



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MÉXICO

Efectividad del control biológico de larvas y pupas del vector *Aedes aegypti*
con peces en viviendas de Xochitepec, Morelos

Proyecto de Titulación para obtener el título de Maestra en Salud Pública con
área de concentración en Salud Ambiental

Nombre del autor
MARTHA BEATRIZ CHAVEZ IÑIGUEZ

Generación
2015-2017

Directora de PT
Mtra. Urinda Alamo Hernández

Asesora de PT
Dra. Hilda Rangel Flores

Cuernavaca, Mor., agosto 2017.

Contenido

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
ANTECEDENTES	8
Historia del dengue	8
Dengue en América Latina	9
Dengue en México.....	9
Dengue en el estado de Morelos.....	12
Dengue en el municipio de Xochitepec	12
MARCO TEORICO.....	18
Virus del dengue.....	18
El vector	18
Ciclo biológico del <i>Aedes aegypti</i>	19
Características y diferencias de los machos y hembras	23
Ciclo de transmisión	24
Macrofactores	25
Microfactores	27
Inmunopatogénesis del dengue	28
Aspectos clínicos	29
Vigilancia epidemiológica internacional	30
Vigilancia epidemiológica nacional.....	30
Medidas de prevención y control vectorial	32
Métodos para el monitoreo del vector en el ambiente.....	34
Propuesta para disminuir la exposición de la población	36
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	40
JUSTIFICACIÓN	42
OBJETIVO GENERAL.....	44
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	44
HIPOTESIS DEL ESTUDIO	44
MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
Diseño	45
Área de estudio	45
Muestra y selección.....	45
Criterios de inclusión, exclusión y eliminación	46

Mediciones basales	47
Colocación de peces y de abate	48
Mediciones semanales	49
Medición final	50
VARIABLES CONSIDERADAS.....	51
Análisis de datos.....	55
CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	57
RESULTADOS	58
Índice de condición de vivienda antes de la intervención.....	59
Resultados del seguimiento semanal.....	60
Sobrevida de los peces <i>Poecilia maylandi</i>	63
Encuesta entomológica antes y después de la intervención.....	64
Efectividad de <i>Poecilia maylandi</i> en el control de larvas y pupas del <i>Aedes aegypti</i>	66
Índices entomológicos	68
Cierre de la intervención.....	69
DISCUSIÓN	70
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES.....	75
LIMITACIONES	76
AGRADECIMIENTOS	77
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS.....	84
Anexo 1. Formato de exploración entomológica, programa de prevención y control del dengue.	84
Anexo 2. Formato de registro de verificaciones entomológicas semanales	85
Anexo 3. Formato de índice de condición de vivienda	86
Anexo 4. Formato de consentimiento informado (hoja 1)	87
Anexo 4. Formato de consentimiento informado (hoja 2)	88
Anexo 5. Fotografías de las reuniones con los locatarios	89
Anexo 6. Fotografías de la encuesta pre-intervención	90
Anexo 7. Fotografías de colocación del tipo de control vectorial en las viviendas	92
Anexo 8. Condiciones ambientales de las viviendas intervenidas	93
Promedio semanal de humedad ambiental (%) en las viviendas intervenidas por grupos	93
Anexo 9. Condiciones de los depósitos de agua de las viviendas intervenidas	94

Promedio semanal de la dureza (ppm) de los depósitos de agua a cielo abierto en las viviendas intervenidas por grupos	94
Promedio semanal del pH de los depósitos de agua a cielo abierto en las viviendas intervenidas por grupos	94
Promedio semanal de temperatura de los depósitos de agua a cielo abierto en las viviendas intervenidas por grupos	95
Anexo 10. Proporción de depósitos de agua con larvas y pupas en ambos grupos durante el seguimiento semanal	96
Proporción de depósitos de agua con larvas en ambos grupos durante el seguimiento semanal	96
Proporción de depósitos de agua con pupas en ambos grupos durante el seguimiento semanal	96
Anexo 11. Comparación entre grupos de intervención y entre mediciones pre-post intervención de los promedios de recipientes por vivienda, recipientes con agua por vivienda, recipientes con larvas y recipientes con pupas	97

“Efectividad del control biológico de larvas y pupas del vector *Aedes aegypti* con peces en viviendas de Xochitepec, Morelos”

RESUMEN

Antecedentes: el municipio de Xochitepec presenta condiciones que favorecen la proliferación vectorial. En los años 2005-2015 en el municipio se han reportado un número variable de casos de dengue según datos del boletín epidemiológico de la jurisdicción sanitaria No. 1 **Objetivo General:** evaluar la efectividad de *P. maylandi* para el control de larvas y pupas de *A. aegypti*, en depósitos de almacenamiento de agua en viviendas de la cabecera del Municipio de Xochitepec. **Materiales y Métodos:** elección de la colonia Ampliación La Canela con indicadores entomológicos de alto riesgo para *A. aegypti*. Aleatoriamente se asignó el tipo de intervención, un grupo con temephos 1% y otro grupo con peces de *P. maylandi*. Se obtuvo el índice de condición de vivienda (ICV), la encuesta entomológica pre-post intervención y se realizaron verificaciones durante 6 semanas. Se realizó un análisis descriptivo y analítico de los datos, se calculó el impacto a través del modelo diferencias en diferencias considerando ambos grupos. **Resultados:** los grupos fueron comparables al inicio del estudio respecto a las características y nivel de riesgo de las viviendas. Inicialmente se obtuvo un ICV de riesgo alto para la presencia del *A. aegypti*, en las viviendas de ambos grupos. Durante 6 semanas se midieron las variables en ambos grupos (pH, dureza, temperatura) en las cuales no se encontraron diferencias significativas. Al finalizar el periodo de seguimiento se obtuvo un impacto en la reducción del 44% del promedio de los recipientes con larvas y del 13% con pupas en el grupo intervenido con *P. maylandi*, sin embargo estas diferencias no fueron significativas. **Conclusiones:** la utilización del *P. maylandi* resultó ser efectiva respecto al grupo de comparación en el control de larvas y pupas, además de que disminuye el impacto ambiental negativo y favorece la reproducción de una especie autóctona actualmente en amenaza de extinción. **Palabras clave:** control biológico, *Aedes aegypti*, *Poecilia maylandi*, dengue.

“Efectividad del control biológico de larvas y pupas del vector *Aedes aegypti* con peces en viviendas de Xochitepec, Morelos”

INTRODUCCIÓN

El dengue es una enfermedad infecciosa, reemergente en el continente Americano, transmitida por mosquitos del genero *Aedes*, la cual ha llegado a ser importante debido a su trascendencia en la evolución de la presentación en sus formas graves (1).Debido a sus altas tasas de morbilidad y mortalidad puede llegar a propiciar situaciones críticas para los servicios de salud, especialmente cuando se presentan brotes epidémicos en cualquier región (2).

A partir del siglo XXI el dengue ha sido estimado como una enfermedad viral transmitida por vector con una distribución amplia; abarcando a más de 100 países de las regiones tropicales y subtropicales en riesgo de presentar la enfermedad (3). El dengue es endémico en todo el continente americano, con excepciones de Chile y Uruguay (4). Mismo continente que desde hace ya muchos años han estado circulando los 4 serotipos del virus causante de la enfermedad (5).

El mosquito *Aedes aegypti* es el principal vector de esta enfermedad, el cual se encuentra distribuido ampliamente en el continente americano, lo que se ha relacionado con el incremento de la enfermedad de forma endémica (6). En México el dengue ha llegado a ser considerada como una de las enfermedades transmitidas por vector más importantes, asociada con algunos determinantes sociales como son déficit en los servicios básicos como: suministro de agua y recolección de basura. Actualmente el mosquito *Aedes aegypti* se ha adaptado al ámbito humano, con la presencia de criadores favorables para su hábitat, razón por la cual se han implementado ciertas medidas en el control y eliminación de los criaderos (7). En los últimos años se ha reportado un incremento en estas enfermedades debido a cambios socio-demográficos, variaciones climáticas, globalización y cambios sociales. En la actualidad las enfermedades transmitidas por vector representan más del 17% de todas las enfermedades infecciosas (8). La enfermedad del dengue ha incrementado en

los últimos años, con una temporada de transmisión más intensa en temporadas de lluvia, es decir con periodos de precipitación más elevados, mientras que en épocas de invierno la densidad vectorial disminuye, debido al descenso en la temperatura (9).

Debido a que aún no se ha implementado una vacuna específica contra el dengue y todos sus serotipos, la prevención se enfoca en el control del vector *Aedes aegypti*, así como la vigilancia clínica epidemiológica con apoyo de herramientas de diagnóstico clínico, laboratorio y tratamiento adecuado durante la atención hospitalaria y ambulatoria. Agregando la crisis económica actual en las distintas regiones se han implementado estrategias integrales para el control del dengue, las cuales involucran la participación intersectorial de los servicios de salud, autoridades locales y actores claves de la comunidad, como líderes comunitarios (10). Los 3 objetivos fundamentales que tienen las acciones para el control de la enfermedad son: 1. Vigilancia de la planeación y respuesta. 2. Reducción de la morbilidad y mortalidad. 3. Logro de cambios en los comportamientos de la comunidad para la prevención (11).

La participación de la sociedad es una herramienta que sirve para promover los procesos de cambio y de transformación, lo que facilita la solución de los problemas y motiva a la población a ejercer influencia y responsabilidad en sus prácticas. Cuando existe participación de la comunidad en tareas de control del mosquito y existe un involucro en la toma de decisiones, se promueve un mayor compromiso de las personas y por lo tanto un mayor control de la enfermedad (12). Para lograr cambios en los comportamientos de la población, se requiere establecer necesidades prioritarias de la comunidad y a partir de estas realizar los diseños de las estrategias, con esto se esperaría un mejor resultado (13). Una vez que la comunidad se siente apropiada del problema y se convierte en promotora de salud se esperan cambios de comportamiento con mayor sustentabilidad, con lo que se incrementa la prevención de la enfermedad y la promoción de entornos saludables (14).

En los últimos años se ha reportado que los insecticidas de tipo organofosforados entre estos: temefos, malation, pirimifos metil, fention y clorpirifos, así como algunos piretroides han generado resistencia en el control

vectorial (15). Debido a esta razón se ha buscado la implementación de nuevas alternativas para el control del vector, una de ellas es la aplicación de un control biológico como los peces larvívoros en sitios de depósitos de agua. El empleo de estos peces inicio a principios del siglo XX, resultando el guppy (*Poecilia reticulata*, Peters 1859) como una especie eficaz en el consumo de larvas del mosquito, además de considerar de que este tipo de biocontrolador tiene un alto grado de aceptación, sobrevivencia y adaptabilidad (16). Otras ventajas demostradas de utilizar un control biológico son el bajo costo y la efectividad en el control de estadios acuáticos de *Aedes aegypti* (17). La eficacia de *Poecilia reticulata* ha sido observada no solo para el control de larvas y pupas, sino ha sido resistente a largos periodos de inanición, realizando su alimentación con microorganismos o desechos fecales (18). La gran adaptación de *Poecilia reticulata* le ha permitido habitar en cuerpos de agua con altos contenidos de residuos, intensa contaminación y vegetación abundante (16).

ANTECEDENTES

Historia del dengue

La palabra dengue proviene de la lengua swahili referida como "Kadinga pepo", es decir una enfermedad provocada por un fantasma, de la que deriva la palabra "dinga" en lengua swahili, que significa en castellano "dengue", refiriéndose a las artralgias presentadas en la enfermedad. El primer reporte de la fiebre del dengue fue en la dinastía Jin en China alrededor de los años 265-420, en la que se relacionó al vuelo de insectos con el "agua venenosa". Las primeras epidemias según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) se reportaron en el año 1635 en los continentes de Asia y África, mientras que en América del Norte se presentó hasta 1781. Posteriormente para el año de 1978 Benjamín Rush hace referencia a la enfermedad como la "fiebre quebrantahuesos". Durante los siglos XVII, XVIII y XIX se cree que la llegada del mosquito vector a las Américas está relacionada con la llegada de los esclavos provenientes del continente africano. Para estos siglos se reportan las primeras pandemias de dengue con una duración de 20 a 30 años en las regiones del Caribe y el Sur de Estados Unidos. Mientras que para el siglo XX las pandemias disminuyen su duración. El dengue durante los años 60 llegar a sustituir a la fiebre amarilla y se instala como un problema de salud (19).

A nivel mundial se estima que alrededor de 128 países se encuentran en riesgo de padecer la infección del dengue, afectando a un total de 3900 millones de personas. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2010 se reportaron un total de 2.2 millones de casos notificados, mientras que en el año 2015 hubo un incremento a 3.2 millones de casos; de los cuales a la región de las Américas se le atribuyeron un total de 2.35 millones, con un total de 10 200 clasificados como dengue grave (20). Esto sugiere un crecimiento exponencial en el número de reportes, lejos de una disminución o control de la enfermedad. De las regiones más afectadas son las Américas, Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental. En América Latina los países más afectados son Costa Rica, Honduras y México (20). La enfermedad del dengue en México ha disminuido en los últimos años, mostrando un incremento en el número de casos en temporadas de lluvias, sin dejar de estar presente todo el año (9).

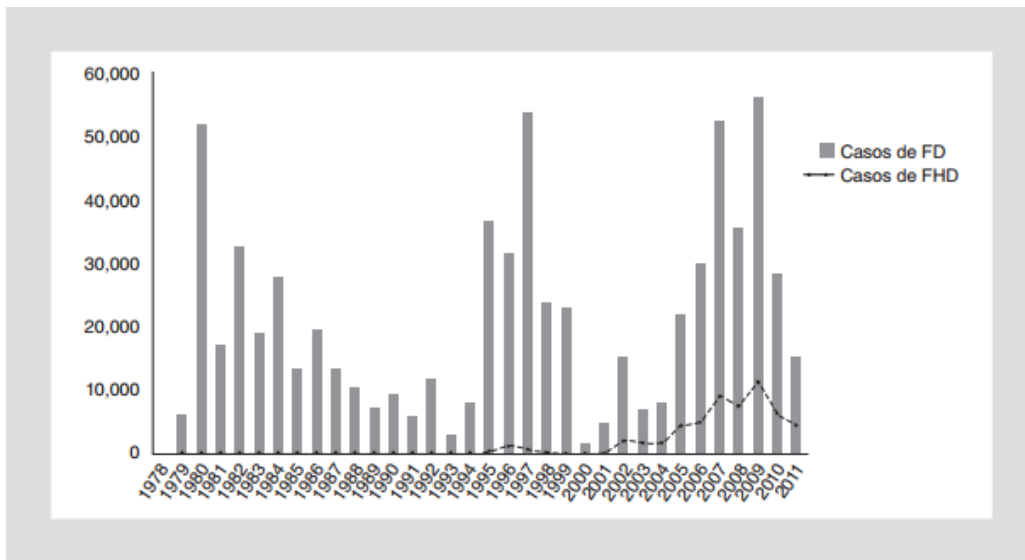
Dengue en América Latina

En 1780 el continente americano reporta el primer brote de dengue, afectando específicamente a Estados Unidos. Pero ese fue solo el inicio de la epidemia, ya que posteriormente en los años 1827, 1850 y 1897 hizo presencia en los países del Caribe y el sur de Estados Unidos. Mientras que para los años 1941 a 1946 ya había llegado a México, Panamá, Venezuela y varias Islas del Caribe. En el año 1953 es identificado el serotipo 2 por primera vez en la región de las Américas. En 1947 debido a la amplia distribución del vector, la presencia de la enfermedad del dengue y el riesgo de la transmisión de la fiebre amarilla, es que se busca la disminución o erradicación de la densidad vectorial determinada por la OPS. Por lo que para el año 1965 el continente americano ya se encontraba libre de dengue, situación que cambio transcurridos 20 años. En 1985 16 países de América Latina que ya habían reportado la eliminación del vector notificaron su reinfestación y tan solo Uruguay, Chile, Argentina y las Islas Caimán se encontraban libre del *Aedes aegypti*. Actualmente el vector se encuentra distribuido en regiones en donde ya se reportaba erradicado. Debido a la actual incremento demográfico, sobredemanda de los servicios y el cambio en la transición epidemiológica, representa un incremento en el riesgo de transmisión de la enfermedad (21)

Dengue en México

Los primeros registros de casos confirmados de dengue en México fueron en 1941, notificando un total de 6955 casos distribuidos en todo el país, posteriormente se continuaron reportando un pequeño número de casos. Sin embargo en 1963 fue reportado como erradicado el *Aedes aegypti*, para lo cual mantuvo ausente la enfermedad por un periodo de 15 años. Fue hasta 1978 que nuevamente se reportaron casos de dengue, con un incremento posterior a dos años (con más de 50 mil casos), convirtiéndolo en uno de los problemas más importantes de salud pública en México (22).

Gráfica 1. Número de casos de FD y FHD en la República Mexicana reportados por la Secretaria de Salud de 1978 a 2011



Fuente: datos adaptados de Cenavece/Boletines Epidemiológicos 1978-2011.

Como se observa en la gráfica 1 México ha presentado 4 brotes importantes: primer brote en 1980 en el que circulo el DENV-1 con un total de 51,406 casos, segundo en 1997 predominando el serotipo DENV-3 con un total de 53,541 casos, tercero en 2007 con un total de 52,369 casos y cuarto en 2009 con un total de 55,961 casos con un predominio de serotipo DENV-1 y 2 (22).

En la década de 1990-1999 en México se reportaron un total de 206,797 casos, comparado con la década de 2000-2011 en la que se reportó un incremento a 276,453 casos, sin embargo durante las dos décadas se mantuvieron constantes las tasas de incidencia. Las regiones con mayor número de casos son del Pacífico y Golfo de México, específicamente en Colima en donde se notificó la tasa de incidencia más alta con un total de 185 por cada 100,000 habitantes; seguida de Tamaulipas, Nayarit, Guerrero, Veracruz, Campeche, Quintana Roo, Jalisco, Morelos y Yucatán. En contraste con los estado de Sonora, Baja California Sur, Campeche, San Luis Potosí y Tabasco que presentaron una disminución, con una tasa de incidencia de 50-100 a 10-50 por cada 100,000 habitantes durante la última década (22).

En la tabla 1 se reporta la prevalencia de Fiebre por Dengue (FD) y Fiebre Hemorrágica por Dengue (FDH) en los años 2014 y 2015 en México, observándose una disminución de los casos confirmados en el año 2015

respecto al año previo (23). Así mismo se observa una disminución en el total de número de defunciones de 76 en el 2014 a 42 en el 2015, lo que pudiera atribuirse a un incremento en la promoción y prevención de la enfermedad, mejoras en la atención médica y diagnósticos oportunos. Según los datos del total de los casos confirmados el 50% de los casos corresponden a los estados de Veracruz, Sonora, Jalisco, Guerrero y Michoacán (23). Mientras que el estado de Morelos ocupó el lugar número 16 de acuerdo al número de casos confirmados con un total de 595 y una tasa de incidencia de 30.98 por cada 100 000 habitantes en el año 2015 (23). De los municipios con mayor incidencia en el estado se encuentran Tetecala y Temoac, con un total de 19 y 17 casos respectivamente y 559 distribuidos en el resto de los municipios (23).

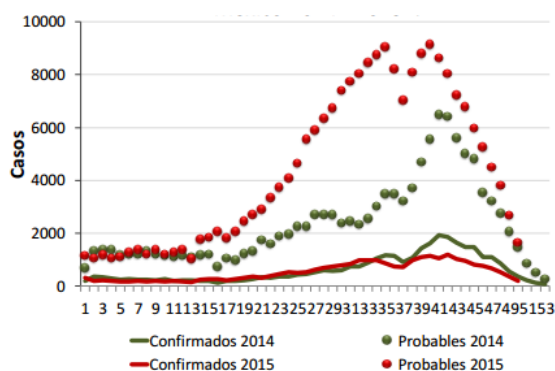
Tabla 1. Casos de Fiebre por Dengue y Fiebre Hemorrágica por Dengue. México 2014-2015

DATOS	2014	2015	% de variación
FHD confirmados	8,647	5,464	-36.8
FD confirmados	23,374	21,201	-9.3
Confirmados	32,021	26,665	-16.7
Defunciones	76	42	-44.7
Letalidad**	0.88	0.77	-12.5

Fuente: SINAVE/DGE/SALUD Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Dengue

Respecto al número de casos probables en la gráfica 2 se observa un incremento en la notificación de casos en el año 2015 en comparación al año 2014, lo que pudiera indicar que existe mayor demanda de atención de los servicios de salud (23).

