado el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA, titulado:

**AVANCES EN ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES
CAUSADAS POR EL Aedes Aegypti EN LATINOAMÉRICA**

Trabajo asesorado por la Dra. Claudia Milagro Wong Taracena de Liu y revisado por el Dra. Lucía Eleonora Terrón Gómez, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firman y sellan la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el treinta de septiembre del dos mil veinte



A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'C. César Oswaldo García García'.

Dr. C. César Oswaldo García García
Coordinador

A large, complex handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva'.

Vo.Bo.
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva
Decano



El infrascrito Coordinador de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que las estudiantes:

1. ELÍSA MARÍA VICENTE PINEDA 201310054 2576945790101
2. KARLA LORENA DE PAZ RIVERA 201407439 2862587490101


Presentaron el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA, titulado:

**AVANCES EN ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES
CAUSADAS POR EL AEDES AEGYPTI EN LATINOAMÉRICA**

El cual ha sido revisado y aprobado como profesor de esta Coordinación: Dr. Junior Emerson Jovián Ajché Toledo y, al establecer que cumplen con los requisitos establecidos por esta Coordinación, se les AUTORIZA continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General. Dado en la Ciudad de Guatemala, el treinta de septiembre del año dos mil veinte.



"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. C. César Oswaldo García García
Coordinador

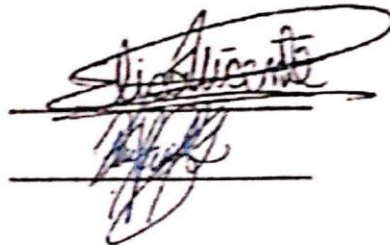
Guatemala, 30 de septiembre del 2020

Doctor
César Oswaldo García García
Coordinador de la COTRAG
Facultad de Ciencias Médicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Dr. García:

Le informamos que nosotras:

1. ELÍSA MARÍA VICENTE PINEDA
2. KARLA LORENA DE PAZ RIVERA



Presentamos el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA titulado:

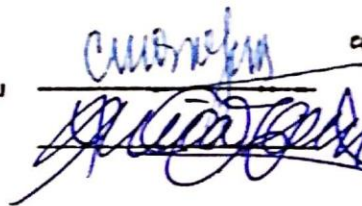
**AVANCES EN ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES
CAUSADAS POR EL AEDES AEGYPTI EN LATINOAMÉRICA**

Del cual la asesora y la revisora se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES

Asesora: Dra. Claudia Milagro Wong Taracena de Liu

Revisora: Dra. Lucía Eleonora Terrón Gómez
Reg. de personal 20020951



Dra. Claudia Milagro Wong Taracena
Médica y Cirujana
Maestría en Salud Pública
con Énfasis en Epidemiología
Colegiada # 10,299

Lucía Terrón Gómez
MÉDICA Y CIRUJANA
COLEGIADA No. 11,193

DEDICATORIA

Acto que dedicamos a Dios, Jesús y Espíritu Santo por su infinita misericordia y todas las bendiciones que ha dado a nuestras vidas, por darnos propósito, dirección y por mostrarnos su amor y gracia todos los días. A nuestros padres por brindarnos su apoyo y amor incondicional y ser la fuerza que nos impulsa a lograr nuestros sueños. A nuestra familia que ha estado a lo largo de nuestro vida y carrera apoyándonos y sosteniéndonos en todo momento. A los amigos que hemos hecho tanto en el colegio como en la universidad con los cuales hemos crecido y formado recuerdos juntos. Y a la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Facultad de Ciencias Médicas por brindarnos la oportunidad de ser nuestra casa de estudios durante todos estos años y formarnos profesionalmente, siempre exaltaremos su nombre a donde quiera que vayamos.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos manifestar nuestro agradecimiento a nuestra asesora Dra. Claudia Milagro Wong Taracena de Liu y a nuestra revisora Dra. Lucía Eleonora Terrón Gómez por su valiosa e indispensable guía, apoyo incondicional y palabras de ánimo durante toda la elaboración de la presente investigación. A nuestros Catedráticos de la Facultad de Ciencias Médicas y Médicos residentes que nos instruyeron en el camino de aprendizaje profesional, a la Coordinación de Trabajos de Graduación, en especial a nuestro revisor. Dr. Junior Emerson Jovian Ajché. A todas las personas que contribuyeron con sus conocimientos en la elaboración de esta monografía Dr. Paúl Chinchilla, Dr. Benjamín Contreras, Lcda. Leticia Castillo Signor. A La universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Ciencias Médicas por forjar nuestros conocimientos, valores éticos y morales.



FACULTAD DE
CIENCIAS MÉDICAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

De la responsabilidad del trabajo de graduación:

El autor o autores, es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresados en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y, de las otras instancias competentes, que así lo requieran.

PRÓLOGO

La introducción del mosquito *Aedes aegypti* en América data desde ya hace más de 300 años y a lo largo del tiempo se ha convertido en un agente óptimo para la transmisión de enfermedades arbovirales como fiebre amarilla, dengue, chikungunya y zika; su capacidad de adaptación a diferentes climas, condiciones y aumento de morbilidad y mortalidad en las distintas poblaciones ha hecho que se convierta en un problema de salud pública prioritario.

Su erradicación durante muchos años se ha basado en el control integrado del vector teniendo, un sistema de vigilancia activa, control entomológico, preparación ante emergencias y campañas de educación; sin embargo, a pesar de esto han acontecido múltiples brotes y epidemias en Latinoamérica durante los últimos treinta años evidenciado así un sistema de salud con programas de prevención deficientes y deteriorados. La compleja interacción de los sistemas de control que exigen una participación activa tanto comunitaria, institucional y política, conlleva a la necesidad de buscar e implementar estrategias que contribuyan a la eficiencia de los sistemas actuales.

Esta monografía es una revisión documental destinada a personal comunitario, de salud, encargados de programas de control de vectores, investigadores, entidades gubernamentales y no gubernamentales, para que tengan una herramienta conceptual y práctica actualizada basada en la mejor evidencia científica de estrategias que han sido implementadas en Latinoamérica para poder ser estudiadas y valorar su utilización en diferentes regiones de nuestro país. La poca investigación en nuestro medio fue un problema en la detección de estrategia eficaces, por tanto, también se ha elaborado este material monográfico para incentivar a la investigación en nuestro país, con el fin de encontrar una vía alterna que ayude en el camino hacia la erradicación de *Aedes aegypti*.

Lucía Eleonora Terrón Gómez

Índice

Introducción	i
Planteamiento del problema	iv
Objetivos	vii
Métodos y técnicas	viii
Contenido temático	
Capítulo 1. Aedes agypti.....	1
Capítulo 2. Enfermedades transmitidas por Aedes aegypti.....	7
Capítulo 3. Factores de riesgo y población vulnerable.....	18
Capítulo 4. Estrategias para la prevención de enfermedades transmitidas por Aedes aegypti.....	24
Capítulo 5. Análisis.....	41
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Referencias bibliográficas	48
Complementarios	59

INTRODUCCIÓN

Los mosquitos son los insectos hematófagos que más interactúan con el ser humano y los animales; las hembras al estar en contacto con el humano pueden producir molestos piquetes, pero si se encuentran infectadas se convierten en el agente óptimo para transmitir varias enfermedades.¹

El mosquito *Aedes aegypti*, es considerado uno de los principales vectores causante de la propagación de enfermedades como fiebre amarilla, dengue, chikungunya y zika en casi todos los países del continente americano.² El virus al infectar el intestino medio del mosquito migra hacia las glándulas salivales y tras un periodo de incubación, el mosquito transmite el virus a las personas al picarlas, por tanto estrategias dirigidas al vector juegan un papel importante en la prevención de estas enfermedades.³

Las enfermedades transmitidas por vectores han cobrado mayor relevancia durante los últimos años, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 17% de las enfermedades infecciosas es causada por vectores a nivel mundial, por lo que los programas de salud deben priorizar este tipo de enfermedades, principalmente en estrategias de prevención.⁴

La aparición de este tipo de enfermedades ha aumentado sobre todo en los últimos 30 años, debido a la interacción de múltiples factores que facilitan el contacto del vector infectado con el ser humano, permitiendo el incremento acelerado de dichas enfermedades.⁴

La fiebre amarilla sigue siendo relevante para las Américas, según la OMS la última epidemia fue reportada en el año 2013 en Brasil.⁵ La incidencia del dengue ha aumentado treinta veces en los últimos años,² en el año 2019 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) reportó el mayor número de casos en la historia del continente americano.⁶ En el año 2013 se reportaron los primeros casos de chikungunya en América, su propagación fue acelerada y para el 2016 ya se encontraba en 55 territorios del continente americano. El virus Zika apareció en Brasil en el año 2015, fueron reportados los primeros casos de infección por el virus Zika en Brasil, para el 2016 al igual que chikungunya ya se encontraba en 55 territorios.⁴ En Guatemala, según datos publicados por el Centro Nacional de Epidemiología, para la semana 52 del 2015, la tasa de infección de dengue fue de 111.6, chikungunya 189.9 y zika 1.24 por 100 000 habitantes. Los datos anteriores para la población nacional representan 16 000, 28 000 y 186 personas infectadas con dengue, chikungunya y zika, respectivamente.⁸

Datos actualizados por la OPS/OMS en el año 2019 reportaron una tasa de incidencia acumulada en el país de 285.2 por 100 000 habitantes, sobrepasando lo reportado en años anteriores, evidenciando el número de casos en Guatemala.⁶ El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, reportó para zika hasta la semana epidemiológica dieciséis del año 2019, 119 casos sospechosos de zika en embarazadas en 62% de las áreas de salud y 82 casos sospechosos de zika en pacientes con síndromes congénitos en 45% de las áreas de salud.⁹ En el año 2020, durante las primeras cuatro semanas epidemiológicas, once áreas de salud sobrepasaron la tasa nacional de dengue.⁶

La erradicación del vector principalmente por medio de insecticidas químicos con aplicación focal o espacial, fue exitosa durante décadas hasta el año 2000, sin embargo, debido a las pobres medidas de vigilancia, débiles políticas en el control del vector y gran capacidad reproductiva y flexibilidad genómica del mosquito, se observó un incremento en las enfermedades transmitidas por el vector.¹⁰ Para el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social ha sido difícil el control del vector pues se encuentra en veintiún departamentos del país.⁸

La principal estrategia usada actualmente en Latinoamérica para la prevención y control del vector *Aedes aegypti* se ha basado en la estrategia internacional «Estrategia de gestión integrada para la prevención y control de dengue en la región de las Américas» propuesta por la OMS/OPS (EGI-dengue 2017), la cual propone cinco componentes principales para la prevención de la transmisión de arbovirosis: control del vector, vigilancia activa basada en un sistema de salud integral, preparación para emergencias, capacitación e investigación de control de vectores.²

Aunque se ha hecho un gran esfuerzo por cumplir con los cinco componentes de la estrategia, el vector posee características que le permiten adaptarse a múltiples condiciones, debido a esto los investigadores de países como Brasil, Paraguay, Uruguay, México, Colombia, Cuba, Honduras y Costa Rica, se han visto obligados a buscar nuevas estrategias para la prevención. Estas estrategias se han basado en avances en métodos biológicos, químicos, genéticos y métodos inmunitarios del huésped; como la introducción de larvicidas, organismos que son predadores, parásitos o competidores del vector que ayudan a reducir su población; también se han estudiado técnicas de esterilización de insectos y modificación genética, al igual que la introducción de vacunas.¹²

Tomando en cuenta lo anterior y el incremento en el número de casos de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* y la falta de información sobre la implementación de nuevas

estrategias para la prevención de enfermedades causadas por este vector en nuestro país, se tiene como objetivo principal determinar qué avances se han observado en los últimos cinco años para el control de enfermedades causadas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica. Esto se realiza mediante una revisión exhaustiva de estrategias implementadas y en fase de estudio en países de Latinoamérica, obtenidas de la búsqueda en distintas fuentes de información como catálogos, base de datos, buscadores y repositorios. Se evalúa la calidad de las referencias bibliográficas y cuerpo de trabajo a través de indicadores basados en la estructura recomendada por la norma ISO 11620, y se organiza en una tabla de matriz de datos en las que se resume la información según relevancia y nivel de evidencia.

La información se organiza en cuatro capítulos: 1) *Aedes aegypti* 2) Enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* 3) Factores de riesgo y población vulnerable 4) Estrategias para la prevención de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti*. Se documenta la información con el fin, de que sirva de base para promover la investigación de dichas estrategias en Guatemala y así lograr vías alternas para reducir el crecimiento de enfermedades causadas por este vector.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según la OMS las enfermedades transmitidas por vectores representan más del 17% de todas las enfermedades infecciosas, y provocan cada año más de 700 000 defunciones, por lo que es considerado un problema de salud pública prioritario. «La emergencia o reemergencia de enfermedades transmitidas por vectores ha aumentado en los últimos treinta años a un ritmo antes desconocido». Esta reemergencia es debido a la interacción de factores medioambientales, ecológicos, sociales, económicos y políticos, estos factores favorecen la interacción del agente infeccioso, el vector y el ser humano.⁴ El mosquito *Aedes aegypti*, es considerado uno de los principales vectores causante de la propagación de enfermedades como fiebre amarilla, dengue, chikungunya y zika en casi todos los países del continente americano.²

«La fiebre amarilla continúa siendo endémica en el continente americano con 170 000 casos graves para el año 2013».⁵ La incidencia del dengue ha aumentado treinta veces en los últimos años,² el número de casos reportados por la OPS hasta la semana 52 de 2019, es el mayor registrado en la historia de dengue en las Américas,⁶ según una estimación reciente realizada en marzo de 2020 por la OMS se producen 390 millones de infecciones por dengue cada año, con una tasa de letalidad mundial estimada del 2.5%.⁷ El chikungunya llegó a la región americana en el 2013, se esparció rápidamente y se contabilizaron cerca de dos millones de pacientes infectados, en la semana epidemiológica 42 de 2016, habían sido reportados 107 749 casos confirmados procedentes de 55 territorios de las Américas según la OMS. En el año 2015 fueron reportados los primeros casos de infección por el virus Zika en Brasil, para el 2016 se había detectado la transmisión autóctona en 55 países del mundo según datos proporcionados por la OMS.⁴

En Guatemala, según datos publicados por el Centro Nacional de Epidemiología, para la semana 52 del 2015 la tasa de infección de dengue fue de 111.6, chikungunya 189.9 y zika 1.24 por 100 000 habitantes. Los datos anteriores para la población nacional representan 16 000, 28 000 y 186 personas infectadas con dengue, chikungunya y zika, respectivamente.⁸ De acuerdo con la actualización epidemiológica por la OPS/OMS entre la semana epidemiológica uno a la 52 del año 2019, se notificaron 50 449 casos sospechosos de dengue de los que se incluyen noventa defunciones, la tasa de incidencia acumulada a nivel de país fue de 285.2 por 100 000 habitantes, lo que representa una variación porcentual de 650% respecto al mismo periodo de 2018 cuya tasa de incidencia fue de 43.9 por 100 000.

En 2020, hasta la semana epidemiológica cuatro, se han notificado 1054 casos sospechosos de dengue, durante este mismo periodo, las tasas de incidencia de once áreas de salud sobrepasaron la tasa nacional de dengue de 5.96 casos por 100 000 habitantes y estos son: Baja Verapaz 42.83, Santa Rosa 32.44, Jutiapa 19.84, Quetzaltenango 14.36, Peten Sur Oriental 14.21, Escuintla 10.24, Sacatepéquez 10.01, Chiquimula 8.30, Suchitepéquez 7.05, Guatemala central 6.73 e Izabal 6.19.⁶ El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, reporta para zika hasta la semana epidemiológica dieciséis del año 2019, 119 casos sospechosos de zika en embarazadas en 62% de las áreas de salud y 82 casos sospechosos de zika en pacientes con síndromes congénitos en 45% de las áreas de salud.⁹

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social junto al Programa de Enfermedades Transmitidas por Vectores realizan vigilancia entomológica a través de la encuesta sistemática a nivel nacional sin embargo el control ha sido difícil pues la presencia de este vector se encuentra en veintiuno de veintidós departamentos del país.⁸

Las estrategias de erradicación del vector fueron exitosas hasta el año 2000, sin embargo, ante la ausencia de medidas de vigilancia y control del vector hubo reinfestaciones. Debido al cambio climático, a variantes en la conducta humana y al crecimiento tan acelerado de la población se ha tornado frustrante controlar al vector.¹⁰

La principal estrategia dada por la OMS/OPS para la prevención de transmisión por este vector posee cinco componentes principales: control del vector, vigilancia activa basada en un sistema de salud integral, preparación para emergencias, capacitación e investigación de control de vectores.²

A pesar de todos los esfuerzos realizados basados en la estrategia descrita la adaptabilidad del vector aún en condiciones adversas ha hecho a los investigadores de países latinoamericanos como Paraguay, Uruguay, México, Colombia, Cuba, Honduras y Costa Rica, siendo liderados por Brasil, buscar nuevas estrategias para la prevención de enfermedades causadas por este vector. Para el control del vector se han propuesto reguladores del crecimiento de los insectos y larvicidas a base de Crisarnina y Sarniensinol,¹¹ introducción de organismos que son predadores, parásitos o competidores de la especie de interés, o que de algún otro modo reducen su población como copépodos, *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, *Wolbachia*, también técnicas de esterilización de insectos y modificación genética de mosquitos.¹²

Además, para prevenir el dengue se están desarrollando estrategias como la creación de la vacuna atenuada tetravalente que ha demostrado en ensayos de campo de Latinoamérica

eficacia protectora cercana al 60% para dengue sintomático, 95% para casos graves y 80% para hospitalizaciones, para chikungunya y zika se encuentran varias propuestas para la creación de una vacuna.¹³ Se están realizando investigaciones sobre el papel de los micro ácidos ribonucleicos (mARNs) celulares en la respuesta anti-dengue pues juegan un papel fundamental en la regulación post-transcripcional de la expresión génica en eucariotes y se ha sugerido que los mARNs podrían constituir una nueva estrategia de intervención con un gran potencial.¹⁴

Actualmente el control y la vigilancia siguen siendo las estrategias más complejas para la erradicación del vector y con base a los datos de los últimos años las enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* continúan siendo un problema de salud pública importante en Latinoamérica, incluyendo nuestro país; debido al aumento acelerado de casos de enfermedades causadas por dicho vector y la falta de investigación en nuestro país sobre nuevas estrategias, surge el cuestionamiento qué avances se han observado en los últimos cinco años para el control de enfermedades causadas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica.

OBJETIVOS

General

Describir los avances obtenidos en estrategias para prevenir enfermedades causadas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica durante los últimos cinco años.

Específicos

1. Describir las fases del desarrollo biológico del vector en las que deben enfocarse las nuevas estrategias de prevención en enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica.
2. Describir enfermedades relevantes transmitidas por *Aedes aegypti* para la aplicación de nuevas estrategias de prevención en Latinoamérica.
3. Determinar factores de riesgo en los que deben enfocarse las nuevas estrategias de prevención en enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica.
4. Identificar a la población que debe priorizarse para la implementación de nuevas estrategias contra enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica.
5. Describir nuevas estrategias implementadas para el control de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica.

MÉTODOS Y TÉCNICAS

Se realizó una monografía de compilación con diseño exploratorio, en la cual se utilizaron estudios de tipo cuantitativo y cualitativo, la búsqueda se basó en los descriptores vector, Culicidae, mosquito, *Aedes aegypti*, Arbovirus, mosquitos vectores, vectores de enfermedades, ciclo biológico, biological cycle, fiebre amarilla, yellow fever, dengue, dengue fever, break bone fever, chikunkuya, CHIK, chikungunya fever, febre de chikungunya, zika, epidemiología, health services research, período de incubación, incubation period, manifestaciones clínicas, signs and symptoms, Síntomas e síntomas, factores de riesgo, risk factors, factores de riesgo, población vulnerable, population at risk, estrategias de control, prevención, prevention and control, control de mosquitos, intervenciones químicas, manejo del hábitat, larvicidas no químicos, Amaryllidaceae, mesembrine, crinine, crinsarnine, sarniensinol, reemplazo poblacional, técnicas genéticas, microARNs, microRNAs, respuesta anti-dengue, anti-dengue virus response, inmunidad del huésped, vacuna CYD- TDV, vaccine CYD-TDV, ensayo controlado aleatorio, ensayo clínico controlado, estudio comparativo, estudios prospectivos.

Para el registro de estos descriptores se utilizó la matriz 1 «Descriptores» (Apéndice 1), se accedió al término correcto por medio de MeSH o DeCS según el caso. El proceso de selección de las fuentes de información incluyó: fuentes primarias como artículos científicos, guías de práctica, publicaciones oficiales, tesis doctorales y opinión de expertos. Fuentes secundarias dentro de las que se utilizaron artículos de revisión, páginas web institucionales, reportes, fuentes especializadas (Cochrane, HINARI, Scielo, LILACS, Pubmed) e informes técnicos. Terciarias como manuales y boletines. Además, se utilizó información proveniente de organismos como UNICEF, Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS) y Ministerios de Salud latinoamericanos.

Para seleccionar el material a utilizar en la monografía se tomaron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: artículos en inglés y/o español, referencias de los últimos cinco años, que cumplan con los indicadores bibliométricos (factor de impacto, índice H, factor de influencia), estudios observacionales (descriptivos y analíticos), estudios experimentales, revisiones sistemáticas, ensayos controlados aleatorios ECA y ECA grupales, estudios no aleatorios que tengan un grupo de comparación y estudios prospectivos. Todo esto basado en la unidad de estudio: Latinoamérica.

Se realizaron búsquedas independientes analizando el título y resumen y luego analizando el texto completo de todos los artículos seleccionados utilizando los criterios de

inclusión, si la información no era clara o suficiente se descartó. Para el registro de los artículos utilizados en la búsqueda y realización de la monografía se utilizó la matriz 2 «Artículos utilizados para análisis de contenido» (Apéndice 2) para determinar que artículos serían de utilidad para cumplir los objetivos de la investigación, además se determinó el tipo de estudio y el nivel de evidencia por medio de la matriz 3 «Tipo de estudio utilizado según nivel de evidencia» (Apéndice 3) esto para la validación de los artículos. Ambas matrices se realizaron en un documento de Excel con el fin de tener un instrumento que permita llevar el registro y resumen de los textos, así como asegurarse que éstos sean válidos.

La información obtenida se integró en cuatro capítulos los cuales son:

- **Capítulo 1:** *Aedes aegypti*
- **Capítulo 2:** Enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti*
- **Capítulo 3:** Factores de riesgo y población vulnerable
- **Capítulo 4:** Estrategias para la prevención de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti*.

CAPÍTULO 1. *Aedes Aegypti*

SUMARIO

- Características generales
- Morfología
- Ciclo biológico

En este capítulo se abordarán características específicas del vector, principalmente taxonómicas, como bandas blancas en forma de lira, que lo diferencian de otros de su especie, también se describirá su ciclo biológico desde huevo hasta la fase adulta. Además, se señalará por qué la hembra es la responsable de la transmisión de enfermedades.

1.1 Características generales

Son artrópodos que pertenecen a la familia Culicidae, este mosquito llegó a América hace 400-550 años desde África occidental, fue llevado por la migración de esclavos europeos, por lo que se considera a África como el hogar ancestral de este. A Principios del siglo veinte era conocido por ser el encargado de transmitir la fiebre amarilla, siendo relevante para el continente americano, actualmente es conocido también por transmitir el dengue, chikungunya y zika.¹⁵

Se sabe que la migración es un aspecto importante en la propagación de dichas enfermedades, principalmente migración de personas desde áreas endémicas hacia zonas más alejadas donde no se hospedaba antes este vector.

Se caracteriza por tener la habilidad de reproducirse en ambientes urbanos y rurales, sin embargo, su mayor actividad es dada en ambientes cercanos a domicilios.¹⁶ En espacios abiertos los criaderos más comunes son basureros, cementerios y terrenos abandonados, en ambientes domiciliarios se considera criadero de mosquitos cualquier superficie que favorezca la acumulación de agua, dentro de los más comunes encontramos macetas, baldes, cisternas y llantas en desuso.¹⁷

Se ha detectado que dichos aspectos impiden el control adecuado del vector, debido a las condiciones insanas en las que vive la mayoría de la población de nuestro continente, incluido nuestro país, por lo que deben ser tomados en cuenta para la elaboración de protocolos en la prevención de enfermedades causadas por el mosquito.