Gráfica 2. Casos probables y confirmados de Fiebre por Dengue y Fiebre Hemorrágica por Dengue. México 2014-2015



Fuente: SINAVE/DGE/SALUD Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Dengue

Dengue en el estado de Morelos

El estado de Morelos en el año 2015 reportó la presencia de los 4 serotipos, con un aumento en el número de casos probables y una disminución en el número de casos confirmados comparado con el año 2014, reportándose un total de: 3906 casos probables en 2014 y 9021 casos en el 2015, situación contraria con el número de casos de confirmados ya que en el 2014 se presentaron un total de FD de 581 y 228 de FHD, mientras que para el 2015 fue de 512 casos confirmados de FD y 83 FHD, observándose una disminución (23). En el año 2015 con una tasa de incidencia de FD de 26.66 por cada 100,000 habitantes y 83 casos de FHD, con una tasa de incidencia de 4.32 por cada 100,000 habitantes, observándose una disminución de incidencia. En cuanto al número de defunciones solo se registró 1 defunción en el 2014, mientras que en 2015 no hubo registro (23). En la tabla 2, se presenta una comparación del total de casos de dengue del año 2015 en los estados con mayor número de casos (23).

Tabla 2. Estados de la República Mexicana con mayor número de casos de FD y FHD durante el periodo 2015.

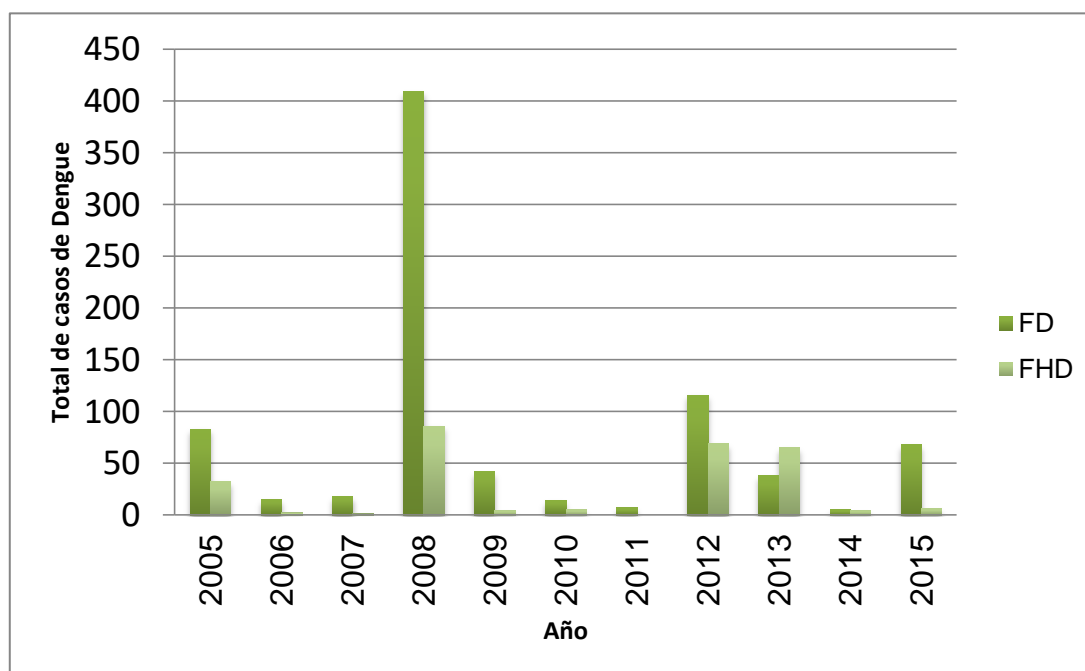
Estado	FD	FHD	Total de casos
Veracruz	2884	876	3760
Sonora	2571	694	3265
Jalisco	2364	649	3013
Guerrero	1208	522	1730
Michoacán	1619	27	1646
Morelos	512	83	595

Fuente: tabla de elaboración propia con datos de SINAVE/DGE/SALUD/Sistema Especial de Vigilancia Epidemiológica de Dengue.

Dengue en el municipio de Xochitepec

En la gráfica 3 se observa el panorama epidemiológico de los últimos 10 años respecto al total de casos de dengue reportados por la Jurisdicción sanitaria No. 1, en el cual se observa que durante los años 2005, 2008, 2012, 2013 y 2015 el mayor número de casos. Por lo cual es necesaria la implementación de nuevas estrategias, en las que se involucra la prevención y de promoción de la salud.

Gráfica 3. Panorama epidemiológico de casos de Dengue, durante el periodo 2005-2015 en el municipio de Xochitepec, Morelos



Fuente: grafica de elaboración propia con datos del Boletín epidemiológico de la Jurisdicción Sanitaria No. 1

Tabla 3. Total de casos de FD y FHD del periodo 2005- 2015 en el municipio de Xochitepec, Morelos

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
FD	83	15	18	409	42	14	7	116	38	5	68
FHD	32	2	1	86	4	5	0	69	65	4	6
Total	115	17	19	495	46	19	7	185	103	9	74

Fuente: tabla de elaboración propia con datos del Boletín epidemiológico de la Jurisdicción Sanitaria No. 1

La palabra Xochitepec proviene de *xochi-tl*: "flor"; *tepe-tl*: "cerro" y *k* "lugar"; lo que significa: "en el cerro de las flores", se localiza en el zona poniente del estado de Morelos. Limita al norte con los municipios de Temixco y Emiliano Zapata, al sur con el municipio de Puente de Ixtla, al este con el municipio de Tlaltizapán y al oeste con el municipio de Miacatlán (24). La población total del Municipio en el año 2010 estuvo conformada por un total de 63,382 habitantes, del cual 31,221 eran mujeres y 32,161 hombres (25). Mientras que para el año 2015 según datos de la Encuesta Intercensal 2015 fue un total de 68,984 habitantes, conformada por 35,147 mujeres y 33, 837 hombres (26).

Con datos del boletín epidemiológico de la Jurisdicción Sanitario No. 1, se observa que el municipio de Xochitepec durante el periodo 2005-2015 ha presentado un número variable de casos de Fiebre por Dengue, con una intensificación durante los años 2005, 2008, 2012 y 2015; se reportaron un total de 1089 casos durante todo el decenio, de los cuales tan solo en el 2008 hubo un total de 495 casos, razón por la cual es importante la prevención de la enfermedad y el control vectorial.

Algunos de los factores de riesgo que favorecen la proliferación del mosquito en el Municipio son: un clima caliente y semiseco, la temporada de lluvias durante el verano, la presencia de los Ríos Tetlama y Apatlaco, así como sus altas temperaturas que oscilan entre 13° y 28°C (24).

Por otra parte en el municipio se presenta la influencia de algunos determinantes sociales relacionados con la presencia del vector como: el abastecimiento irregular del servicio de agua entubada, la falta del mismo, la cual representaba el año 2010 el 7.17% de las viviendas ocupantes (INEGI 2010) (27). Las fallas del servicio de agua potable (como el abastecimiento irregular terciario, cuaternario o semanal de acuerdo a la localidad) reportadas por los habitantes obliga a la población a almacenar agua en cisternas, tinacos, tanques o piletas, convirtiendo estos depósitos en criaderos potenciales para el vector y así un riesgo para la salud de la población (28).

Un equipo multidisciplinario de estudiantes de las maestrías en salud pública de la escuela de Salud Pública de México del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), realizaron un Diagnóstico Integral de Salud Poblacional (DISP) del municipio de Xochitepec durante el periodo periodo 2015-2016. El DISP es una herramienta de la salud pública que permite conocer e identificar los determinantes sociales que afectan la salud de la población, así como los riesgos y daños a los que se expone, para lo cual es necesaria la evaluación de los recursos, servicios y programas de salud con los que cuenta el municipio de Xochitepec. El DISP permite el acercamiento a la comunidad con el fin de conocer las necesidades sentidas para posteriormente priorizarlas, finalizando en la emisión de recomendaciones dirigidas a los tomadores de decisiones, cuyo fin es mejorar la salud de la población.

En la actividad de listados libres del DISP participaron 100 personas (20 hombres y 80 mujeres), provenientes de distintas localidades del municipio. A través de esta herramienta el participante respondía a 5 preguntas sobre servicios, salud y satisfacción; una pregunta consistía en enlistar las 5 principales enfermedades de las cuales enfermaban sus familiares, vecino o amigos pertenecientes a su colonia, esto con el fin de conocer las necesidades percibidas de la población, resultando que para el 73% de los participantes el dengue es la principal causa de enfermedad (Tabla 4), seguida de chikungunya con el 54% y gripe con el 53% (29).

Tabla 4. Resultados de listados libres en el municipio de Xochitepec, Morelos.

Frecuencia de las 10 principales respuestas obtenidas de los listados libres									
Aspectos negativos	Frecuencia	Aspectos positivos	Frecuencia	Principales enfermedades	Frecuencia	Responsables de la salud	Frecuencia	Factores que mejorarían su vida	Frecuencia
Inseguridad	53	Recolección de basura	29	Dengue	73	Centro de salud	34	Servicios de salud	47
Falta de agua	34	Escuelas	22	Chikungunya	54	Gobierno municipal	29	Empleo	46
Servicios de salud	26	Agua	21	Gripa	53	Médicos	27	Servicios públicos	24
Vialidades	24	Luz	20	Diabetes	38	Uno mismo	24	Educación	23
Basura	24	Transporte	20	Diarrea	29	Población	21	Seguridad	21
Falta de drenaje	21	Áreas recreativas	20	Tos	18	IMSS	21	Mejores ingresos	18
Desempleo	21,0	Servicios de salud	17	Hipertensión	12	Gobierno	19	Adecuada alimentación	13
Falla en transporte	21,0	Solidaridad	14	Influenza	10	SSA	14	Zonas recreativas	11
Falta de alumbrado	19,0	Ninguno	14	Cáncer	9	Sector salud	14	Higiene y limpieza	9
Falta de educación	12,0	Programas de apoyo	14	Picaduras	8	ISSSTE	11	Transporte	9

Fuente: Diagnóstico Integral de Salud Poblacional Xochitepec

Mientras que en las 6 entrevistas semi-estructuradas realizadas a los actores claves y autoridades municipales, con el objetivo de conocer la opinión y percepción sobre la salud de la población, los entrevistados coincidieron en que las principales causas de morbilidad del municipio son: enfermedades transmitidas por mosquitos, enfermedades crónico-degenerativas y renales. A su vez reconocieron que las enfermedades transmitidas por vector como el dengue, han estado presentes en el municipio desde hace más de 20 años, con un aumento años tras año. Lo que podría relacionarse con el inadecuado suministro de agua potable o falta del servicio dentro del hogar en el 7.17%, lo que obliga a la población a almacenar agua en depósitos a cielo abierto en grandes cantidades, lo cuales no están controlados y por lo tanto son capaces de convertirse en criaderos potenciales del *Aedes aegypti* (29).

Asimismo, como parte del DISP se realizó un ejercicio de priorización social con un total de 60 asistentes, 35 mujeres y 25 hombres pertenecientes a distintas colonias del municipio, entre ellos autoridades municipales, actores clave y población en general. Se formaron 6 mesas de trabajo con 10 participantes cada una. Previamente se les presentaron a los asistentes los principales problemas identificados en el municipio a través del DISP (a partir de fuentes primarias y secundarias), clasificados en 3 grandes categorías: determinantes sociales de la salud, riesgos y daños y respuesta social organizada. A partir de este listado los asistentes en las mesas de trabajo, realizaban sus aportaciones considerando la elección de 3 problemas de solución prioritaria por categoría, tomando en cuenta los criterios de magnitud, es decir a cuanta población afecta el problema y de factibilidad que indican la posibilidad de solución. Para finalizar el ejercicio los participantes presentaron por equipo los problemas que eligieron como prioritarios así como sus propuestas de solución. Los participantes que trabajaron en la categoría de riesgos y daños determinaron que uno de los problemas prioritarios del municipio es el dengue, ya que es de los problemas que más afecta a su población y reconocen la presencia del vector como un problema (29).

De acuerdo a datos de la Dirección de Salud Municipal de Xochitepec, el control biológico con peces juveniles (guppy) se ha aplicado desde el año 2013 en la colonia centro de Xochitepec y en las 14 localidades del municipio, esta aplicación de peces se realiza previa promoción e intervención educativa en escuelas y comunidad en general. Cuando se realiza la verificación domiciliaria casa por casa, se registra mediante un censo las viviendas que solicitan pez como medio de control para que posteriormente mediante una brigada especial para el manejo y entrega de peces con alumnos de nivel bachillerato y promotores comunitarios del ayuntamiento, se entregan 2 peces por cada recipiente que contenga agua mayor a 200 litros (como tanques y piletas), otorgándoles además una explicación a la persona que recibe el pez sobre sus cuidados.

En el año 2013 según datos de la Dirección de Salud Municipal de Xochitepec se intervinieron 5273 domicilios y se colocaron 4324 peces en 1944 domicilios, esto representa el 37% de los domicilios intervenidos. Para el 2014

se intervinieron un total de 5790 domicilios y se colocaron 8527 peces en 3656 domicilios, lo que representa el 63% de los domicilios intervenidos, cabe mencionar que del 2013 al 2014 sobrevivieron el 80% de los peces. La aceptación de los mismos ha crecido en la comunidad conforme pasa el tiempo cada vez un mayor número de hogares controlan sus recipientes de agua con peces, en muchas ocasiones no necesariamente colocados por el personal de la brigada y no solo en los tanques y piletas, sino también en tambos, cisternas, tinacos e incluso en recipientes con menos cantidad de agua a los 200 litros. Esto se debe a que a pesar de que se reparten solo peces macho debido a la atapa del desarrollo del pez (juvenil), por la similitud en la diferenciación del sexo se pueden entregar algunas hembras y estas reproducirse en los domicilios. Esta reproducción ha favorecido que entre los mismos habitantes se compartan los peces y en casos de una sobreproducción el promotor comunitario en salud del municipio los recolecta para ser regresados al laboratorio de reproducción en donde se dejan en cuarentena y son separados por sexo para seguir el control. En el año 2015 solo se colocaron 2055 peces en 579 domicilios, debido a que la mayoría de las viviendas ya cuentan con peces para controlar sus recipientes de agua. Este control biológico ha sido con pez guppy (*Poecilia reticulata*) hasta la fecha.

MARCO TEORICO

Virus del dengue

Es un virus que pertenece a la familia *Flaviviridae*, del género *Flavivirus*, icosaédrico que mide 50 nm, conformado por una membrana lipídica, en la cual insertan las proteínas de membrana y de envoltura (30). En su interior contiene un complejo riboproteico formado por la proteína cápside y el genoma viral y se conocen 4 serotipos llamados DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4 (30). De los cuales se han identificado los diferentes genotipos: DENV-1 y DENV-2 5 genotipos, DENV-3 y DENV-4 2 genotipos (31). El virus lleva a cabo la replicación viral en el citoplasma celular, tras un periodo de latencia viral de 12 a 16 horas (32). Esta variación de genotipos aún no ha sido determinada, ya que cada genotipo ha estado asociado a grandes brotes de dengue, lo cual se reconoce de utilidad ya que se han identificado las diferentes variaciones de serotipos y genotipos, lo cual es útil conocer para entender las variaciones de brotes epidemiológicos (33).

El vector

Existe una gran variedad de la especie de *Aedes*, sin embargo en la región de las Américas el vector más importante es el *Aedes aegypti* para la transmisión del dengue (ver figura 1) (34). El *A. aegypti* es una especie del subgénero *Stegomyia*, aparentemente originario de África, el cual ha llegado al continente americano (35). Existe una alta probabilidad de que esta especie llegara a las Américas tras la colonización, mediante los barriles de agua transportados en los barcos con gran número de huevos y larvas de *Aedes* (35). Este mosquito actualmente se encuentra en zonas subtropicales y tropicales, generalmente dentro de los límites de 45° norte y 35° sur, el cual es una especie principalmente doméstica, los cuales infestan los recipientes artificiales en las viviendas (35). Otra especie importante capaz de transmitir el dengue y sus 4 serotipos es el *Aedes albopictus* (Figura 1), el cual ha sido una especie transmisora en brotes de dengue epidémicos en regiones de Asia (36). El cual ha llegado al continente Americano a través de los Estados Unidos en el año 1985 (37). En el estado de Texas se ha dispersado hacia el norte para el estado de Maryland y hacia el sur hasta los estados de Tamaulipas, Coahuila, Nuevo León, Quintana Roo y Morelos (37). Sin embargo a la fecha no existe

evidencia de que en población Americana haya estado presente en algún brote, razón por la cual es importante el monitoreo entomológico de las especies en México, con motivo de una detección oportuna del tipo de vector circulante y cambios en la distribución geográfica (36).

Figura 1. *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*



Fuente: “google imagen” [consultado el 9 de octubre de 2016]. Disponible en: https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSW_dOa2rH-FVNLukFa0E2_uWXioq8Qbj63sQLYWI7pLdBf_QgR y “google imagen” [consultado el 9 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://blog.scienceborealis.ca/wp-content/uploads/sites/2/2016/05/800px-CDC-Gathany-Aedes-albopictus-1.jpg>

El *Aedes aegypti* tiene un rango de vuelo de 50 m a la redonda, aunque se han reportado excepciones con un rango de 100 m (38), logrando volar una media de 400 m (39). En condiciones naturales tiene la capacidad de sobrevivencia en promedio de 15 a 30 días, con un periodo de alimentación de cada tercer día, lo que podría variar de acuerdo a la temperatura, sexo y humedad a la que se exponga (37). Según algunos reportes ante temperaturas extremas no tienen la capacidad de sobrevivir, es decir a temperaturas menores a 4°C y mayores a 40°C, sin embargo de acuerdo al sexo la hembra presenta mayor resistencia a los cambios de temperatura y mayor sobrevivencia (37).

Los mosquitos hembras son hematófagos, es decir que se alimentan de la sangre de vertebrados para llevar a cabo el proceso de ovogénesis y producción de huevos, principalmente depositándolos en agua limpia y estancada (1). Habitan dentro de áreas habitacionales, con un predominio de horario de picadura matutino y vespertino (1).

Ciclo biológico del *Aedes aegypti*

Durante su desarrollo se distinguen 4 etapas: huevo, larva, pupa y adulto (Figura 2).

Figura 2. Ciclo de vida del *Aedes aegypti*



Fuente: "google imagen" [consultado el 9 de octubre de 2016]. Disponible en: https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQbTECtKzxp9xtKCT_hwiFEDTZDugogZEimBu5doS-Rq_tRvAHu

Huevo

Los huevos tienen forma elongada, miden aproximadamente menos de 1 milímetro y son de color negro (Figura 3). En grupos se observan de manera similar a las limaduras de mina del lápiz. Durante su evolución forman una carcasa protectora llamada corion, la cual les otorga protección fuera del agua; además tienen la capacidad de sobrevivir ante la desecación por varios meses y solo ser mortales ante la exposición a altas temperaturas (12). El momento ideal para la eliminación de los recipientes es cuando los mosquitos se encuentran en fase de huevo (12). En algunas ocasiones las hembras realizan la oviposición, es decir el depósito de sus huevos directamente sobre la superficie del agua, sin necesidad de estar sumergida o en la profundidad del recipiente (12). Posterior a la alimentación de sangre la hembra adulta, tiene la capacidad de producir de 100 a 120 huevecillos en cada oviposición (40). El periodo de incubación es de 2 a 3 días bajo las condiciones de temperatura y humedad (41).

Figura 3. Huevo de *Aedes aegypti*



Fuente: "google imagen" [consultado el 5 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.losmicrobios.com.ar/microbios/wp-content/uploads/2009/04/huevos-aedes-150x150.jpg>

Larva

Es la segunda etapa de desarrollo, la cual toma agua para agrandar su volumen corporal, con el fin de estirarse y romper su carcasa (12). La cual al separarse del viejo esqueleto (exuvia) produce una nueva cubierta (Figura 4). El tamaño en su etapa adultez dependerá de la alimentación que realice durante todo el ciclo (12). Se alimentan principalmente de microorganismos como: bacterias y protozoos. Se han identificado 4 estadios larvarios los cuales son de fácil detección en los criaderos y de alta letalidad en temperaturas arriba de 40°C (12). Presentan alta sensibilidad a la luz, vibraciones o cambios bruscos, ejemplo de esto es que cualquier movimiento tienden a nadar hacia el fondo para esconderse, razón por lo sé que recomienda limpiar todo el reservorio desde el fondo (12).

Algunas recomendaciones a realizar en un criadero potencial son: en el momento de verter el agua no depositarla en charcos de agua, ya que este es un medio le permitirá la viabilidad o en el caso de los floreros no solo tirarles el agua, sino sacudir las raíces y plantas de la maceta (12). Se ha reportado una duración en promedio de 11.15 días para el desarrollo de sus 4 etapas (42).

Figura 4. Larva de *Aedes aegypti*



Fuente: "google imagen" [consultado el 5 de octubre de 2016]. Disponible en: <https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ6sP0OmvyywAaWPKA9RkMI40JIsTALv4oXRxHstp41O7mwVBIIA>

Pupa

Son de color blanco al inicio del periodo de maduración y al término se tornan a un color oscuro. Es la fase siguiente a la cuarta etapa larvaria, las pupas no se alimentan. Se mantienen al borde de la superficie mediante una burbuja de aire, tomando aire de la atmosfera a través de las trompetas respiratorias (Figura 5). Los machos tienden a emerger antes que las hembras. Al presentar alta sensibilidad a las perturbaciones, tienden a nadar al fondo del agua, tal como sucede con las larvas (12). No resisten a la sequía, por lo que son letales a superficies secas y calientes (12). Tienen una duración promedio de 2 a 3 días para su desarrollo a la siguiente etapa (41).

Figura 5. Pupa *Aedes aegypti*



Fuente: "google imagen" Dept. Medical Entomology, ICPMR. 2002 [consultado el 5 de octubre de 2016]. Disponible en: <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQEozdbcROC4ScGUCj8r6pimFkH7-WEbRoa88Bu4KqNt47MCwcE>

Adulto

Una vez que emergen del agua, permanecen por poco tiempo en la superficie hasta madurar su esqueleto. Los machos se alimentan de sustancias vegetales dulces y las hembras principalmente son hematófagas (12). Son de coloración negra con escamas blancas, en su dorso se observa la forma de una lira y en sus patas la presencia de anillos blancos (Figura 6) (12). El *Aedes aegypti* en condiciones naturales sobrevive un promedio de 15 a 30 días, alimentándose cada tercer día; esto puede presentar algunas variaciones de acuerdo a la temperatura y humedad en las que se mantenga (43).

Figura 6. Mosquito Adulto *Aedes aegypti*



Fuente: "google imagen" Stephen I. Doggett 2003 [consultado el 5 de octubre de 2016]. Disponible en:

http://medent.usyd.edu.au/arbovirus/mosquit/photos/aedes_aegypti_adult.jpg

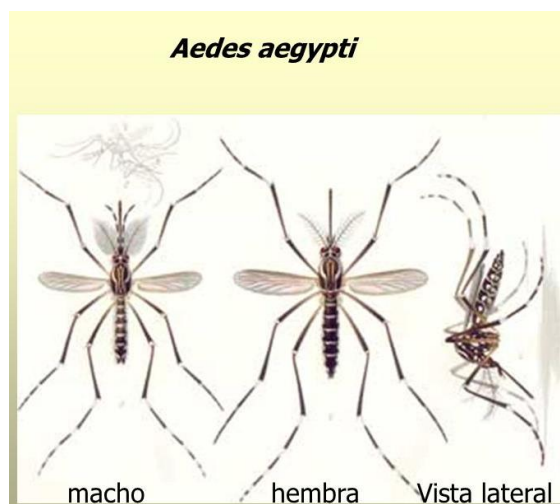
Características y diferencias de los machos y hembras

Machos: se caracterizan por la presencia de antenas con ramificaciones plumosas, tienden a localizarse en los exteriores. Tienden a dispersarse hacia las plantas y a grandes distancias (12).

Hembras: estas no muestran antenas notables, se alimentan de néctar vegetal y posterior a la fecundación se alimentan de sangre para realizar la

ovoposición, en la figura 7 se pueden observar físicamente las características de machos y hembras adultos del *Aedes aegypti* (12).

Figura 7. Macho y hembra adulto de la especie *Aedes aegypti*



Fuente: “google imagen” [consultado el 5 de octubre de 2016]. Disponible en: http://images.slideplayer.es/3/1115264/slides/slide_3.jpg

Ciclo de transmisión

El virus se transmite tras la picadura del mosquito sano *Aedes aegypti* a un humano infectado con el virus del dengue o en fase de viremia, el cual se convertirá en portador del virus y tendrá la capacidad de infectar a un humano sano, convirtiéndolo en portador del virus, pudiendo manifestar los síntomas de la enfermedad; esto dependerá de los periodos endémicos y de los serotipos circulantes en la localidad (32). El periodo de incubación es de 3 a 14 días (media de 4 a 7 días), posterior a este pueden iniciar los síntomas y signos de la FD o FDH (32).

El virus circulando en la sangre del humano en periodo de viremia es ingerido por los mosquitos hembra *A. aegypti*, tras alimentarse el virus atraviesa el intestino medio del mosquito propagándose a toda la circulación, llegando a ganglios nerviosos, cuerpo graso y glándulas salivales (44). Tras el periodo de incubación extrínseco de 8 a 12 días, el virus del dengue se podrá transmitir al humano posterior a la picadura del vector, este periodo está influenciado por

factores ambientales (44). Por lo que el mosquito permanecerá infectado durante toda su vida, una vez transcurrido el periodo de incubación (45).

El resurgimiento del dengue se ha asociado a la presencia de micro y macrofactores. Dentro de los principales macrofactores se identifican: factores ambientales (cambio climático, calentamiento global), sociales, socioeconómicos y políticos, así como el crecimiento poblacional, las migraciones, la urbanización, entre otros (46). Algunos microfactores asociados son: las características propias del virus, del vector, de la resistencia y del huésped (46). Los cuales están relacionados estrictamente con el comportamiento de la enfermedad y la presentación de sus formas graves (46).

Macrofactores

- **Ambientales.** Latitud: 35° N a 35° Sur, altitud: 2 200 metros, temperatura: 15 a 40 °C, humedad moderada a alta, precipitación pluvial, sequías, huracanes, daños a la biodiversidad, alteración de los ecosistemas (47).
- **Sociales.** Densidad poblacional moderada a alta, inadecuada disposición de los residuos sólidos, almacenamiento de agua en depósitos a cielo abierto por más de 7 días y falla en los servicios básicos (47).
- **Socioeconómicos.** Estatus socioeconómico medio-bajo, periodos inactivos del hogar, creencias y falta de conocimientos sobre el dengue (47).
- **Políticos.** Políticas públicas implementadas a nivel nacional, estatal y local (47).

De tal forma que estos factores, van a influir en la presencia y número de sitios de cría, para lo cual será necesario la aplicación de un método apropiado que permita el control o modificación de los criaderos (46).

Criaderos

Son los lugares en donde la hembra deposita sus huevos, para posteriormente desarrollarse a sus estados inmaduros (48). En el caso de los mosquitos durante su fase acuática se desarrollaran las larvas y pupas (48). Existe una gran variación en el tamaño de los criaderos desde una tapa de envase de refresco hasta grandes depósitos de agua. Estos pueden ser de origen artificial como: envases desechables, llantas, barriles, recipientes de depósito de agua (tanques, tinacos, piletas, bebederos de animales o floreros) o de origen natural como: plantas, charcos, etc (Figura 8). Sin embargo el principal problema se centra en los criaderos abandonados como los recipientes, botellas, llantas; los cuales generalmente se encuentran en jardines, azoteas, patios de servicio y vías públicas (49). La preferencia de los criaderos de las hembras para la oviposición dependerá algunos factores como la oxigenación, temperatura, humedad, capacidad, disponibilidad de alimento, color, olor y estabilidad del agua (49) .

Una situación que propicia un incremento en el número del vector es la falla o falta en la disposición de agua entubada dentro del hogar obligando a la población a recolectar agua en depósitos a cielo abierto no controlados. Otro problema importante se presenta en la época de lluvias incrementando el número de densidad vectorial, así como mayor disponibilidad de sitios descontrolados y criaderos potenciales (49).

Figura 8. Criaderos más comunes del mosquito *A. aegypti*



Fuente: "google imagen" [consultado el 5 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://image.slidesharecdn.com/febreamarilla-18-100319180136-phpapp01/95/febre-amarilla-18-57-728.jpg?cb=1269021815>

Microfactores

- **Huésped.** Factores propios del huésped como el sexo, la edad, el grado de inmunidad, la ocupación y el estado de salud previo (47). Existen 3 huéspedes naturales para el virus: el hombre, algunos primates y los mosquitos *Aedes*. Sin embargo solo el hombre es capaz de manifestar la enfermedad. Posterior a la infección de dengue el ser humano adquiere la inmunidad de por vida al serotipo al que fue expuesto. Cuando el organismo crea anticuerpos para determinado serotipo se le conoce como anticuerpo neutralizante, el cual evitara la nuevamente la aparición de la enfermedad (50). Estos anticuerpos actúan mediante dos mecanismos; por un lado de forma homologa si existe una infección previa a un serotipo igual y de forma heterologa con respecto a los otros serotipos (50). Existe evidencia que sugiere que la mejora dependiente de anticuerpos y la reacción cruzada de anticuerpos neutralizantes regula las epidemias y la severidad de la enfermedad (51). En estudios realizados en Tailandia se demostró que hasta el 99% del total de los casos de FHD tenían anticuerpos heterologos al serotipo que causaba FHD. Estos casos de FHD fueron divididos en 2 grupos cerca del 90% de ellos eran personas mayores de 1 año de edad en una infección secundaria causada por un serotipo de virus dengue diferente al que había causado la infección primaria, el otro 10% eran infantes menores de 1 año de edad que desarrollaban una infección primaria por dengue, estos eran infantes que habían nacido de madres con anticuerpos a dengue (52).
- **Virus.** Relacionado a factores como las cepas de serotipos circulantes y la carga viral (47). Dentro de los determinantes más importantes relacionados a las complicaciones de la enfermedad se encuentran el serotipo infectante y el tipo de respuesta inmunológica (30). De acuerdo a los últimos estudios cualquier serotipo puede producir enfermedades graves, sin embargo la presencia del serotipo 2 y 3 son los más asociados a complicaciones como el síndrome de choque por dengue (SCD) o la FHD (53).

- **Vector.** Características propias del vector a considerar son: la densidad de hembras, su edad, frecuencia de alimentación, capacidad de proliferación del mosquito y susceptibilidad del huésped (47).

Se pueden presentar dos tipos de respuesta sérica ante la infección de dengue: la primaria y secundaria. La respuesta primaria se presenta en los individuos sin inmunidad previa, debido a que nunca han estado expuestos al flavivirus u otra forma de presentación es posterior a la aplicación de la vacuna contra: fiebre amarilla, encefalitis japonesa o encefalitis transmitida por garrapata (54). En este tipo de infección se crean anticuerpos de lento aumento y el primer isotipo de inmunoglobulina en aparecer será la IgM, los cuales serán detectables a partir del 3er a 5to día posterior al inicio de la enfermedad, solo en el 50% de los pacientes y posterior al 5 día serán detectables en el 80 a 99% de los pacientes (54). Por lo que los 14 días subsiguientes al inicio de la enfermedad los niveles de IgM alcanzaran su pico máximo y se mantendrán durante 3 meses. Habitualmente los niveles de IgG pueden ser detectables a niveles muy bajos y estos permanecer por varios meses o incluso de por vida (54).

Por otro lado la respuesta secundaria aparecerá cuando un individuo ha sido previamente infectado por el virus del dengue y cursa con una infección aguda de dengue, por lo que los títulos de anticuerpos se elevaran rápidamente (54). La inmunoglobulina predominante es la IgG, la cual será detectable a niveles muy altos, con un periodo de persistencia que va desde los 10 meses hasta toda la vida. A diferencia de la respuesta primaria en este caso los niveles de IgM podrán ser muy bajos o indetectables (54).

Inmunopatogénesis del dengue

La FHD y el SCD son las formas más graves de la infección por el virus del dengue. En las cuales existe un incremento en la temperatura corporal, permeabilidad vascular, hemoconcentración, trombocitopenia, hemorragias, hepatomegalia e incluso la muerte. En el caso de la FHD se observan algunos

efectos sistémicos como la fiebre, el aumento en la permeabilidad vascular y la salida de albumina, esto debido al incremento del TNF- α provocando un efecto de vasodilatación, hemorragias, aumento de la permeabilidad vascular y apoptosis de las células endoteliales. Sin embargo el aumento de esta citocina no es suficiente para explicar de manera integral la enfermedad en los casos graves (55). Respecto a la secuencia de las infecciones existe evidencia de que una infección primaria con DENV-1 seguida por una secundaria con DENV-2, condiciona a que las manifestaciones clínicas en la segunda sean más graves (55). Una infección secundaria con distintos serotipos y la presencia de anticuerpos no neutralizantes se ha asociado a la FHD y SCD, particularmente ante serotipos 2 y 3. Por otro lado también se han documentado casos de esta gravedad asociados a infecciones primarias (56). El porcentaje de mortalidad de una infección secundaria es del 10 y 40% de los casos (57).

Aspectos clínicos

La enfermedad del dengue tienen múltiples variaciones, se pueden presentar infecciones asintomáticas hasta cursar con una enfermedad severa, estas presentaciones clínicas dependerán del tipo de respuesta ejecutada, el serotipo presente y factores propios del huésped (53). El periodo de incubación es de 5 a 7 días en la mayoría de los casos, pero este se puede ampliar de 3 a 14 días (53). La infección más leve es la FD cursando con un cuadro febril agudo, de duración limitada entre 2 a 7 días, agregándose malestar general, cefalea, dolor retro ocular, dolor muscular y articular. Mientras que algunos casos evolucionaran a FHD presentando colecciones líquidas en cavidades serosas, derrame pleural, ascitis y derrame pericárdico. Al ser clasificada como enfermedad sistémica es factible su evolución de un cuadro leve a grave en poco tiempo, lo que la hace de vigilancia continua (53).

Las manifestaciones clínicas del dengue se dividen en 3 etapas: etapa febril, crítica y de recuperación (53).

La etapa febril tiene una duración variable de 3 a 6 días en niños y 4 a 7 días en adultos, días que serán críticos para el cuidado de la transmisión del virus

tras la picadura del *Aedes aegypti*. Algunos síntomas presentes son: fiebre, mialgias, artralgias, cefalea, astenia, adinamia y exantema. En los estudios de laboratorio se observara presencia de leucopenia, trombocitopenia y un aumento en las enzimas hepáticas. En caso de desarrollar manifestaciones hemorrágicas presentaran petequias, purpuras y epistaxis, lo que corresponderá a una FHD (53).

La etapa crítica presenta extravasación del plasma, es decir escape o salida de líquidos desde el espacio intravascular hacia el extravascular, llegando a producir un shock hipovolémico, en el cual el paciente presenta piel fría, pulso débil, taquicardia e hipotensión. Puede existir un descenso plaquetaria brusco, por lo que el paciente presentara sangrado de difícil control. Un signo de mejora es el aumento en el recuento plaquetario, lo que es indicativo de mejora o inicio de recuperación (53).

La etapa de recuperación es evidente, ya que inicia la mejoría del paciente, durante esta etapa se recomienda practicar exámenes séricos de control para la vigilancia de la función hepática, cardíaca y renal. En el caso de pacientes seniles es recomendable mantenerlos bajo vigilancia, ya que presentan dificultades en el manejo de líquidos y la retención de estos (53).

Vigilancia epidemiológica internacional

La OMS establece ciertas medidas de gestión ambiental para la reducción del vector, dentro de las cuales se encuentran: eliminación de posibles criaderos, controlar y proteger los recipientes de almacenamiento de agua, adecuada recolección de residuos sólidos de acuerdo al contexto, limpieza periódica de las vías públicas, instalación de bastidores en puertas y ventanas, uso de mosquiteros en los hogares con el fin de disminuir la exposición y por último una adecuada planificación de infraestructura, la cual impida la producción de criaderos potenciales (58). Asimismo, a través del Reglamento Sanitario Internacional (2005) la OMS establece las medidas concretas relativas a las enfermedades transmitidas por vectores (59).

Vigilancia epidemiológica nacional

La Vigilancia Epidemiológica Internacional en México se lleva a cabo a través del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica y el área de Sanidad

Internacional bajo la responsabilidad de la Secretaría de Salud. Dicha vigilancia se realiza mediante la aplicación de la NOM-032-SSA2-2014, para la vigilancia, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores, (60); así como la NOM- 017- SSA2-2012, para la vigilancia epidemiológica (61). Las cuales son herramientas que permiten realizar una vigilancia estricta en México, necesaria ya que al ser un país con características geográficas y condiciones climáticas favorecientes incrementa el riesgo de transmisión.

La Norma Oficial Mexicana NOM-032-SSA2-2014, para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las enfermedades transmitidas por vector, establece las acciones a realizar en el área de promoción de la salud dentro de la comunidad, especifica el papel que juega el estado o gobierno, así como el involucro intersectorial que debe existir para que las acciones sean efectivas. Dentro de algunas de las acciones establecidas está el manejo integrado de vectores con control físico, químico, biológico, botánico, misceláneo y regulatorio, saneamiento básico, eliminación de vegetación y de recipientes sin uso, uso de plaguicidas y repelentes en protección de la salud de la población, aplicación de insecticidas (larvicidas o adulticidas) y métodos y equipos necesarios para aplicación de insecticidas (60). Así como un apartado de operatividad de la vigilancia entomológica, control vectorial y medidas específicas para el diagnóstico, tratamiento, prevención y control del dengue (60). Mientras que la NOM- 017- SSA2-2012, para la vigilancia epidemiológica, establece la metodología y procedimiento a realizar para dicha vigilancia (61).

Como propósitos para la vigilancia epidemiológica se utilizan las siguientes definiciones operacionales de caso:

Caso sospechoso de Fiebre por dengue: cualquier persona que resida en lugares con antecedentes de transmisión de la enfermedad y que se agregue un cuadro febril por una infección viral (62).

Caso probable de Fiebre por dengue: cualquier caso sospechoso que presente fiebre y dos o más signos o síntomas como: cefalea, artralgias,

mialgias, exantema, dolor retro-ocular. Con excepción de los menores de 5 años de edad, los cuales pueden presentar solo fiebre (62).

Caso confirmado de Fiebre por dengue: cualquier caso probable en el que mediante técnicas de laboratorio se confirmó la presencia del virus o bien epidemiológicamente se asocia a otros casos confirmados en caso de que no se pueda efectuar la prueba serológica (62).

Medidas de prevención y control vectorial

Control vectorial integrado

El control vectorial integrado consiste en la combinación de los métodos que ejerzan el menor impacto ambiental negativo y la aplicación de un método químico como última alternativa. Este tipo de control consiste en la selección de métodos físicos, químicos, biológicos, botánicos, misceláneo y regulatorio, que de acuerdo a criterios de seguridad, eficacia, adaptabilidad y aceptabilidad, estén dirigidos contra las formas larvarias y adultas del vector (60).

- **Control físico**

Es el que se promueve en localidades endémicas incluyendo acciones de mejora en las viviendas y es utilizado contra formas larvarias y adultos del mosquito.