La velocidad de reproducción y diseminación del mosquito es impresionante, se desplazan a grandes distancias si las condiciones no son aptas para la oviposición, pueden desplazarse de

uno a dos kilómetros, también utilizan la dispersión pasiva a través de medios de transporte como autobuses, barcos o aviones.¹⁷

Las zonas que favorecen su reproducción son aquellas que tengan clima tropical y subtropical, pero es importante recalcar que el mosquito posee gran resistencia a muchas condiciones adversas. Sin embargo, se ve afectado por los extremos de la temperatura tanto en climas áridos como en climas extremadamente fríos.¹⁸

América Latina posee en la mayoría de sus regiones climas favorables para la reproducción de *Aedes aegypti* y la reemergencia de enfermedades causadas por este, por lo que su control es imperativo.

Las hembras son las encargadas de la transmisión porque se alimentan de la sangre humana, pues requieren de la albúmina para la formación y maduración de los huevos, tienen actividad principalmente en horas del día, en especial por la mañana y antes del atardecer. Cada hembra necesita de tres a cuatro días para picar nuevamente, colocando a lo largo de su vida un promedio de 700 huevos, estos huevos a diferencia de otras especies no son flotadores, se desarrollan bajo el agua, sin embargo, tienen la capacidad de sobrevivir a la desecación hasta un año. Cada mosquito que nace vive alrededor de cuarenta días y es infectante toda su vida.¹⁶

1.1.1 Morfología

Debido a que este vector pertenece a los artrópodos se caracteriza por su simetría bilateral, lo cual es vital para que pueda movilizarse adecuadamente, el extremo anterior es donde se encuentran los sentidos, permitiendo percibir en esta zona los estímulos exteriores y en el extremo posterior contiene estructuras especializadas que favorecen la locomoción del mosquito. Su cuerpo está dividido en tres partes; cabeza, cuerpo y abdomen.¹⁹

Aedes aegypti se caracteriza por tener cuerpo pequeño de cinco a diez milímetros (mm), en la cabeza se encuentran dos pares de antenas, un pico esencial para la alimentación, un palpo maxilar y los ojos; «el tórax se divide en tres segmentos principales: pro, meso y metatórax, a lo largo del tórax se observan bandas con forma de lira y seis patas largas y delgadas con bandas blancas», este aspecto se debe a las escamas plateadas que lo recubre,¹⁹ Se ha considerado dicha característica específica de este género, permitiendo la diferenciación de otros mosquitos.

En el tórax se observan un par de alas y un par de halterios que son las estructuras que le proveen estabilidad al mosquito, como característica morfológica única poseen fuertes espículas torácicas laterales, escamas en forma de peine y un sifón con forma de oliva corta de color negro. En el abdomen se observan dos orificios respiratorios en el extremo posterior.²⁰

La hembra es más grande que el macho, además tiene un aparato bucal más complejo comparado al del macho, puesto que la hembra se alimenta de sangre mientras que el macho lo hace de las sustancias de las plantas. La hembra vive tres semanas más que el macho que solo vive una semana.²⁰

1.2 Ciclo biológico

El mosquito *Aedes aegypti* presenta un cambio total desde su forma inmadura hasta su forma adulta. Su ciclo se completa a través de cuatro fases: huevo, larva, pupa y adulto; las primeras tres son de vida acuática y la cuarta de vida aérea.^{17,25}

1.2.1 Huevo

Tras la alimentación sanguínea de las hembras, se produce la oviposición de los huevos, pueden colocar entre cincuenta y 150 huevos. Estos son de coloración blanca y casi transparente, pero al estar en contacto con el aire van adoptando una coloración oscura; miden aproximadamente de 0.6 a 0.8mm.¹⁹

El depósito de los huevos lo realizan de forma escalonada, colocando un 10 a 20% directamente en el agua y el resto son depositados por encima del nivel del agua en las paredes de los recipientes; esto permite la supervivencia de estos aun en condiciones desfavorables, ya que cuando los primeros huevos entran en contacto con el agua, se produce la eclosión, y conforme el recipiente se va llenando eclosionan el resto. Previo a la eclosión se presenta un periodo de desarrollo embrionario en el cual en condiciones óptimas puede completarse en 48 horas o bien, prolongarse hasta cinco días en temperaturas más bajas.¹⁹

Algunos huevos eclosionan en los primeros quince minutos, pero en otros casos, deben remojarse varias veces para que se produzca. También puede sobrevivir hasta un año en climas adversos hasta que las condiciones se vuelvan favorables para su eclosión, un clima húmedo y cálido facilita este proceso. Sin embargo, esta capacidad para sobrevivir a la desecación permite que puedan ser transportados dentro de los recipientes incluso a grandes distancias; por tanto, la erradicación de mosquitos en sus fases de larva y adulto no imposibilitan la infestación a través de huevos que hayan permanecido ocultos en recipientes.^{17,22}

Cabe resaltar que por esta razón las principales estrategias para el control del vector intervienen en las etapas de huevo y larva, como el lavado de los tanques donde se almacena el agua o bien la aplicación de químicos que tienen el potencial de ser tóxicos en los estados larvarios, con el fin de interrumpir el ciclo del mosquito a sus estadios posteriores.

1.2.2 Larva

Posterior a la eclosión, las larvas que emergen morfológicamente están formadas por: una cabeza, un tórax ovoide, y un abdomen con nueve segmentos; el segmento posterior y anal tiene cuatro branquias, para la regulación osmótica, y un sifón corto para la respiración en la superficie del agua. Este es un periodo de alimentación y crecimiento, se alimentan de material orgánico o microorganismos sumergidos o que se encuentren acumulados en el fondo del recipiente. Su desplazamiento a través del agua lo realizan mediante movimientos serpentiformes. Tienden a tener sensibilidad a la luz y a las perturbaciones externas como vibraciones lo que produce que se desplacen al fondo del recipiente.²³

Durante su desarrollo pasa por cuatro estadios, en los que deben mudar su exoesqueleto tres veces; durante el primer estadio posterior a la eclosión del huevo son pequeñas y a medida que van cambiando de muda van creciendo; cuando la larva muda en su cuarto estadio pasa al estado de pupa; este último estadio puede prolongarse por varias semanas, incluso hasta siete meses, previo a su transformación en pupa. En condiciones óptimas desde la eclosión hasta la pupación pueden ser de cinco a siete días, pero comúnmente dura siete a catorce días. Las larvas son incapaces de resistir a temperaturas inferiores a 10°C o superiores a 45°C.^{17,19,22}

1.2.3 Pupa

Es la etapa de cambios que lleva a la formación de adulto y al cambio drástico de su hábitat de acuático al terrestre.¹⁹ Este estado es de alrededor de dos días, no se alimentan y tienden a moverse poco, aunque suelen reaccionar a estímulos externos que hacen que se desplacen; y en este reposo, se producen una serie de cambios anatómicos; en la base del tórax presentan tubos respiratorios que atraviesan la superficie del agua para permitir la respiración y en el abdomen posee un par de aletas que le permite desplazarse en el agua. Al final de este estadio, las pupas extienden su abdomen paralelo a la superficie del agua, para la emergencia del adulto.¹⁷

En un estudio de laboratorio, en Santiago de Cuba, determinó que las pupas de *Aedes aegypti* sobrevivieron y emergieron a adulto a pesar de ser extraídas en agua y colocadas en tierra, esto es de suma importancia, ya que, si este cambio se produce de manera frecuente y en su medio biológico, una gran cifra de mosquitos adultos estaría emergiendo a pesar de la erradicación de los focos detectados en estado de pupa al vaciar los depósitos a tierra.²⁴

El estadio de pupa marca el cambio acuático a terrestre y es importante porque la densidad de pupas refleja directamente la cantidad de posibles mosquitos adultos que emerjan; en periodos de brotes este dato es importante para determinar estrategias a implementar.

1.2.4 Adulto

Es la etapa de reproducción y de dispersión del insecto. Después de su emergencia como pupa, permanece en reposo para el endurecimiento de su exoesqueleto y sus alas, para esto procuran lugares húmedos y sin corrientes de aire en los que permanecen en reposo.¹⁷ Los machos adultos emergen primero seguido por las hembras.²⁵

Dentro de las veinticuatro horas siguientes, inicia su etapa reproductora; una fuente de atracción del macho hacia la hembra es el sonido emitido por el batir de las alas durante el vuelo. El apareamiento, se realiza por lo general durante el vuelo, y una sola inseminación del macho es suficiente para fecundar todos los huevos que una hembra produce toda su vida.^{17,22}

Debido a esta rápida reproducción las técnicas genéticas, como la de esterilización en el macho, provocará que la población del mosquito disminuya considerablemente, permitiendo mayor control sobre su proliferación y contagio de las enfermedades transmitidas por el vector.

Los machos no tienen paredes bucales adaptadas que les permite succionar sangre, por lo que su alimentación se basa en carbohidratos tales como el néctar de las plantas, sin embargo, las hembras pueden ser fitófagos y hematófagos, pero necesitan de manera esencial las proteínas y hierro disponibles en la sangre, para la producción de sus huevos. Estas vuelan siguiendo olores y gases emitidos por las personas que serán su fuente de alimentación; tienen receptores olfativos, térmicos y táctiles que les ayudan a llegar a su objetivo; al picar inyectan saliva la cual tiene un efecto anestésico, anticoagulante e histamínico, lo que ayuda a que su hospedador no lo perciba.¹⁷

Si una hembra completa su alimentación sanguínea desarrollará aproximadamente cien huevos; esto debido a que la distensión del estómago estimula el desarrollo de los ovarios. Las formas adultas tienen un promedio de vida de una semana en los machos, y aproximadamente un mes en la hembra. Una hembra ovipone cada tres o cuatro días y puede llegar a poner alrededor de 700 huevos durante toda su vida, la cual dura aproximadamente cuatro semanas.¹⁷ El desarrollo tan acelerado de los mosquitos contribuye al difícil control del vector.

La alimentación sanguínea y la postura se llevan a cabo principalmente durante las primeras horas o a la media mañana y a media tarde. La oviposición se produce hacia el final de la tarde.²³

A parte de su etapa reproductiva, también tienen una etapa de dispersión la cual puede ser activa, efectuada con propio esfuerzo del mosquito, o pasiva debida a factores independientes del mosquito con corrientes de aire o diferentes vehículos.²³

Es importante tener presente que este mosquito se caracteriza por reproducirse y desarrollarse en ambientes cercanos a domicilios, tanto en áreas urbanas como rurales, principalmente en criaderos artificiales que favorezcan la acumulación de agua. El clima tropical y subtropical favorece la reproducción del mosquito, siendo estos predominantes en la mayoría de las regiones de Latinoamérica. Además, posee características morfológicas que lo diferencian de los demás géneros, principalmente en el tórax y en las patas, poseen bandas blancas debido a las escamas plateadas que lo recubren.

Se debe mencionar que las hembras se diferencian del macho por poseer un aparato bucal más complejo, pues estas basan su alimentación en la sangre humana, debido a los requerimientos para la reproducción de huevos. Este vector posee cuatro fases en su ciclo biológico: huevo, larva, pupa y adulto. El huevo es capaz de sobrevivir a condiciones adversas, lo cual permite ser transportado a grandes distancias. La fase de larva es vital para la alimentación y crecimiento del mosquito. Durante la fase de pupa se da la diferenciación a la fase adulta, en la cual se dispersa y reproduce durante las primeras veinticuatro horas, hasta reproducir alrededor de 700 huevos. A lo largo del capítulo se recalcó la importancia sobre conocer las características generales y las fases del ciclo biológico del mosquito, pues esto permite elaborar estrategias efectivas para el control del vector.

CAPITULO 2. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR *Aedes Aegypti*

SUMARIO

- Fiebre amarilla
- Dengue
- Chikungunya
- Zika

En este capítulo se describirán las enfermedades transmitidas por el vector, fiebre amarilla, dengue, chikungunya y zika, todas con alta morbilidad y mortalidad en el continente americano. Se dará a conocer la epidemiología, período de incubación y manifestaciones clínicas de cada enfermedad, fomentando siempre la prevención y control del vector.

2.1 Fiebre amarilla

2.1.1 Definición

La fiebre amarilla es una enfermedad hemorrágica viral causada por un Arbovirus de la familia Flavaviridae que es transmitida al humano por un mosquito infectado, el principal mosquito responsable es el *Aedes aegypti* en su forma urbana, el cual se ha caracterizado por extenderse y adaptarse en muchos países del continente americano, permitiendo la expansión de la enfermedad.²⁶ Actualmente se conocen únicamente cinco genotipos de los cuales dos se desarrollan en América y tres conocidos en África.^{27,28}

La existencia de la enfermedad se remonta a África 3000 años atrás, sin embargo, fue llevada a América en la época de esclavitud hace 400 años aproximadamente, a partir de la llegada de esta nueva enfermedad y debido a la acelerada propagación de la misma, investigadores describieron muchas teorías sobre su forma de transmisión, una teoría describía la transmisión por medio de aguas contaminadas y otra defendía la transmisión por contacto humano a humano, fue hasta en 1900 que se determinó que la transmisión se daba por un vector.^{26,27,28}

Se considera que a partir de esta época la investigación fue clave para el manejo de la enfermedad, a través del control del vector principalmente por medio de la vigilancia epidemiológica y de la prevención por medio de la implementación de la vacuna.

Es importante conocer la definición de caso sospechoso para detectar pacientes con posible contagio, se considera aquel paciente que procede de un lugar endémico y presenta fiebre de inicio súbito acompañado de ictericia que se presenta dentro de los primeros catorce días

desde el inicio de los síntomas, estar relacionados con esta definición permite brindar el diagnóstico y tratamiento adecuado para el paciente.³¹

2.1.2 Epidemiología

Según la OMS más de 200 000 personas son afectadas por esta enfermedad al año en el mundo, con una tasa de mortalidad mayor para América, principalmente en las zonas selváticas.³¹

La fiebre amarilla originaria de África fue trasladada a América por los esclavos que eran llevados a este continente, las primeras manifestaciones de la enfermedad se dieron en Centro América y el Caribe, debido a la presencia de vectores selváticos y condiciones climáticas favorables para reproducirse. Durante mucho tiempo la enfermedad permaneció controlada por la introducción de la vacuna de virus vivo atenuado en área endémicas, la cual fue descubierta en 1937, sin embargo, un reporte epidemiológico del año 2013 evidenció un subregistro de casos, este reporte fue realizado por investigadores colombianos a quienes les preocupaba la presencia de una epidemia silenciosa, a partir de la publicación de este reporte se notificaron siete casos confirmados y cinco sospechosos en el país. Datos que evidenciaron las sospechas de los investigadores sobre el subregistro de casos.^{27,28,30}

En el año 2013 se presentó un total de 170 000 casos,⁵ para el año 2016 se presentó una epidemia en Brasil de fiebre amarilla que duró un año aproximadamente, con un total de 1987 casos de los cuáles 282 personas fallecieron, causando muchas consecuencias negativas para la población brasileña.^{27,28}

La reemergencia de esta enfermedad fue debido a la introducción del virus a las comunidades sin protección inmunitaria debido principalmente a la deforestación de árboles poniendo al virus en contacto con la población, además por el mal control del vector por parte de las autoridades, debido a las pobres políticas del Ministerio de Salud Pública, habiendo muchas deficiencias en los programas de vacunación, dejando sin cobertura a las personas más vulnerables, principalmente a la población del área urbana, aumentando así el riesgo de contagio.^{27,28,29}

Se sabe que lo primordial para enfrentar una enfermedad es la prevención, por lo que el fortalecimiento de dichas políticas y de las estrategias actualmente implementadas es vital, además de promover la investigación de opciones innovadoras que puedan contribuir a las políticas actuales.

En la actualidad las zonas más afectadas son el Amazonas, el oeste de Perú y Colombia, debido principalmente a la migración de personas, sin embargo, más de 49 regiones son considerados endémicas, por lo que es prioritario fomentar la vacunación y el control del vector implementando vigilancia epidemiológica constante.²⁷

2.1.3 Período de incubación

El período de incubación en el mosquito es de tres a seis días aproximadamente, cuando la enfermedad se desarrolla este es capaz de infectar a lo largo de toda su vida, además los mosquitos que nazcan de un vector portador serán de igual forma capaces de infectar.^{31,33}

Este aspecto es muy importante en estrategias de intervención genética del vector, pues evita su propagación interviniendo directamente en la descendencia del mosquito, disminuyendo la población infectante de este.

El humano es infectante para un mosquito veinticuatro horas antes del inicio de fiebre y durante los primeros cinco días después de iniciados los síntomas, después de picar a un humano infectado el mosquito está listo para continuar con la transmisión de la enfermedad.³²

Existen tres formas de transmisión, la primera es la transmisión selvática en la cual el principal afectado es el mono y este por lo general solo será capaz de infectar a un similar, la transmisión intermedia sucede en poblados que están en áreas selváticas o a sus alrededores, por último, la transmisión urbana se produce en áreas que son bastante pobladas donde la transmisión de una persona a otra es fácil.³³

2.1.4 Manifestaciones clínicas

La fiebre amarilla ha sido ampliamente estudiada y se ha determinado que existen tres fases de la enfermedad; la primera fase conocida como infectiva es en la que se presentan síntomas como náuseas, vómitos, anorexia, fatiga, fiebre, cefalea, mialgias, coloración icterica generalizada y en raros casos se presenta bradicardia asociada a la fiebre.³⁰

Luego continúa la fase de remisión en la que desaparece la fiebre por un período aproximado de veinticuatro horas y por último se da la fase de intoxicación, esta fase es crítica para el paciente pues en ella se presentan la mayoría de las complicaciones como falla renal, hepatitis, hemorragias debido a alteraciones en la coagulación. Si esto no se controla puede llevar a un choque hipovolémico, provocando en el peor de los escenarios la muerte del paciente, cuando existen complicaciones como estas los pacientes no sobreviven más de una semana.^{30,31}

Muchos de los casos pueden ser asintomáticos, presentándose en estos pacientes solamente la primera fase, por lo que es vital realizar una adecuada anamnesis y examen físico en los pacientes con alta sospecha de padecer dicha enfermedad.³¹

2.2 Dengue

2.2.1 Definición

Enfermedad viral transmitida por mosquitos, considerada como una de las enfermedades que más afecta a nivel mundial en términos económicos y de salud pública en general.³⁴ Es causado por un Arbovirus de la familia Flavaviridae, su principal vector es el *Aedes aegypti*.³⁵

Por años se ha considerado una enfermedad endémica en muchos países, principalmente en países de Latinoamérica, teniendo consecuencias negativas para la salud pública.³⁵

Debido a la importancia que tiene dicha enfermedad para la salud pública de países Latinoamericanos, se ha considerado necesaria la implementación de nuevas estrategias para la prevención de la enfermedad, en especial mediante el control del vector.

Se conocen cuatro serotipos diferentes de dengue y cada uno de estos tiene la capacidad de producir la enfermedad, aunque cada uno sea peligroso debido a su variación genética, existen unos que se asocian más a casos graves, tal es el caso del serotipo dos y tres.^{34,35} Se sabe que en nuestro país el serotipo dos es el que más se asocia a enfermedad grave.

Es importante saber la definición de caso sospechoso de dengue, en el que se considera un paciente sospechoso aquel que tenga una «enfermedad febril aguda de hasta siete días de origen no aparente, acompañada de dos o más de los siguientes síntomas: cefalea, dolor retro ocular, mialgias, artralgias, postración, exantema, y que además tenga antecedente de desplazamiento, hasta quince días antes del inicio de síntomas, o que resida en un área endémica de dengue» Teniendo clara la definición se brindará al paciente un diagnóstico y tratamiento oportuno.³⁴

2.2.2 Epidemiología

La OMS considera al dengue una de las enfermedades más importantes a nivel mundial debido al incremento alarmante de casos en los últimos años. Alrededor de cincuenta millones de personas se ven afectados, lo cual representa cerca de la mitad de la población mundial.³⁵ Según una estimación realizada en marzo del 2020 por la OMS, 390 millones de personas al año se infectan por dengue y 128 países se encuentran en alto riesgo de padecerlo.⁷

Para el 2019 la OMS reportó una incidencia de 321 casos por 100 000 habitantes, con 1538 defunciones en total. Para el 2020 de la semana epidemiológica uno a la cinco la OMS/OPS reportó 155 343 casos, con veintiocho fallecidos por dengue grave.⁶

En América en casi todos los países es considerada una enfermedad endémica y su reaparición se debe a muchos factores, principalmente factores sociales, climáticos y políticos. Dentro de los factores políticos más importantes tenemos programas de salud débiles para el control del vector y sobre todo vigilancia epidemiológica deficiente.³⁵

Es evidente que para los diferentes sistemas de salud alrededor del continente no es prioritario el control de esta enfermedad, demostrando los pobres sistemas de vigilancia y prevención, que ponen a la población en extrema vulnerabilidad de padecer dengue.

En Guatemala de acuerdo con la actualización epidemiológica dada por la OPS/OMS entre la semana epidemiológica uno a la 52 del año 2019, se notificaron 50 449 casos sospechosos de dengue de los que se incluyen noventa defunciones, la tasa de incidencia acumulada a nivel de país fue de 285.2 por 100 000 habitantes, lo que representa una variación porcentual de 650% respecto al mismo periodo de 2018 cuya tasa de incidencia fue de 43.9 por 100 000.⁶ Se considera que dicha variación se debe principalmente a la poca vigilancia epidemiológica, así como de la pobre educación para la prevención de criaderos en los domicilios, lo que aumenta el número de contagios en la población.

En el año 2020, hasta la semana epidemiológica cuatro, se han notificado 1054 casos sospechosos de dengue, durante este mismo periodo, las tasas de incidencia de once áreas de salud sobrepasaron la tasa nacional de dengue de 5.96 casos por 100 000 habitantes.⁶

2.2.3 Período de incubación

En cuanto al tiempo de incubación existe un promedio de cuatro a diez días. El período de viremia es vital en la transmisión de la enfermedad, pues si el mosquito pica al humano durante este período este se contamina con el virus, este período dura aproximadamente de cinco a siete días. El virus se incuba en el mosquito en un tiempo de ocho a doce días y después de este período comienza a infectar.^{34,35,36}

2.2.4 Manifestaciones clínicas

Cuando pasa el período de incubación, la persona infectada puede pasar por tres fases importantes: febril, crítica y recuperación, dependiendo de la fase en que se encuentre esa será la sintomatología que presente.^{34,36,37}

La fase febril es en la que el paciente presentará como síntoma principal fiebre, orientando al médico a muchos diagnósticos diferenciales, por lo que es necesario evaluar los síntomas acompañantes como cefalea, hiperemia en faringe, malestar general, dolor retro ocular y mialgias. Estos síntomas podrían confundirse con el inicio de muchas enfermedades, por lo que el diagnóstico puede tornarse complicado. Este período en promedio dura 48 horas, sin embargo, puede durar un poco más. Algunos pacientes presentan signos más específicos que pueden orientar al médico a sospechar el diagnóstico de dengue, dentro de estos signos se encuentran: hepatomegalia, petequias o equimosis, estos serán evidentes al realizar un buen examen físico.^{34,35}

Cuando termina la fase febril existen dos posibilidades, la resolución de la enfermedad o bien el avance a fase crítica, en esta fase el paciente puede evolucionar rápidamente al shock hipovolémico que es la complicación más temida, se debe tener monitoreo constante de signos vitales en el paciente y estar alerta a cualquier señal de hemorragia pues se puede presentar hemorragia en cualquier parte del cuerpo debido al descenso de plaquetas.^{34,36,37}

Si el paciente supera la fase crítica pasará a la fase de recuperación, la cual durará aproximadamente diez días dependiendo de la condición de cada paciente. Habrá una estabilización en la hemodinamia, así como de todas las funciones vitales del individuo.³⁶

Es importante que se reconozca a un paciente con dengue sin signos de alarma, pues las medidas a tomar serán totalmente diferentes. El paciente sin signos de alarma es aquel «paciente que se encuentra en la fase febril con dos o más de los siguientes síntomas: fiebre, náusea, cefalea, mialgias y petequias».³⁴ Los signos de alarma son aquellos que se presentan cuando la etapa febril concluyó presentando el paciente uno o más de los siguientes: extravasación de líquidos, letargia, vómitos persistentes, hemorragia, dolor abdominal, hepatomegalia, hipotensión y aumento del hematocrito. Finalmente se tomará a un paciente con dengue grave a aquel que presente choque, compromiso respiratorio, hemorragia grave y falla multiorgánica.^{34,35,36,37}

2.3 Chikungunya

2.3.1 Definición

Chikungunya significa «hombre que camina encorvado» en makonde (Lengua bantú, utilizada en Tanzania), es una enfermedad causada por el virus Chikungunya que pertenece al género *Alfavirus*, es transmitida por un mosquito infectado, siendo su principal vector el *Aedes aegypti* que se encuentra en áreas tropicales y subtropicales. Esta enfermedad es considerada

reemergente pues se identificó por primera vez en 1953 en África, pero fue hasta el año 2013 que se identificó el primer caso en América.^{38,41,42}

Es importante definir un caso sospechoso de chikungunya, el cual se define como un «cuadro agudo de fiebre mayor a 38.5°C y aparición de dolor articular debilitante sin ningún foco infeccioso». ⁴⁰

2.3.2 Epidemiología

Antes de registrarse el primer caso en América, se registraron una serie de brotes en distintos países de África y Asia, entre 1999 y 2000 se dio un importante brote en la República Democrática del Congo, en el 2006 hubo un brote en India y fue en el 2007 que se registró en Europa un brote de 197 casos.⁴⁴

En el año 2014 la OPS reportó 4406 casos confirmados en el período del 2013 al 2014 en el continente americano.⁴² En el año 2015 se reportó 37 480 casos en las Américas y fue para el año 2016 que se confirmaron 107 749 casos en 55 territorios del mismo continente, siendo los más afectados Colombia, Bolivia y Brasil. ⁷

Debido al incremento de casos en dichos países latinoamericanos, ahora encabezan la investigación sobre nuevas estrategias en la prevención.