1. Contra larvas: evitar guardar recipientes que sean capaces de almacenar agua; acumular escombros, madera, tabiques o basura, eliminación constante de la vegetación. Principalmente los depósitos de agua deben de estar cubiertos y en caso contrario se deberá lavar, tapar, voltear y tirar los posibles reservorios (60).
2. Contra adultos: protecciones en las viviendas con el fin de evitar el acceso del vector a las mismas, instalación de mallas en puertas y ventanas, así como el uso de mosquiteros impregnados o no con insecticida (60).

- **Control químico**

1. Contra larvas: larvicidas aplicados en recipientes de agua que ocasionen la mortalidad del 98%, con un efecto residual de por lo menos 2 meses con 3 recambios del agua, manteniendo un 80% de mortalidad

(60). Uno de los insecticidas más utilizados para el control larvario actualmente es el Temephos 1% cuyo nombre comercial es Abate ha demostrado tener un efecto residual promedio de 100 días (63), sin embargo actualmente ha incrementado su resistencia lo que podría reducir su eficacia (64).

2. Contra adultos: insecticidas con rociado intradomiciliarios y extradomiciliarios, con una mortalidad aguda mayor al 98% y un efecto residual mayor a 75% durante 4 meses, así como el uso de repelentes y lociones con efecto mínimo de 6 horas (60). Dentro de los adulticidas más aplicados se encuentran los de tipo piretroides, organofosforados y carbamatos. Informe de datos de la Dirección de Salud Municipal del H. Ayuntamiento de Xochitepec indican que actualmente se aplica en exteriores un organofosforado (Malation 44%) para el control vectorial. Sin embargo este tipo de organofosforado puede provocar efectos a la salud desde bajas concentraciones en el aire, tales como: alteraciones del sistema nervioso central, dificultad para respirar, opresión del pecho, vómito, diarrea, lagrimeo, visión borrosa, salivación, dolor de cabeza, mareo, pérdida del conocimiento e incluso la muerte, a pesar de su toxicidad no se han reportado efectos carcinogénicos (65).

- **Control biológico**

Para el control de larvas y pupas han sido utilizadas algunas especies biológicas dentro de las cuales se encuentran una gran variedad de peces, tortugas, algunas bacterias (*Bacillus thuringiensis variedad israelensis*), algas del orden Chlorococcales, microsporidios y copépodos, de los cuales se han obtenido resultados satisfactorios (66).

- **Saneamiento ambiental**

Son acciones principalmente dirigidas a la gestión integral del servicio de agua potable, eliminación adecuada de excretas y disposición final de los residuos sólidos. Estas medidas deben ser jerarquizadas como acciones prioritarias para la eliminación del dengue (67).

Otras acciones que se deben de considerar son la eliminación de criaderos naturales o artificiales y la gestión de un sistema de vigilancia ambiental, involucrando la limpieza y eliminación de los criaderos

potenciales como floreros en los cementerios, latas, botellas y llantas en los patios, control en tanques o depósitos de almacenamiento de agua y eliminación de productos sin alguna utilidad (49).

Métodos para el monitoreo del vector en el ambiente

Vigilancia entomológica del vector

Es un proceso continuo de recolección, análisis e interpretación de los datos sobre la biología del *Aedes aegypti*, con el fin de orientar la selección de la intervención y la evaluación del impacto (68).

El Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE) define como riesgo entomológico a la presencia y abundancia de los insectos vectores de alguna enfermedad. Por otro lado la vigilancia entomológica es definida como el monitoreo de presencia y abundancia de los vectores a lo largo del tiempo, con el propósito de detectar cambios en un determinado lugar (48).

La vigilancia entomológica se realiza en hogares en búsqueda de casas positivas, es decir que tengan recipientes positivos al vector, empleada para determinar cambios en la distribución geográfica del vector, así como para obtener mediciones relativas de la densidad vectorial a lo largo del tiempo, facilitando así la toma de decisiones y la elección de las intervenciones (69).

La guía del CENAPRECE considera 5 indicadores para la medición de los niveles de infestación de *Aedes aegypti*, los cuales son especificados en la siguiente tabla:

Tabla 5. Indicadores entomológicos para registrar los niveles de infestación por *A. aegypti*

INDICADOR	FÓRMULA
Índice de Casas Positivas I.C.P.	$\frac{\text{Casas con recipientes positivos}}{\text{Casas exploradas}} \times 100$
El ICP estima que por cada 100 viviendas existentes en el universo de estudio, en un "X" número de viviendas se encuentra la presencia de larvas del vector.	
Índice de Recipientes Positivos I.R.P.	$\frac{\text{Recipientes positivos}}{\text{Recipientes con agua explorados}} \times 100$
El IRP estima el número de recipientes positivos a larvas del vector por cada 100 recipientes con agua que puedan encontrarse en el universo de trabajo.	
Índice de Breteau I.B.	$\frac{\text{Recipientes positivos}}{\text{Casas Exploradas}} \times 100$
El IB estima el número de recipientes positivos a larvas del vector que se encuentran por cada 100 viviendas exploradas en el universo de trabajo.	
Índice Poblacional de Pupas.	$\frac{\text{Número de Pupas}}{\text{Casas Exploradas}} \times 100$
Este indicador estima la cantidad de pupas por cada 100 viviendas	
Índice de Casa Positiva a Pupas I.C.P.P.	$\frac{\text{Casas positivas a pupas}}{\text{Casas Exploradas}} \times 100$
El ICPP estima el número de casas positivas a pupas por cada 100 viviendas	

Fuente: CENAPRECE y NOM-032-SSA2-2014

Muestreo en población larvaria

Para el muestreo de la población larvaria se emplean procedimientos de levantamientos de índices aélicos, establecidos en la NOM- 032 (Tabla 6). Para estos levantamientos la unidad básica de muestreo es la casa, la cual se inspecciona sistemáticamente para identificar depósitos o recipientes que contengan agua, en búsqueda de larvas o pupas de *Aedes aegypti*, esto para la toma de muestra y envío a laboratorio de referencia para la confirmación del tipo de especie (60).

Tabla 6. Criterios operativos del control

Nivel de Control Operativo	Índice de Casas Positivas	Índice de Recipientes Positivos	Índice de Breteau
Optimo	< 1	< 0.5	1 - 4
Bueno	1 - 4	0.5 - 1.9	5 - 9
Alarma	5 - 9	2 - 4	10 - 14
Emergencia	10 o más	5 o más	15 o más

Fuente: NOM-032-SSA2-2002

Muestreo en población adulta

En México existen alrededor de 250 especies de mosquitos, de las cuales aproximadamente 70 especies están relacionados con la salud pública (62).

Los procedimientos para la recolección y el análisis de la muestra del mosquito adulto tienden a requerir de mucho personal y estos dependerán en gran medida de la capacidad o habilidad del recolector. Tras su recolección el análisis se realiza mediante una técnica de preparación, preservación y montaje en seco o en alfiler entomológico para su identificación taxonómica, lo cual proporcionara datos específicos para las tendencias estacionales, la dinámica de transmisión y la evaluación de intervenciones (62).

Propuesta para disminuir la exposición de la población

Participación social y comunicación

La participación social es la piedra angular de la sostenibilidad, así como componente necesario de las intervenciones de control vectorial, la cual debe estar presente para lograr eficacia de los programas de salud (70). Entendiendo a la participación como una acción inherente al ser humano que comparte una misma necesidad, la comunicación y participación de la comunidad son elementos necesarios para la implementación y resultados positivos de intervenciones, ya que dentro del hogar se pueden localizar gran cantidad de criaderos potenciales (70). Para una adecuada participación se debe tener el involucro de la población, no solo como la práctica tradicional de otorgar la información sin una evaluación previa del tema, sino buscar como resultado las modificaciones del comportamiento, creencias y actitudes (70). Cuando la comunidad no logra la comprensión del tema, la información que se otorgue no será trascendente y para la siguiente temporada de infestación vectorial, tendrán nuevamente que otorgar la información y realizar las acciones pertinentes (70). A esta situación es por lo que se propone que exista una participación activa de la comunidad para lograr el control efectivo del dengue (70).

La educación en salud utiliza varios medios de comunicación como los materiales impresos educativos en folletos, carteles y materiales educativos, audiovisuales en medios de comunicación masivos como la radio, la televisión, el perifoneo, entre otros. Estas campañas de comunicación buscan apoyar a promover los cambios del comportamiento y participación social (71). Un ejemplo de esto son las campañas de descacharrización, las cuales han demostrado ser efectivas gracias a la participación intersectorial y a la comunicación del riesgo.

Estrategias del combate al *A. aegypti*

Las 2 principales estrategias son: la erradicación y el control del vector. La primera implica en la eliminación completa de los criaderos, es decir la erradicación del vector. El costo de la primera fase es alto, sin embargo el recurso necesario para la vigilancia sería menor al que representa la enfermedad y sus complicaciones. La erradicación implica una cobertura universal de los criaderos (49).

Por otro lado la estrategia de control busca evitar epidemias y complicaciones del dengue, identifica zonas de riesgo para la reducción del vector, aunque al parecer implica un menor costo, a largo plazo esta estrategia es más costosa que la de la erradicación, ya que el problema solo lo disminuye o resuelve temporalmente, pero para la siguiente temporada de aumento de la densidad vectorial, el problema reaparecerá (49).

El plan continental para las Américas elaborado en 1997 tiene como objetivo incrementar el control del vector *A. aegypti* hasta lograr su erradicación con un respaldo gubernamental y participación comunitaria. Dentro de los componentes principales del plan se encuentran (49):

1. Eliminación de criaderos de *A. aegypti*
2. Acciones de saneamiento ambiental dirigido a la eliminación de sitios de criaderos, gestión de mejora en el abastecimiento del agua, recolección y tratamiento adecuado de los residuos sólidos.
3. Participación social y comunicación, implicando a los cambios en el comportamiento.

4. Control químico, basado en el uso de larvicidas en depósitos con agua no controlados y en la fumigación o rociado.

Dos de los programas dedicados a la erradicación del vector se encuentran en Singapur y Cuba, los cuales reconocen la importancia de la combinación armónica de estos métodos llamada control integrado (72).

Control biológico con peces

En la búsqueda de nuevas alternativas de combate contra el *Aedes aegypti*, se ha implementado el control biológico con peces larvívoros colocados en los tanques de almacenamiento de agua. El uso de este tipo de control inicio a principios del siglo XX resultando el guppy (*Poecilia reticulata*, Peters 1859), como una de las especies más eficaces para el consumo de larvas (16). Algunas características del *P. reticulata* que lo hacen como una adecuada alternativa para el control larvario se encuentran: la capacidad de adaptación en agua contaminada y lugares con abundante vegetación (16). Este tipo de control ha resultado ser una alternativa al control químico, cuya resistencia constantemente ha incrementado y ha causado contaminación y destrucción del ecosistema (16). El control biológico constituye un método económico contra la fase acuática del vector y de gran aceptación en la comunidad (17). Se ha observado que el pez del género *Poecilia reticulata* tiene mayor facilidad de reproducción y mayor resistencia a cambios bruscos de temperatura (73). En 2006 fue medida la capacidad larvívora del *P. reticulata* mediante la exposición a larvas de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio suministrándoles 25, 50 y 100 larvas, de las cuales reportaron un promedio de alimentación de 19.83, 34.5 y 69.0 respectivamente, lo que demuestra su eficacia en la capacidad larvívora (16). Así mismo se ha reportado que el pez es eficaz consumidor de larvas (73).

De acuerdo a estudios previos ha sido evaluada la sobrevivencia del pez *Poecilia reticulata* expuestos a medios de distintos niveles de pH: neutro (7.0 – 7.3), ácido (6.2-6.5) y básico (8.5-8.8), observando una mayor sobrevivencia en peces expuestos a un pH básico, mientras que a un pH ácido presentan una mayor mortalidad, (74) por lo que una variable de medición del estudio fue los

niveles de pH y su relación con la sobrevivencia del biocontrolador depositado en los tanques de depósito de agua.

P. reticulata presenta una adaptación a temperaturas extremas que varían desde los 16°C hasta los 30°C. Así mismo se ha demostrado que altos contenidos de materia orgánica en el agua presentan un pH ácido y una disminución en los niveles de oxígeno disuelto en el agua (75).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Xochitepec durante el periodo 2005-2015, según datos del boletín epidemiológico de la Jurisdicción Sanitaria No. 1 reportó un incremento en el número de casos de dengue, siendo de mayor relevancia el año 2008 en el que se reportaron un total de 495 casos de dengue, seguido del 2012 con un total de 185 casos. Con datos de la Jurisdicción Sanitaria No. 1, se concluye que la enfermedad del dengue ha ocupado el lugar número 11 de las principales causas de morbilidad en los últimos 5 años.

Algunos de los factores de riesgo que favorecen la proliferación del mosquito *Aedes aegypti* en el municipio de Xochitepec son: el tipo de clima de templado, de tipo caliente y semiseco, una temperatura promedio de 23°C, con una máxima de 28°C y una mínima de 12.9°C, la precipitación anual promedio de 750 a 840 mm, con lluvias predominante durante el verano y la ubicación de 2 ríos Tetlama y Apatlaco (24).

Por otro lado, en el municipio algunos determinantes sociales pueden favorecer la presencia de la enfermedad: la irregularidad en el abastecimiento del agua potable, y la presencia de población que no cuenta con el servicio de agua entubada (que es del 7.37% según datos del INEGI 2010). Las viviendas que cuentan con el servicio de agua potable presentan las siguientes características: el 42.3% cuenta con el servicio dentro de la vivienda, el 43.9% tiene el servicio de agua entubada dentro del terreno pero fuera de la vivienda, el 4% hace uso de una llave pública y el 2.5% obtiene el agua de otra vivienda (28). Estos porcentajes, además de un suministro discontinuo (por tandeo) del agua, explican que la población se vea en la necesidad de almacenar el agua en recipientes como tanques, piletas, cisternas, tinacos y otros tipos de recipientes (28). Otro factor a considerar la presencia de hogares abandonados o casas de descanso con tanques de almacenamiento no controlados, los cuales tienen la capacidad de convertirse en criaderos potenciales y representar un riesgo para la población (28).

A pesar de que en el municipio de Xochitepec desde el año 2013 se ha implementado el uso del control biológico con un pez larvívoro del género

Poecilia reticulata, los casos de dengue se han seguido presentando variablemente.

El pez ha tenido una adecuada aceptación en la población, sin embargo no se cuenta con estudios de evidencia científica que evalúen su efectividad. Además se ha cuestionado el uso del ***Poecilia reticulata*** como control biológico en la zona, puesto que **no es una especie autóctona** de Xochitepec (76).

Por lo que al evaluar la efectividad de *Poecilia maylandi* para el control de larvas y pupas de *Aedes aegypti* en las viviendas del municipio de Xochitepec, se podrá contar con herramientas que sustenten la implementación de esta alternativa biológica y así lograr el control del vector, sin impactar en la fauna autóctona o causar un desequilibrio ecológico al introducir una especie invasora como el *Poecilia reticulata*.

Considerando lo anteriormente expuesto se plantea de la siguiente pregunta de investigación: ¿El uso de *P. maylandi* como control biológico para el control de larvas y pupas de *Aedes aegypti* es más efectivo que el uso de temephos al 1% en Xochitepec, Morelos?

JUSTIFICACIÓN

El Municipio de Xochitepec es uno de los municipios del estado de Morelos endémicos a dengue. El panorama epidemiológico de los últimos 10 años de acuerdo a datos de la Jurisdicción Sanitaria No. 1 indica un mayor número de casos en los años 2005, 2008, 2013 y 2015. Lo cual es necesaria la implementación de nuevas estrategias en las que se involucra la prevención y promoción de la salud.

Por otro lado, los resultados del DISP elaborado por alumnos de la Maestría en Salud Pública del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), indican que el dengue es percibido por los habitantes del municipio como la principal causa de enfermedad. Esto coincide con los resultados de las entrevistas semi-estructuradas a actores clave en las que se reconoce a las enfermedades transmitidas por vector como principales causas de morbilidad. Durante el ejercicio de priorización realizado como parte del DISP se identificaron como propuestas de solución: realizar más campañas de descacharrización y promoción de la salud, en las que exista mayor participación social, escolar, del sector salud y de ayuntamiento.

Durante los últimos 10 años se han presentado un número variables de casos de dengue pese a las acciones realizadas para el control vectorial, por lo cual es necesaria la implementación de nuevas estrategias para su control.

El uso de peces larvívoros como control biológico ha demostrado ser una alternativa al control químico, por lo que podría resultar su uso efectivo para la reducción del vector, además de que es un biocontrolador actualmente aprobado. La aplicación de un controlador biológico es una estrategia integral ya que motiva la participación social y comunitaria, en comparación a la aplicación de un control químico el cual no ha logrado demostrar ser sostenible, debido a su baja residualidad de 2 meses y sus altos costos de insumos operativos (60). El uso de *Poecilia maylandi* como especie de pez larvívoro en Xochitepec es una alternativa que no implica un impacto ambiental negativo debido a que es una especie autóctona y actualmente amenazada, a diferencia de otras especies como el *Poecilia reticulata* que es la especie que se ha

utilizado como control biológico en el municipio de Xochitepec desde el año 2013, la cual se acompaña de educación y promoción de la salud a la población en general.

En un estudio realizado en el manto acuífero que vierte en el municipio de Xochitepec se encontró que durante los meses de abril y julio existe mayor cantidad de contaminación por coliformes, esto indica que existe contaminación originada por las actividades humanas, por lo que previo a su consumo como agua potable debe ser desinfectada adecuadamente (77).

Debido a la anterior se encontraron condiciones factibles para la implementación de la intervención: “Efectividad del control biológico de larvas y pupas del vector *Aedes aegypti* con peces en viviendas de Xochitepec, Morelos”.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad de *Poecilia maylandi* para el control de larvas y pupas de *Aedes aegypti*, en depósitos de almacenamiento de agua en viviendas de la cabecera del Municipio de Xochitepec.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las condiciones sociales, ambientales y entomológicas del *Aedes aegypti* en viviendas de Xochitepec, Morelos.
- Comparar la capacidad antilarvaria del *Poecilia maylandi* y Temephos 1% (Abate) en tanques de depósito de agua a cielo abierto en las viviendas de la cabecera Municipal de Xochitepec, Morelos.
- Determinar la efectividad de *Poecilia maylandi* en el control de larvas y pupas del *Aedes aegypti* en las viviendas de la cabecera Municipal de Xochitepec, Morelos.

HIPOTESIS DEL ESTUDIO

El uso de *Poecilia maylandi* permite un control más efectivo de larvas y de pupas de *Aedes aegypti* que el uso de temephos al 1% en Xochitepec Morelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Tipo de estudio intervención comunitaria con una medición pre-post intervención

Área de estudio

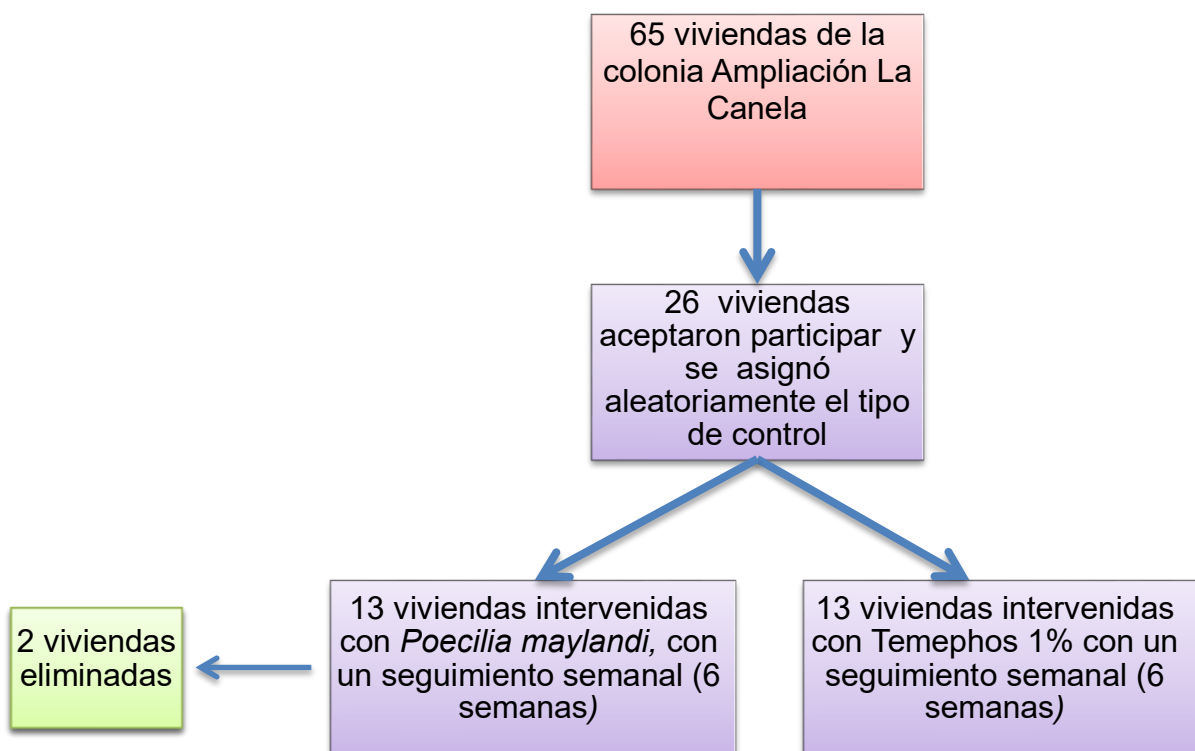
Viviendas de una colonia Ampliación La Canela área endémica de *Aedes aegypti* del municipio de Xochitepec, Morelos.

Muestra y selección

El universo de estudio estuvo constituido por todas las colonias de la cabecera Municipal de Xochitepec. La investigadora principal del estudio, junto con asesores y con la colaboración de promotores de salud de la Dirección de Salud Municipal en cargos del control vectorial, seleccionaron a la colonia Ampliación La Canela endémica a dengue. Para la selección de la colonia se consideraron la historia de transmisión de dengue, las densidades vectoriales de las colonias reportadas por el departamento de vectores del municipio, e indicadores entomológicos de riesgo para el *Aedes aegypti*, además de criterios de seguridad (dada los altos niveles de violencia presentes en muchas comunidades del país) buscando la protección de los investigadores.

El número total de viviendas registradas en el censo aplicado durante el primer recorrido en la colonia Ampliación La Canela fue de 65, a los responsables de las viviendas se les invitó a participar en el estudio. De estas viviendas, 26 aceptaron participar en el estudio cumpliendo con el criterio de que fueran factibles de operar, es decir viviendas que cumplieran con los criterios de inclusión y aceptarán la firma del consentimiento informado. Posteriormente aleatoriamente se asignó el tipo de intervención, a un grupo con larvicida Temephos 1% y otro grupo con Peces del género *Poecilia maylandi*, esto para disminuir el sesgo de selección, así como el error aleatorio (Esquema 1).

Esquema 1. Asignación aleatoria del tipo de intervención a las viviendas seleccionadas.



Fuente: esquema de elaboración propia

Criterios de inclusión, exclusión y eliminación

. Criterios de inclusión:

- Viviendas que permitieron colocar larvicida Temephos 1% o peces del genero *Poecilia maylandi*
- Viviendas con depósitos de agua a cielo abierto
- Viviendas que permitieron realizar las visitas domiciliarias para las evaluaciones entomológicas semanales

Criterios de exclusión:

- Viviendas que no desearon participar en el estudio
- Viviendas no pertenecientes a la colonia Ampliación La Canela
- Viviendas que no aceptaron firmar el consentimiento informado
- Viviendas que contarán con otro tipo de control biológico

Criterios de eliminación:

- Viviendas que no desearon continuar en el estudio
- Viviendas que se encontraron cerradas en 2 visitas de manera consecutiva (no cumplieron con el 80% mínimo de los datos)

En el caso de viviendas cerradas, se regresó a visitar al día siguiente.

Mediciones basales

Se aplicó inicialmente en las 26 viviendas que aceptaron participar el cuestionario del formato de índice de condición de vivienda (Figura 9) que incluye indicadores como número de depósitos con agua a cielo abierto, potenciales criaderos y condiciones socioeconómicas de la vivienda. Además se recopiló la información incluida en el formato de exploración entomológica del programa de prevención y control del dengue (Anexo 1), de acuerdo a la Guía para el control larvario del Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE) (48).

Para realizar estas mediciones basales y las mediciones semanales posteriores se solicitó la colaboración del personal del Ayuntamiento de Xochitepec, específicamente del área de la Dirección de Salud Municipal, encargados del control vectorial dentro del municipio. Con el fin de asegurar la validez interna del estudio y disminución del sesgo es importante mencionar que los promotores verificadores desconocieron la hipótesis del estudio.

Figura 9. Formato de índice de condición de vivienda

Formato: Índice de condición de vivienda

Colonia _____ Municipio _____ Jurisdicción _____

Domicilio _____ Fecha _____

Folio _____ Puntuación total _____

Riesgo de presencia de <i>Aedes aegypti</i>			
Indicador	Característica	Riesgo	Puntuación
1. Apariencia de la vivienda			
1.a. Oquedades, aberturas o huecos en la pared (entretechos, celosías)	Ausentes	Bajo	1
	Pocos	Medio	2
	Muchos	Alto	3
1.b. Ventanas/puertas	Siempre cerradas o con malla de mosquitero	Bajo	1
	Abierta en el día o sin malla de mosquitero	Alto	3
1.c. Presencia de recipientes con agua dentro o fuera de la casa	Ninguno	Bajo	1
	Alguno (cerrado o tapado)	Medio	2
	Alguno (abierto)	Alto	3
1. Apariencia global de la vivienda	Promedio	Bajo	1
	Promedio	Medio	2
	Promedio	Alto	3
2. Sombra en el patio	< 25%	Bajo	1
	26-50%	Medio	2
	>50%	Alto	3
3. Suciedad del patio	limpio	Bajo	1
	Algo sucio (pasto, basura)	Medio	2

Fuente: formato de elaboración propia con base a la guía entomológica del CENAPRECE

Colocación de peces y de abate

En el grupo intervenido se colocaron peces del genero *Poecilia maylandi* en los depósitos de agua a cielo abierto (tanques o piletas), estos se obtuvieron del centro ecológico de reproducción ubicado en el municipio de Xochitepec. Los primeros ejemplares para reproducción en el centro ecológico fueron capturados del río Aplatlaco por personal de la secretaría de desarrollo sustentable del Estado de Morelos, e investigadores del centro de icteología, facultad de ciencias biológicas de la Universidad Autonoma del Estado de Morelos (UAEM) y del INSP.

Los peces empleados para el ensayo fueron ejemplares juveniles de 3-4 cm de longitud, con una edad promedio de 3 meses. Su reproducción se lleva a cabo en estanques de reproducción adecuados a su hábitat. La infraestructura con la que cuenta el centro para la reproducción de este ejemplar está compuesta por 12 estanques, 4 de 1.5m de largo, 1m de ancho y 1m de profundidad, 4 de 4m de largo, 2m de ancho y 1m de profundidad y 4 de 4m de largo, 4m de ancho y 1m de profundidad. Los peces reproductores se mantienen en estanques de 1300 lts., en proporciones de 2 o 3 hembras por cada macho y son alimentados con alimento Malta Cleyton para especies tropicales en mini pellet con alto contenido proteico. Los alevines, que son la primera etapa en desarrollo del pez, son contenidos en estanques similares y alimentados con el alimento comercial para alevines en micro presentación, a las 4 semanas de desarrollo son transferidos a estanques de 8,000 y 16,000 litros, hasta que logran alcanzar la talla de 3 a 4 centímetros, con un periodo de reproducción total de 3 meses. Actualmente el centro de reproducción produce en promedio 500 ejemplares de forma mensual los cuales se ocupan en proyectos de investigación (78).

Se calculó el volumen de los depósitos de agua y se colocaron dos peces por tanque o depósito de agua, previo a su aplicación se midió aproximadamente la infestación de larvas y pupas.

Al grupo intervenido con Temephos 1% (abate) se depositó la cantidad de 1 parte por millón, es decir 20 gramos por cada 200 litros de agua, dosis calculada siguiendo la guía metodológica del CENAPRECE. El abate fue proporcionado por el área de Dirección de Salud Municipal, H. de Xochitepec, Morelos, encargados del control vectorial.

Mediciones semanales

Se realizaron en ambos grupos mediciones semanales durante un periodo de seis semanas, en un horario de 9:00 am a 3:00 pm. del 22 de abril al 27 de mayo del 2017. En cada visita se registraron las siguientes variables: temperatura ambiental y del agua, humedad, pH y dureza del agua, además se inspeccionó y se registró el estado de cada depósito de agua intervenido en

búsqueda de estadios acuáticos del *Aedes aegypti* (larvas y/o pupas) (Figura 10 y anexo 2).

Se definió como recipiente positivo todo aquel que presentará por lo menos una larva o pupa debido a la dificultad que representa el conteo en recipientes de grandes dimensiones.

Para medir la temperatura del agua se utilizó un termómetro infrarrojo sin contacto tipo lasser marca Nubee modelo NUB8380, para la humedad y temperatura ambiental se utilizó un hidrómetro-termómetro tipo pluma marca Higro Thermo modelo pocket WS-HT12, para el pH se utilizó un pHmetro marca Etekcity modelo PH-2011+ y para la dureza del agua mediante el equipo de medidor de sólidos disueltos total TDS HM marca HM Digital modelo TDS-3.

Figura 10. Formato de registro de verificaciones entomológicas semanales



Instituto Nacional de Salud Pública
Escuela de Salud Pública de México
INSP Maestría en Salud Pública

Tema: "Efectividad del control biológico de larvas y pupas del vector *Aedes aegypti* con peces en viviendas de Xochitepec, Morelos"

Formato de registro de verificaciones entomológicas semanales

No. De vivienda: _____	Dirección: _____	Fecha: _____ Semana: _____
Temperatura ambiental:	Recipiente intervenido con: Pez () <input type="checkbox"/> Temephos () <input type="checkbox"/> # de peces _____ Mortalidad de peces: _____ Causa: _____	Hora de verificación: _____ Tipo de recipiente: Tanque () <input type="checkbox"/> Tambo () <input type="checkbox"/> Pileta () <input type="checkbox"/>
Humedad:		Dimensión del recipiente: _____
Temperatura del agua		
pH del agua		
Dureza del agua		
Larvas	#	
Pupas	#	

Fuente: formato de elaboración propia con base a la guía entomológica del CENAPRECE.

Medición final

Al final del seguimiento se obtuvo nuevamente la información del formato de exploración entomológica del programa de prevención y control del dengue (Anexo 1) el cual incluye el registro de tipos de recipientes que pueden contener agua presentes en la vivienda, el número total y su positividad a larvas y/o pupas, así como el riesgo de ser criaderos potenciales. Con los datos pre-post intervención se calcularon los indicadores entomológicos para

determinar los niveles de infestación del *Aedes aegypti*, para los cuales es necesario el total de recipientes positivos a larvas y/o pupas, así como el número de viviendas exploradas y con esto evaluar el nivel de control operativo en el que se ubican.

Variables consideradas

Variables dependientes: presencia de larvas y/o pupas de *Aedes aegypti* en los depósitos de agua de las viviendas, el Índice de Casas Positivas I.C.P., Índice de Recipientes Positivos I.R.P. y el Índice de Breteau I.B.

Variables independientes: 1) control con *Poecilia maylandi* ; 2) control con temephos 1% (abate) en los depósitos de agua de las viviendas.

Covariables temperatura ambiental y del agua, humedad, pH y dureza del agua. Además de las variables que evalúan el Índice de Condición de Vivienda (ICV) que determina el riesgo de cada vivienda (Figura 9, y Anexo 3).

En la tabla 7 se describen las características de estas variables.

Tabla 7. Variables de estudio

Nombre de la variable	Tipo de variable	Definición de la variable	Escala de medición	Unidad de medición	Instrumento de medición	Formato de registro
Apariencia de la vivienda: Oquedades, aberturas o huecos en la pared (entretechos, celosías)	Cualitativa	Presencia de aberturas o huecos en la pared de las viviendas	Dicotómica	/	Observación detallada de la vivienda	Encuesta de ICV, Figura 9.
Ventanas/puertas con protección	Cuantitativa	Presencia de ventanas o puertas en la vivienda con algún tipo de protección tipo malla	Dicotómica (si o no)	/	Observación detallada de la vivienda	Encuesta de ICV, Figura 9.
Presencia de recipientes con agua dentro o fuera de la casa	Cuantitativa	Presencia de recipientes con agua dentro o fuera de la vivienda	Discreta	Numero de recipientes con agua	Observación detallada de la vivienda	Encuesta de ICV, Figura 9.
Apariencia global de la vivienda	Cualitativa	Aquello que se puede ver o percibir a simple vista	Cualitativa/politómica (riesgo bajo, medio u alto)	/	Observación detallada de la vivienda	Encuesta de ICV, Figura 9.
Sombra en el patio	Cualitativa	Parte de un espacio del patio a la que no llega la luz del sol	Cualitativa/politómica (<25%, 26-50% y >50%)	/	Observación detallada de la vivienda	Encuesta de ICV, Figura 9.
Suciedad del patio	Cualitativa	Falta de aseo en el patio	Cualitativa/dicotómica (limpio o algo sucio)	/	Observación detallada de la vivienda	Encuesta de ICV, Figura 9.

Temperatura ambiental	Cuantitativa	Es una magnitud física que refleja la cantidad de calor en el ambiente	Continua	Grados centígrados (°C)	Hidrómetro-termómetro	Formato de registro de verificaciones entomológicas semanales, Figura 10.
Humedad	Cuantitativa	Vapor presente en la atmosfera	Continua	Porcentaje (%)	Hidrómetro-termómetro	Formato de registro de verificaciones entomológicas semanales, Figura 10.
Temperatura del agua	Cuantitativa	Es una magnitud física que refleja la cantidad de calor en el agua	Continua	Grados centígrados (°C)	Termómetro infrarrojo	Formato de registro de verificaciones entomológicas semanales, Figura 10.
pH del agua	Cuantitativa	Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución	Continua	Potencial de hidrogeno (H)+	pHmetro	Formato de registro de verificaciones entomológicas semanales, Figura 10.
Dureza del agua	Cuantitativa	Cantidad de solidos disueltos totales (TDS), son las cantidad de total de iones móviles cargados (positivos y negativos), incluyendo	Continua	TDS (solidos disueltos totales)	Medidor de sólidos disueltos totales	Formato de registro de verificaciones entomológicas semanales, Figura 10.

minerales, sales o
metales disueltos en un
volumen determinado de
agua

Fuente: tabla de elaboración propia de las variables de estudio

Análisis de datos

Se capturaron los datos recopilados a través de los instrumentos para determinar el ICV, la exploración entomológica y las evaluaciones semanales en una base de datos del programa de Excel 2010, en el cual se codificaron las distintas categorías que se evaluaron durante el pre-post intervención como: ICV, exploración entomológica y las evaluaciones semanales.

Se realizó un análisis descriptivo y analítico de los datos con ayuda de los programas IBM-SPSS 23 y del Stata 14.

En primer lugar, se determinó al inicio del estudio el nivel de riesgo de transmisión de enfermedades por vector de las viviendas en ambos grupos, de acuerdo a las características evaluadas en el ICV (figura 9), otorgando una puntuación a cada vivienda. Este riesgo se clasifica en bajo con un puntaje de 3, medio de 4 a 6 y alto de 7 a 17.

Se realizó de igual forma un análisis comparativo de la positividad y negatividad a larvas y pupas en los depósitos de agua de ambos grupos, así como de las variables ambientales y del agua, mediante las pruebas de U-Mann-Whitney, Fisher y Wilcoxon de acuerdo al tipo de variables. Asimismo, se realizaron comparaciones entre los dos grupos de intervención tanto en el pre como en el post, para determinar diferencias en el promedio de recipientes con agua, en el promedio de recipientes con larvas y en el promedio de recipientes con pupas.

Se calcularon los indicadores entomológicos de acuerdo a lo establecido en la tabla 13. Una vez calculados los indicadores entomológicos por grupos se procedió a clasificar el nivel operativo en el que se encontraban al inicio y al final de la intervención. Dicho nivel operativo podía ser óptimo, bueno, alarma o emergencia de acuerdo a distintos puntos de corte para cada indicador (Tabla 6). Con esto se midió el impacto estimado del grupo intervenido comparado con el grupo control, bajo el supuesto de que pasaría si no se realizaría la intervención (76).

Aplicando esta metodología se logró comparar el cambio en los resultados obtenidos durante la intervención en los dos grupos. Cabe resaltar que ambos grupos fueron equivalentes y únicamente diferentes en el tipo de intervención.

Con el fin de determinar la efectividad del control biológico contra larvas y pupas de *Aedes aegypti* en viviendas de Xochitepec, Morelos. Para el análisis del impacto se recurrió al modelo de regresión lineal de diferencias en los promedios de recipientes con agua con presencia de larvas y/o pupas de ambos grupos, de acuerdo a la siguiente ecuación

$$Y = \mu + \lambda \cdot D + \omega \cdot T + \alpha \cdot (D \cdot T) + \varepsilon$$

En donde:

μ =constante

D= tipo de intervención (pez=1, abate=0)

T=tiempo (antes de la intervención=0, después de la intervención=1)

α = impacto de la intervención

CONSIDERACIONES ÉTICAS

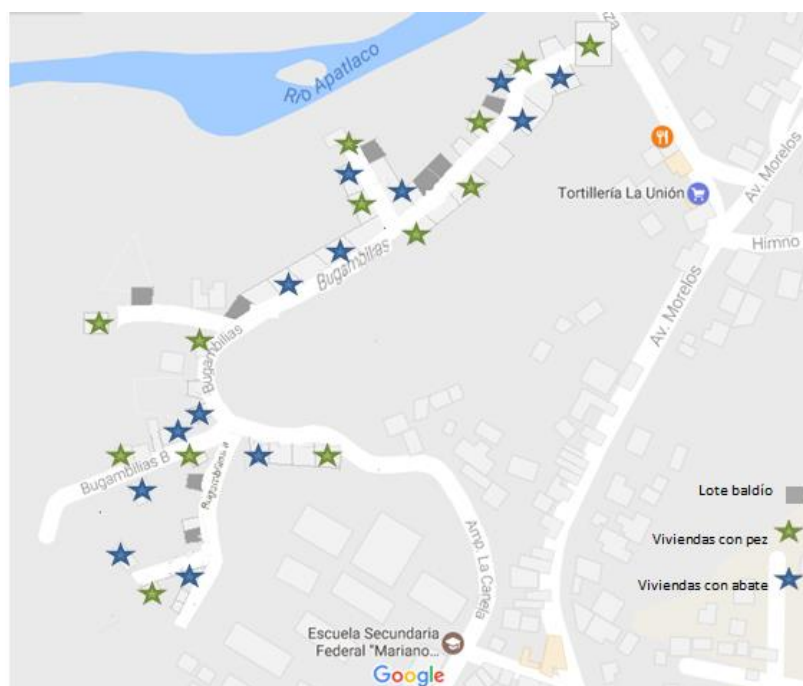
A las personas se les invitó a participar en el estudio y mediante la carta de consentimiento informado (Anexo 4) se les informó a cerca de las actividades a realizar durante la intervención. Al inicio de la visita se les solicitó permiso de entrada para verificar los depósitos de agua, si la vivienda cumplía con los criterios de inclusión se les invitó a participar de manera voluntaria. Se les explicó que el larvicida Temephos 1% o peces del genero *Poecilia maylandi* no representan ningún riesgo para su salud y que podían abandonar el estudio en cualquier momento.