En Brasil durante los años del 2014 al 2017 se reportaron un total de 552 023 de estos 403 fallecieron.³⁸ En México según datos de la última epidemia en el año 2015 se registraron 34 casos por 200 000 habitantes⁴² y en Guatemala se reportó para el mismo año una tasa de infección de 189.9 por 100 000 habitantes.⁶

2.3.3 Período de incubación

El período de incubación en el humano es alrededor de cinco a siete días, lo que se conoce como incubación intrínseca, este período es conocido como viremia, durante este tiempo el mosquito puede infectarse por medio de la picadura al humano, luego el virus se replica dentro del mosquito por diez días, llevándose a cabo la incubación extrínseca y está listo para infectar.^{40,42}

2.3.4 Manifestaciones clínicas

Al ingresar el virus al cuerpo crea una reacción inmunitaria que se refleja principalmente como inflamación en tendones y articulaciones, esta inflamación puede durar meses hasta volverse crónica. ⁴⁰

Algunos casos infectados con chikungunya serán asintomáticos, sin embargo, los que sí presenten sintomatología referirán comúnmente fiebre, exantemas y artralgias.³⁸

Esta enfermedad se caracteriza por tener una amplia duración con consecuencias a largo plazo, se divide principalmente en tres fases. La primera es la fase aguda que puede extenderse hasta veintidós días, durante esta fase se desarrolla fiebre alta en un rango de 38.9 a 40°C, dolor en articulaciones principalmente en extremidades, cefalea, náuseas, vómitos, conjuntivitis, prurito y rash presente sobre todo en palmas de las manos, plantas de los pies y tórax.^{38,39}

Durante la fase aguda un pequeño porcentaje de los pacientes sintomáticos desarrollarán manifestaciones atípicas principalmente neurológicas pues el virus es capaz de crear neurovirulencia, sobre todo en ambos extremos de la vida, dentro de estas manifestaciones podemos mencionar encefalopatía, convulsiones y parálisis asociado a Guillain-Barré. También manifestaciones pulmonares, cardiovasculares (miocarditis, insuficiencia cardíaca), renales y hepáticas.^{38,39,40,42}

Luego se desarrolla la fase post aguda que dura de veintidós a noventa días, esta se caracteriza por el predominio del dolor dado por la inflamación y puede manifestarse como artritis, bursitis y tenosinovitis, en esta etapa el paciente experimentará períodos de mejoría para luego recaer, algunos pacientes durante este período pueden experimentar un síndrome de Raynaud transitorio.^{40,42,43}

La última fase es conocida como crónica, esta fase ocurre luego de los tres meses desde el inicio de los síntomas y puede durar hasta años, puede producir serias consecuencias en el desarrollo de las actividades diarias del paciente.³⁸

Es importante ante la sospecha o confirmación de un caso de chikungunya estar pendiente de los signos de alarma que puede presentar el paciente como anuria, dolor incapacitante, letargia, hemorragia, fiebre que dure más de cinco días, extremidades frías y mareo postural. La presencia de cualquiera de estos signos debe recibir atención médica personalizada y vigilancia constante de la hemodinamia del paciente.⁴³

2.4 Zika

2.4.1 Definición

El virus Zika pertenece al género Flavivirus de la familia Flaviviridae, siendo muy parecido filogenéticamente a los virus dengue, chikungunya y fiebre amarilla. El virus está constituido por

pequeñas partículas virales, cuyo material genético es ácido ribonucleico (ARN) monocatenario; se transmite principalmente por *Aedes aegypti* y en menor medida, por *Aedes albopictus*.⁴⁵

El mayor impacto generado por el virus Zika, es debido a las complicaciones que produce sobre todo en la población materno infantil, ya que este virus produce una neuro invasión, que puede atravesar la membrana hematoencefálica y la placenta y causar daño neuronal grave y en el desarrollo uterino como: malformaciones genéticas, microcefalia, pérdida de la audición, malformaciones oculares e incluso muerte fetal.^{45,48,49} Además la población adulta también se ha visto afectada por procesos autoinmunes de casos reportados con el síndrome de Guillain-Barré.⁴⁵

Se ha enfatizado en la prevención de esta enfermedad debido a las consecuencias que produce en toda la población, principalmente en la población materno infantil. El pilar fundamental para la prevención de toda enfermedad siempre será el control de la causa, en este caso el control del vector.

La definición de caso sospechoso para zika es aquel paciente que presente exantema y al menos dos o más de los siguientes síntomas: fiebre, conjuntivitis, artralgias, mialgias y edema periarticular. Debido a sus efectos secundarios es importante tener en cuenta la definición de caso sospechoso de síndrome congénito asociado a la infección por el virus Zika que es un «recién nacido que presente microcefalia o alguna malformación congénita del sistema nervioso central y cuya madre durante el embarazo haya tenido antecedentes de residencia o viaje a un área con presencia del virus Zika o haya tenido relaciones sexuales sin protección con una pareja con antecédete de residencia o viaje a un área con presencia de vectores del virus Zika».⁵⁸

2.4.2 Epidemiología

El virus Zika fue aislado por primera vez en 1947, en el bosque de Zika en Uganda, durante una actividad de vigilancia epidemiológica de fiebre amarilla, se detectó el virus en un mono centinela Rhesus que estaba febril. Once años después en 1958, se aisló en mosquitos del género *Aedes africanus*; y fue en 1969 cuando se aisló el virus en *Aedes aegypti* en Malasia.⁴⁶ Lo que evidencia que sus principales reservorios son: el mono, los mosquitos y el ser humano.

El primer brote epidémico se registró en 2007, en la isla de Yap en Microindonesia, donde afectó al 73% de la población. En 2013, en la Polinesia Francesa se reportaron 28 000 casos.⁴⁵

En América, durante el año 2014 en la isla de Pascua en Chile, se reportaron los primeros casos; pero fue hasta mayo de 2015 en Brasil donde los casos evidenciaron una alarma

epidemiológica al presentar una cifra significativamente alta de entre 44 000 a 1.3 millones de casos. En 2016, se reportaron más de 532 000 casos sospechosos de zika en 48 territorios del continente americano, además se reportaron 2439 casos de un síndrome congénito asociado a zika en veintidós territorios.⁴⁵

En Centroamérica hasta el año 2016 se han reportado aproximadamente 8500 casos sospechosos de zika, siendo el país más afectado Honduras con 5773 casos reportados.⁴⁵ En Guatemala, de acuerdo con datos publicados por el Centro Nacional de Epidemiología, a la semana 52 del 2015, la tasa de infección fue de 1.24 por cada 100 000 habitantes, lo que representa 186 personas infectadas.⁸ Para la semana epidemiológica cuatro del año 2019, se registraron diecisiete casos en ocho de veintinueve áreas de salud.⁴⁷ El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, reporta para zika hasta la semana epidemiológica dieciséis del año 2019, 119 casos sospechosos de zika en embarazadas en 62% de las áreas de salud y 82 casos sospechosos de zika en pacientes con síndromes congénitos en 45% de las áreas de salud¹⁰

Es impactante la dispersión del virus desde el continente africano hasta el continente americano; esto evidencia que factores como las diferentes migraciones de personas pueden dispersar pasivamente las especies de mosquitos (forma huevos disecados) y como estos siguen adaptándose a diferentes climas y nuevos ambientes ecológicos.

Sin embargo, en cuanto al virus Zika se han identificado otras formas de transmisión diferentes a la vectorial, como los son la vertical y sexual; en esta última se ha evidenciado en el semen de pacientes masculinos ARN de zika incluso seis meses después de la remisión de los síntomas; aunque también se ha identificado ARN en otras muestras como leche materna, líquido amniótico, orina y saliva.^{45,48}

Debido a este mecanismo de transmisión independiente del vector, la prevención de esta enfermedad está estrechamente relacionada con la educación, que es un componente básico de la vigilancia integral, debido a que una persona infectada puede ser transmisor del virus de Zika, se debe educar a la población sobre medidas de protección personal, como métodos de barrera durante el contacto sexual, para evitar la propagación del mismo.

2.4.3 Período de incubación

El período de incubación es de tres a doce días, antes del inicio de los síntomas y puede cursar de forma asintomática o con manifestaciones clínicas que generalmente son leves.⁴⁵

2.4.4 Manifestaciones clínicas

Es asintomática en el dieciocho a cincuenta y siete por ciento de los casos, la enfermedad causa síntomas leves los cuales pueden durar de cuatro a siete días. Las manifestaciones clínicas son similares a la de otros arbovirus como lo es fiebre, cefalea, mialgia, artralgias, exantema maculopapular y en algunos casos se puede producir anorexia, vómitos, diarrea y dolor abdominal.^{45,46}

Las manifestaciones clínicas que se evidencian con mayor intensidad en el virus Zika con relación a otros virus son la conjuntivitis no purulenta, el edema en extremidades, el rash es pruriginoso y las artralgias son menores sin presentar artritis.⁴⁵

Debido a la alta similitud de las manifestaciones clínicas de los diferentes arbovirus, la sospecha de casos se debe confirmar con estudios de laboratorio. Durante la fase viremica, que abarca los primeros cinco días de la aparición de los síntomas, se puede detectar el virus por medio de ARN viral a partir de técnicas moleculares como reacción de cadena de polimerasa (PCR por sus siglas en inglés); y a partir del quinto o sexto día, se pueden utilizar las pruebas serológicas en enzimoinmunoanálisis de adsorción (ELISA por sus siglas en inglés) para detectar anticuerpos IgM contra el virus.⁴⁵

La fiebre amarilla, el dengue, chikungunya y zika, tienen como factor común al vector encargado de su transmisión. Se sabe que la fiebre amarilla fue llevada al continente americano hace 400 años, esta se mantuvo controlada por varios años por la introducción de la vacuna, sin embargo, en el año 2013 en Colombia se registró un incremento de casos y en el año 2016 hubo una epidemia en Brasil, debido principalmente a la falta de políticas en salud eficaces para el control del vector y debido a la falta de protección inmunitaria en la población, por la centralización de la vacunación. Al igual que la fiebre amarilla el dengue es una enfermedad ampliamente conocida pero poco abordada, se estima que más de la mitad de la población mundial es afectada y el diagnóstico se torna complicado por la presencia de múltiples diagnósticos diferenciales.

En cuanto a chikungunya se observan secuelas importantes en los pacientes como incapacidad física crónica que impide el desarrollo normal en sus actividades diarias. En zika se tiene como principal consecuencia la afectación materno infantil. Es importante brindar atención de calidad a cada paciente, sin embargo, el principal objetivo es prevenir la aparición de dichas enfermedades, fomentando la prevención por medio de las estrategias actuales e investigar alternativas en el control del vector, que puedan fortalecer dichas estrategias.

CAPÍTULO 3. FACTORES DE RIESGO Y POBLACIÓN VULNERABLE

SUMARIO

- Factores de riesgo modificables
- Factores de riesgo no modificables
- Población vulnerable

En el presente capítulo se abordarán factores de riesgo para padecer enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti*, estos divididos en modificables y no modificables, además se describirán condiciones naturales como factores ambientales, demográficos y biológicos que determinan a una población vulnerable al vector

3.1 Factores de riesgo

3.1.1 Factores de riesgo modificables

La OMS define como factor de riesgo «cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumenta su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión».²¹ Los factores de riesgo para la propagación de *Aedes aegypti* varían según la ubicación y tiempo, por lo tanto, estudios locales son de suma importancia para identificarlos y elaborar estrategias dirigidas.

Sin embargo, existen factores en común que pueden ser modificados por el ser humano y que ayuden a reducir la transmisión de arbovirus por el vector *Aedes aegypti*; dentro de los que encontramos prácticas incorrectas de almacenamiento de agua, falta conocimiento y percepción de riesgo y las condiciones de vivienda.⁵⁰

Las prácticas de almacenamiento de agua incorrectas constituyen un factor de riesgo importante para la formación de criaderos de mosquitos. *Aedes aegypti* selecciona sitios de oviposición que le proporcionen un adecuado hábitat para el desarrollo de sus huevos, generalmente utiliza recipientes de color oscuro con agua limpia estancada y material orgánico, que le sirva como nutrientes, en áreas sombreadas alrededor de las casas. Los criaderos incluyen tanques de agua, macetas, neumáticos, jarrones, floreros, latas, fuentes, botellas y baños.^{13,51}

Se realizó un estudio piloto en el año 2014 en dos de las islas Galápagos en Ecuador, en el que se evidenció que las características predominantes de los contenedores positivos para *Aedes aegypti* eran tanques bajos de agua hechos de cemento o plástico, contenedores que estaban total o parcialmente descubiertos, ubicados al aire libre, que se encontraban en espacios sombreados (proporciona temperaturas frescas adecuadas para los mosquitos adultos) y llenos de agua de grifo en lugar de agua de lluvia.⁵⁰ Los contenedores más productivos y permanentes

son los tanques de tierra y los lavabos de concreto, el resto son de importancia durante la temporada de lluvia.⁵²

En un estudio transversal realizado en Colombia, en el que se utilizó como unidad de análisis el almacenamiento de agua, se evidenció que los contenedores que se lavaron cada mes tenían cuatro veces más probabilidades de estar infestados que los que se informaron que se lavaron cada semana, por lo tanto, no solo el almacenamiento adecuado del agua, si no la limpieza de los contenedores ayuda al control de mosquitos.⁵²

Parte de las prácticas eficientes de control del mosquito no solo incluyen el adecuado almacenamiento de agua, sino también el lavado por lo menos semanal de los contenedores, puesto que, como anteriormente se ha mencionado los huevos del mosquito *Aedes aegypti* pueden adherirse a las paredes de los contenedores y su capacidad de supervivencia a la desecación, puede hacer que la proliferación continúe aun con el adecuado cubrimiento, debido a que el llenado continuo con agua permitirá que eclosionen los huevos que han sobrevivido.

El conocimiento y percepción del riesgo también constituye un factor para la propagación del vector debido al desconocimiento de prácticas y actitudes frente al mosquito. En el estudio realizado en la isla Galápagos, se encuestó a jefes de familia sobre el conocimiento de dengue; la mayoría indicaba que era transmitido por un mosquito y que constituía una enfermedad grave a tratar, además habían recibido información acerca de la prevención del dengue, sin embargo, en su gran mayoría no habían participado en campañas de prevención. Otros estudios indicaron que esta falta de voluntad de las personas incluía falta de liderazgo, el papel percibido del gobierno frente a la comunidad y el tiempo y los costos financieros del control de vectores.⁵⁰

Las condiciones de vivienda en cuanto a su infraestructura y hacinamiento proporcionan un lugar para la proliferación y propagación del vector. Un ejemplo de esto es la falta de tuberías cerradas, conlleva al almacenamiento de agua en recipientes artificiales que crea hábitats potenciales de criaderos de mosquitos, esto junto con la mayor cantidad de personas en la habitación proporciona un ambiente con mayor probabilidad de picaduras.⁵⁰

El hacinamiento es un factor sumamente importante, debido a las características innatas del mosquito, como su preferencia por la sangre humana, antropofílico, y su capacidad de vuelo reducida conlleva a que una hembra infectada de *Aedes aegypti* pueda diseminar rápidamente arbovirus en ambientes cerrados, por tanto, el abordaje en las familias durante brotes es importante para controlarlos.

Los factores ambientales que pueden influir en la infestación de mosquitos son: pozos abiertos, basura alcantarillas pluviales, proximidad a lotes baldíos, vegetación o espacios verdes y aproximación a otras casas, son predictivos de abundancia de mosquito.⁵¹ Este conjunto de factores para ser controlados no solo necesitan del apoyo de la población, sino también del empoderamiento de los sectores de salud y municipales que favorezcan las condiciones adecuadas de vivienda.

3.1.2 Factores de riesgo no modificables

Existen varios factores que no depende de circunstancias externas, los cuales predisponen a la población a padecer alguna enfermedad transmitida por el vector *Aedes aegypti*, dentro de los cuales se encuentran edad, sexo, y raza.⁵³

En cuanto al sexo se considera al femenino factor de riesgo para sufrir enfermedades transmitidas por un mosquito infectado, pues este se caracteriza por ser afín a ambientes peri y domiciliarios, y son las mujeres quienes pasan más tiempo en el domicilio realizando tareas domésticas, principalmente en la cultura latinoamericana.^{53,54}

En un estudio realizado en Panamá donde se describieron factores de riesgo asociados a la prevalencia del virus Zika se encontró que la mayoría de los casos sospechosos es de sexo femenino con un 61%, este grupo debe ser prioritario en prevención, sobre todo en mujeres en edad fértil debido a las consecuencias que tiene dicha enfermedad sobre la madre y el bebé durante y después del embarazo. En el año 2017 Paraguay realizó un metaanálisis de 37 estudios donde se evidenció que las mujeres son más propensas a desarrollar dengue por los factores ya descritos.^{53,54} Sin embargo, aunque el sexo femenino es más susceptible al contagio se ha observado mayores complicaciones en el hombre sobre todo en dengue.⁵⁷

Respecto a la edad el grupo etario con mayor número de contagios es la población productiva que se encuentra principalmente entre los veinte a 39 años,⁵⁷ sin embargo, los mayores de 65 años tienen 20% más probabilidad de desarrollar complicaciones, pero los mayores de 80 años son los que corren más riesgo de desarrollar consecuencias graves con un 75.4%, estas cifras se han observado principalmente para dengue y chikungunya.³⁸

Se ha determinado que en los últimos cinco años ha incrementado el número de contagios en menores de 15 años sobre todo en dengue, reportándose en su mayoría casos graves en este grupo etario, por lo que se considera un grupo de riesgo y al que hay que dirigir esfuerzos en la prevención.⁵⁷ Dentro de este grupo existe un subgrupo con mayor riesgo de desarrollar enfermedad grave, integrado por los niños menores de un año, debido a la inmadurez de su

sistema inmune. Aunque los menores de un año se asocian a enfermedad grave, en los niños mayores de cinco años se registra el mayor número de contagios en los niños.⁵³

En cuanto a raza se ha observado que los blancos tienen 14% mayor probabilidad de tener consecuencias graves con chikungunya que la raza negra, sin embargo, los mulatos son más propensos a padecer enfermedades transmitidas por vector que los de raza negra y blanca.³⁸

3.2 Población Vulnerable

3.2.1 Aspectos ambientales

Existen condiciones ambientales que favorecen la reproducción del vector, por lo tanto hacen a la población más vulnerable a padecer enfermedades ocasionadas por el mismo, dentro de estas condiciones encontramos climas tropicales y subtropicales que favorecen el desarrollo del mosquito, se ha observado mayor actividad del mosquito con temperaturas aproximadas de veintiocho grados centígrados pues a esta temperatura se ha demostrado que puede tener un ciclo extrínseco corto por lo tanto volverse infectivo rápidamente.⁵⁵

En la gran mayoría de países de Latinoamérica, influye en la proliferación del mosquito los climas tropicales y subtropicales, sumado al cambio climático que muchas regiones han presentado con estaciones áridas y temperaturas altas por periodos de tiempo más prolongados, provocando que el desarrollo del vector se produzca de forma acelerada y conduciendo a la multiplicación de mosquitos; claramente son condiciones que no se pueden cambiar, pero si nos permite tener un panorama claro de las poblaciones que son más susceptibles y en las cuales el control del vector o bien la implementación de estrategias deba ser estricto.

Además, se tiene evidencia que durante estaciones lluviosas el mosquito puede reproducirse de forma acelerada. La humedad moderada o alta es un factor determinante, al igual que los vientos altos pues son favorables para el desarrollo del vector, produciendo la propagación masiva del mosquito exponiendo a la población a un mayor riesgo de contagio de enfermedades ocasionadas por este.⁵⁶

Estas características se encuentran en la mayoría de los países de América Central, América del Sur y Norte América, por lo que sus habitantes son considerados vulnerables debido a las condiciones ambientales en las que se desarrollan.⁵⁵

3.2.2 Aspectos demográficos

Se ha considerado que áreas con alto tráfico de personas, principalmente áreas urbanas son más propensas a ser picadas por *Aedes aegypti* y por lo tanto a padecer enfermedades

transmitidas por este, otra población que se considera en riesgo es aquella que vive cerca de áreas selváticas, pues es acá donde por naturaleza vive el vector.⁵⁵ Además, existen comunidades que se han apropiado de tierras deforestando territorios provocando que el vector tenga que habitar en el mismo ambiente, este ha sido un factor importante en los últimos años para el aumento de contagios.^{55,56}

Barrios en zonas bajas, sin abastecimiento de agua potable, con problemas de manejo de desechos, inadecuadas condiciones sanitarias, condiciones de pobreza y extrema pobreza, malas condiciones de vivienda, tanto internas como externas, han sido factores que favorecen la transmisión de enfermedades por medio del vector.^{56,57}

La migración de personas ha permitido al mosquito viajar y desarrollarse en diferentes lugares, aumentando el número de casos pues posee la característica de sobrevivir y adaptarse a diferentes situaciones incrementando de esta forma su propagación.⁵⁷ Este factor es de suma importancia ya que el movimiento humano dentro y fuera de las áreas de tratamiento es importante durante la evaluación de la efectividad de estrategias de control de vectores.⁵⁰ Durante los últimos años un claro ejemplo del movimiento humano como factor importante para la transmisión y propagación de arbovirosis, se ha evidenciado al estudiar la genotipificación de los virus , ya que se han detectado cepas asiáticas y americanas, lo cual evidencia un punto importante de transmisión, y que debe tomarse en cuenta para ser vigilando y así evitar introducir nuevas cepas de virus o bien nuevos arbovirus.

3.2.3 Aspectos biológicos

Dentro de los factores biológicos que pueden aumentar el riesgo de padecer alguna enfermedad transmitida por *Aedes aegypti* se encuentra el inmunocompromiso congénito o adquirido por alguna comorbilidad asociada, pues dentro de las células blanco de estos virus se encuentran fibroblastos, macrófagos o células endoteliales que son esenciales para combatir dichas enfermedades y al verse comprometidos no tienen la capacidad de responder adecuadamente, estas células son afectadas principalmente en zika.^{55,56}

También existen aspectos biológicos en el mosquito que favorecen la transmisión de enfermedades al humano, dentro de los que se menciona su capacidad para sobrevivir y permanecer en entornos cercanos al hombre, además ser capaces de llevar a cabo su ciclo de reproducción en contenedores artificiales de agua, cualidades que lo hacen adaptarse a entornos sumamente urbanizados.^{55,57}

Por tanto, los factores de riesgo son todas aquellas características o situaciones que proporcionan un ambiente y hábitat adecuado para *Aedes aegypti* aumentando la exposición de los individuos al mosquito y a su vez, la probabilidad de enfermar por dengue, chikungunya y zika; hay componentes que pueden modificarse y otros en los cuales la intervención humana es nula y fuera de su alcance. Dentro de los factores de riesgo modificables se encuentra el almacenamiento incorrecto de agua; las condiciones inadecuadas de vivienda, como la falta de tuberías cerradas y hacinamiento y la falta de conocimiento y percepción del riesgo sobre la enfermedad y como prevenirla. Los factores no modificables incluyen el sexo femenino, ser mulato, pertenecer al grupo etario entre las edades de uno a quince años y entre los veinte a 39 años.