RESULTADOS

Se convocó a los locatarios de las viviendas residentes en la colonia Ampliación La Canela (Figura 11) con la finalidad de comunicar a la población las actividades programadas a realizar y la finalidad del estudio, así como para solicitarles su participación en la intervención. A dicha reunión acudieron un total de los 17 participantes, 11 mujeres y 6 hombres pertenecientes a la colonia seleccionada. Durante la reunión se dieron a conocer las actividades a realizar, así como los potenciales beneficios de su participación al contribuir para la evidencia científica del estudio y de esta manera reforzar las acciones dirigidas a controlar el dengue (Anexo 5).

Posterior a dicha asamblea se realizó el primer recorrido en la colonia y se determinó el Índice de condición de vivienda (ICV) y se aplicó la encuesta entomológica con el fin de obtener una medición basal y un panorama general de las condiciones entomológicas y socioeconómicas de la población a intervenir (Anexo 6).

Figura 11. Mapa de la colonia Ampliación La Canela



Fuente: Elaboración propia con datos de Google maps

Durante el primer recorrido por la colonia se encontraron un total de 65 viviendas, de las cuales 31 viviendas fueron censadas, 29 estuvieron cerradas, 2 fueron lotes baldíos, 2 imposibilitadas y 1 renuente.

Posteriormente se repartieron los peces y el abate en las viviendas seleccionadas. De las 24 viviendas intervenidas se inspeccionaron depósitos de almacenamiento de agua a cielo abierto: 14 tanques, 7 piletas y 3 tambos.

El volumen de los depósitos de almacenamiento de agua fue variado desde los 600 hasta los 3500 litros de capacidad, con un promedio de 1500 litros. Todos los depósitos de agua fueron tratados, el grupo tratado con peces se le colocaron 2 peces en cada depósito y el grupo tratado con abate se les colocó a razón de 1 ppm (dosis recomendada por la Secretaria de Salud) sobre una tela malla y suspendido por medio de un flotados (botella de plástico PET, proporcionada por el habitante de la vivienda) (Anexo 7). A pesar de los tonos grises del pez (menos atractivo que el guppy) el *P. Maylandi* tuvo una adecuada aceptación en la población.

Índice de condición de vivienda antes de la intervención

En la tabla 8 se presentan los resultados de las variables incluidas para determinar el ICV. Las 31 viviendas fueron clasificadas en **riesgo alto** para enfermedades transmitidas por vector (mayor de 7 puntos) con un promedio de 12.12 puntos. Las viviendas del grupo intervenido con *Poecilia maylandi* presentaron antes de la intervención un ICV promedio de 13.18 y las viviendas con Temephos un ICV promedio de 12.31, sin diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de ambos grupos ($p = .202$).

Tabla 8. Evaluación del Índice de condición de las viviendas en ambos grupos, antes de la intervención.

Indicador	Característica	Riesgo	Viviendas censadas (N=31)	%
-----------	----------------	--------	---------------------------	---

Apariencia de la casa				
Huecos en paredes	Ausentes	Bajo	4	13
	Pocos	Medio	15	48
	Muchos	Alto	12	39
Ventanas y puertas	Con mosquitero	Bajo	18	58
	Sin mosquitero	Alto	13	42
Recipientes con agua	Ninguno	Bajo	0	0
	Tapados	Medio	10	32
	Sin tapar	Alto	21	68
Apariencia global de la casa				
Riesgo de la vivienda	Bajo	Bajo	3	10
	Medio	Medio	23	74
	Alto	Alto	5	16
Sombra del patio				
% de sombra del patio	(<25%)	Bajo	19	61
	(26 – 50%)	Medio	12	39
	(> 50%)	Alto	0	0
Suciedad en el patio				
Suciedad en el patio	Limpio	Bajo	2	6
	Algo sucio	Medio	23	74
	Sucio	Alto	6	20

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

La presencia de larvas y/ o pupas se observó en un total de 9 viviendas de las 31 evaluadas (Anexo 6).

Resultados del seguimiento semanal

Se obtuvieron un total de 134 mediciones de 6 verificaciones semanales en las viviendas intervenidas, en la tabla 9 se observa el desglose

semanal de mediciones en ambos grupos.

Tabla 9. Número de mediciones de seguimiento semanal en las viviendas intervenidas de ambos grupos

Tipo de control	Semanas						Total de mediciones
	1	2	3	4	5	6	
<i>P. Maylandi</i>	11	11	9	10	11	10	62
Temephos 1%	13	11	12	12	12	12	72
Total de viviendas	24	22	21	22	23	22	134

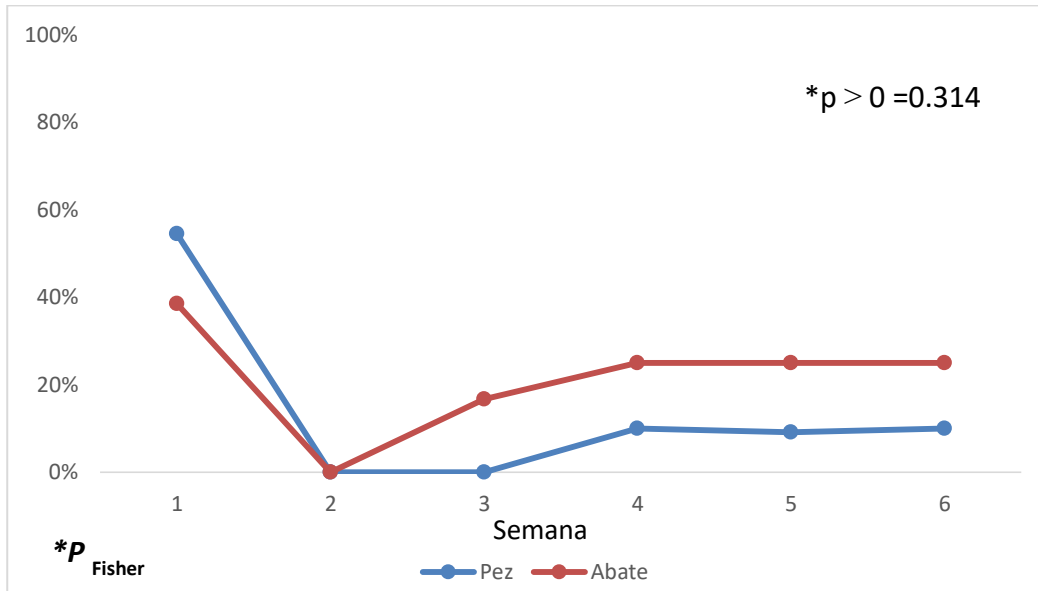
Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

En el total de las observaciones se mostró un ligero incremento en la temperatura y humedad ambiental, sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de abate y el de pez (Anexo 8).

Las mediciones semanales de la dureza, pH y temperatura dentro de los depósitos de agua se presentan en el anexo 9, al igual que para la temperatura y humedad ambiental no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en estas variables entre los grupos de intervención (Anexo 9).

Ambos grupos mostraron un incremento gradual en el número de larvas observadas. El grupo controlado con temephos 1% fue el que mayor número de recipientes con larvas registró, observándose este aumento a partir de la 3ra semana. Mientras que en el grupo controlado con *Poecilia maylandi* a partir de la 4ta semana es cuando se observa el incremento (Gráfica 4), que a su vez coincide con el inicio de la temporada de lluvias, lo cual es un fenómeno esperado de estas poblaciones vectoriales (Anexo 10).

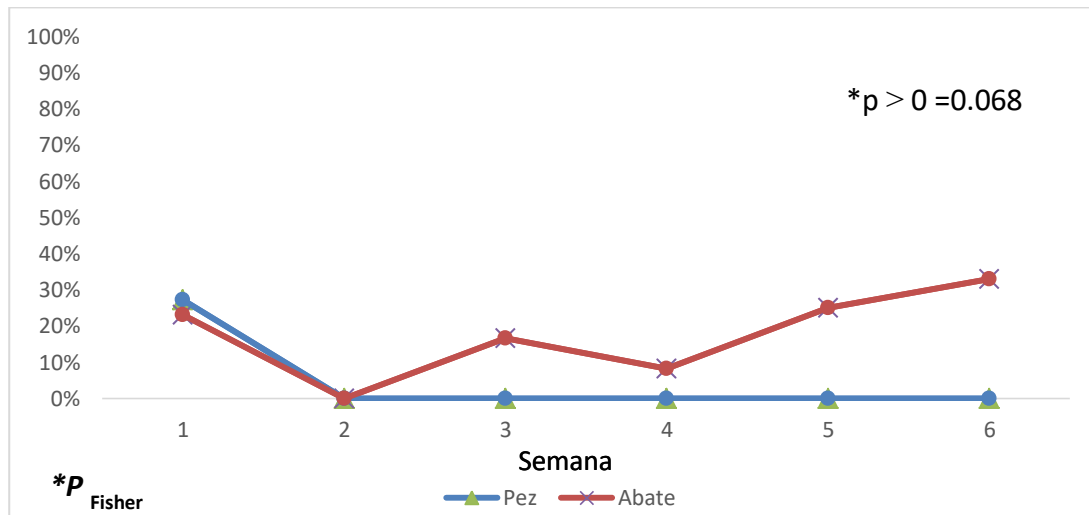
Gráfica 4. Proporción de depósitos de agua con presencia de larvas en ambos grupos durante el seguimiento semanal



Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

El grupo controlado con temephos 1% fue el que mayor número de recipientes con pupas registró, observándose este aumento a partir de la 4ta semana, mientras que el grupo controlado con *Poecilia maylandi* a partir de la 2da semana descendió el número de recipientes con pupas a cero y se mantuvo así durante el periodo de estudio (Gráfica 5) (Anexo 10). La positividad a larvas de los depósitos de agua a cielo abierto en la última observación fue del 25% en el grupo controlado con abate y el 10% en el grupo controlado con peces.

Gráfica 5. Proporción semanal de depósitos de agua con presencia de pupas en ambos grupos durante el seguimiento semanal.



Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Como se observa en las gráficas 4 y 5 se presentó una disminución en la efectividad del grupo controlado con Temephos 1% a partir de la 3ra semana, mientras que en el caso del grupo con *Poecilia maylandi* esta disminución es menor y se da a partir de la 4ta semana.

Se observaron diferencias, aunque no estadísticamente significativas entre los grupos de intervención, en cuanto a proporciones de depósitos de agua con larvas y pupas (Anexo 10).

Durante el periodo de estudio el grupo intervenido con Temephos 1% presento un promedio semanal de 1.231 larvas y de .846 pupas, mientras que el grupo intervenido con *Poecilia maylandi* presento un promedio semanal de .818 larvas y .273 pupas; las diferencias en los promedios por grupo de intervención tanto para larvas como para pupas no fueron estadísticamente significativos, con un valor de p de .730 para larvas y .061 para pupas.

Sobrevida de los peces *Poecilia maylandi*

De los 22 peces colocados en 11 viviendas (dos peces por depósito de agua) murieron solo 3 lo que indica un 86% de sobrevida.

Encuesta entomológica antes y después de la intervención

Mediante la encuesta entomológica aplicada antes y después de la intervención se contabilizaron en ambos grupos, el total de recipientes explorados y su tipología, observando que los principales depósitos de almacén de agua con presencia de larvas y pupas son: en tanques y tambos, pilas y piletas, botes y cubetas, baños y tinas (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación del total de recipientes explorados en las viviendas en ambos grupos

Tipo de recipiente	Recipientes		Con agua		Larvas		Pupas	
	Pre N=31	Post N=28	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Tanques y Tambos	19	19	18	17	3	1	3	0
Llantas	10	6	0	0	0	0	0	0
Pilas y Piletas	14	14	13	8	3	3	1	0
Tinacos	23	23	20	21	0	1	0	0
Botes y Cubetas	153	114	44	9	1	0	1	0
Cisternas	9	9	9	9	0	0	0	0
Macetas	410	363	2	2	0	0	0	0
Floreros	7	6	1	3	0	0	0	0
Baños y Tinas	18	16	14	14	3	1	3	1
Sanitarios	22	18	17	13	0	0	0	0
Bebedores	19	18	14	13	0	0	0	0
Diversos Chicos	162	140	12	4	0	0	0	0
Diversos Grandes	15	19	2	1	0	0	0	0

Total	881	765	166	114	9	6	8	1
--------------	-----	-----	-----	-----	---	---	---	---

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

A partir de la encuesta entomológica se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 11, en donde se realiza una comparación por grupo de intervención de las viviendas positivas a larvas o pupas antes de la intervención y otra comparación después de la intervención como se muestra en la tabla en la que previamente a la intervención no existe diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.675$) entre grupos de intervención en cuanto a número de viviendas positivas, mientras que en el post el grupo intervenido con *Poecilia maylandi* presenta menor número de viviendas positivas en comparación al grupo con temephos con una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.016$).

Tabla 11. Número de viviendas positivas a larvas o pupas en ambos grupos, antes y después de la intervención.

Tipo de intervención	Pre		Post	
	<i>Poecilia maylandi</i>	Temephos 1%	<i>Poecilia maylandi</i>	Temephos 1%
Viviendas positivas	5	4	0	6
Viviendas negativas	6	9	11	7
Total	11	13	11	13
P	.675		.016	

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

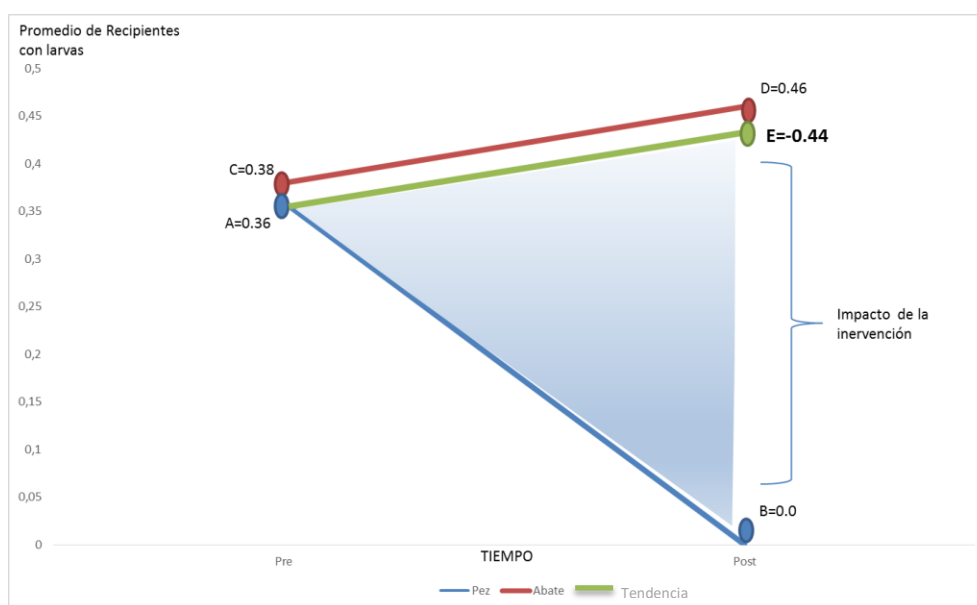
En el anexo 11 se presentan los resultados de las comparaciones entre dos grupos de intervención tanto en el pre como en el post, para determinar diferencias en el promedio de recipientes por vivienda (potenciales criaderos), en el promedio de recipientes con agua, en el promedio de recipientes con larvas y en el promedio de recipientes con pupas. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos de intervención en ninguno de estos promedios antes de la intervención, ni después de la intervención (Anexo11).

En ambos grupos hubo una reducción estadísticamente significativa al final de la intervención, en el promedio de recipientes por vivienda y en el promedio de recipientes con agua por vivienda (Anexo 11). En el grupo intervenido con abate no hubo una reducción estadísticamente significativa en el promedio de recipientes con larvas ni de recipientes con pupas. Mientras que en el grupo intervenido con *Poecilia maylandi* si se observó al final de la intervención una reducción estadísticamente significativa en los promedio de recipientes con larvas y con pupas, es decir se rechaza la hipótesis nula y se puede concluir que el utilizar el *Poecilia maylandi* en el control de larvas y pupas permite la reducción de larvas y de pupas de *Aedes aegypti* en un periodo de 6 semanas. A diferencia de controlar con abate.

Efectividad de *Poecilia maylandi* en el control de larvas y pupas del *Aedes aegypti*

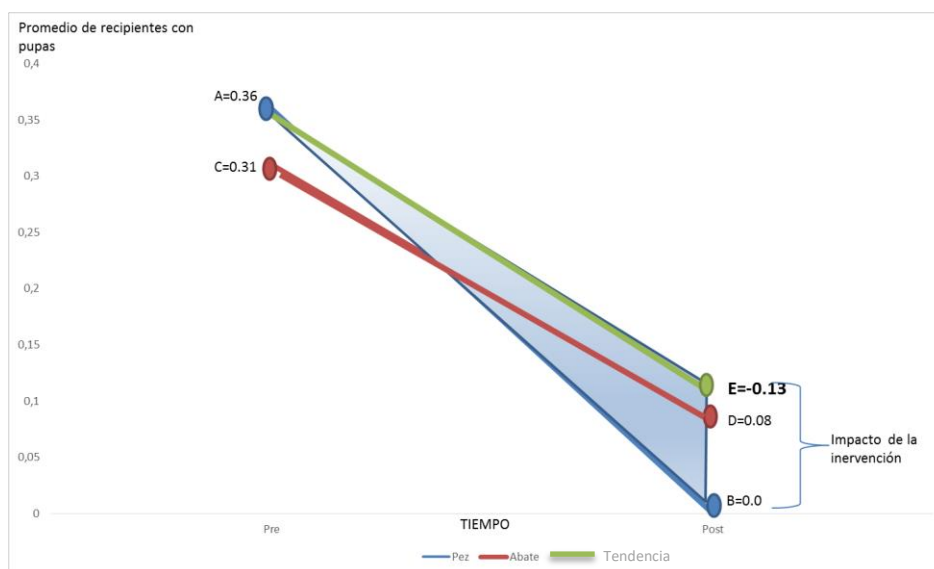
En las gráficas 6 y 7 se observa de manera gráfica el impacto de la intervención con *Poecilia maylandi* en cuanto a la disminución en el promedio de recipientes con larvas y pupas, en comparación con la intervención con temephos 1%.

Gráfica 6. Esquema grafico del impacto de la intervención del promedio de recipientes con larvas



Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Gráfica 7. Esquema grafico del impacto de la intervención del promedio de recipientes con pupas



Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

El impacto de la intervención con *Poecilia maylandi* obtenido a través del modelo de diferencias de diferencias fue de una reducción del 44% en el promedio de recipientes con larvas y del 13% en el promedio de recipientes con pupas. (Tabla 12). A pesar de que se demostró una disminución en los promedios de recipientes positivos estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Tabla 12. Coeficientes de los modelos de diferencias de diferencias para evaluar el impacto de la intervención con *Poecilia maylandi*

numerolarvas	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
intervencion	-.020979	.2034647	-0.10	0.918	-.4310352	.3890772
tiempo	.0769231	.1948026	0.39	0.695	-.3156758	.469522
ddtt	-.4405594	.2877426	-1.53	0.133	-1.020466	.1393476
_cons	.3846154	.1377463	2.79	0.008	.107006	.6622247

numeropupas	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
intervencion	.0559441	.1772621	0.32	0.754	-.3013042	.4131923
tiempo	-.2307692	.1697155	-1.36	0.181	-.5728084	.111127
ddtt	-.1328671	.2506865	-0.53	0.599	-.6380925	.3723582
_cons	.3076923	.120007	2.56	0.014	.0658341	.5495505

Lo que indica para larvas:

$$Y = 0.38 + (-0.021 D) + (0.077 T) + (-0.44) (D \cdot T) + E$$

Valor de $p=0.133$

Y para pupas:

$$Y = 0.31 + (-0.056 D) + (-0.23 T) + (-0.13) (D \cdot T) + E$$









Valor de $p=0.599$

Índices entomológicos

Finalmente se calcularon los índices entomológicos para la evaluación del nivel de control operativo de vector tanto para el pre como en el post intervención. Se observa que en el grupo de viviendas intervenidas con *Poecilia maylandi* se logró un nivel óptimo, a diferencia de en el grupo intervenido con temephos 1% en el cual se mantuvo un nivel operativo de emergencia (Tabla 13).