Los grupos o poblaciones vulnerables son aquellas, que debido a condiciones naturales o por determinadas circunstancias propias de cada individuo, se encuentran en mayor riesgo de sufrir algún tipo de daño a la salud por tener mayor exposición al mosquito, debido a la vulnerabilidad que presentan, necesitan de un esfuerzo adicional para protegerse y controlar el vector; estas vulnerabilidades pueden ser ambientales, como regiones con climas tropicales y subtropicales con estaciones lluviosas y húmedas frecuentes; aspectos demográficos, como el residir en áreas urbanas, vivir cerca de áreas selváticas, condiciones de pobreza y, migraciones de personas; y aspectos biológicos, como inmunocompromiso congénito o adquirido y comorbilidades asociadas. Todas las poblaciones tienen cierto grado de vulnerabilidad a estar expuestas al vector *Aedes aegypti*, sin embargo, las conductas tomadas de manera intencional ayudan a reducir el impacto que dicha exposición pueda tener en los individuos.

CAPÍTULO 4. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR *Aedes aegypti*

SUMARIO

- Estrategias actuales para la prevención de *Aedes aegypti*
- Avances en estrategias para la prevención de *Aedes aegypti*
- Métodos biológicos
- Métodos químicos
- Métodos genéticos
- Métodos inmunitarios del huésped

Este capítulo aborda las estrategias actuales para el control de *Aedes aegypti* basadas en: vigilancia activa, control entomológico del vector, preparación ante emergencias y capacitación, además se describen los principales avances en estrategias de prevención enfocadas principalmente al control del vector y abordaje del huésped.

4.1 Estrategias actuales para la prevención de *Aedes aegypti*

4.1.1 Vigilancia activa basada en un sistema de salud integral

Las enfermedades transmitidas por vectores continúan siendo de preocupación para los sistemas de salud debido a la recurrencia de brotes y epidemias, actualmente la vigilancia epidemiológica y la vigilancia entomológica constituyen una de las principales estrategias para el control y la prevención de arbovirus, sin embargo, las múltiples interacciones que esta conlleva la convierten hasta el día de hoy en uno de los sistemas más complejos.⁵⁹

La vigilancia epidemiológica es definida por el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) como un «proceso lógico y práctico de observación sistemática, activa y prolongada y de evaluación permanente, de la tendencia y distribución de casos y defunciones y de la situación de salud de la población»; cuya finalidad es la toma de decisiones oportunas para el control de los problemas de salud y la evaluación de los resultados de las medidas ejecutadas.⁶⁰

La enfermedad o evento susceptible a vigilancia, es aquel que constituya un problema de salud pública basado en parámetros como magnitud, trascendencia y vulnerabilidad, por tanto, las enfermedades sometidas a programas de control como el dengue, chikungunya y zika se incluyen dentro de este marco.⁶⁰

La vigilancia epidemiológica de *Aedes aegypti* se puede enfocar desde dos perspectivas: la vigilancia activa y/o pasiva de la fiebre por arbovirus y la vigilancia entomológica dirigida exclusivamente al vector *Aedes aegypti*.⁶¹

Durante la vigilancia pasiva se identifica los casos en los servicios de salud que cumplan la definición de caso según los síntomas y signos, y son referidos a los hospitales correspondientes para su seguimiento; por otra parte, en la vigilancia activa el personal de salud es el encargado de realizar la búsqueda de personas que cumplan con la definición de caso haciendo confirmación por medio de laboratorio hasta identificar el agente causal.^{60,61} En cambio, durante la vigilancia entomológica se recolecta información sobre aspectos del mosquito *Aedes aegypti* como su distribución geográfica, dispersión, hábitos de alimentación, sitios de ovipostura entre otros, estos aspectos se analizan para formar índices que permiten evaluar los niveles de infestación y resultados de las acciones implementadas.^{59,61} Esto ayuda a monitorear la incidencia de los casos en el espacio o región delimitada y confrontar con la incidencia de infestación por el vector, ambos son necesarios para la implementación y evaluación de estrategias.⁶²

La información debe ser notificada ya sea de manera inmediata, semanal, mensual o anual. Las enfermedades por arbovirus figuran entre las enfermedades transmitidas por vectores siendo de notificación inmediata, diaria e individual; casos sospechosos de dengue grave y fiebre amarilla; de notificación diaria, dengue con signos de alarma y dengue grave; y de notificación semanal, zika, chikungunya y dengue sin signos de alarma.⁶⁰ El proceso de notificación se inicia a partir de una ficha epidemiológica desde el nivel local o comunitario al distrital y de este a la dirección de área de salud para posteriormente ser enviado a nivel central, donde se consolidará y analizará la información; el resultado se presenta a epidemiólogos, directores de programas e incluso a nivel político, quienes tomarán las decisiones pertinentes en los diferentes casos.^{60,62}

El flujo constante de la información de vigilancia actualizada en todos los niveles de salud permite reducir los riesgos de enfermar y morir al poder detectar casos sospechosos y brotes y así activar un sistema de alerta y acción de manera inmediata, o bien ejecutar acciones que impacten a mediano o largo plazo para frenar la cadena de transmisión.⁶⁰

Un estudio descriptivo de tipo transversal en la república de Paraguay describió las acciones de vigilancia en cuanto a la notificación de casos, para eso analizaron fuentes electrónicas de notificaciones de dengue de los años 2010, 2011 y 2012, obteniendo los siguientes resultados del último año: la oportunidad de acceso a los servicios de salud fue de dos

días, el llenado de fichas de tres días, el registro de seis días, remisión de fichas al sistema de vigilancia cuatro días y la digitación de dos días.⁶²

En este estudio se identificaron debilidades en la gestión de notificación del sistema de vigilancia, esto retrasa las acciones de control y la toma oportuna de decisiones tanto a corto como a largo plazo, por tanto, la velocidad con que se ejecuten estas acciones y procesos en cada nivel constituye parte del éxito de la vigilancia epidemiológica.

Al realizar esta notificación de forma rápida y oportuna se podrán activar de manera coordinada y simultánea intervenciones a nivel local o comunitario, del distrito o del área de salud y realizar acciones de vigilancia intensificada de casos y control entomológico, como la búsqueda activa de criaderos, de focos de infestación, colecta de larvas para su estudio entomológico, destrucción de criaderos de mosquitos, y actividades importantes como la educación sobre prevención, entre otros.⁶⁰

4.1.2 Control entomológico del vector

La vigilancia entomológica es «la actividad principal que se hace en forma continua para recolección, tabulación, análisis e interpretación de la información sobre aspectos de la biología y binomia de los mosquitos del género *Aedes*»; cuyo fin es la elaboración de indicadores que evalúen el grado de infestación del mosquito y el impacto que pueden tener las acciones del control entomológico, siendo este último la actividad que se realiza para interrumpir el ciclo reproductivo del vector en sus fases inmaduras y maduras.⁵⁹

Los indicadores entomológicos son parte fundamental de la vigilancia y permiten determinar la abundancia de *Aedes aegypti*, existen varios métodos como: los índices derivados de la presencia o ausencia del vector (índice larvario como el de casa, recipientes y Breteau) ; la estimación de la densidad absoluta (muestreo de pupas, marcación y liberación del vector, aspiración de mosquitos) y la estimación de la densidad relativa (ovitrapas, hembras atraídas con cebo humanos y trampas para mosquitos adultos). Se considera que los índices aedicos tienen ciertas limitantes para la evaluación de la dispersión geográfica del mosquito de *Aedes aegypti*, ya que no proveen información sobre criaderos crípticos (drenajes de lluvias en las calles, viviendas, canaletas de recolección de agua, entre otros) y además no toman en cuenta los espacios urbanos en los que también se puede alojar el vector como lotes abandonados, carreteras y riachuelos.⁶³

Sin embargo, en Guatemala los indicadores entomológicos utilizados por el programa de enfermedades transmitidas por vectores, son los relacionados con la presencia o ausencia del

vector en las localidades como: el índice de vivienda, que indica la distribución del vector en la localidad; índice de recipiente, indica la proporción de recipientes positivos con agua más su productividad; el índice de Breteau, establece la relación entre los depósitos positivos y las viviendas y el índice de pupas, si es alto indica una elevada producción de mosquitos adultos y por ende, se relaciona con un mayor riesgo de transmisión local.⁵⁹ (ver tabla 4, anexo 4, 59)

Para implementar medidas de control es indispensable tener estos datos, ya que nos ayuda a delimitar si es el problema está generalizado, en este caso, si el índice de vivienda es similar o igual al índice de Breteau; o bien si el problema es focalizado, si el índice de Breteau es mayor que el índice de viviendas. Se puede catalogar comunidades de riesgo de acuerdo con el porcentaje de los índices entomológicos, las localidades de alto riesgo entomológico y ambiental son aquellas en las cuales el índice de vivienda es superior al 25%; mediano riesgo, el rango del 10% al 25% y de bajo riesgo por debajo del 10%. Además, permite llevar a cabo un control dirigido como en el caso del índice de recipientes útiles y no útiles, ya que si el índice de recipiente útiles es alto solo se pueden usar larvicidas y no se necesita de campañas de deschatarrización, sin embargo, si el índice de recipientes no útiles es alto, se inicia la eliminación de criaderos.⁵⁹

Las actividades para el control de *Aedes aegypti* requieren de un sistema integrado, en el que se necesita el involucramiento de diferentes sectores, equipos e instituciones que realicen el trabajo de evaluación y detección, así como actividades de promoción y comunicación en las áreas afectadas para mantener un control sostenido y rutinario que permita la erradicación activa del vector.⁵⁹

Actualmente en Guatemala las actividades dirigidas para la prevención y control del vector *Aedes aegypti* son: saneamiento y ordenamiento ambiental, eliminación de criaderos o deschatarrización, control químico focal y nebulización.⁵⁹

El saneamiento ambiental es la «modificación del medio ambiente que impiden o reducen al mínimo la proliferación y propagación de *Aedes aegypti*, así como el contacto hombre vector virus».⁶³ Estos cambios involucran modificaciones en el medio que sean duraderas; como la implementación de servicios de agua potable; modificaciones temporales en el hábitat del vector, como cubrir los recipientes útiles, almacenamiento adecuado de agua, limpieza de las paredes de los depósitos y eliminación de criaderos inútiles o inservibles, esto último se puede llevar a cabo de manera intensiva y masiva a través de campañas de eliminación de criaderos colectivos o deschatarrización. Además, durante esta actividad se produce la oportunidad para realizar educación sanitaria que permita cambios en estilos de vida, comportamiento y protección

personal, para la replicación de las actividades realizadas y así mantener una erradicación constante.^{59,64}

El saneamiento ambiental debe implementarse en un sistema integrado que trabaje de forma organizada a múltiples niveles, tanto comunitarios como sociales y políticos, con el fin principal de brindar educación sanitaria e instruir a la población desde edades muy tempranas, como en las escuelas, y así implementar acciones que impacten en el saneamiento ambiental, o bien ejecutar acciones a nivel político y constitucional que influyan en el cumplimiento de normas, para que las futuras generaciones crezcan en un entorno en el cual las medidas de erradicación del vector se vuelvan constantes y duraderas en el tiempo.

El control químico es «la utilización de plaguicidas de uso en salud pública contra las larvas y mosquitos adultos de *Aedes aegypti*, para la reducción de la densidad del vector». Se debe tener en cuenta que este control únicamente se emplea para el control oportuno de una epidemia de dengue o si se detecta la presencia de una epidemia en curso, el uso adecuado de estas medidas evita la resistencia de los insectos al plaguicida.⁶⁴

Las medidas de control químico para *Aedes aegypti* pueden ser focal y de aplicación espacial o nebulización. El control focal para las formas inmaduras o larvicidas se utiliza en depósitos de agua que no puedan ser tratados de otra forma, ya sea porque no pueden ser protegidos o eliminados como los sumideros de lluvia, aunque con la dosis correcta no son tóxicos, se recomienda que los depósitos de agua para consumo humano no sean tratados. En Guatemala se utiliza el larvicida temefos formulación arenosa al 1% y la dosificación de una parte por millón (PPM). Sin embargo, en algunos países en los cuales se evidencia resistencia a temefos, se utiliza el larvicida biológico *Bacillus thuringiensis* variedad israelensis, que produce protoxinas y esporas vivas letales que las larvas al consumirlas mueren.^{59,64}

En Guatemala para la nebulización fría o termo nebulización contra *Aedes aegypti* se utiliza deltametrina al 4.5%. Durante la aplicación espacial las microgotas quedan suspendidas en el aire para eliminar los mosquitos adultos, esta aplicación se puede realizar de dos formas: nebulización térmica (produce gotas de una micra de diámetro) y nebulización en frío (produce gotas entre diecisiete y veinticinco micras). Este tratamiento reduce rápidamente la población de mosquitos adultos, que es importante en epidemias. El ciclo consiste en la aplicación durante dos días consecutivos por la mañana y por la tarde, y si se trata de una epidemia o brote se realizará una aplicación al séptimo día para garantizar la erradicación completa; sumado a esto se debe

realizar actividades de aplicación de larvicidas y deschatarrización, ya sea previo a la nebulización o de manera simultánea.^{59,64}

4.1.3 Preparación para emergencias

Cada país con alta incidencia de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* debe estar preparado ante la posibilidad de un nuevo brote, debe existir un programa de salud que se tome como política de estado para conseguir la continuidad y sostenibilidad de este.^{65,66}

La capacitación de recurso humano de acuerdo con áreas blanco de intervención es vital, así como el diseño e implementación de intervenciones por el ministerio de salud de cada país. Sin embargo, es difícil que estas intervenciones sean sostenidas en el tiempo pues, para muchos de los gobiernos por intereses políticos no es prioritario el control del vector.⁶⁶

Es importante la comunicación entre actores sociales y el gobierno para diseñar estrategias que abarquen las verdaderas necesidades de la sociedad, para estar listos ante un brote masivo de enfermedades transmitidas por el vector.^{66,67}

El descuido de los sistemas de salud, la falta de empoderamiento de las comunidades y líderes comunitarios al igual que sus poblaciones, ha desencadenado a lo largo de la historia la continuidad de brotes y epidemias, las poblaciones y sus sistemas de salud locales, deben contar con planes que sean ejecutables y que involucren a todos los individuos de manera activa, el control de las arbovirosis se encuentra estrechamente relacionado con las acciones tomadas por los individuos a corto y largo plazo.

Se debe realizar una evaluación de riesgos municipal, con vigilancia constante del vector, crear un protocolo para abordaje ante un brote en cada municipalidad con el fin de mitigar riesgos.^{12,66}

Se evitará la sorpresa ante cualquier emergencia mediante el monitoreo continuo de las poblaciones vectoriales, por personal capacitado y sobre todo hará la diferencia la sensibilización de la población ante el riesgo de nuevos brotes.^{65,67}

4.1.4 Capacitación

La capacitación es considerada uno de los componentes más importantes, para disminuir el riesgo de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti*. Para llevar a cabo la capacitación es prioritario determinar el riesgo de criaderos y contacto de los mosquitos en los hogares, pues teniendo este tipo de información se podrán diseñar protocolos, los cuales podrán ser aplicados por las mismas familias que se consideran en riesgo.¹²

Capacitar a los integrantes de los hogares y reforzar medidas de control de vector y protección personal se considera vital, así como las campañas sociales de concientización a través de medios de comunicación y redes sociales. Sin embargo, muchas veces la transmisión del mensaje y la capacitación a la población no es efectiva, lo que favorece a que los programas fracasen, porque el sistema de salud no se enfoca en la realidad y necesidades de la población, como la falta de tuberías cerradas, manejo adecuado de desechos, así como de la regulación de servicios, para impedir la acumulación de agua y desechos.^{50,66,67}

Se han observado muchos beneficios de la comunicación dirigida a los niños en las escuelas, pues muchas veces son estos los que llevan el mensaje a su familia, además de ser el futuro de las comunidades.⁶⁷

Es importante que la capacitación del personal encargado de transmitir el mensaje sea completa y actualizada, para poder brindar a la población los conceptos y herramientas necesarias, que les permitan identificar criaderos potenciales del vector, para poder eliminarlos tempranamente, en este aspecto la deschatarrización es un elemento importante para la eliminación del vector.^{65,66}

Además, el personal debe ser capaz de rastrear criaderos y factores de riesgo en los hogares para dirigir las estrategias de comunicación a esas áreas, pero esto debe ser acompañado de los diferentes actores comunitarios.⁶⁶

Los programas basados en la capacitación del personal y de la comunidad no han tenido total éxito, pues muchos gobiernos no consideran prioritario invertir en estos programas, sin embargo, sigue siendo una herramienta importante para combatir las enfermedades contagiadas por este vector.^{66,67}

4.2 Avances en Estrategias para la prevención de *Aedes aegypti*

4.2.1 Avances de estrategias en métodos biológicos

El control biológico se basa «en el uso de depredadores o patógenos con el potencial de reducir la población de vectores»,⁶⁸ dentro de los depredadores se incluyen los peces y los invertebrados acuáticos (peces larvívoros y copépodos depredadores), los cuales se alimentan de larvas y pupas; y los patógenos como bacterias, hongos y parásitos (*Bacillus thuringiensis* y *Wolbachia*) que limitan la sobrevivencia en su estado inmaduro o bien en el mosquito adulto.^{68,69}

Las técnicas de control biológico aportan un avance innovador en la ayuda del control del mosquito *Aedes aegypti*, son respetuosas con el medio ambiente y no invaden el espacio

doméstico, además afectan específicamente a una especie y en el caso de bacterias como *Wolbachia* se puede transmitir de manera vertical. Sin embargo, estas estrategias deben ser reproducibles a gran escala para evaluar el impacto en las diferentes poblaciones.⁶⁹

4.2.1.1 Peces larvivoros, Copépodos e invertebrados acuáticos

Los avances en estrategias de control biológico se pueden implementar a un sistema de vigilancia y control de vectores como alternativas menos agresivas, debido al aumento de la resistencia por parte del vector a los larvicidas químicos, los peces larvivoros los copépodos y especies de invertebrados acuáticos se han implementado como una solución viable a este problema.

Se han investigado especies de peces que tienen la capacidad de control de vector como miembros larvivoros de la familia Poeciliidae: *Gambusia affinis*, *Gambusia holbrooki*, *Poecilia reticulata* y *Poecilia latipinna*, también se han identificado peces que son de consumo humano como especies de tilapia y perca.⁷⁰ Estos peces se han empezado a usar desde ya hace más de noventa años como sucedió en el estado de Florida, Estados Unidos durante el año de 1930, se colocaron peces del género *Gambusia* en cisternas de agua como parte de la estrategia para el control de *Aedes aegypti* y que a su vez fue de importancia en la lucha contra la fiebre amarilla en ese momento; también se han hecho estudios en el sureste de México desde el año 2002 utilizando especies de peces nativos, esta estrategia también se ha aplicado en Brasil y Cuba.⁷¹

Durante el año 2017 se llevó a cabo en Guerrero, México un estudio de tipo transversal que tomo datos de la encuesta del proyecto de prevención de dengue Camino Verde, un ensayo controlado aleatorio por conglomerados, con el fin de identificar la asociación entre la presencia de peces en contenedores de agua y el riesgo de enfermarse por dengue, se identificó la presencia de peces en contenedores en el 17% de los hogares y el larvicida temefos estuvo presente en el 21.2% de los contenedores, el índice de contenedor para larvas y pupas fue de 0.6% en los contenedores con peces y 5.1% en los que no tenían peces, se reportó que la presencia de peces en al menos un contenedor se asoció con niveles más bajos de infección por dengue en niños de tres a nueve años, también en las edades de tres a cinco años y que residían en una zona rural.⁷¹

Los autores indican que el reemplazar temefos por peces en los contenedores es eficaz para el control del vector además de ayudar a la reducción de resistencia ante los larvicidas químicos, sin embargo indican que esta estrategia puede tener desventajas debido al cuidado de los peces en relación a la calidad de agua, sobre todo en contenedores clorados o con

detergentes, y la percepción de las comunidades de adoptar estas medidas por la creencia de que podrían presentar mal olor en el hogar; sin embargo, el éxito de este estudio en las comunidades intervenidas se logró por el acompañamiento en educación.⁷¹

Especies de copépodos también llamadas crustáceos e invertebrados acuáticos como larvas de mosquito del género díptero culícido han sido usadas como método de control biológico. Dentro de los crustáceos se han estudiado camarones del género *M. tenellum* los cuales son capaces de consumir hasta a ochenta larvas por día; y de los invertebrados se ha estudiado la capacidad depredadora de larvas de mosquitos del género *Toxorhynchites* las cuales depredan larvas de *Aedes aegypti* logrando una reducción de hasta el 74%.⁷²

En la costa norte de Jalisco, México, se evaluó la capacidad larvívora del crustáceo *potimim glabra*, y de las larvas del mosquito culícido *T. haemorrhoidalis*. Las larvas del mosquito tuvieron una depredación de 92% cuando estaba en una concentración de cinco larvas, sin embargo, esta se redujo al 76% con el aumento de la densidad de larvas a diez larvas; en cuanto al crustáceo se demostró una depredación del 76% en una concentración de 3.8 larvas consumidas de cinco larvas y no presentó cambios con el incremento de estas.⁷²

4.2.1.2 Bacteria Wolbachia

Wolbachia es una bacteria endosimbiótica, gram negativa y transmitida de manera vertical; está presente normalmente en el 60% de las especies de insectos, pero *Aedes aegypti* no porta esta bacteria de manera natural, sin embargo, los embriones de sus huevos pueden ser infectados mediante inoculación externa. Existen dos cepas de Wolbachia que han sido introducidas a los mosquitos *Aedes aegypti* *wMel* y *wMelpop*.⁷³

Debido a los múltiples efectos que produce en el mosquito *Aedes aegypti*, el patógeno Wolbachia es una estrategia con un amplio potencial para el control del vector; esta bacteria tiene la capacidad de producir cambios fenotípicos en los mosquitos como: feminización de los machos, mortalidad prematura de embriones o huevos que no eclosionan, muerte de machos, modificación del esperma del macho para anular la fecundidad, partenogénesis de las hembras, inhibir la replicación viral (por competencia o producción de péptidos antimicrobianos) e incompatibilidad citoplasmática; esta última es la principal estrategia que utiliza la bacteria para aumentar su propagación en la población de mosquitos, durante este mecanismo se pueden producir incompatibilidad de los huevos y el esperma, lo que conlleva a la muerte de la progenie, o bien la progenie es viable y produce descendencias infectas de Wolbachia.^{69,73,74}

Todos estos mecanismos inducidos por *Wolbachia* pueden impactar y producir supresión de poblaciones silvestres, al limitar la reproducción o sobrevivencia del mosquito, o bien, reemplazar poblaciones silvestres por mosquitos con fenotipos deseables que se vuelven resistentes a infecciones virales.^{73,74}

Ferguson y colaboradores realizaron un estudio observacional prospectivo en el año 2015 con mosquitos de *Aedes aegypti* salvajes (no infectados con *Wolbachia*) y otros infectados con la bacteria *Wolbachia* que tenían las cepas wMel y wMelpop; ambos grupos de mosquitos fueron alimentados con sangre de pacientes con dengue; posteriormente se analizó la presencia de infección por dengue en las glándulas salivales, para los mosquitos salvajes, el 90% de las glándulas salivales contenían el virus dengue, mientras que los mosquitos infectados con la cepa wMelpop, se detectó en solo el 2.6% (IC 95% : 0.5-7.6), en el caso de la cepa wMel los tejidos del abdomen eran susceptibles a la infección por dengue pero la diseminación del virus a la saliva disminuyó y evidenció una saliva menos infecciosa.^{73,75}

Se concluyó que la cepa «wMelpop confirió una fuerte resistencia a la infección por el virus dengue del tejido del abdomen del mosquito evitando la infección diseminada; y wMel confirió menos resistencia a la infección del tejido de abdomen del mosquito, pero redujo la prevalencia de mosquitos con saliva infecciosa».⁷⁵

Además, ese mismo año, en Medellín, Colombia se realizó un estudio similar, pero se expuso a la población de mosquitos infectados con la cepa wMel al virus de Zika y evidenció que la tasa de infección, diseminación y transmisión fue menor comparado con el vector silvestre también expuesto al virus.⁷⁶

En el año 2016 en Rio de Janeiro, Brasil, se realizó una intervención de control biológico basado en la marcación, liberación y recaptura de mosquitos *Aedes aegypti* infectados con *Wolbachia*, con el fin de determinar si la bacteria invadiría con éxito una población de campo, esta evaluación se hizo a través de determinar la probabilidad de supervivencia diaria del mosquito y la densidad en la población silvestre; la supervivencia diaria normal de los mosquitos silvestres en el distrito evaluado durante las estaciones húmedas y secas es entre 0.73 y 0.89, los resultados obtenidos en este estudio indicaron que la supervivencia en los mosquitos infectados con la cepa wMel fue de 0.82 y 0.89, lo que se encuentra dentro del rango normal y por tanto, la cepa no afectó significativamente la supervivencia. La densidad poblacional de los mosquitos infectados por *Wolbachia* fue menor que la de sus semejantes, para los autores este

resultado se asocia a la posible subestimación en el tamaño de la población silvestre y por tanto la menor cantidad de mosquitos infectados liberados.⁷⁷

La supervivencia de los mosquitos infectados con *Wolbachia* que es igual a la de los mosquitos nativos, se relaciona con la permanencia del vector y los estados reproductivos del mismo, por tanto, al estar modificados pueden transferir estas nuevas características fenotípicas con una innata resistencia a las replicación viral, y así, obtener un aumento de la densidad de mosquitos *Aedes aegypti* con *Wolbachia*, que serán incompetentes para transmitir el virus a los humanos; sin embargo, los estudios han sido limitados debido a los altos costos que estos conlleva y la necesidad de sistemas de salud competentes que ayuden en la evaluación.

4.2.1.3 *Bacillus thuringiensis*

La bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* (Bt) se considera una técnica de control biológico efectiva debido a su potente acción larvicida en las formas inmaduras de los mosquitos, su producción de endotoxinas proteicas provoca toxicidad de las larvas de *Aedes aegypti*.^{68,78}

Este mecanismo de toxicidad en las larvas se produce por la ingestión de cristales bacterianos provenientes de *Bacillus thuringiensis*, posteriormente a su ingestión los cristales se solubilizan al pH alcalino en el intestino larval y liberan protoxinas, las toxinas se unen a los receptores específicos del epitelio intestinal formando poros en la membrana intestinal, esto provoca un desequilibrio de iones seguido de la ruptura y desintegración celular ocasionando la muerte; esta actividad toxica puede causar la muerte de las larvas veinticuatro horas después de la exposición.⁷⁸

Se han realizado estudios para determinar la efectividad de este larvicida, en Tegucigalpa, Honduras, se realizó un bioensayo para determinar la susceptibilidad de las larvas de *Aedes aegypti* al *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* (Bti) reportando susceptibilidad de la larva en todas las concentraciones de Bti, presentando un porcentaje de mortalidad de 98.73% para una concentración de 0.5mg/L ; 99.37% para una concentración de 1mg/L; 100% para la concentración de 2.5mg/L y 100% para la concentración de 5mg/L. Por tanto, estos resultados evidencian que Bti es una alternativa factible de erradicación de vector.⁷⁹

Debido al aumento en la resistencia de los larvicidas actuales como temefos, se ha podido destacar la bacteria *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* como una estrategia factible que puede ser utilizada junto con los programas de salud establecidos, dicha estrategia ya ha sido implementada por países en Latinoamérica como Colombia, Cuba y Brasil. Sin embargo, se han descrito varios factores que pueden intervenir en la eficacia *Bacillus thuringiensis* como el estadio

larval, la temperatura, la calidad de agua o número de recambios de la misma; por tanto para que esta estrategia tenga éxito se deben evaluar las fórmulas utilizadas; en Brasil se realizaron evaluaciones de diferentes fórmulas comerciales de *Bacillus thurigiensis* en 140 casas, la fórmula comercial Bactivec mostró el efecto residual más alto de 62 días y contribuyó a una reducción del índice de infestación del hogar del 95.4%, mientras que la fórmula Vectobac alcanzó solo una reducción del 22% , por tanto, es importante realizar estudios locales en el momento de implementar la estrategia, debido a que la eficacia de larvicida se puede ver alterada por las condiciones del ambiente.⁸⁰

Además, *Bacillus thurigiensis* puede ser implementado junto con otras estrategias de control de vectores, en Brasil se añadió *Bacillus thurigiensis* a ovitrampas, esto con el fin de usarlas como herramienta de vigilancia epidemiológica y a su vez de control; se instalaron en cinco lugares urbanos de la ciudad de Recife del estado de Pernambuco, después de doce meses de seguimiento se recogieron 10.3 millones de huevos de ovitrampas, sin observarse eclosión de las larvas.⁸⁰

Las estrategias biológicas implementadas en ciertos países de Latinoamérica han sido aplicadas en ambientes controlados de campo y de laboratorio, evidenciando resultados prometedores, sin embargo, se deben realizar estudios a mayor escala en poblaciones vulnerables y de riesgo, con el fin de determinar el impacto en la reducción de enfermedades transmitidas por vectores, únicamente se ha observado este efecto en el estudio transversal realizado en México con peces larvívoros y su relación con la disminución de casos de dengue en niños.

4.2.2 Avances de estrategias en métodos químicos

El control químico consiste en el «uso de compuestos químicos llamados insecticidas, que pueden afectar las etapas larvarias o adultas del mosquito», muchos de estos productos tienen la capacidad de interactuar con el sistema nervioso del insecto y producir su muerte.⁷⁴

Los principales insecticidas utilizados en los diferentes programas de control de vectores en Latinoamérica pertenecen a las clases de organoclorados (dicloro difeniltricloroetano), organofosforados (temefos) y piretroides (deltametrina, cipermetrina); sin embargo, a lo largo de la historia el uso prolongado e intensivo ha provocado un aumento de la resistencia del vector a estos compuestos.⁶⁸ Actualmente en algunos países se han implementado nuevos compuestos químicos como los reguladores del crecimiento de insectos, análogos de la hormona juvenil y bioinsecticidas.^{68,81}

Este aumento de resistencia ha llevado a reemplazar compuestos químicos, como fue el caso de Brasil que desde el año 2009 el larvicida temefos no se considera como primera elección para el control del vector, y está siendo sustituido por los reguladores de crecimiento sumado a la estrategia de rotar los insecticidas utilizados cada tres a cuatro años.⁸¹

Los reguladores de crecimiento de insectos (IGR) como diflubenzuron producen una interrupción en la síntesis y deposición de quitina en los mosquitos. Un estudio en cinco estados de Brasil cuantificó la resistencia a temefos, deltramina y diflubenzuron, se consideró que las poblaciones con relaciones de resistencia (RR_{95}) por encima de 3.0 son resistentes, temefos reportó una resistencia entre 4.0 y 27.1, deltramina entre 13.1 y 70 y diflubenzuron menos de 2.3; el IGR fue el que menos resistencia presentó, por lo que se considera como una opción a implementarse en lugares donde los organofosforados y piretroides muestran altas resistencias.⁸¹

Los análogos de la hormona juvenil como Pyriproxifeno, imitan la función de los reguladores de crecimiento y suprimen la producción de huevos, cambios larvales y por tanto la aparición de mosquitos adultos. Un estudio experimental en Perú incorporó 2000 larvas de *Aedes aegypti* y se evaluó el porcentaje de supervivencia y mortalidad entre las expuestas a temefos y a Pyriproxifeno, las larvas expuestas a temefos mostraron una mortalidad del 68.48% y con el Pyriproxifeno su mortalidad promedio fue de 0.8%, por lo que se evidenció un menor efecto larvicida con el análogo de la hormona juvenil.⁸²

También se han implementado bioinsecticidas como Spinosad, que se basan en metabolitos derivados de actinomycetale *Saccharopolyspora spinosa*, actúan sobre los receptores nicotínicos de acetilcolina y ácido γ -aminobutírico (GABA) causando parálisis y muerte del vector. Un estudio de campo realizado en Bahía, Brasil en el año 2019 en el que se evaluó la eficacia de Pyriproxifeno, Novaluron y Spinosad, se reportó que el efecto sobre la inhibición de formación a mosquitos adultos fue de 89.5% en Spinosad, 96.5% en novulacion y 75.4% en Pyriproxifeno, y en cuanto a la mortalidad en la fase larval Spinosad y Novaluron fue entre 89.8% y 97.7%, sin embargo, fue Pyriproxifeno que mostró una mayor mortalidad 95.1%.⁸³

Actualmente se han utilizado los metabolitos procedentes de plantas en insecticidas y repelentes; una de ellas es la Amaryllidaceae que emiten sustancia alcaloides con amplio espectro de actividad biológica; de esta planta se han aislado dos tipos de alcaloides sarniensinol y crinsarina, únicamente este último ha demostrado actividad adulticida contra el mosquito *Aedes aegypti*; sin embargo los estudios en Latinoamérica sobre esta intervención son nulos, únicamente se han realizado en regiones de Asia y Estados Unidos.¹¹

4.2.3 Avances en estrategias en métodos genéticos

A pesar de los esfuerzos realizados para controlar el vector, las características y necesidades de cada país son diferentes, por lo que la implementación de nuevas estrategias ha sido necesario, buscando estrategias que sean eficaces y con poco impacto en la población y el medio ambiente, los métodos genéticos han cobrado importancia en la investigación por cumplir con estas características.^{84,86}

La modificación genética del vector ha cobrado fuerza, debido a varias características favorables, dentro de los que se puede mencionar que afectan solo a la especie seleccionada, son amigables con el medio ambiente, dependen de genes heredables y no es necesario la invasión domiciliar para llevar a cabo el control del vector. El principal objetivo de los métodos genéticos es eliminar la reproducción en masa del vector o su potencial de transmisión. Sin embargo, para que este tipo de técnicas sean efectivas deben ser aplicadas a grandes poblaciones del vector para que sea significativo.^{12,69}

Estos métodos han sido estudiados en países como México, Uruguay, Colombia, Brasil y Costa Rica, cobrando fuerza desde el año 2011 hasta la fecha, en Brasil en el año 2013 en el municipio de Itaberaba y en la ciudad de Juazeiro realizaron pruebas con mosquitos genéticamente modificados, donde se registró una disminución del 80% de la población del mosquito, en Mandacarú se observó reducción del 96% de la población del mosquito. Estas pruebas fueron realizadas en un período de seis meses, durante el cual casi 3000 personas fueron protegidas contra el vector.⁸⁶

Este tipo de estrategias se conocen como autolimitantes, para la eliminación de la población se desarrollan técnicas como esterilización de machos por medio de radiación, en esta técnica el efecto directo sobre los huevos es crear anomalías que impiden su reproducción.^{69,86}

También se ha estudiado la incorporación de genes dominantes los cuales son letales pues reducen la fecundidad, estos genes son incorporados a los huevos del mosquito, los genes inyectados los hacen dependientes de la tetraciclina, una vez modificados se realiza una selección de machos para ser liberados en la naturaleza, estos al aparearse con la hembra, producirán huevecillos que al llegar al estado larvario morirán, pues no tienen tetraciclina para continuar con su desarrollo, debido a este efecto se les conoce como machos feminicidas, pues es selectivo en dejar únicamente vivos a los machos, por lo tanto, afectará a la descendencia y con esto la disminución de contagio.^{69,86}

Para el reemplazo de la población se ha estudiado los transgenes de ARN o transposones, los cuales son elementos genéticos móviles, estos reducen indirectamente la competencia vectorial; el fin de esta estrategia es reemplazar al vector por poblaciones modificadas resistentes a la infección viral, esta estrategia es prometedora pues no requiere la eliminación del vector, sino eliminar la capacidad de transmitir enfermedades. Además, con esta técnica también se ha observado, que se puede impedir que el mosquito llegue a su fase adulta, sin embargo, aún no existe evidencia de cómo lo hace.^{69,84,86}

Todas estas modificaciones genéticas se encuentran en estudio, pero prometen grandes avances en el control del vector y por lo tanto en el control de enfermedades transmitidas por este.⁶⁹

4.2.4 Avances en estrategias en métodos inmunitarios de huésped

4.2.4.1 Vacunas

4.2.4.1.1 Vacuna contra el dengue

Se conoce que solo la vacuna recombinada tetravalente Dengvaxia, Sanofi-Pasteur (CYD- TDV) ha demostrado la prevención de enfermedad grave y la hospitalización sobre todo en niños. Esta ha sido la única que ha demostrado ser efectiva, sin embargo, dos más se encuentran en fase III desde el año 2016 y tres más se encuentran en fase experimental.^{87,88}

Esta vacuna fue realizada en base al esqueleto de la vacuna 17D contra la fiebre amarilla, sobre este esqueleto se colocaron los genes estructurales de los cuatro virus causantes del dengue. Los ensayos de la fase III de esta vacuna se llevaron a cabo en cinco países de Latinoamérica, los cuales fueron seleccionados por la incidencia de dengue.^{10,13,87,88}

Demostó una eficacia mayor al 90% para la prevención de casos graves en personas previamente infectadas, disminuye 80% el riesgo de hospitalizaciones y 60% para dengue sintomático, por lo que la OMS recomienda que la vacuna sea aplicada en personas previamente infectadas y en áreas altamente endémicas. Esta vacuna necesita de tres dosis durante un año, aplicadas de la siguiente manera: La primera dosis en el mes cero, las segunda a los seis meses y la última a los doce meses, las tres por vía subcutánea. Las vacunas que se encuentran en fase III prometen ser efectivas con una sola dosis, lo cual daría mayor aceptación entre la población.^{10,85,87}

Esta vacuna tiene ahora permiso para circular en trece países de Latinoamérica, sin embargo, Brasil es el que más ha utilizado la vacuna debido a la alta incidencia de dengue en el país, lamentablemente por el momento la vacuna se encuentra disponible únicamente en el sector

privado, la incorporación de la vacuna en salud pública sería un pilar importante para la prevención del dengue.^{85,87,88}

Se están realizando investigaciones sobre el papel de los microARNs celulares en la respuesta anti-dengue pues juegan un papel fundamental en la regulación post-transcripcional de la expresión génica en eucariotes y se ha sugerido que los mARNs podrían constituir una nueva estrategia de intervención con un gran potencial.¹⁴

4.2.4.1.2 Vacuna contra el zika

Aunque no existe una vacuna comprobada contra zika, se están realizando investigaciones para la aplicación de vacuna con base en otras vacunas dirigidas a flavivirus, como las vacunas inactivas que no poseen contraindicación durante el embarazo, también las vacunas vivas atenuadas, en las que se propone el empleo de virus quiméricos, que codifican proteínas estructurales de ZIKV en un esqueleto de la vacuna de fiebre amarilla.^{85,89}

También se ha estudiado la posibilidad de utilizar vacunas basadas en genes, de ácido desoxirribonucleico (ADN) o mARN, pues estos introducen antígenos virales rápidamente, una de las vacunas creadas por ADN se encuentra en fase I, la cual está compuesta por un plásmido de ZIKV, esta se debe aplicar con tres dosis y ha demostrado buenos resultados luego de un mes de aplicada.^{85,89}

4.2.4.1.3 Vacuna contra chikungunya

Al igual que en zika ninguna vacuna se encuentra aprobada para la utilización en humanos, sin embargo, existen varias propuestas para la creación de la vacuna. Dentro de estas se encuentran las vacunas inactivadas y de subunidades proteicas, las cuales son consideradas las más confiables, pero las más costosas para los sistemas de salud. También se consideran las vacunas vivas de virulencia atenuada, las cuales son preparadas a partir de una cepa CHIKV aislada en Tailandia.^{85,89}

Las subunidades de proteínas recombinantes han sido consideradas para la realización de vacunas a partir de proteínas de envoltura E1 y E2, sin embargo, estas confieren inmunidad por un corto período de tiempo. Las vacunas de ADN también se han considerado pues poseen una estabilidad genética y su producción sería masiva.^{85,89}

La implementación de vacunas en los sistemas de salud en Latinoamérica sería una estrategia importante para el control de enfermedades producidas por *Aedes aegypti*.

Por tanto, las estrategias actuales de prevención contra el mosquito *Aedes aegypti* se realizan a través de un sistema con múltiples interacciones, cuyo fin es la búsqueda activa y pasiva de casos de arbovirus, la vigilancia, control del vector, planes de acción ante la emergencia de brotes y epidemias; y educación continua, cada uno constituye un eslabón básico para mantener una adecuada inspección y control del vector. Sin embargo, con el paso de los años y el continuo aumento de casos, brotes y epidemias sobre todo de dengue, y en busca de soluciones factibles a esta problemática, se han ido desarrollando vías alternas de control del vector, las cuales se han posicionado como opciones factibles de implementar.

Se han investigado nuevas estrategias que han tenido diferentes resultados en estudios de laboratorio y campo, su ejecución en grupos de poblaciones vulnerables y con factores de riesgo ha sido mínima en Latinoamérica. Las estrategias implementadas en algunos países han sido las siguientes: métodos biológicos, utilizando predadores o patógenos, que se han puesto en práctica en países como Brasil, Cuba, México, Colombia y Honduras, además debido a la resistencia a los compuestos químicos actuales, se han implementado nuevos agentes químicos como reguladores del crecimiento, análogos de la hormona juvenil y bioinsecticidas. Se ha estudiado también la modificación fenotípica de poblaciones de mosquitos y alternativas que disminuyan la susceptibilidad del individuo a contraer la enfermedad a través del fortalecimiento de la inmunidad, por lo cual se ha estudiado el desarrollado de nuevas vacunas como Dengvaxia.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS

Aedes aegypti es considerado uno de los principales vectores causante de enfermedades endémicas en Latinoamérica, hablamos de fiebre amarilla, dengue, chikungunya y zika. Estas enfermedades tienen como factor común al mosquito que sirve para transportar el virus, los arbovirus ingresan al humano por medio de la picadura de la hembra, y es a partir de la picadura, que el vector ingiere la albumina contenida en la sangre, la cual es necesaria para culminar con la reproducción de sus huevos y así continuar con el ciclo y desarrollo de nuevas poblaciones de mosquitos.

El mosquito tiene la capacidad de desarrollarse en ambientes urbanos y rurales, principalmente en ambientes cercanos a viviendas, pues en estos espacios abiertos se crean las condiciones adecuadas para su desarrollo. Sin embargo, es capaz de reproducirse incluso en condiciones adversas, razón por la que el control de este vector ha sido problemático. Se considera que las estrategias más eficaces, son aquellas que tienen como objetivo la prevención de la transmisión por medio del control del vector, principalmente por medio de la vigilancia periódica en los hogares, control entomológico, preparación ante emergencias, capacitación de personal y de la población en general.

A pesar de todas las medidas adoptadas, la mayoría de los países latinoamericanos siguen sufriendo las consecuencias ocasionadas por este vector, por lo que se han investigado los factores que influyen en la aparición de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* en la población de Latinoamérica, Así mismo identificar a la población vulnerable, con el fin de dirigir las estrategias preventivas tomando en cuenta dichos aspectos.

Existen factores de riesgo que favorecen la propagación de *Aedes aegypti*, estos pueden clasificarse en modificables y no modificables. Dentro de los modificables se encuentran el almacenamiento incorrecto de agua, especialmente en tanques bajos hechos de cemento o plástico, descubiertos, que se encuentren al aire libre. De igual forma la poca percepción y conocimiento del riesgo por parte de la población, colabora a la propagación del mosquito. Las malas condiciones de vivienda juegan un rol importante en la transmisión de enfermedades por parte del vector, como la falta de tuberías cerradas pues conlleva la acumulación de agua en los hogares, la acumulación de basura peridomiciliar y el hacinamiento como factor de riesgo importante, pues aumenta la probabilidad de picadura, estas condiciones son dadas principalmente por un nivel socioeconómico bajo.

Dentro de los factores no modificables, se encuentra que el sexo femenino es propenso a padecer enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti*, debido a que en la cultura latinoamericana las mujeres son las que se encuentran la mayor parte del tiempo en el hogar y el vector se caracteriza por mantenerse y desarrollarse en ambientes peridomiciliarios. En cuanto a la edad se sabe que la población productiva entre veinte y treinta y nueve años es la que más registra contagios, sin embargo, un 75.4% de los mayores de 80 años desarrollarán enfermedad grave; en el otro extremo los menores de un año también son propensos a desarrollar enfermedad grave. Con relación a la raza se determinó que los mulatos son los más afectados, seguidos de los blancos con un 14% mayor probabilidad de padecer una enfermedad transmitida por el vector que la raza negra.

Para dirigir adecuadamente las estrategias de prevención es importante reconocer a la población objetivo para poder obtener mejores resultados, dicha población es conocida como población vulnerable. Existen aspectos ambientales, aspectos demográficos y biológicos para determinar a la población en riesgo. Dentro de los factores ambientales tenemos a la población que vive en lugares con clima tropical o subtropical, estaciones lluviosas prolongadas, con alta humedad y vientos. En los factores demográficos se considera a la población de áreas urbanas más vulnerable al desarrollo de dichas enfermedades, personas que se han apropiado de áreas deforestadas y construido sus hogares y barrios en zonas bajas. Dentro de los aspectos biológicos es importante mencionar el inmunocompromiso congénito o adquirido.

Tomando en cuenta los aspectos anteriores se necesitan estrategias que puedan centrarse en el control del vector y que esto sea con el menor impacto posible en la población, es importante que estas estrategias sean amigables con el medio ambiente, que no dependa del clima y entorno del lugar, que no distinga entre clases sociales o sexo.

Las estrategias de control del vector *Aedes aegypti* han aportado un avance innovador en la búsqueda de erradicación del mosquito, sin embargo, muchos de estos modelos requieren de un sistema de salud integral basado en un sistema de vigilancia epidemiológica activa y eficiente, personal capacitado e incluso apoyo político, con el fin de que las acciones implementadas puedan ser evaluables a corto y largo plazo, para determinar su impacto en las distintas poblaciones, además desde la perspectiva de algunos autores el control integrado de vectores sigue siendo la estrategia principal y disponible en la mayoría de países latinoamericanos y la introducción de diferentes métodos deben ser en apoyo a este sistema principal y no utilizarlos de manera individualizada.

Los estudios en avances de estrategias de control biológico del vector *Aedes aegypti* se han enfocado en la utilización de organismos del medioambiente los cuales han sido potenciados para contribuir a la disminución en la proliferación y densidad del vector, con el fin de no dañar el entorno y que a su vez sean autosostenibles en el tiempo. Estas estrategias se han basado en el uso de peces larvívoros y copépodos depredadores, o parásitos como *Bacillus thuringensis* y *Wolbachia*.

Los depredadores como crustáceos y larvas de otros insectos como del género culícido tienen un gran impacto en la disminución de la proliferación del vector, las larvas del mosquito *T. haemorrhoidalis* tuvieron una depredación de 92% y los crustáceos como *potimtitim glabra* de 76%, aunque este porcentaje es menor comparado con la alta capacidad depredadora de peces larvívoros principalmente del género *Gambusia*. En el año 2017 en México, se demostró que en los hogares que contenían peces larvívoros el índice de contenedor para larvas y pupas fue de 0.6% en comparación de 5% en contenedores que no los tenían, demostrando la efectividad de esta especie para la reducción del mosquito. Además, patógenos como *Bacillus thuringiensis* también produce una alta mortalidad larvaria del 98.3%.

Los estudios sobre la influencia que puede tener el avance en métodos de control biológico del vector, sobre la disminución de las enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica, han sido sumamente escasos. Un estudio transversal realizado en la ciudad de Guerrero, México en el año 2017, evidenció una relación positiva y protectora entre el uso de peces larvívoros y niveles más bajos de infección por el virus de dengue en niños de tres a nueve años; también se han realizado estudios de campo y laboratorio con resultados favorables, como ensayos con *Aedes aegypti* infectado con el patógeno *Wolbachia* expuesto a sangre con virus Dengue y Zika evidenciando una menor infección tisular en el vector y por tanto una menor capacidad de transmitir el virus; además este tipo de patógeno favorece cambios en el vector que hace posible la sustitución de mosquitos nativos por poblaciones con características fenotípicas, que no solo alteran el ciclo biológico del vector si no también su capacidad intrínseca de dispersión del virus.

A pesar de que las enfermedades transmitidas por vectores han permanecido desde hace mucho tiempo en el continente americano, se han hecho pocos estudios a gran escala y en poblaciones que evalúen no solo el impacto en el control del vector, sino también el impacto en la reducción de enfermedades transmitidas por vectores.

También existen progresos en el control químico pues el vector ha desarrollado resistencia a los insecticidas convencionales, principalmente a temefos y deltametrina, por lo que se ha abierto el camino hacia la búsqueda de nuevas estrategias que incluyen reguladores del crecimiento como Diflubenzuron, este presentó una menor resistencia comparado con temefos ; análogos de la hormona juvenil como pyriproxifeno, el cual en un estudio en Perú no mostró un impacto positivo en la mortalidad, sin embargo, en un estudio experimental en Brasil en el año 2019 se evaluó su acción junto con otro análogo llamado navaluron y ambos evidenciaron una alta capacidad de mortalidad en las larvas de *Aedes aegypti*, la diferencia en ambos estudios puede relacionarse con las concentraciones a las que se expuso las larvas; por tanto, para la implementación en nuestro medio se deben realizar estudios locales de susceptibilidad y resistencia.

En los métodos genéticos se tiene como principal objetivo eliminar la reproducción en masa del vector o su potencial de transmisión, dentro de estos métodos se tiene la utilización de radiación para esterilización de machos, creando anomalías en los huevos evitando así su reproducción, incorporación de genes dominantes letales que reducen la fecundidad, estos genes inyectados hacen al mosquito dependiente de la tetraciclina y al ser liberados a la naturaleza, los huevos no serán capaces de sobrevivir sin esta, también se considera el uso de transgenes de ARN o transposones, que hacen al mosquito resistente a la infección viral. Dichos métodos están siendo estudiados en cinco países de Latinoamérica y han sido aplicados en Brasil, en el año 2013 se demostró la disminución de la población de mosquitos mayor al 80% en dos municipios del país, después de su modificación genética, demostrando la efectividad para la reducción del vector, disminuyendo el riesgo de contagio.

En estrategias de métodos inmunitarios encontramos la creación de vacunas, para el dengue existen más de seis vacunas en desarrollo, pero solo una de estas es prometedora hasta la fecha, la CYD-TDV es una vacuna creada a partir del esqueleto de la vacuna de fiebre amarilla y ha demostrado que reduce más del 90% de riesgo de hospitalización y enfermedad grave, sobre todo en personas que ya sufrieron la enfermedad. Para chikungunya aún no existe una vacuna, sin embargo, existen múltiples opciones siendo la más prometedora la vacuna inactivada y de subunidades proteicas, pues es la que ha presentado menores complicaciones. En zika al igual que en chikungunya aún no existe una vacuna desarrollada, pero prometen mucho las creadas a partir de ADN, al igual que las vacunas inactivadas, pues no poseen ninguna contraindicación en el embarazo, característica importante para el desarrollo de una vacuna en zika.

Los avances en estrategias de prevención de enfermedades causadas por *Aedes aegypti* no se han extendido a todos los países de Latinoamérica y los estudios descritos no son concluyentes en cuanto al impacto en la prevención de las arbovirosis, debido a que muchos únicamente han sido desarrollados en condiciones de laboratorio y no a gran escala, por lo que incentivar su estudio es prioritario. Con base a la evidencia recabada el método más descrito y que evidenció un impacto en la población fue el método biológico de peces larvivoros, que ha sido usado en diferentes países y los resultados han sido favorables. En los avances químicos se destaca, *Bacillus thuringiensis* como opción para vectores resistentes a los insecticidas comunes, dicha estrategia ya es usada en Brasil debido a la resistencia a temefos, en Guatemala este último junto con deltametrina siguen siendo la principal opción. Los métodos genéticos siguen en estudio y debido a los altos costos muy pocos países han optado por la investigación en esta área.

La vacuna CYD-TDV, sin duda ha sido el avance más esperado durante mucho tiempo por países endémicos y con poblaciones vulnerables; sin embargo, su costo y ciertos efectos adversos en personas no expuestas al virus, evita que pueda estar a libre disposición por parte de los sistemas de salud.

CONCLUSIONES

Los avances en estrategias en métodos de control biológico y químico enfocan su intervención en factores de riesgo modificables principalmente en el hábitat del vector para la erradicación o interrupción de su ciclo biológico; y los métodos de control genético e inmunitario del huésped buscan conferir protección a partir de inmunidad adquirida o bien cambios en el mosquito que anule la transmisión del virus en personas cuyos factores de riesgo no pueden ser modificados.

La población vulnerable que debe ser priorizada es toda aquella que vive en áreas que por sus condiciones innatas ambientales, demográficas y biológicas favorecen el ambiente ideal para la proliferación del vector, los avances en métodos inmunitarios del huésped como la vacuna CYD-TDV buscan menguar el riesgo de dengue grave en poblaciones altamente endémicas.

Los principales avances en estrategias de prevención de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* con mayor impacto en el vector y población son los peces larvívoros principalmente del género *Gambusia*; en los métodos químicos se destaca *Bacillus thuringiensis* como alternativa ante la resistencia a los insecticidas convencionales; en los métodos genéticos, la esterilización de machos y cambios en transgenes de ARN continúan en estudio, pero se muestran prometedores; la inmunidad adquirida por medio de la vacuna CYD-TDV se encuentra disponible en el sector privado y únicamente debe ser aplicada en personas previamente expuestas al virus, continúa su estudio por efectos adversos en individuos no expuestos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que se maximice en la sociedad la capacitación y concientización a la población en general, sobre la importancia del control del vector, para que los miembros del hogar sean vitales en la prevención y manejo de este.

Se recomienda la divulgación de las nuevas estrategias en la prevención de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti*, con el fin de promover la investigación para la aplicación futura en el país, disminuyendo así la propagación de enfermedades transmitidas por el vector.

Se recomienda capacitación a los inspectores de salud y personal encargado de los programas de vectores en Guatemala, para implementar nuevas estrategias en la prevención de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti* en las comunidades más vulnerables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López Aguilar CE. Evaluación de insecticidas biorracionales para el control de mosquitos *Aedes aegypti* (L) = *stegomyia aegypti* en Guasave, Sinaloa. [tesis de Maestría en línea]. México: Instituto Politécnico Nacional Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral Regional Unidad Sinaloa; 2016 [citado 22 Abr 2020]. Disponible en: <http://www.cienciasinaloa.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/127/1/TRABAJO%20DE%20TESIS%20claudia%20final.pdf>
2. Bardach AE, García Perdomo HA, Alcaraz A, Tapia López E, Ruano R, Ruvinsky S, et al. Interventions for the control of *Aedes aegypti* in Latin America and the Caribbean: systematic review and meta-analysis. *Trop Med Int Health* [en línea]. 2018 [citado 23 Mar 2020] 24 (5): 530-552. Disponible en: login.research4life.org/tacsgr1onlinelibrary_wiley_com/doi/pdf/10.1111/tmi.13217
3. Organización Mundial de la Salud. Lucha contra el dengue [en línea]. [citado 22 Abr 2020] Disponible en: <https://www.who.int/denguecontrol/mosquito/es/>
4. Organización Mundial de la Salud. Enfermedades transmitidas por vectores. 2020 [en línea]. [citado 23 Mar 2020] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
5. Castañeda Porras O, Segura O, Garón Lara EC, Manosalva Sánchez C. Conocimientos, actitudes y prácticas frente al control del vector *Aedes aegypti*, Villanueva-Casanare, Colombia. *Rev Med Risaralda* [en línea]. 2017 [citado 23 Mar 2020] 23(2). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-06672017000200003&lang=es
6. Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud. Actualización epidemiológica dengue. 2020 [en línea]. [citado 2 Abr 2020] Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15712:4-february-2020-dengue-epidemiological-update&Itemid=42346&lang=es
7. Organización Mundial de la Salud. Dengue y dengue grave. 2020 [en línea]. [citado 23 Mar 2020] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
8. Lepe M, Dávila M, Canet M, López Y, Flores E, Dávila A, et al. Distribución de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en Guatemala 2016. *Cienc tecnol salud* [en línea]. 2017 [citado 23 Mar 2020] 4 (1): 21-31. Disponible en: <https://digi.usac.edu.gt/ojsrevistas/index.php/cytes/article/view/239/245>
9. Sánchez A, Gudiel A, Guerra J. Boletín de la semana epidemiológica: situación epidemiológica de Arbovirus 2019. SEMEPI (Guatemala) [en línea]. 2019 [citado 2 Abr 2020] 2-23. Disponible en: http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202019/Boletines%202019/BOLETIN_SEMEPI%20_16.pdf

10. Fica A, Potin M, Moreno G, Véliz L, Cerda J, Escobar C et al. Razones para recomendar la vacunación contra el dengue en Isla de Pascua: Opinión del Comité de Inmunizaciones de la Sociedad Chilena de Infectología. *Rev. chil infectol* [en línea]. 2016 [citado 24 Mar 2020]; 33(4): 452-454. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182016000400010>.
11. Masi M, Cala A, Tabanca N, Cimmino A, Green I, Bloomquist J, et al. Alkaloids with Activity against the Zika Virus Vector *Aedes aegypti* (L.)—Crinsamine and Sarniensinol. *Molecules* 2016 [en línea]. [citado 23 Mar 2020] Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/21/11/1432>
12. UNICEF. Control del vector *Aedes Aegypti* y medidas preventivas en el contexto del Zika. 2016 [en línea]. [citado 23 Mar 2020] Disponible en: <https://www.unicef.org/lac/media/1381/file/PD%20Publicaci%C3%B3n%20Control%20del%20vector%20Aedes%20aegypti%20y%20medidas%20preventivas.pdf>
13. Hernández AM, Lazcano Ponce E, Hernández Ávila JE, Alpuche Aranda CM, Rodríguez López MH, García García L et al . Análisis de la evidencia sobre eficacia y seguridad de la vacuna de dengue CYD-TDV y su potencial registro e implementación en el Programa de Vacunación Universal de México. *Salud Pública Méx* [en línea]. 2016 Feb [citado 23 Mar 2020]; 58(1): 71-83. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342016000100014&lng=es
14. Castrillón Betancur JC, Urcuqui Inchima S. Avances en la investigación del virus dengue en Colombia: papel de los microARNs celulares en la respuesta anti-dengue virus. *Rev. chil. infectol.* [en línea]. 2017 Abr [citado 24 Mar 2020]; 34(2): 143-148. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182017000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182017000200008>.
15. Powell JR, Soria AG, Kotzakiozi P. Recent History of *Aedes aegypti*: Vector genomics and epidemiology records. *J. Biosci.* [en línea]. 2018 [citado 21 Abr 2020] 68(11): 854-860, Disponible en: <https://academic.oup.com/bioscience/article/68/11/854/5142873>
16. Organización Mundial de la Salud. Lo que tienes que saber sobre el mosquito *Aedes aegypti*. 2016 [en línea]. [citado 21 Abr 2020] Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2016/2016-cha-aedes-aegypti-infographic-spa.pdf?ua=1>
17. Ministerio de Salud República Argentina. Prevención y control de *Aedes aegypti*. 2016 [en línea]. [citado 21 Abr 2020] Disponible en: <http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000000235cnt-01-directrices-dengue-2016.pdf>
18. Organización Mundial de la Salud. El mosquito. [en línea]. [citado 22 Abr 2020] Disponible en: <https://www.who.int/denguecontrol/mosquito/es/>

19. Rossi GC, Almirón WR. Clave ilustrada para la identificación de larvas de mosquitos de interés sanitario encontradas en criaderos artificiales en la Argentina. [en línea]. [citado 22 Abr 2020] Disponible en: <https://www.mundosano.org/download/bibliografia/Monografia%205.pdf>
20. Corporación Universitaria Rafael Nuñez. Análisis morfológico del mosquito *Aedes aegypti* y nivel de conocimiento de la enfermedad producida por el virus del dengue en la sede de la CURN Cartagena. [en línea] 2019 [citado 22 Abr 2020] Disponible en: <http://site.curn.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/152>
21. Organización Mundial de la Salud. Factores de riesgo [en línea]. Washington, D.C: OMS; 2020. [citado 23 Mayo 2020] Disponible en: https://www.who.int/topics/risk_factors/es/
22. Nelson MJ. *Aedes aegypti*: Biology and ecology [en línea]. Washington, D.C: OPS; 1986 [citado 22 Abr 2020] Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/28513>
23. Bolaños Lima E, Castro Pop E, Velasquez Noj R, Linares Pinetta I, Cux Lopez A, Way Cuadra C, et al. Resistencia a los insecticidas del tаметrina y clorpirifos utilizados en el control de *Aedes aegypti* adulto como vector transmisor de enfermedades metaxenicas. [tesis Médico y Cirujano]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2018 [citado 23 Abr 2020]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10974.pdf
24. Quisque Pretel E, Carbajal Villaverde A, Gozzer Fernández J, Moreno Rodríguez B. Ciclo biológico y tabla de vida de *Aedes aegypti* en laboratorio: Trujillo (Perú), 2014. REBIOLEST [en línea] 2015 [citado 23 Abr 2020]; 1 (3): 91-101. Disponible en: <http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/ECCBB/article/view/899/828>
25. Walker T, Jeffries CL, Mansfield KL, Johnson N. Mosquito cell lines: history, isolation, availability and application to assess the threat of arboviral transmission in the United Kingdom. *Parasit Vectors*. [en línea] 2014 [citado 23 Abr 2020] 7: 2-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25141888>
26. Ortiz Martínez Y, Patino Barbosa AM, Rodríguez Morales AJ. Yellow Fever in the Americas: the growing concern about new epidemics. *F1000Res* [en línea]. 2017 [citado 29 Abr 2020]; 6:398. doi: 10.12688/f1000research.11280.2.
27. Chippaux JP, Chippaux A. Yellow fever in Africa and the Americas: a historical and epidemical perspective. *J Venom Anim Toxins Incl Trop Dis*. [en línea]. 2018 [citado 29 Abr 2020]; 24:20 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6109282/>
28. Rodríguez Morales AJ, Villamil Gómez WE. Yellow fever: still of concern for travelers of Colombia?. *Infect* 2018 [en línea]. 2018 [citado 29 Abr 2020] 22 (4): 171-172. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-93922018000400171&lang=es

29. Hernández Galvis J, Pizarro AB, Cuestas JA, Castañeda Cardona C, Rosselli D. La fiebre amarilla en Colombia: de calamidad pública a enfermedad desatendida. *Acta med Perú*. [en línea]. 2018 [citado 29 Abr 2020] 35 (1):55-59 Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172018000100009&lang=es
30. Ramos C. La fiebre amarilla, una amenaza latente a la salud pública global. *Rev. biomédica* [en línea]. 2017 [citado 29 Abr 2020] 28 (3): 107-109 Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-84472017000300107&lang=es
31. Valente Acosta B, García Acosta J. Fiebre amarilla: revisión concisa ante el actual escenario epidemiológico. *Med. interna Méx.* [en línea]. 2017 [citado 20 Abr 2020]; 33(5): 648-654. doi: <http://dx.doi.org/10.24245/mim.v33i5.1560>.
32. Zegarra J, Meza M, Cornejo C, Porras W, Díaz A, Heredia O et al. Fiebre amarilla y disfunción multiorgánica: Reporte de tres casos. *Rev Med Hered* [en línea]. 2017 Abr [citado 30 Abr 2020]; 28(2): 111-115. doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.20453/rmh.v28i2.3112>.
33. Organización Mundial de la Salud. Fiebre Amarilla. [en línea]. 2019 [citado 29 Abr 2020] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/yellow-fever>
34. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Guía práctica para el manejo clínico de dengue y chikungunya. [en línea]. Guatemala: MSPAS; 2015 [citado 2 Mayo 2020] Disponible en: [http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202016/Manuales/GUIA%20MANEJO%20DENGUE%20GUATEMALA%20\(VIRTUAL\).pdf](http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202016/Manuales/GUIA%20MANEJO%20DENGUE%20GUATEMALA%20(VIRTUAL).pdf)
35. Monteiro Fred JC, Mourão Fábio RP, Ribeiro Edicelha SD, Rêgo Marlisson OS, Frances Pablo AC, Souto Raimundo NP et al. Prevalence of dengue, zika and chikungunya viruses in *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) in a medium-sized city, Amazon, Brazil. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo* [en línea]. 2020 [citado 30 Abr 2020] ; 62(10). doi: <https://doi.org/10.1590/s1678-9946202062010>.
36. Organización Panamericana de la Salud. Dengue: información general. [en línea]. [citado 2 Mayo 2020] Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=4493:2010-informacion-general-dengue&Itemid=40232&lang=es
37. Frantchez V, Fornelli R, Sartori G, Arteta Z, Cabrera S, Sosa L et al . Dengue en adultos: diagnóstico, tratamiento y abordaje de situaciones especiales. *Rev. Méd. Urug.* [en línea]. 2016 Abr [citado 3 Mayo 2020] ; 32(1): 43-51. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-03902016000100006&lng=es.

38. Frutuoso Livia CV, Freitas AR, Cavalcanti LV, Duarte EC. Estimated mortality rate and leading causes of death among individuals with chikungunya in 2016 and 2017 in Brazil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* [en línea]. 2020 [citado 5 Mayo 2020] ; 53: e20190580.doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0037-8682-0580-2019>.
39. Cerny T, Schwarz M, Schwarz U, Lemant J, Gérardin G, Keller E. The Range of Neurological Complications in Chikungunya Fever. *Neurocrit Care* . [en línea]. 2017 [citado 05 Mayo 2020] 27: 447–457. doi:<https://doi.org/10.1007/s12028-017-0413-8>
40. Simona F, Javelle E, Cabie A, Bouquillard E, Troisgros O, Gentile G, et al. French guidelines for the management of chikungunya (acute and persistent presentations). *Med Mal Infect.* [en línea]. 2015 [citado 05 Mayo 2020];(45):243-63 doi: 10.1016/j.medmal.2015.05.007
41. Burt FJ, Chen W, Miner J, Lenschow D, Merits A, Schnettler E, et al. Chikungunya virus: an update on the biology and pathogenesis of this emerging pathogen. *The Lancet Infect. Dis.* [en línea]. 2017 [citado 05 Mayo 2020] 17 (4): 107-117 Disponible: https://livrepository.liverpool.ac.uk/3018301/1/16TLID0066_23Jan2017.pdf
42. Barba Evia JR. Fiebre chikungunya. ¿Es acaso la próxima amenaza? *Rev Latinoam Patol Clin Med Lab*; [en línea]. 2015 [citado 5 Mayo 2020] 62 (1): 20-32 Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/d306/60de13ff511309f89d392ab9ecdc127bd2c1.pdf>
43. Placeres Hernández JF, Abreu JM, Chávez González L, Rodríguez Rodríguez E, de León Rosales L. Fiebre causada por el virus Chikungunya, enfermedad emergente que demanda prevención y control. *Rev. Méd. Electrón* [en línea]. 2015 [citado 05 Mayo 2020] 36(5): 596-609 Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedele/me-2014/me145g.pdf>
44. Organización Mundial de la Salud. Chikungunya. [en línea]. 2017 [citado 5 Mayo 2020] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>
45. Núñez E, Vásquez M, Beltrán Luque B, Padgett D. Virus Zika en Centroamérica y sus complicaciones. *Acta méd. peruana* [en línea]. 2016 Ene [citado 5 Mayo 2020] ; 33(1): 42-49. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172016000100008&lng=es
46. Saiz JC, Martín Acebes MA, Bueno Marí R, Salomón OD, Villamil Jiménez LC, Heukelbach J, et al. Zika Virus: What have we learnt since the start of the recent epidemic? *Front. Microbiol* [en línea] 2017 [citado 6 Mayo 2020] (8)1554: 1-25. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.01554/full>
47. Gudiel A, Guerra J, Sánchez A. Boletín de la semana epidemiológica: Departamento de epidemiología semana no. 4 -2019 SEMEPI [en línea]. 2019 [citado 8 Mayo 2020] 2-19. Disponible en: http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202019/Boletines%202019/BOLETIN_SEMEPI%20_4.pdf

48. Apari P, Bajer K, Brooks DR, Molnár O. Escondiéndose a simple vista: un enfoque evolutivo del brote de zika sudamericano y sus consecuencias futuras. *Rev. bras. zool.* [en línea]. 2019 [citado 8 Mayo de 2020]; 36: e36272. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-46702019000100101&lng=en
49. Werner JH. Infección por el virus del Zika. *Radiol Bras* [en línea]. 2019 [citado 8 Mayo 2020]; 52 (6): 9-10. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842019000600003&lng=en.
50. Ryan SJ, Lippi CA, Nightingale R, Hamerlinck G, Borbor Cordova MJ, Cruz M, et al. Socio-ecological factors associated with dengue risk and *Aedes aegypti* presence in the Galápagos Islands, Ecuador. *Int J Environ Res Public Health* [en línea] 2019 [citado 25 Mayo 2020]; 16(5): 1-16. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6427784/>
51. Madewell ZJ, Sosa S, Brouwer KC, Juárez JG, Romero C, Lenhart A, et al. Associations between household environmental factors and immature mosquito abundance in Quetzaltenango, Guatemala. *BMC Public Health.* [en línea] 2019 [citado 24 Mayo 2020]; 19(1): 2-11. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6929347/>
52. Overgaard HJ, Olano VA, Jaramillo JF, Matiz MI, Sarmiento D, Stemstrom TA, et al. A cross-sectional survey of *Aedes aegypti* immature abundance in urban and rural household containers in central Colombia. *Parasit Vectors* [en línea]. 2017 [citado 26 Mayo 2020]; 10(1):2-12. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5530958/>
53. Martínez de Cuellar C, Lovera D, Arbo A. Factores de riesgo asociados a mortalidad por dengue en menores de 15 años. Paraguay, periodo 2010-2013. *Pediatr. (Asunción)* [en línea]. 2017 [citado 14 Mayo 2020] ; 44(2): 136-142. doi: <http://dx.doi.org/10.18004/ped.2017.agosto.136-142>.
54. Botacio de Tejada C. Factores de riesgo asociados en la prevalencia del virus Zika en la región de Herrera de enero 2016-diciembre 2017, Panamá. [tesis de Maestría]. Panamá, Universidad de Panamá; 2019 [citado 16 Mayo 2020] Disponible en: <http://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUP1791>
55. Corrales Aguilar E, Troyo A, Calderón Arguedas Ó. Chikungunya: un virus que nos acecha. *Acta méd. costarric* [en línea]. 2015 Mar [citado 19 Mayo 2020] ; 57: 07-15. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022015000100002&lng=en.
56. Custódio JM, Nogueira Livia MS, Souza DA, Fernandes MF, Oshiro ET, Oliveira EF de et al. Abiotic factors and population dynamic of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in an endemic area of dengue in Brazil. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo* [en línea]. 2019 [citado 20 Mayo 2020]; 61: 18. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-46652019005000207&lng=en.

57. Ortiz C, Rúa Uribe GL, Rojas CA. Conocimientos, prácticas y aspectos entomológicos del dengue en Medellín, Colombia: un estudio comparativo entre barrios con alta y baja incidencia. *Rev. Biomed* [en línea]. 2018 [citado 19 Mayo 2020]; 38(2): 106-116. doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v38i0.3957>.
58. Organización Panamericana de la Salud. Recursos de zika: definiciones de caso.[en línea] 2016 [citado 4 Jun 2020]. Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11117:zika-resources-case-definitions&Itemid=41532&lang=es#:~:text=Todo%20caso%20sospechoso%20en%20el,d e%20aborto%20o%20muerte%20fetal.
59. Organización Panamericana de la salud/ Organización Mundial de la salud. Manual operativo de vigilancia y control entomológico de aedes aegypti vector del dengue y chikungunya en Guatemala. [en línea]. Guatemala: OPS; 2015 [citado 12 Jun 2020]. 1-31 Disponible en: [http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202016/Manuales/Manual%20%20operativo%20de%20Aedes%20aegypti%20\(VIRTUAL\).pdf](http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202016/Manuales/Manual%20%20operativo%20de%20Aedes%20aegypti%20(VIRTUAL).pdf)
60. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Protocolo del sistema nacional de vigilancia epidemiológica SINAVE [en línea]. Guatemala: MSPAS; 2018. [citado 10 Jun 2020]. Disponible en: <http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202018/Protocolos/Sistema%20Nacional%20de%20Vigilancia%20Epidemiol%C3%B3gica%20SINAVE.pdf>
61. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Protocolo de vigilancia epidemiológica integrada de arbovirosis. [en línea]. Guatemala; 2018. [citado 10 Jun 2020]. 1-40. Disponible en: <http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202018/Protocolos/Vigilancia%20Epidemiol%C3%B3gica%20Integrada%20de%20Arbovirosis.pdf>
62. Muñoz M, Martínez de Cuellar C, Assis D. Oportunidad de la sistematización de la vigilancia de dengue en Paraguay, su estacionalidad y las características de los casos en menores de 15 años, 2010-2012. *Pediatr. (Asunción)* [en línea]. 2015 Abr [citado 13 Jun 2020]; 42: 11-16. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-98032015000100002&lng=pt.
63. Barrera R. Recomendaciones para la vigilancia de Aedes aegypti. *Rev. Biomed* [en línea]. 2016 [citado 12 Jun 2020]; 36 (3): 454-462. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572016000300015&lng=en
64. Organización Panamericana de la Salud. Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de dengue. [en línea] Colombia: OPS; 2015. [citado 14 Jun 2020]. Disponible en: https://www.paho.org/col/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=publicaciones-ops-oms-colombia&alias=1215-gestion-para-la-vigilancia-entomologica-y-control-de-la-transmision-de-dengue&Itemid=688

65. Tapia López E, Bardach A, Ciapponi A, Alcaraz A, García Perdomo HA, Ruvinsky S et al. Experiencias, barreras y facilitadores en la implementación de intervenciones de control del *Aedes aegypti* en América Latina y Caribe: estudio cualitativo. *Cad. Saúde Pública* [en línea]. 2019 [citado 8 Jun 2020] ; 35(5): 2-14. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00092618>.
66. Ciapponi A, Bardach A, Alcaraz A, Belizán M, Jones D, Comolli M, et al. Workshop for priority-setting in *Aedes aegypti* control interventions in Latin America and the Caribbean: a policy dialogue. *Cad. Saúde Pública* [en línea]. 2019 [citado 8 Jun 2020]; 35(4):2-11. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00092918>.
67. Prado M, Sanabria E. Estrategias de Comunicación para el control de criaderos de *Aedes aegypti* resultantes del brote epidémico de Dengue de 2017-2018 en Asunción y Central, Paraguay. *Rev. salud pública Parag.* [en línea]. 2018 [citado 9 Jun 2020] ; 8(2): 52-56. doi: <http://dx.doi.org/10.18004/rspp.2018.diciembre.52-56>.
68. Sene Amâncio ZAL, Santos SM, Fernandes Oliveira ES, Carvalho RG, Coelho GE. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiol. Serv. Saúde* [en línea]. 2016 [citado 25 Jun 2020]; 25(2): 391-404. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222016000200391&lng=en
69. Organización Panamericana de la Salud. Evaluación de las estrategias innovadoras para el control de *Aedes aegypti*: desafíos para su introducción y evaluación del impacto. [en línea] Washington, D.C.; 2019 [citado 10 Jun 2020] Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51376/9789275320969_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
70. Han WW, Lazaro A, McCall PJ, George L, Runge Razinger S, Toledo J, et al. Efficacy and community effectiveness of larvivorous fish for dengue vector control. *Trop Med Int Health* [en línea] 2015 [citado 26 Jun 2020] ;20 (9):1239-1256. Disponible en: https://login.research4life.org/tacsgr1onlinelibrary_wiley_com/doi/full/10.1111/tmi.12538
71. Morales Pérez A, Nava Aguilera E, Legorreta Soberanis J, Cortés Guzmán AJ, Balanzar Martínez A, Harris E, et al. "Where we put little fish in the water there are no mosquitoes:" a cross-sectional study on biological control of the *Aedes aegypti* vector in 90 coastal-region communities of Guerrero, Mexico. *BMC Public Health.* [en línea] 2017 [citado 23 Jun 2020] 30(17): 142-149. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5506569/#CR9>
72. Galavíz Parada JD, Vega Villasante F, Cupul Magaña FG, Navarrete Heredia JL, Ruiz González LE, Vargas Ceballos MA, et al. Control químico y biológico de larvas de *Aedes aegypti* en la costa norte de Jalisco, México. *Rev Cubana Med Trop* [en línea]. 2016 [citado 25 Jun 2020]; 68(2): 111-124. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602016000200001&lng=es.

73. Sawyers Kenton R, Sawyers Kenton R, Pinto Tomas A. Papel de la bacteria endosimbionte Wolbachia en el control de enfermedades afectadas: dengue, zika y chikunkunya. Acta méd. costarric [en línea]. 2017 [citado 25 Jun 2020]; 59 (4): 130-133. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022017000400130&lng=en
74. Araújo HR, Carvalho DO, Loshino RS, Costa-da-Silva AL, Capurro ML. Aedes aegypti Control Strategies in Brazil: Incorporation of New Technologies to Overcome the Persistence of dengue epidemics. Insects [en línea] 2015 [citado 25 Jun 2020] 11;6(2):576-94. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4553499/>
75. Ferguson NM, Kien DT, Clapham H, Aguas R, Tuan V, Nguyen T, et al. Modeling the impact on virus transmission of Wolbachia-mediated blocking of dengue virus infection of Aedes aegypti. Sci Transl Med [en línea] 2015 [citado el 25 Jun 2020] ;7(279): 1-15. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25787763/>
76. Aliota MT, Walker EC, Uribe Yepes A, Velez ID, Christensen BM, Osorio J. The wMel strain of wolbachia reduces transmission of Chikungunya virus in Aedes aegypti. PLoS Negl Trop Dis. [en línea] 2016 [citado 25 Jun 2020] 28;(4): 10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4849757/#>
77. Garcia GdA, dos Santos LMB, Villela DAM, Maciel-de-Freitas R. Using wolbachia releases to estimate Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) population size and survival. PLOS ONE [en línea] 2016 [citado 25 Jun 2020] 11(8): 1.12. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0160196#sec002>
78. Viana JL, Soares-da-Silva J, Vieira-Neta MRA, Tadei WP, Oliveira CD, Abdalla FC et al. Aislamientos de Bacillus thuringiensis de biomas de Maranhão con potencial acción insecticida contra larvas de Aedes aegypti (Diptera, Culicidae). Braz. J. Biol. [en línea]. 2020 [citado 25 Jun 2020] 61(3):1-11. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842020005003202&lng=en
79. Ponce Guevara JF, Erazo M, Yanes N, Maradiaga A, Bustillo Ponce A, Cruz A, et al. Susceptibility of the larva de Aedes aegypti to Bacillus thuringiensis var israelensis in Tegucigalpa, Honduras. Rev. méd. hondur [en línea] 2018 [citado 25 Jun 2020]; 86(2): 7-10. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1007044>
80. Lima EP, Goulart MO, Rolim Neto ML. Meta-analysis of studies on chemical, physical and biological agents in the control of Aedes aegypti. BMC Public Health [en línea] 2015 [citado 25 Jun 2020] 4 (15) :858. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4559884/#CR19>
81. Fernandes Bellinato D, Fernandes P, Costa S, J.Martins A, Pereira J, Valle D. Resistance status to the insecticides Temephos, Deltamethrin, and Diflubenzuron in Brazilian Aedes aegypti populations. Rev. Biomed [en línea] 2016 [citado 25 Jun 2020] 1-12. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2016/8603263/>

82. Pérez M. Evaluación del temefos y pyriproxifeno para el control de larvas de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio. *Horiz. Med.* [en línea]. 2017 [citado 27 Jun 2020]; 17(4): 24-29. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-558X2017000400005&lng=es
83. Fonseca EO, Macoris ML, Santos Roberto F, Morato DG, Isabel Maria DSS, Cerqueira NA, et al . Estudio experimental sobre a ação de larvicidas em populações de *Aedes aegypti* do município de Itabuna, Bahia, em condições simuladas de campo. *Epidemiol. Serv. Saúde* [en línea]. 2019 [citado 27 Jun 2020] ; 28(1): 1-9. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222019000100302&lng=en
84. Quintero J, García-Betancourt T, Caprara A, Basso C, Garcia da Rosa E, Manrique-Saide P, et al. Taking innovative vector control interventions in urban Latin America to scale: lessons learnt from multi-country implementation research. *Pathog Glob Health* [en línea] 2017 [citado 10 Jun 2020] 111(6):306-316. doi: <https://doi.org/10.1080/20477724.2017.1361563>
85. Kantor Isabel N. Dengue, zika, chikungunya y el desarrollo de vacunas. *Medicina (B. Aires)* [en línea]. 2018 [citado 11 Jun 2020] ; 78(1): 23-28. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802018000100005&lng=es.
86. Garro Mongue G, Méndez Muñoz L. Mosquitos genéticamente modificados para combatir el dengue. *Investiga. TEC* [en línea]. 2016 [citado 10 Jun 2020] 3-4. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/download/2495/2284
87. Organización Mundial de la Salud. Global strategy for dengue prevention and control. [en línea]. Suiza:OMS; 2015 [citado 11 Jun 2020]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75303/9789241504034_eng.pdf
88. Shim E. Cost-Effectiveness of dengue vaccination programs in Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, [en línea]. 2017 [citado 11 Jun 2020] ; 96(5): 1227–1234. doi: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0810>
89. Barrera R. Control de los mosquitos vectores del dengue y del chikunguña: ¿es necesario reexaminar las estrategias actuales? *Rev. Biomed.* [en línea]. 2015 [citado 11 Jun 2020]; 35(3): 297–299. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4764089/>
90. Gómez Vargas M, Galeano Higueta C, Jaramillo Muñoz D. El estado del Arte: una metodología de investigación. *Rev. colomb. cienc. soc.* [en línea], 2015 [citado 29 Jun 2020] 6(2): 423-442. Disponible en: http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/6843/1/G%C3%B3mezMaricelly_2015_EstadoArteMetodolog%C3%ADa.pdf

91. Ríos Guzmán RE. ¿Cómo elaborar una monografía? Coordinación de trabajos de graduación: USAC: Facultad de Ciencias Médicas; 2020 [en línea] [citado 29 Jun 2020] Disponible en: <https://radd6.virtual.usac.edu.gt/cienciasmedicas/mod/folder/view.php?id=1457>

Complementarios

Apéndices

Apéndice 1

Tabla 1 Matriz de descriptores

Concepto	Concepto en inglés	Conceptos relacionados	Descriptores MeSH
<i>Aedes aegypti</i>	<i>Aedes aegypti</i>	Mosquito Vector Ciclo biológico Arbovirus Vectores de enfermedades	<i>Aedes aegypti</i> Vector Biological cycle
Enfermedades	Diseases	Fiebre amarilla Dengue Chikungunya Virus del Chikungunya CHIK Zika Epidemiología Período de incubación Manifestaciones clínicas	Yellow fever Dengue fever Break bone fever Chikungunya fever Chikungunya virus CHIK Zika Health services research Incubation period Signs and symptoms
Factores de riesgo	Risk factors	Modificables No modificables biológicos físicos	Risk Factors Dengue fever CHIK Zika Biological
Población vulnerable	Population at risk	Población en riesgo Factores ecobiosociales	Risk population
Estrategias de control del vector	Prevention and control	control de vectores	vigilancia epidemiológica control entomológico control químico control biológico control genético vacunas

Fuente: Construcción propia con base en Gómez Vargas M, Galeano Higueta C, Jaramillo Muñoz D. El estado del Arte: una metodología de investigación. Revista colombiana de ciencias sociales.⁹⁰

Apéndice 2

Tabla 2 Matriz artículos utilizados para análisis de contenido
Estrategias para la prevención de enfermedades transmitidas por *Aedes aegypti*

Nivel de evidencia	Tipo de estudio	Término utilizado	Intervención control de vector	País	Año	Población vulnerable	Factores de riesgo	Resultado
2A	Estudio observacional de cohorte	"Wolbachia" [MeSH] AND "zika" [MeSH]	cepa wMel Wolbachia reduce la transmisión del virus Zika por <i>Aedes aegypti</i>	Medellín, Colombia	2015			Se analizó el fenotipo de competencia vectorial en colonias de laboratorio infectadas con Wolbachia, se tomó dos grupos de mosquitos, el grupo de <i>Aedes aegypti</i> silvestre que no portaban la cepa, capturados a partir de ovitrampas colocadas en el municipio de bello, Medellín, Colombia; y el grupo de <i>A. aegypti</i> que portaba la cepa wMel, ambos ingirieron sangre con virus zika de ratones infectados y se examinaron a los 4,7 y 10 días , se evidencia que las tasas de infección, diseminación y transmisión fueron altas para el vector silvestre expuesto a sangre que contiene zika , en contaste el vector que tenía la cepa wMel presento una reducción significativa en el estado de infección (76)
2A	Ensayo clínico de campo	"Wolbachia" [DeCS] AND " <i>Aedes aegypti</i> " [DeCS]	Uso de liberaciones de Wolbachia para estima el tamaño y la supervivencia de la población de <i>Aedes aegypti</i>	Rio de Janeiro, Brasil	2016	Distrito de Tubiacanga , Rio de Janeiro. habitada por 2902 personas, 867 casas	suministro regular de agua y de recolección de basura	Estudio en el que se desplegaron un total de 2350 hembras portadoras de Wolbachia por semana durante veinte semanas y recolecciones diarias a partir de trampas. se realizó marcación, liberación y recaptura, evaluando: 1) la

2A	Estudio experimental, ensayo de campo	"Bacillus thuringiensis" [DeCS] AND "Aedes aegypti" [DeCS] OR "dengue" [DeCS]	susceptibilidad de larva de <i>Aedes aegypti</i> a Bacillus thuringiensis var israelensis	Tegucigalpa, Honduras	2018	<p>supervivencia diaria (0.73 y 0.89 supervivencia diaria para los mosquitos silvestres) fue de 0.82 y 0.89 durante la primera y segunda semana , se encuentra en el rango normal comparado con los moquitos silvestres por lo tanto la cepa wMel no afecto la supervivencia diaria y 2) densidad de la población silvestre, fue menor en los mosquitos con Wolbachia que los mosquitos silvestres (77)</p> <p>bioensayo para determinar la susceptibilidad de las larvas de <i>Aedes aegypti</i> al Bacillus thuringiensis var israelensis (Bti), se reportó susceptibilidad de la larva en todas las concentraciones de Bti presentado un porcentaje de mortalidad de 98.7% (n=156/158) para la concentración de 0.5 mg/L ; 99.375% (n=159/160) para la concentración de 1mg/L; 100% (n 158/158) para la concentración de 2.5 mg/L y 100% (n= 159/159) de mortalidad para la concentración de 5mg/L) (79)</p> <p>identifico éxito en algunas estrategias de control biológico, sin embargo, la mayoría de los estudios carecía de variables predictoras. Evaluaciones sobre los efectos de diferentes fórmulas comerciales de Bacillus thuringiensis en Brasil, en 140 casas, distribuidas en 5</p>
1B	revisión sistemática con Metaanálisis sin sesgos	"Biologic control" [MesH] AND "larvicidal activity" [MesH] AND " <i>Aedes aegypti</i> " [MesH] AND "Bacillus thuringiensis" [MesH]	Agentes químicos, físicos y biológicos en el control de <i>Aedes aegypti</i>	2015		

2C	Estudio transversal	"larvivor fish" [MesH] AND "Aedes aegypti" [MesH] OR "dengue" [MesH]	Control biológico de vector <i>Aedes aegypti</i> con peces larvívoros en 90 comunidades de la región costera de Guerrero, México.	Guerrero, México.	2017	Regiones costeras del estado de Guerrero: Acapulco, costa Grande y Costa chica.	<p>vecindarios. la formula comercial Bactivec mostro el efecto residual más alto (62 días), contribuyendo a una reducción en el índice de infestación del hogar del 95.4% mientras que la formula Vectobac alcanzo solo una reducción del 22%. (80) . además se realizó otro estudio en Brasil en el cual se añadió bacillus thurigiensis a ovitrampas (2.04g/trampa) y se instaló en cinco paisajes urbanos de la ciudad de Recife-PE, con el fin de evaluar el uso de ovitrampas como herramienta de vigilancia y control de <i>Aedes aegypti</i>, se instalaron 464 ovitrampas centinelas tratadas con 2 g de Bit y 5602 ovitrampas de control con 4 g de larvicida; durante doce meses de seguimiento, se recogieron 10.3 millones de huevos de las ovitrampas, sin observarse eclosión de las larvas. (80)</p> <p>En el 17% de los hogares tenían peces en los contenedores de agua, la presencia de peces se asoció con niveles más bajos de infección reciente por el virus dengue en niños de tres a nueve años (OR 0.64 IC 95% 0.45 a 0.91) al igual que en una zona rural (OR 0.57 IC 95%: 0.45 a 0.71) y edad de tres a cinco años (OR 0.65 IC 95% 0.51 a 0.83). los factores asociados con una menor probabilidad de enfermar de dengue autoinformado fueron</p>
----	---------------------	--	---	-------------------	------	---	--

la presencia de peces (OR 0.79 IC 95% 0.64 a 0.67) y vivir en un área rural (OR 0.74; IC 95% 0.65-0.84) (71)

2A	Ensayo clínico de campo	"Copépodos" [DeCS] AND "Aedes aegypti" [DeCS]	Efecto larvicida del crustáceo <i>potimitim glabra</i> y larvas del mosquito culicido T. <i>haemorrhoidalis</i> sobre larvas de <i>Aedes aegypti</i> en laboratorio	Jalisco, México	2016	Las larvas del mosquito culicido T. <i>haemorrhoidalis</i> tuvo una depreciación de 92% cuando estaba en una concentración de cinco larvas/organismos, la depredación se redujo a 76% con el aumento de la densidad de larvas a diez larvas/organismo. El crustáceo <i>potimitim glabra</i> demostró una depredación del 76% en una concentración de 3.8 larvas consumidas de cinco larvas y no presento cambios con el aumento de las mismas 4.2 larvas consumidas en diez larvas/organismo (72).
2A	Ensayo clínico de campo	"Hormona Juvenil" [DeCS] AND "Aedes aegypti" [DeCS]	Evaluación de temefos y Pyriproxifeno para el control de larvas de <i>Aedes aegypti</i>	Perú	2017	Estudio que incorporó 2000 larvas de <i>Aedes aegypti</i> provenientes de Coma, Perú. se evaluó el porcentaje de sobrevivencia y mortalidad de temefos y Pyriproxifeno, las larvas expuestas a temefos mostraron un promedio de mortalidad de 68.48% y con Pyriproxifeno promedio de mortalidad 0.8%. (82)

2A	Ensayo clínico de campo	"Control químico " [DeCS] AND "Reguladores de crecimiento" [DeCS] AND "Aedes aegypti" [DeCS]	Resistencia a los insecticidas temefós, deltametrina y diflubenzuron en poblaciones de Aedes aegypti	Brasil	2016	Se cuantifico la resistencia a temefos, deltametrina y diflubenzuron de muestras en mosquitos de Aedes aegypti de doce municipios de cinco estados de Brasil. Se detectaron altos niveles de resistencia a los insecticidas en casi todos los compuestos químicos, se adquirieron relaciones de resistencia (RR50, RR95), se considera que las poblaciones con RR95 por encima de 3.0 son resistentes, temefos varió entre 4.0 y 27.1, deltramina 13.1 y 70; diflubenzuron menos de 2.3. (81)
2A	Ensayo clínico de campo	"Bioinsecticidas " AND "Aedes aegypti" OR "dengue"	Acción de los larvicidas en poblaciones de Aedes aegypti	Brasil	2019	Estudio experimental sobre la acción de los larvicidas Pyriproxifeno, novaluron y Spinosad en el control de Aedes aegypti. El efecto inhibitorio sobre la aparición de adultos después de sesenta días fue de 89.5% de spinosad, 96.5% novulacion y 75.4% Pyriproxifeno. La mortalidad entre tratamientos con Spinosad y novaluron en la fase larval fue de 89.8% y 97.9% y Pyriproxifeno mostro una mayor mortalidad en la fase pupal 95.1%. (83)
1A	Ensayo clínico comprobado	"Estrategias de control" [DeCS]	Intervenciones de control de Aedes aegypti	Brasil	2019	Se demostró la necesidad de trabajar con la comunidad y del trabajo intersectorial. Se determinó que mediante un trabajo de educación y sensibilización sobre el problema se obtiene mejores índices aédicos, y sobre la

						responsabilidad de tomar acciones en su propio ámbito o vivienda. (65)
1C	Eficiencia demostrada por la práctica clínica	" <i>Aedes aegypti</i> " [Mesh]+ "Control interventions"[Mesh]	Prioridad de intervención en el control de <i>Aedes aegypti</i>	Brasil	2019	Se determinó que el gobierno de los diferentes países latinoamericanos no prioriza estrategias preventivas para el control de <i>Aedes aegypti</i> , por lo que la reacción nula de los gobiernos hace que existan epidemias y debido a esto no se encuentran capacitados para enfrentar una emergencia. (66)
2C	Estudios de resultados en salud	" <i>Aedes aegypti</i> " [DeCS] + "Control del mosquito" [DeCS]	Estrategias de comunicación para el control de criaderos de <i>Aedes aegypti</i>	Paraguay	2018	Se denotó que para el control más efectivo de los criaderos de <i>Aedes aegypti</i> la atención debe estar centrada en estrategias de comunicación que sean segmentadas por audiencia. De un lado porque las conductas para el control vectorial están asimiladas por la población en grados diferenciados y por otro porque cada criadero impacta una audiencia específica. (67)
2C	Estudios de resultados en salud	"Prevention and control" + " <i>Aedes aegypti</i> "	Innovación en intervenciones para el control del vector en Latinoamérica	México	2017	La implementación de nuevas estrategias para la intervención en el control y prevención de enfermedades transmitidas por <i>Aedes aegypti</i> ofrecen múltiples beneficios para la población, pues en su mayoría son sostenibles, apostándole a una vivienda segura pues sus habitantes tendrán las herramientas necesarias para enfrentar al vector. (84)
3B	Estudios de casos y	"Técnicas genéticas"	Mosquitos genéticamente modificados	México	2016	El uso de tetraciclina para volver dependientes a los mosquitos de esta para sobrevivir, hacen de

	controles individuales					este método eficiente, pues al aparearse en la naturaleza por falta de tetraciclina los huevos morirán, este método es muy prometedor, al igual que la esterilización utilizando radiación. (86)
3A	Estudios de casos y controles.	"Estrategias de control"+ "vacuna"	Control de los mosquitos vectores del dengue y del chikungunya	Colombia	2015	Para el control de dengue y chikungunya se determinó la necesidad de encontrar nuevas estrategias para reducir el impacto ocasionado en la población, por lo que los investigadores se dirigen al desarrollo de vacunas que puedan mantener a la población con el mínimo riesgo de contraer estas enfermedades. (89)
2A	Estudio de cohorte	"microARNS" + "respuesta anti-dengue"+ "Inmunidad del huésped"	Desarrollo de vacunas dengue, zika y chikungunya	Buenos Aires, Argentina	2018	La CYD-DTV es la vacuna que promete mucho en la prevención del dengue, pues demostró tener arriba de un 90% de eficacia para disminuir el riesgo de enfermedad grave y hospitalización. En el caso de zika se encuentran vacunas en desarrollo a partir de vacunas para flavivirus, siendo las mayores candidatas la vacunas a base de genes pues crean inmunidad de forma rápida y son seguras principalmente en embarazadas. Para chikungunya existen dieciséis candidatas, sin embargo, las vacunas inactivadas y de subunidades proteicas se encuentran en fase tres de investigación, son consideradas hasta el momento las más seguras. (85)

2A

Estudios de
cohorte

"Dengue vaccine"

Costo-
efectividad de la
vacuna del
dengue

Brasil

2017

De seis vacunas en investigación solo una demuestra ser efectiva en trece países de Latinoamérica la CYD-DTV demostró un intervalo de confianza del 95% en la disminución de casos graves de dengue, además se observó que el costo que pagaría el gobierno por la vacuna disminuiría los gastos en salud pública por casos de dengue, principalmente los casos graves. (88)

Fuente: Adaptada de Gómez Vargas M, Galeano Higueta C, Jaramillo Muñoz D. El estado del Arte: una metodología de investigación. Rev. colomb. cienc. Soc. ⁹⁰

Apéndice 3

Tabla 3 Matriz Tipo de estudio utilizado según nivel de evidencia

Nivel de evidencia	Tipo de estudio	Término utilizado y lugar encontrado	Número de artículos
1B	Ensayos clínicos controlados	" <i>Aedes aegypti</i> " [DeCS]	13
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	" <i>Aedes aegypti</i> " [MeSH]	8
2C	Investigación de resultados en salud	"Dengue" [Página web OMS]	25
2C	Investigación de resultados en salud	"vector" [Página web OMS]	10
2B	Estudio individual de cohorte de baja calidad	"Vectores de enfermedades" [DeCS]	5
2C	Investigación de resultados en salud	"Dengue" [Página web OPS]	25
2C	Investigación de resultados en salud	"Dengue" [Página web OMS]	25
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"mosquito" [DeCS]	7
2C	Investigación de resultados en salud	"Arbovirus" [DeCS]	13
2C	Investigación de resultados en salud	"Dengue vaccines" [MeSH]	21
1B	Estudios de cohorte que validen la calidad de una prueba específica	"Amaryllidaceae" [MeSH]	5
2C	Estudios de resultados en salud	"Prevención" [UNICEF]	9
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Vacuna CYD-TDV" [DeCS]	21
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Respuesta anti-dengue" [DeCS]	8
2A	Revisión sistemática de estudios de cohorte	" <i>Aedes aegypti</i> " [MeSH]	28
2C	Investigación de resultados en salud	"mosquito" [Página web OMS]	11
2C	Estudios de resultados en salud	"Prevención" [DeCS]	9
2C	Estudios de resultados en salud	"mosquito" [Página web OMS]	7
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Vectores de enfermedades" [DeCS]	12
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"virus del dengue" [DeCS]	6
2C	Estudios de resultados en salud	"Control de mosquitos" [DeCS]	15

2C	Estudios de resultados en salud	" <i>Aedes aegypti</i> " [MeSH]	8
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Larvicidas" [DeCS]	14
2A	Revisión sistemática de estudios de cohorte	"Ciclo biológico" [DeCS]	19
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Arboviral" [MeSH]	10
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Yellow fever" [MeSH]	31
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Yellow fever" [MeSH]	31
2A	Revisión sistemática de estudios de cohorte	"Yellow fever" [MeSH]	5
3A	Revisión sistemática de casos y controles	"Fiebre amarilla" [DeCS]	16
2A	Revisión sistemática de estudios de cohorte	"Fiebre amarilla" [DeCS]	9
3A	Revisión sistemática de casos y controles	"Fiebre amarilla" [DeCS]	5
3B	Estudios de casos y controles individuales	"Fiebre amarilla" [DeCS]	7
2C	Investigación de resultados en salud	"Epidemiología" [Página web OMS]	13
2C	Investigación de resultados en salud	"Estrategias de control" [Página web MSPAS]	6
2A	Revisión sistemática de estudios de cohorte	"Prevention and control" [MeSH]	23
2C	Investigación de resultados en salud	"Dengue" [Página web OMS]	9
2A	Revisión sistemática de estudios diagnósticos	"Dengue" [DeCS]	6
2B	Estudio de cohortes individual	"Chikungunya fever" [MeSH]	14
2B	Estudio de cohortes individual	"Chikungunya fever" [MeSH]	14
2B	Estudios de cohorte retrospectivo	"CHIK" [MeSH]	10
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Chikungunya virus" [MeSH]	22
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Chikungunya" [DeCS]	25
2A	Revisión sistemática de estudios de cohorte	"Virus chikungunya" [DeCS]	17
2C	Investigación de resultados en salud	"Chikungunya" [Página Web OMS]	6
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Virus zika" [DeCS]	11

1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Zika virus" [MeSH]	16
2C	Investigación de resultados en salud	"Epidemiología" [Página web MSPAS]	4
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	" Signos y síntomas" [DeCS]	18
2A	Revisión sistemática de estudios de cohorte	"Zika" [DeCS]	24
2C	Investigación de resultados en salud	"Factores de riesgo" [pagina web OMS]	1
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Risk factors" [MeSH]; "Dengue" [Mesh]; " <i>Aedes aegypti</i> " [MeSH]	2
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"environmental factors" [MeSH]; "mosquito"[MeSH]	118
2B	Estudio de cohorte retrospectivo.	"Factores de riesgo" [DeCS]	82
2A	Revisión sistemática de estudios de cohorte	"Factores de riesgo" [DeCS]	27
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Población vulnerable CHIK" [DeCS]	18
2B	Estudio de cohortes individual	"Population at risk"[MeSH]	7
3B	Estudios de casos y controles	"Factores de riesgo" [DeCS]	10
3A	Revisión sistemática de casos y controles	"vigilancia epidemiológica" [DeCS] + "Dengue" [DeCS]	11
2C	Investigación de resultados en salud	"vigilancia epidemiológica" [DeCS] + "arbovirus " [DeCS]	32
2C	Investigación de resultados en salud	"control entomológico" [DeCS] + "vectores " [DeCS]	26
3A	Revisión sistemática de casos y controles	"biologic control" [MeSH] AND " <i>Aedes aegypti</i> " [MeSH] OR "insect vector" [MeSH]	4
3A	Revisión sistemática de casos y controles	"chemical control" [MeSH] AND "Dengue"[MeSH]	32
1A	Ensayos clínicos controlados	"Estrategias de control" [DeCS]	15
1C	Eficiencia demostrada por la práctica clínica	" <i>Aedes aegypti</i> " [MeSH]+ "Control interventions"[MeSH]	27
2C	Estudios de resultados en salud	" <i>Aedes aegypti</i> " [DeCS] + "Control del mosquito" [DeCS]	35
2C	Estudios de resultados en salud	"Prevention and control" [MeSH] + " <i>Aedes aegypti</i> " [MeSH]	19
1A	Revisión sistemática de ensayos clínicos controlados	"Prevention and control" [MeSH]+ "Control intervention" [MeSH]	43

3B	Estudios de casos y controles individuales	"Técnicas genéticas" [DeCS]	14
3A	Estudio de casos y controles	"Estrategias de control" [DeCS]+ "vacuna" [DeCS]	22
2A	Estudio de cohorte	"microARNs" [DeCS] + "respuesta anti-dengue" [DeCS]+ "Inmunidad del huésped" [DeCS]	35
2C	Estudios de resultados en salud	"Prevention and control" [Mesh]+ "Dengue fever" [MeSH]	74
2A	Estudios de cohorte	"Dengue vaccine" [MeSH]	33

Fuente: Ríos Guzmán RE. Manual ¿Cómo elaborar una monografía? Guatemala, 2020.⁹¹

Apéndice 4

Tabla 4 Control entomológico de *Aedes aegypti* vector del dengue y chikungunya.

Índices de vivienda	Fórmula	Interpretación
Índice de viviendas (IV)	$IV \frac{(No. de viviendas infestadas con larvas)}{No. de viviendas inspeccionadas} \times 100$	Porcentaje de viviendas infestadas con larvas o pupa de <i>Aedes aegypti</i> .
Índice de recipientes (IR)	$IR \frac{No. de recipientes positivos a larvas}{No. de recipientes con agua inspeccionados} \times 100$	Representa el porcentaje de recipientes con agua, infestados con larvas o pupas de <i>Aedes aegypti</i> .
Índice de recipiente útil (IRU)	$IRU \frac{(No. de recipientes útiles positivos)}{No. de recipientes útiles inspeccionados} \times 100$	Indica la importancia de los recipientes útiles en la producción de larvas en la localidad
Índice de recipiente no útil (IRNU)	$IRNU \frac{No. de recipientes no útiles positivos}{No. de recipientes no útiles inspeccionados} \times 100$	Indica la importancia de los recipientes no útiles en la producción de larvas en la localidad
Índice de pupas (IP)	$IPR \frac{No. de recipientes encontrados con pupas}{No. de recipientes encontrados positivos a larvas} \times 100$ $IPV \frac{No. de viviendas encontradas con pupas}{No. de recipientes encontradas positivas a larvas} \times 100$	Indica el nivel de riesgo inmediato por surgimiento de mosquitos adultos.
Índice de Breteau (IB)	$IB \frac{No. de recipientes positivos}{No. de casas inspeccionadas} \times 100$	Indica el número de recipientes con agua positivos con larvas o pupas de <i>Aedes aegypti</i> por cada 100 viviendas.

Fuente: Adaptado de Organización Panamericana de la salud/ Organización Mundial de la salud (OPS/OMS) Manual operativo de vigilancia y control entomológico de *Aedes aegypti* vector del dengue y chikungunya en Guatemala, 2015.⁵⁹

- I. **Tema:** Avances en estrategias de prevención de enfermedades causadas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica.

II. Datos personales	
Nombre:	Paúl Antulio Chinchilla Santos
Especialidad:	Pediatría, Maestría en Salud Pública y Epidemiología
Colegiado:	3154
Área de trabajo	Profesor interino de la Unidad Didáctica de Salud Pública III, Facultad de Ciencias Médicas, Usac

III. Preguntas

1. **¿Desde su experiencia cuál cree que es la situación actual del país respecto a enfermedades endémicas transmitidas por *Aedes aegypti*?**

Chinchilla P. Facultad de Ciencias Médicas, comunicación personal, 5 de julio de 2020 ha señalado que «la situación no es tranquila ni controlada, desde hace muchos años el dengue es un problema serio que no ha sido abordado adecuadamente, un aspecto importante es que los estilos de vida de las comunidades no han sido abordados y, por tanto, no han sido controlados»

2. **Durante los últimos años se han evidenciado brotes y epidemias de enfermedades transmitidas por vectores siendo *Aedes aegypti* el vector principal ¿Cómo se ha abordado este tema a nivel Latinoamérica y a nivel de Guatemala?**

Chinchilla P. Facultad de Ciencias Médicas, comunicación personal, 5 de julio de 2020 ha señalado que «la primera voz de alerta en Latinoamérica fue dada por Cuba cuando empezó a reportar casos de shock por dengue y en ese tiempo no conocíamos el comportamiento de esta enfermedad, posteriormente en Centroamérica y el Caribe, en los años de 1990 no se creían en esta enfermedad y no se daba la importancia debida, por parte del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social se empezaron campañas de educación en las unidades del país sobre dengue hemorrágico» «El país está en una situación compleja debido a que circulan los 4 serotipos de dengue, por tanto, no se deben descuidar la vigilancia epidemiológica, capacitación, promoción, se deben tener actualizados los corredores endémicos»

3. ¿A qué población considera usted vulnerable de padecer enfermedades transmitidas por el vector?

Chinchilla P. Facultad de Ciencias Médicas, comunicación personal, 5 de julio de 2020 ha señalado que «en Guatemala toda la población tiene algún grado de vulnerabilidad, sin embargo, es más propensa la población en extrema pobreza, zonas marginadas que tienen escasas de agua, además implicaciones sociales, ecológicas y culturales, por ejemplo áreas de acumulación de agua como los floreros en los cementerios conlleva a tener reservorios para la proliferación de mosquitos, se debería impedir que en los cementerios se coloquen floreros con agua»

4. Para usted ¿Qué factores influyen en el difícil control del mosquito? ¿Considera usted adecuadas y suficientes las medidas tomadas actualmente?

Chinchilla P. Facultad de Ciencias Médicas, comunicación personal, 5 de julio de 2020 ha señalado que «la falta de importancia a los programas de salud y de educación en las personas, afecta directamente sobre el mal control del vector» «Todas las medidas como la vigilancia epidemiológica activa y el control de vectores que han sido aprobados han venido ayudando en algo, pero la clave en el control de la enfermedad y el vector está en hacer verdaderos cambios de gestión, es decir, cambios en áreas y distritos de salud, que cobren protagonismo los líderes sociales, que exista inclusión de actores y tener una contextualización en el área a trabajar»

5. Actualmente en muchos países de Latinoamérica se han mostrado avances en estrategias de prevención, hablamos de avances en métodos biológicos (peces larvivoros, Bacillus thuringiensis, Wolbachia), químicos (reguladores del crecimiento), genéticos (mosquitos estériles) e inmunitarios (vacunas) ¿Considera usted que estos pueden favorecer en la prevención de enfermedades transmitidas por el vector? Y ¿se ha aplicado alguna de estas intervenciones en Guatemala?

Chinchilla P. Facultad de Ciencias Médicas, comunicación personal, 5 de julio de 2020 ha señalado que «las enfermedades transmitidas por vectores son como un resorte, el cual se puede ir aplanando, pero si se descuidan las medidas de control, se incrementan los casos y pueden resurgir brotes y epidemias Los métodos biológicos, químicos, genéticos e inmunitarios deben ser implementados en poblaciones vulnerables en las que también se deban hacer cambios en el comportamiento, saneamiento ambiental, control químico, acciones educativas, pero la clave seguirá siendo cambios en la gestión social»

Entrevista 2

- I. **Tema:** Avances en estrategias de prevención de enfermedades causadas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica.

II. Datos personales	
Nombre:	Benjamín Estuardo Contreras Estrada
Especialidad:	Epidemiología
Colegiado:	8995
Área de trabajo	Área de salud Ixcán, Quiché

III. Preguntas

6. **¿Desde su experiencia cuál cree que es la situación actual del país respecto a enfermedades endémicas transmitidas por *Aedes aegypti*?**

Contreras B. Epidemiología área de salud Ixcán, Quiché, comunicación personal, 7 de julio de 2020 ha señalado que «es un tema complejo de abordar, debido a que en primer lugar Guatemala tiene una baja eficiencia de gasto en salud pública en toda Latinoamérica, Guatemala está entre los veintidós países de Latinoamérica y el Caribe que están situados por debajo de la mitad de la tabla inferior, que constan de un total de 71 países; el abordar las enfermedades transmitidas por vectores conlleva un gasto público alto, los insumos especialmente los insecticidas son de alto costo, el control de la enfermedad es costoso y las epidemias ocasionan un importante impacto negativo en el desarrollo socioeconómico del país; el dengue y el dengue hemorrágico vienen constituyendo un problema cada vez más grave para los países de la región de las Américas, que se han visto afectados en los últimos años por extensas y explosivas epidemias; el control implica el uso eficiente de recursos limitados para el combate del vector en áreas de mayor riesgo de epidemias de dengue y la erradicación implica cobertura universal de las acciones de lucha contra el vector para su total eliminación y la subsiguiente vigilancia para evitar la reinfestación»

7. **Durante los últimos años se han evidenciado brotes y epidemias de enfermedades transmitidas por vectores siendo *Aedes aegypti* el vector principal ¿Cómo se ha abordado este tema a nivel Latinoamérica y a nivel de Guatemala?**

Contreras B. Epidemiología área de salud Ixcán, Quiché, comunicación personal, 7 de julio de 2020 ha señalado que «el mismo vector que transmite las enfermedades por arbovirus presentes en los países y territorios de las Américas, fue durante el 2014 y 2015 que los casos de contagio de chikungunya y zika causaron alarma, varias caravanas de migrantes han pasado por el país y miles de personas han transitado por territorio

guatemalteco rumbo a Estados Unidos; el MSPAS ha impulsado acciones en los temas de aplicación de abate, nebulización y deschatarrización, en las que se contabilizan más de 6 millones de acciones de prevención del Dengue a nivel comunitario; ante la necesidad de definir una estrategia para abordar de manera integral los diversos aspectos interdependientes que plantea el dengue a los países y territorios de las Américas, la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) y los países de la Región desarrollaron en el 2003 la Estrategia de Gestión Integrada para la prevención y control del dengue en la Región de las Américas, conocida como la EGI-dengue; en un principio, esta iniciativa incluía cinco componentes (epidemiología, manejo integrado de vectores, comunicación social, atención al paciente y laboratorio), y posteriormente introdujo el componente ambiental. Durante más de diez años de ejecución y progresivo afianzamiento, la EGI-dengue fue puesta en práctica en el terreno, en distintos países y contextos epidemiológicos; ha mejorado técnica y operativamente a través de diversos procesos de monitoreo y evaluación; ha ampliado los conocimientos técnicos y el respaldo político, y ha sido homologada con la Estrategia mundial de la OMS para la prevención y control del dengue 2012-2020. El zancudo *Aedes aegypti* transmisor del Dengue, zika, chikungunya es un mosquito doméstico, que por sobrevivencia se mantiene dentro de las casas, la hembra del *Aedes aegypti* pone sus huevos en la parte seca de los recipientes con agua; en el momento en que el agua entra en contacto con los huevos, inicia el proceso en el que la larva se convierte en zancudo, el cual tiene una duración de 12 días hasta que las larvas terminan de convertirse en zancudo, El tiempo que el zancudo necesita para su desarrollo, desde que es larva, es de 12 días. Debido a ello una limpieza semanal en las casas es esencial. La observación en los hogares es vital. Cada ciudadano debe evitar mantener recipientes con agua descubiertos, debido a que son criaderos potenciales de mosquitos.»

8. ¿A qué población considera usted vulnerable de padecer enfermedades transmitidas por el vector?

Contreras B. Epidemiología área de salud Ixcán, Quiché, comunicación personal, 7 de julio de 2020 ha señalado que «todas las personas están expuestas, pero hay grupos vulnerables especialmente niños menores de cinco años, personas de la tercera edad y mujeres embarazadas especialmente si se infectan con zika pues tiene efectos sobre el producto de la concepción ocasionándole microcefalia; el tiempo que el zancudo necesita para su desarrollo, desde que es larva, es de doce días, debido a ello una limpieza semanal en las casas es esencial. La observación en los hogares es vital. Cada ciudadano

debe evitar mantener recipientes con agua descubiertos, debido a que son criaderos potenciales de mosquitos»

9. Para usted ¿Qué factores influyen en el difícil control del mosquito? ¿Considera usted adecuadas y suficientes las medidas tomadas actualmente?

Contreras B. Epidemiología área de salud Ixcán, Quiché, comunicación personal, 7 de julio de 2020 ha señalado que «el cambio climático que afecta a todo el mundo ha elevado la temperatura en unos siete grados centígrados, lo que ha permitido al vector sobrevivir en lugares donde antes no podía, con estos cambios de clima la geografía del zancudo se ha modificado, donde antes no habían ahora lo vemos; por otro lado, todo este tema de la sequía afecta porque las personas tienen que almacenar agua, y estos depósitos se convierte en foco para la reproducción del mosquito, especialmente *Aedes aegypti*, en el área rural donde existe ignorancia, analfabetismo, baja escolaridad, dan como resultado que las personas no se adhieren a los procesos de salud, abordándolos muy superficialmente y sin interés, se observa muy poca participación de los diferentes actores de las comunidades, y las actividades de deschatarrización, es decir limpieza de sus entornos, consideran que es solo actividad del personal del programa de enfermedades transmitidas por vectores observándose poca o ninguna participación en el control vectorial; la proliferación del *Aedes aegypti* se ve favorecida por otros determinantes sociales y ambientales como los efectos del cambio climático y la globalización, la pobreza, la urbanización descontrolada, la falta de acceso al agua potable y de tratamiento de aguas residuales y la escasez de servicios de recolección y eliminación de basura, entre otros; en la actualidad el MSPAS cuenta con lineamientos y normas de atención, protocolos de vigilancia por componente del programa de enfermedades transmitidas por vectores (malaria, arbovirosis, chagas, leishmania, oncocercosis), como fortaleza para abordar los problemas de salud vectorial; por parte del MSPAS se hace un gran esfuerzo por disminuir el impacto del zancudo transmisor de arbovirosis, trabajo al que se debe sumar la prevención, acción en la cual es importante la participación de toda la población»

10. Actualmente en muchos países de Latinoamérica se han mostrado avances en estrategias de prevención, hablamos de avances en métodos biológicos (peces larvivoros, *Bacillus thuringiensis*, *Wolbachia*), químicos (reguladores del crecimiento), genéticos (mosquitos estériles) e inmunitarios (vacunas) ¿Considera usted que estos pueden favorecer en la prevención de enfermedades transmitidas por el vector? Y ¿se ha aplicado alguna de estas intervenciones en Guatemala?

Contreras B. Epidemiología área de salud Ixcán, Quiché, comunicación personal, 7 de julio de 2020 ha señalado que «sí, siempre y cuando sea auto sostenible, para dar continuidad adecuada a la prevención y abordaje de estas enfermedades epidémicas; si se han aplicado estas intervenciones en Guatemala, entre estas los métodos biológicos (peces larvivoros, Bacillus thuringensis), químicos (reguladores del crecimiento), genéticos (mosquitos estériles)»

IV. Comentario

Es importante que se realicen estos estudios de investigación, pues fortalecen las intervenciones nacionales tanto en el presupuesto que se invierte, así como las coordinaciones que se hacen a nivel mundial para contrarrestar los efectos nocivos a la salud de la población en general.

Entrevista 3

- IV. **Tema:** Avances en estrategias de prevención de enfermedades causadas por *Aedes aegypti* en Latinoamérica.

V. Datos personales	
Nombre:	Leticia Del Carmen Castillo Signor
Especialidad:	Química Bióloga especialidad virología
Colegiado:	1297
Área de trabajo	Virología, red de laboratorios, vigilancia epidemiológica, vigilancia ambiental, Investigación en virología, Unidad de supervisión, Monitoreo y Evaluación, Dirección General del SIAS, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

VI. Preguntas

11. **¿Desde su experiencia cuál cree que es la situación actual del país respecto a enfermedades endémicas transmitidas por *Aedes aegypti*?**

Castillo L. Unidad de Supervisión, Monitoreo y Evaluación, Dirección General del SIAS, comunicación personal, 17 de julio de 2020 ha señalado que «Actualmente la situación de dengue es crítica, además debido a la crisis actual de Covid-19 y las características propias del vector, que es antropofílico y con estancia en ambientes peri domésticos, se espera un aumento de casos debido a la falta de atención a este en estos momentos»

12. **Durante los últimos años se han evidenciado brotes y epidemias de enfermedades transmitidas por vectores siendo *Aedes aegypti* el vector principal ¿Cómo se ha abordado este tema a nivel Latinoamérica y a nivel de Guatemala?**

Castillo L. Unidad de Supervisión, Monitoreo y Evaluación, Dirección General del SIAS, comunicación personal, 17 de julio de 2020 ha señalado que «Cuba es uno de los países con más casos de enfermedades transmitidas por el vector *Aedes aegypti*, en este país el tema se ha abordado a partir de cambios constitucionales que sancionan a aquellas personas en cuyas casas se encuentran vectores. En países como Brasil, México y Colombia han abordado este tema con nuevas estrategias y han implementado la bacteria *Wolbachia*, en Guatemala el pilar fundamental sigue siendo la vigilancia epidemiológica»

13. **¿A qué población considera usted vulnerable de padecer enfermedades transmitidas por el vector?**

Castillo L. Unidad de Supervisión, Monitoreo y Evaluación, Dirección General del SIAS, comunicación personal, 17 de julio de 2020 ha señalado que «La población más vulnerable es aquella en pobreza y pobreza extrema, quienes carecen de un saneamiento

ambiental apropiado. Factores como el cambio climático que se está atravesando actualmente impactan en el mosquito con periodos de incubación más cortos, el ciclo biológico y desarrollo del mosquito se produce de manera más rápida»

14. Para usted ¿Qué factores influyen en el difícil control del mosquito? ¿Considera usted adecuadas y suficientes las medidas tomadas actualmente?

Castillo L. Unidad de Supervisión, Monitoreo y Evaluación, Dirección General del SIAS, comunicación personal, 17 de julio de 2020 ha señalado que «Es difícil el control del vector, debería ser una responsabilidad de todos no solo del Ministerio de Salud Pública, debido a su difícil control el enfoque actual es evitar completamente que las personas mueran por enfermedades transmitidas por el vector principalmente dengue grave, esto con la capacitación del personal de salud sobre el abordaje de estos pacientes »

«La poca regulación de los desechos también es importante, las empresas deberían recoger sus envases, hace algunos años se llevó a cabo un proyecto en los municipios de Villa Nueva y Amatitlán, en el cual se realizó una campaña de deschatarrización principalmente de llantas de carro, se contó con la colaboración de las alcaldías y Cementos Progreso, quienes utilizaron el conjunto de llantas recolectadas para procesos de producción de energía, fue una actividad que motivó mucho a la población»

“Las alcaldías son las responsables de proveer ambientes seguros a las comunidades”

“La educación en saneamiento ambiental debe ser un eje transversal en las escuelas, con el fin de destruir criaderos de mosquitos al mantener cubiertos pilas y toneles de forma constante»

15. Actualmente en muchos países de Latinoamérica se han mostrado avances en estrategias de prevención, hablamos de avances en métodos biológicos (peces larvívoros, Bacillus thuringiensis, Wolbachia), químicos (reguladores del crecimiento), genéticos (mosquitos estériles) e inmunitarios (vacunas) ¿Considera usted que estos pueden favorecer en la prevención de enfermedades transmitidas por el vector? Y ¿se ha aplicado alguna de estas intervenciones en Guatemala?

Castillo L. Unidad de Supervisión, Monitoreo y Evaluación, Dirección General del SIAS, comunicación personal, 17 de julio de 2020 ha señalado que «En Guatemala los peces larvívoros se han implementado en el oriente del país ha tenido cierto beneficio, Bacillus thuringiensis y Wolbachia no se han implementado debido a los altos costos. Pero es posible aplicarlos basándonos en experiencias en otros países como Brasil que ha tenido éxito con el uso de Wolbachia»

«La OMS no ha aprobado completamente la vacuna contra el dengue, debido a su efecto adverso de presentar dengue grave en personas que nunca han estado expuestas al virus»