Tabla 13. Indicadores entomológicos de la Colonia Ampliación La Canela

Indicador	Fórmula	Pre- Viviendas con <i>Poecilia maylandi</i>	Post- Viviendas con <i>Poecilia maylandi</i>	Pre- Viviendas con Temephos 1%	Post- Viviendas con Temephos 1%
Índice de Casas Positivas I.C.P.	$\frac{\text{Casas con recipientes positivos}}{\text{Casas exploradas}} \times 100$	5 / 11 X 100 = 45.45	0 	4 / 13 X 100 = 30.76	6 / 13 X 100 = 46.15
Índice de Recipientes Positivos I.R.P.	$\frac{\text{Recipientes positivos}}{\text{Recipientes con agua explorados}} \times 100$	8 / 69 X 100 = 11.59	0 	9 / 85 X 100 = 10.58	7 / 64 X 100 = 10.93

Índice de Breteau	$\frac{\text{Recipientes positivos}}{\text{Casas Exploradas}} \times 100$	8 / 11 X 100=	0	9 / 13 X 100=	7 / 13 X 100=
I.B.		72.72			69.23  53.84 
Índice de Casa Positiva a Pupas	$\frac{\text{Casas positivas a pupas}}{\text{Casas Exploradas}} \times 100$	4 / 11 X 100=	0	3 / 13 X 100 = 23.07	1 / 13 X 100 = 7.69
I.C.P.P.		36.36			
Nivel de control operativo		 Óptimo	 Bueno	 Alarma	 Emergencia

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Cierre de la intervención

Posterior a la última verificación se convocó a los locatarios a una asamblea para dar a conocer los resultados del estudio. A esta asamblea asistieron 14 locatarios, 11 mujeres y 3 hombres, y los participantes reconocieron la importancia de un adecuado control del vector en su comunidad y solicitaron la realización de futuros talleres interactivos temas como: identificación de potenciales criaderos del vector en su domicilio, aprendizaje de realización de repelentes caseros, como velas, cremas y aceites con la función repelente. Además de talleres con otras medidas de control.

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de la intervención fue la disminución del promedio de recipientes con larvas y con pupas del grupo intervenido con pez en comparación con el grupo intervenido con abate. Mostrando un impacto de 44% para larvas y de 13% para pupas, considerando al grupo intervenido con abate como el grupo de comparación. Aunque dicho impacto no fue significativo, probablemente por el tamaño de la muestra. Lo cual sugiere que sería importante realizar otro estudio con un tamaño de muestra mayor que comprenda además un grupo control si intervención, esto de ser éticamente posible.

Los datos generados durante el análisis indican que al inicio del estudio ambos grupos fueron comparables, sin diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las siguientes características de las viviendas: número de recipientes con agua, presencia de mosquiteros en puertas y ventanas, huecos en paredes, riesgo de la vivienda, sombra del patio y suciedad en el patio. Además, ambos grupos antes de la intervención presentaron un nivel de riesgo alto para la presencia del *Aedes aegypti*.

De igual forma se comprobó en todas las mediciones semanales, que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en cuanto a otras variables potencialmente confusoras como: temperatura y humedad ambiental, pH, dureza y temperatura del agua. No se consideraron otras posibles variables confusoras que en otros estudios si han incluido como la edad y talla del pez, ya que resulta difícil este control dado que el estudio no fue realizado dentro de un laboratorio (74).

El análisis de los datos de manera separada nos muestran una disminución significativa entre el pre y el post del promedio de recipientes con larvas y con pupas en el grupo intervenido con *Poecilia maylandi*, coincidiendo en la capacidad larvifaga del pez guppy (73).

No fueron estadísticamente significativas las diferencias del seguimiento semanal de las viviendas positivas a larvas y pupas, así como en la

comparación pre-post del promedio de recipientes con larvas y con pupas en las viviendas intervenidas con temephos 1%.

Al analizar los datos obtenidos de la encuesta entomológica pre-post intervención se logró comparar la situación del vector así como el riesgo de la reproducción del mismo, de la cual se obtuvo que a pesar de la disminución de larvas y de pupas en el grupo intervenido con *Poecilia maylandi* no existe diferencia estadísticamente significativa comparado con el temephos al 1%, lo cual se pudiera explicar debido a que la densidad vectorial era baja y el seguimiento fue corto. Sin embargo en un estudio previo se sustenta que el uso de peces de una especie similar como es el *Poecilia reticulata* en el control vectorial, esta especie ha mostrado adecuado control vectorial debido a su capacidad larvífaga, en el cual se ajustaron las variables de peso, talla, temperatura y pH (16).

Así mismo se logró identificar que los principales tipos de recipientes presentes en las viviendas que pueden convertirse en criaderos potenciales varían de acuerdo a la temporalidad; ya que se observó que durante la temporada de lluvias, la gran mayoría de estos son recipientes pequeños como: diversos chicos, botes y macetas, lo que contrasta durante la época de sequía, donde los depósitos de almacenamiento de agua para uso doméstico como tanques y piletas son los principales criaderos potenciales.

De acuerdo al número de recipientes promedio pre-intervención en las viviendas de ambos grupos el grupo controlado con abate presentó un mayor número de recipientes comparado con el grupo de viviendas intervenido con pez, sin embargo esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Lo que respecta al post-intervención se logró observar una reducción del número promedio de recipientes que en ambos grupos fue estadísticamente significativa, esta reducción pudiera atribuirse a la presencia de intervenciones educativas durante el seguimiento semanal, así como una campaña de descacharrización organizada por el Ayuntamiento de Xochitepec (8/Mayo/2017) y un buen manejo y recolección de los residuos sólidos de las viviendas. Es decir que ambos grupos recibieron el mismo tratamiento, acciones de promoción de la salud y cuidados del

patio limpio.

A pesar de que al inicio del estudio el total de las viviendas intervenidas con *Poecilia maylandi* contaron con un mayor promedio de recipientes con larvas, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Así mismo se observó que el grupo controlado con abate presenta una tendencia sostenida en la disminución de la efectividad del control vectorial, lo que pudiera deberse a la disminución de la residualidad del efecto del larvicida. Actualmente al utilizar un control químico como el temephos 1% se ha observado un incremento en las resistencias así como afectación a los ecosistemas (16).

Los rangos de los depósitos de agua variaron desde 600 litros hasta 3500 litros, una ventaja que se observó en el grupo controlado con peces fue que para demostrar su efectividad solo fue necesario colocar 2 peces por depósito, comparado con el grupo intervenido con abate el cual es necesario una adecuada dosificación para observar su efecto larvicida.

La sobrevivencia del pez fue del 86%, en la última verificación todos los depósitos de agua controlados con pez estuvieron negativos. Este tipo de pez fue aceptado favorablemente en las viviendas y demostró ser una alternativa al control químico. Además de esta adaptación y sobrevivencia del pez, también se valora que esta alternativa resulta ser económica en comparación a otro tipo de control, el cual es viable su aplicación en cisternas, tinajas y tanques de agua (17).

Cabe destacar que al analizar los índices entomológicos y el nivel de control operativo vectorial, el grupo con pez logró un nivel óptimo, mientras que el grupo con abate a pesar de que presentó una disminución continuó en niveles de emergencia.

Durante la última asamblea los propietarios de las viviendas reconocieron la importancia de realizar acciones de patio limpio y solicitaron la realización de

talleres educativos para adquirir conocimiento acerca de prevención de enfermedades transmitidas por el vector *Aedes aegypti*.

Este tipo de control tendría mayor efectividad al ser acompañado de la estrategia de "Patio limpio", ya que si los patios se encuentran libres de potenciales criaderos, el depósito de agua sería controlado con *Poecilia maylandi*, de esta forma se contribuye a disminuir la densidad vectorial y a su vez disminuir la incidencia de casos de dengue.

Este tipo de biocontrolador resultó ser amigable con el medio ambiente ya que no causa un impacto ambiental y tiene una adecuada aceptación en la población.

CONCLUSIONES

La aplicación del *Poecilia maylandi* resultó ser efectiva en el control de larvas y pupas del *Aedes aegypti* aplicado en los tanques de depósitos de agua en las viviendas intervenidas. Además de que al aplicar este tipo de biocontrolador se disminuye el impacto ambiental negativo ya que es una especie autóctona del estado de Morelos, que además se encuentra actualmente en peligro de extinción. Esta especie de pez demostró ser una alternativa ecológica y con capacidad larvífaga en los depósitos de agua.

Al evaluar las condiciones sociales y entomológicas en las viviendas participantes se observó que todas se encontraban en un nivel de riesgo similar para la reproducción del vector.

Se demostró una mayor capacidad larvífaga en el la capacidad del *Poecilia maylandi* comparada con el temephos 1% en los depósitos de agua evaluados.

Entre las ventajas de la aplicación de peces en las viviendas se encuentra que los niños lo adoptan como una mascota y le otorgan los cuidados necesarios, además de que mostró ser resistentes a los parámetros químicos del agua.

El uso de peces como control biológico podría disminuir los costos del control vectorial al ser utilizarlos en los tanques de almacenamiento de agua. Demostrando que el control biológico es una alternativa al control químico ya que tiene adecuada aceptación en la población a pesar de los tonos grises del pez y agregando que el efecto larvífago se mantiene a pesar de los cambios en parámetros químicos del agua.

Para alcanzar un adecuado control integral es necesaria la participación y convencimiento de la comunidad, el involucro de las autoridades municipales, así como del sector salud. Con la participación comunitaria se pretende generar conciencia colectiva y empoderamiento de la situación ya que finalmente es la propia salud de la población la que se ve afectada.

RECOMENDACIONES

Es necesario realizar un seguimiento a mayor plazo para poder tener una mejor estimación del efecto residual del control químico (2-3 meses) comparado con el efecto del control biológico ya que la vida promedio del pez que es de 3 años.

Se recomienda igualmente realizar un estudio en el cual se pudiera evaluar el costo-efectividad del *P. maylandi* en comparación con un control químico.

Sería importante replicar el estudio en regiones más vulnerables a la presencia del vector *Aedes aegypti* y aumentando el número de viviendas por grupo. Así como realizar comparaciones de un grupo intervenido con un grupo control, para observar las fluctuaciones de densidades larvianas y de ahí evaluar el impacto de cada tratamiento. Esto a partir de un diseño de intervención comunitaria, con el total de manzanas intervenidas con los diferentes tratamientos, no solo viviendas, sino considerando la unidad de medición las manzanas y así realizar las comparaciones por manzanas.

Dadas las características históricas de control del vector llevadas a cabo en el municipio sería pertinente comparar las capacidades larvifagas del *Poecilia maylandi* con el *Poecilia reticulata*.

Acompañar la aplicación del control biológico de intervenciones educativas.

LIMITACIONES

Es necesario el seguimiento semanal a mayor plazo para evaluar la residualidad del temephos 1%.

Debido a que el tamaño de la muestra fue pequeño probablemente esto impacto en la significancia estadística.

En una de las viviendas intervenidas con *P. maylandi* reportaron la mortalidad de los 2 peces debido a que los niños jugaban con estos y sufrían asfixia al ser retirados de su medio acuático, mientras que en otra vivienda desconocieron la causa de muerte de un pez. A pesar de que durante las visitas en el caso de que hubiera presentado la muerte el pez se reponía inmediatamente dicha situación impidió un seguimiento adecuado en el control de larvas en dichas viviendas.

Por cuestiones de seguridad no fue factible la elección de poblaciones con alto índice de marginación.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue realizado bajo la supervisión de la Mtra. Urinda Alamo Hernández y la Dra. Hilda Rangel Flores quienes forman parte del equipo de investigadores del INSP y a quienes me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento por hacer posible la realización de este proyecto terminal, herramienta esencial para mi formación durante la maestría. Además, de agradecer el tiempo y dedicación que se asignó para que esto saliera de manera exitosa. Agradezco a mis maestros del INSP quienes han compartido sus conocimientos y continúan formándome como una salubrista preocupada por la salud de la población. Así mismo quisiera agradecer por su contribución y dedicación durante la realización del protocolo al Dr. Ángel Francisco Betanzos Reyes.

Mi más profundo agradecimiento al Dr. Miguel Ángel Vaca Marín por su asesoría externa y su participación en el estudio. Así como a las M en C. Marlene Cortez Lugo y la M en C. Luz Angélica de la Sierra de la Vega por sus asesorías y seguimiento del estudio.

Así mismo agradezco a mi esposo Carlos Eduardo Martínez Rangel y a mis hijos Diego Armando, Eduardo Jesus, Martha Isabella y al bebe que próximamente nacerá por su apoyo y comprensión durante todo este tiempo

REFERENCIAS

1. Fajardo-Dolci G, Meljem-Moctezuma J, Vicente-Gonzalez E, Venegas-Paéz F, Mazon-González B, Aguirre-Gas H. El dengue en México conocer para mejorar la calidad de la atención. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2012;50 (6):631–9.
2. Secretaría de salud. Subsecretaria de prevención y promoción de la salud. Programa de acción específico 2007-2012 Dengue. 2008.
3. Sánchez VL. Proceso y resultados de la prevención comunitaria del dengue [Internet]. [Ciudad de la Habana]; 2006. Disponible en: http://tesis.repo.sld.cu/25/1/lizet_sanchez.pdf
4. Dengue en la region de las Américas [Internet]. 2012. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=19820&Itemid=270
5. Chungue E, Cassar O, Drouet MT, Guzman MG, Laille M, Rosen L, et al. Molecular epidemiology of dengue-1 and dengue-4 viruses. *Journal of General Virology.* el 1 de julio de 1995;76(7):1877–84.
6. Martinez-Torres E. Dengue. *Scielo.* 2008;22(64):33–52.
7. cenaprece [Internet]. [citado el 24 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/vectores/dengue.html>
8. OMS | Enfermedades transmitidas por vectores [Internet]. WHO. [citado el 24 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/es/>
9. Barrera R. Dinámica del dengue y *Aedes aegypti* en Puerto Rico. *Rev Bio med.* 2010;21(3):179–95.
10. Clark GG. Situación epidemiológica del dengue en América. Desafíos para su vigilancia y control. *Salud Pública Méx.* 1995;37:5–11.
11. Parks W, Lloyd L. Planificación de la movilización y comunicación social para la prevención y control del dengue guía paso a paso. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud; 2004.
12. Unicef. Participación social en la prevención del dengue: Guía para el promotor [Internet]. 2da edición. Argentina; 2010. Disponible en: http://www.unicef.org/argentina/spanish/manual_dengue_2edic_baja.pdf
13. Carranza TM, Marquetti FM, Vázquez CA, Montes de oca MJ. Dinámica estacional y temporal de *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) en el municipio Cienfuegos. *Rev Cubana Med Trop.* 2010;62(2):98–106.
14. Baly A, Toledo ME, Vanlerberghe V, Ceballos E, Reyes A, Sanchez I, et al. Cost-Effectiveness of a Community-Based Approach Intertwined with a Vertical *Aedes* Control Program. *Am J Trop Med Hyg.* 2009;81(1):88–93.

15. Rodríguez MM, Bisset JA, Ricardo Y, Pérez O, Montada D, Figueredo D, et al. Resistencia a insecticidas organofosforados en *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de Santiago de Cuba, 1997-2009. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. diciembre de 2010;62(3):217–23.
16. Valero N, Meleán E, Maldonado M, Montiel M, Larreal Y, Espina LM. Capacidad Larvívora del Gold Fish (*Carassius auratus auratus*) y del Guppy Salvaje (*Poecilia reticulata*) Sobre Larvas de *Aedes aegypti* en Condiciones de Laboratorio. *Revista Científica*. julio de 2006;16(4):315–24.
17. Diéguez Fernández L, Cruz Pineda C, Acao Francois L. *Aedes* (St.) *aegypti*: relevancia entomoepidemiológica y estrategias para su control. *Revista Archivo Médico de Camagüey*. junio de 2011;15(3):610–25.
18. Hernández Hernández E, Marques Pina M. Control de larvas de *Aedes aegypti* (L) con *Poecilia reticulata* Peter, 1895: una experiencia comunitaria en el municipio Taguasco, Sancti Spíritus, Cuba. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. agosto de 2006;58(2):0–0.
19. Bacallao MG, Quintana MO. Dengue Revision bibliográfica. Hospital Provincial Universitario "Arnaldo Milian Castro [Internet]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2013/mec131r.pdf>
20. OMS. Dengue y dengue grave [Internet]. 2016. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>
21. Fe L. Dengue y Dengue Hemorrágico: como problema en la Salud Pública [Internet]. 2010. Disponible en: http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/2813/mod_resource/content/0/21_El_dengue_como_problema_en_la_SP_protegido_.pdf
22. Torres-Galicia I, Cortés-Poza D, Becker I. Dengue en México: análisis de dos décadas. *Gaceta Médica de México*. 150:122–7.
23. Pano_dengue_sem_52_2015.pdf [Internet]. [citado el 25 de marzo de 2016]. Disponible en: http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/panodengue/PANORAMAS_2015/Pano_dengue_sem_52_2015.pdf
24. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México.Estado de Morelos. Xochitepec. [Internet]. INAFED Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.; 2010. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/index.html>
25. Censo de Población y Vivienda 2010.Consulta interactiva de datos [Internet]. INEGI. [citado el 26 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/lista_cubos/consulta.aspx?p=pob&c=1
26. INEGI, Censo de Poblacion y vivienda, Intercensal 2015. Tabulados básicos [Internet]. [citado el 26 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=33725&s=est>
27. SEDESOL. Catálogo de Microrregiones Morelos. [Internet]. [citado el 20 de febrero de 2016]. Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/indiMarginac.aspx?ent=17>

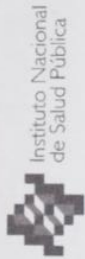
28. Comisión Nacional del Agua. Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento en el estado de Morelos. [Internet]. México; 2011. 82 p. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Subsector%20de%20APAyS%20Morelos%202011.pdf>
29. Arzeta Camero V, Castillo García V, Chavez Iñiguez M, et al. Diagnostico Integral de Salud Poblacional, Municipio de Xochitepec. INSP; 2016.
30. Velandia M, Castellanos J. Virus del dengue: estructura y ciclo viral. *Infectio*. 2011;15(1):33–43.
31. Méndez J, Bernal M, Calvache D, Boshell J. Genotipificación y análisis filogenético de cepas colombianas del virus Dengue tipo 2. *NOVA Publicación científica*. 2003;1(1):37–43.
32. Martínez-Torres E. Dengue y dengue hemorrágico: aspectos clínicos. *Salud Pública Méx*. 2015;37(1):29–44.
33. Leitmeyer K, Vaughn D, Watts D, Salas R, Villalobos I, et al. Dengue virus structural differences that correlate with pathogenesis. *Journal of virology*. 6:4738–47.
34. Gubler DJ, Clark GG. Dengue/dengue hemorrhagic fever: the emergence of a global health problem. *Emerg Infect Dis*. 1995;1(2):55–7.
35. Salvatella AR. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) y su papel como vectores en las Américas. La situación de Uruguay [Internet]. 1996. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsasv/fulltext/aede.pdf>
36. Ibañez-Bernal S, Gómez-Dantés H. Los vectores del dengue en México: una revisión crítica. *Salud Pública Méx*. 1995;37:53–63.
37. Cenaprece [Internet]. [citado el 26 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/vectores/dengue/vector.html>
38. Montero G. Biología de *Aedes aegypti*. Sitio Argentino de Producción Animal [Internet]. 2009; Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/fauna/Fauna_insectos/79-Aedes_aegypti.pdf
39. OMS | El mosquito [Internet]. WHO. [citado el 26 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/denguecontrol/mosquito/es/>
40. Fernández-Salas I, Flores-Leal A. El papel del vector *Aedes aegypti* en la epidemiología del dengue en México. *Salud Pública Méx*. 1995;37:45–52.
41. Posada P, Ferrer Y, Rodríguez I. El vector *Aedes aegypti* durante la epidemia de dengue en Ciego de Ávila. *Mediciego* [Internet]. 2010;16. Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/mciego/vol16_supl1_10/pdf/t1.pdf
42. Manrique-Saide P, Delfin-Gonzalez H, Parra-Tabla V, Ibañez-Bernal S. Desarrollo, mortalidad y sobrevivencia de las etapas inmaduras de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en neumáticos. *Rev Biomed*. 1998;9(2):84–91.
43. Promoción de la salud. Guía de acciones municipales de promoción de la salud para la prevención y control del dengue. [Internet]. Disponible en:

- http://www.cdi.salud.gob.mx:8080/BasesCDI/Archivos/Enfermedadestransmitidasporvector/Guia_de_Acciones_Municipales.pdf
44. Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases, World Health Organization, editores. Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention, and control. New ed. Geneva: TDR : World Health Organization; 2009. 147 p.
 45. Historia Natural [Internet]. [citado el 18 de abril de 2016]. Disponible en: http://sameens.dia.uned.es/Trabajos12/Trab_Publicos/Trab_2/Lorenzo_Coronado_2/DEN GUE/historia%20natural.htm
 46. San Martin JL, Bathwaite DO. La Estrategia de Gestión Integrada para la Prevención y el control del Dengue en la Región de las Américas. *Rev Panam Salud Publica*. 2007;21(1):55–63.
 47. Ortega González L. Dengue: un problema siempre emergente. *Resumed*. 2001;14(2):41–52.
 48. GuiaEntomologicaFaseLarvariaPupal.pdf [Internet]. [citado el 24 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/vectores/descargas/pdf/GuiaEntomologicaFaseLarvariaPupal.pdf>
 49. Rodríguez Cruz R. Estrategias para el control del dengue y del *Aedes aegypti* en las Américas. *Rev Cubana Med Trop*. 2002;54(3):189–201.
 50. Guzman MG, Kouri G, Martinez E, Bravo J, Riveron R, Soler M, Vazquez S, Morier L. Fiebre hemorrágica del Dengue con Síndrome de choque en niños cubanos. *Bol of Sanit Panam*. 1988;104(3):235–43.
 51. Scott B Halstead. Dengue. *Lancet*. 2007;370:1644–52.
 52. Ichiro Kurane. Dengue hemorrhagic fever with special emphasis on immunopathogenesis. Elsevier. 2007;30:329–40.
 53. Dirección de Epidemiología. Ministerio de Salud de la Nación. Enfermedades infecciosas dengue. Diagnóstico de Dengue. Guía para el equipo de salud. [Internet]. 3ra. edición. Argentina; 2013. Disponible en: <http://www.msal.gob.ar/images/stories/epidemiologia/pdf/guia-dengue.pdf>
 54. OPS. Diagnóstico de laboratorio y Pruebas Diagnósticas. En: Dengue: guías para el diagnóstico, tratamiento, prevención y control [Internet]. p. 91–109. Disponible en: <http://www.ops.org.bo/textocompleto/ndengu/ndeng31570/ndengu31570cap4.pdf>
 55. Castro MM, Machain WC, Loroño PM, Salazar MA. Respuesta inmune e inmunopatogénesis en las infecciones con el virus del dengue. *Gaceta Médica de México*. 2013;(149):531–40.
 56. Green S, Vauhn D, Kalayanarooj S, Nimmannitya S, Suntayakorn S, Nisalak A, et al. Early Immune Activation in Acute Dengue Illness Is Related to Development of Plasma Leakage and Disease Severity. *JID*. 1999;179:755–62.

57. Unicef. Participación social en la prevención del dengue: Guía para el promotor. [Internet]. Argentina; 2009. Disponible en: http://www.unicef.org/argentina/spanish/MANUAL_DENGUE_A5-FINAL_corregido.pdf
58. OMS | Gestión ambiental [Internet]. WHO. [citado el 19 de abril de 2016]. Disponible en: http://www.who.int/denguecontrol/control_strategies/environmental_management/es/
59. WHO. Reglamento sanitario Internacional (2005). [Internet]. Geneva; Herndon: World Health Organization Stylus Pub., LLC [distributor; 2009 [citado el 20 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/id/10333582>
60. SECRETARÍA DE SALUD. DOF - Diario Oficial de la Federación. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-032-SSA2-2014, PARA LA VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA, PROMOCIÓN, PREVENCIÓN Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES [Internet]. 2014 [citado el 26 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5389045&fecha=16/04/2015
61. SECRETARIA DE SALUD. DOF - Diario Oficial de la Federación NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-017-SSA2-2012, PARA LA VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA. [Internet]. [citado el 20 de octubre de 2016]. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5288225&fecha=19/02/2013
62. INDRE. Lineamientos para la vigilancia epidemiológica de dengue por laboratorio. [Internet]. 1a ed. México; 2015. Disponible en: http://www.indre.salud.gob.mx/sites/indre/descargas/pdf/Lineamientos/lineamientos_para_la_vigilancia_de_dengue.pdf
63. Mesa A, Alvarado G, Licon N, et al. Residualidad del temefos en depósitos domésticos y su efectividad en el control de larvas de *Aedes aegypti* en Honduras [Internet]. 2013 [citado el 19 de mayo de 2017]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol17_6_13/san08176.htm
64. Bisset J, Rodríguez M, San Martín J, Montoya R. Evaluación de la resistencia a insecticidas de una cepa de *Aedes aegypti* de El Salvador. *Rev Panam Salud Publica*. 2009;26(3):229–34.
65. ATSDR. Resumen de Salud Pública Malatión CAS# 121-75-5 [Internet]. 2003. Disponible en: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs154.pdf
66. Schaper S, Hernández F, Soto L. La lucha contra el dengue: control biológico de larvas de *Aedes aegypti* empleando *Mesocyclops thermocycloides* (Crustácea). *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*. junio de 1998;19(1–2):119–25.
67. Almirón W, Gürtler R, Coto H, Eiman M, Victoria M. Protocolo de acciones de control de *Aedes aegypti* [Internet]. Disponible en: <http://www.msal.gob.ar/images/stories/cofesa/2009/acta-02-09/anexo-7-control-de-vectores-02-09.pdf>
68. Instituto Nacional de Salud. Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de dengue [Internet]. Colombia; Disponible en: <http://www.ins.gov.co/temas-de-interes/dengue/03%20vigilancia%20entomo%20dengue.pdf>

69. Valdés Miró V, Castillo D, Olga A, Ferrer B, Catalina M, Cabrerías C, et al. Estratificación para la vigilancia entomológica del dengue. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. agosto de 2009;61(2):0-0.
70. Toledo RM, Baly GA, Ceballos UE, Boelaert M, Van der SP. Participación comunitaria en la prevención del dengue: un abordaje desde la perspectiva de los diferentes actores sociales. *Salud Pública Méx.* 2006;48:39-44.
71. Ministerio de Salud. Estrategia de información, educación y comunicación para el abordaje del dengue, chikunguña y zika. [Internet]. 1a ed. El Salvador; 2015. Disponible en: http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/estrategias/estrategia_iec_dengue_chik_zika.pdf
72. Arias J. El dengue en Cuba. *Revista Panamericana de Salud Pública*. abril de 2002;11(4):221-2.
73. Silva N, Tovar G, Tua G, Espig H. Capacidad larvívora del guppy salvaje (*Poecilia reticulata*) en peceras oscuras como control biológico de mosquitos en zonas domiciliarias. *Avances en ciencias de la salud*. 2012;1(2):22-6.
74. Maya E y Marañón S. Efecto del pH sobre la proporción de sexos, el crecimiento y la sobrevivencia del guppy *Poecilia reticulata* Peters, 1859. *Hidrobiológica*. 2:125-32.
75. Devezé Murillo P, Mendiola R, Lorenzo J, Sánchez Luna B. Cultivo de *Poecilia reticulata* (Pisces:Poeciliidae) en cuerpos de agua tropicales, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*. diciembre de 2004;52(4):951-8.
76. Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España. *Poecilia reticulata* Peters, 1860. Gupi [Internet]. 242-243 p. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/poecilia_reticulata_peters_1860_tcm7-286403.pdf
77. Ramírez E, Robles E, Sainz MG, Ayala R, Campoy E. Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*. noviembre de 2009;25(4):247-55.
78. Rangel Flores Hilda. Manual de procedimientos para el control biológico con peces. 2016.
79. *Metodos-de-Evaluacion-de-Impacto_50067.pdf* [Internet]. [citado el 23 de diciembre de 2016]. Disponible en: http://www.hbs.edu/faculty/Supplemental%20Files/Metodos-de-Evaluacion-de-Impacto_50067.pdf

Anexo 2. Formato de registro de verificaciones entomológicas semanales



Escuela de Salud Pública de México
INSP Maestría en Salud Pública


Tema: "Efectividad del control biológico de larvas y pupas del vector *Aedes aegypti* con peces en viviendas de Xochitepec, Morelos"

Formato de registro de verificaciones entomológicas semanales

No. De vivienda: _____	Dirección: _____	Fecha: _____ Semana: _____
Temperatura ambiental:	Recipiente intervenido con: Pez () ó Temephos () # de peces _____ Mortalidad de peces: _____ Causa: _____	Tipo de recipiente: Tanque () Tambo () Pileta ()
Humedad:		Dimensión del recipiente:
Temperatura del agua		Observaciones:
pH del agua		
Dureza del agua		
Larvas	#	
Pupas	#	

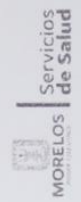
No. De vivienda: _____	Dirección: _____	Fecha: _____ Semana: _____
Temperatura ambiental:	Recipiente intervenido con: Pez () ó Temephos () # de peces _____ Mortalidad de peces: _____ Causa: _____	Tipo de recipiente: Tanque () Tambo () Pileta ()
Humedad:		Dimensión del recipiente:
Temperatura del agua		Observaciones:
pH del agua		
Dureza del agua		
Larvas	#	
Pupas	#	

Anexo 3. Formato de índice de condición de vivienda



SECRETARÍA DE SALUD
ESTADO DE MORELOS

COORDINACIÓN DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES Y ZOOZOSIS
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE LA VIVIENDA



SERVICIOS DE SALUD
ESTADO DE MORELOS

Municipio: _____ Localidad: _____ Colonia: _____ C.P. _____

Fecha: _____ JS: _____ RFC Encuestador _____

ID	DIRECCIÓN	HUEVOS, LARVAS O PUPAS		1. APARIENCIA DE LA CASA			1.c RECIPIENTES CON AGUA FUERA/ DENTRO DE LA CASA	APARIENCIA GLOBAL DE LA CASA (PROMEDIO 1a, 1b y 1c)	3. SUCIEDAD EN EL PATIO	T O T A L
		SI	NO	1.a OQUEDADES/ABERTURAS ENTRETECHOS	1.b VENTANAS Y PUERTAS	1.c				
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

NOMBRE Y FIRMA DEL ENCUESTADOR _____

NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR _____

CRITERIOS DE PUNTUACIÓN		RIESGO	PUNTUACIÓN
Índice de condición de la vivienda		Bajo	3
		Medio	4-6
		Alto	7-9

Anexo 4. Formato de consentimiento informado (hoja 1)



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA CARTA DE CONSENTIMIENTO ADULTOS

Título de proyecto: “Efectividad del control biológico de larvas y pupas del vector *Aedes aegypti* con peces en viviendas de Xochitepec, Morelos”

Estimado(a) Señor/Señora:

Introducción/Objetivo:

Buenos días (tardes), Martha Beatriz Chavez Iñiguez, alumna de la maestría en Salud Pública del Instituto Nacional de Salud Pública está realizando un proyecto de investigación como parte de su formación académica, cuyo objetivo del estudio es Evaluar la efectividad de *Poecilia maylandi* para el control de larvas y pupas de *Aedes aegypti*, en depósitos de almacenamiento de agua en viviendas de la cabecera del Municipio de Xochitepec.

El estudio se está realizando en una colonia endémica del municipio de Xochitepec, durante un periodo de 6 semanas.

Procedimientos:

Si Usted acepta participar en el estudio, ocurrirá lo siguiente:

Se le pedirá que nos permita la entrada al patio de su casa para realizar una evaluación sobre las condiciones en las que se encuentra: depósitos de agua, presencia de recipientes que puedan acumular agua, número de recipientes en los que almacena agua, ya que pueden considerarse como posibles criaderos del mosquito *Aedes aegypti* que transmite la enfermedad del dengue. En caso de que el patio se encuentre en condiciones necesarias se colocara en sus tanques de depósito de agua un control químico (larvicida Temephos 1%) o un control biológico (Peces del genero *Poecilia maylandi*), esta elección será de acuerdo a criterios del estudio. Estos tipos de control no representan ningún riesgo para la salud de su usted o su familia y tampoco provoca efectos sobre sus animales domésticos.

Como parte del estudio acudiremos a su casa una vez a la semana durante 6 semanas seguidas en un horario de 9:00 am y 3:00 pm, en el que usted puede sugerir el horario que más le convenga, cada visita que se realice se inspeccionara y se registrara el estado del recipiente de agua, el labor dentro del patio será la búsqueda de huevos, larvas o pupas del mosquito, en caso de observar presencia de estos, se procederá a su eliminación para que no implique algún riesgo, así mismo se tomara la temperatura del agua, la humedad, el pH y la dureza del agua en donde estén colocados el larvicida Temephos 1% o el pez del genero *Poecilia maylandi*, como requisito se le pide no retirarlos de los depósitos de agua, en caso de que el día de la visita domiciliaria no se encuentre en su domicilio, volveremos al día siguiente para realizar la actividad.

Beneficios: Usted no recibirá ningún beneficio directo o pago por su participación en el estudio; sin embargo, está contribuyendo en la búsqueda de alternativas en su municipio para el control del mosquito que transmite la enfermedad del dengue. A su vez, estará colaborando con el INSP en la generación de información que podría contribuir al beneficio de la comunidad.

Confidencialidad: Toda la información que Usted nos proporcione y fotografías tomadas para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto y no estará disponible para ningún otro propósito. Usted quedará

Anexo 4. Formato de consentimiento informado (hoja 2)

identificado(a) con un número de vivienda y no con su nombre. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que no podrá ser identificado(a).

Riesgos Potenciales/Compensación: Su participación en el estudio no implica ningún riesgo. Su participación es voluntaria, por lo que si en algún momento del estudio se siente inseguro o incomodo tiene derecho a retirarse de la actividad en cuanto lo desee. Usted no recibirá pago alguno por participar en el estudio, y su participación tampoco implicará algún costo para usted.

Participación Voluntaria/Retiro: La participación en este estudio es absolutamente voluntaria. Usted está en plena libertad de negarse a participar o de retirar su participación del mismo en cualquier momento. Su decisión de participar o de no participar no afectará de ninguna manera la forma en cómo le tratan en la vía pública.

Números a Contactar: Si usted tiene alguna pregunta, comentario o preocupación sobre el estudio se puede comunicar con la Directora del proyecto: Mtra. Urinada alamo Hernández, al teléfono: (777) 329 3000 ext. 3303 en un horario entre 8:00 am a 16:00 hrs o si gusta puede escribirle al correo electrónico ualamo@insp.mx ó bien si lo prefiere con la Asesora del proyecto: Dra. Hilda Rangel Flores, al teléfono: (777) 329 3000 ext. 3225 en un horario entre 8:00 am a 16:00 hrs o si gusta al correo electrónico hrangel@insp.mx

Si usted tiene preguntas o dudas generales relacionadas con sus derechos como participante de un estudio de investigación, puede comunicarse con la Presidente del Comité de Ética del INSP, Mtra. Angélica Ángeles Llerenas, al teléfono (777) 329-3000 ext. 7424 de 8:00 am a 16:00 hrs. O si lo prefiere puede escribirle a la siguiente dirección de correo electrónico etica@insp.mx

Si usted acepta participar en el estudio, le entregaremos una copia de este documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

Consentimiento para su participación en el estudio

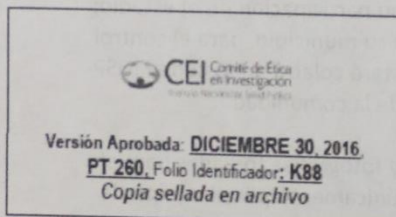
Su firma indica su aceptación para participar voluntariamente en el presente estudio.

Nombre completo y firma del participante:

Nombre completo de la persona que obtiene el consentimiento:

Nombre completo y firma del testigo:

Xochitepec, Morelos, a ____ de _____ del _____



Anexo 5. Fotografías de las reuniones con los locatarios



Anexo 6. Fotografías de la encuesta pre-intervención





Anexo 7. Fotografías de colocación del tipo de control vectorial en las viviendas



Anexo 8. Condiciones ambientales de las viviendas intervenidas

Promedio semanal de temperatura ambiental (°C) en las viviendas intervenidas por grupos

Intervención	Semana					
	1	2	3	4	5	6
Pez	28,345	29,564	29,078	28,92	31,273	29,61
Abate	28,423	29,791	29,233	29,192	31,175	29,042
U-Mann-Whitney	71	56	52,5	48	59	45
p	0,977	0,767	0,915	0,428	0,668	0,321

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Promedio semanal de humedad ambiental (%) en las viviendas intervenidas por grupos

Intervención	Semana					
	1	2	3	4	5	6
Pez	31,727	32,27	38,56	47,4	63,36	76,2
Abate	31,231	31,73	38,33	44,25	63,42	74,67
U-Mann-Whitney	63	51	43,5	42	55,5	49
p	0,618	0,527	0,448	0,233	0,512	0,466

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Anexo 9. Condiciones de los depósitos de agua de las viviendas intervenidas

Promedio semanal de la dureza (ppm) de los depósitos de agua a cielo abierto en las viviendas intervenidas por grupos

Intervención	Semana					
	1	2	3	4	5	6
Pez	236,82	411,27	398,78	405,3	402,09	432,1
Abate	289,85	422,64	399,42	399,25	409,17	385,83
U-Mann-Whitney	48,5	54	53	56	58,5	42
p	0,182	0,668	0,943	0,792	0,644	0,235

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Promedio semanal del pH de los depósitos de agua a cielo abierto en las viviendas intervenidas por grupos

Intervención	Semana					
	1	2	3	4	5	6
Pez	7,036	6,918	6,978	6,87	6,936	6,98
Abate	7,054	6,9	6,992	6,967	6,958	6,992
U-Mann-Whitney	66	59	50,5	36,5	58	59
p	0,748	0,919	0,795	0,111	0,611	0,945

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Promedio semanal de temperatura de los depósitos de agua a cielo abierto en las viviendas intervenidas por grupos

Intervención	Semana					
	1	2	3	4	5	6
Pez	26,727	22,327	22,489	23,05	24,445	23,52
Abate	26,546	23,036	22,15	24	24,167	22,792
U-Mann-Whitney	56,5	40	49	40	61,5	34
p	0,382	0,177	0,722	0,186	0,782	0,086

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Anexo 10. Proporción de depósitos de agua con larvas y pupas en ambos grupos durante el seguimiento semanal.

Proporción de depósitos de agua con larvas en ambos grupos durante el seguimiento semanal

Intervención	Semana											
	1		2		3		4		5		6	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Pez	6	54,5	0	0	0	0	1	10	1	9,1	1	10
Abate	5	38,5	0	0	2	16,7	3	25	3	25	3	25
<i>P</i>_{fisher}	0,353				0,314		0,368		0,329		0,368	

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Proporción de depósitos de agua con pupas en ambos grupos durante el seguimiento semanal

Intervención	Semana											
	1		2		3		4		5		6	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Pez	3	27,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abate	3	23,1	0	0	0	0	1	8,3	3	25	4	33,3
<i>P</i>_{fisher}	0,59						0,545		0,124		0,068	

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Anexo 11. Comparación entre grupos de intervención y entre mediciones pre-post intervención de los promedios de recipientes por vivienda, recipientes con agua por vivienda, recipientes con larvas y recipientes con pupas.

Comparación de recipientes promedio por vivienda, entre grupos de intervención y entre mediciones pre-post intervención

Tipo de intervención	Promedio de recipientes pre intervención	Promedio de recipientes post intervención	$P_{U\text{-Mann-Whitney}}$	Diferencia de promedios de recipientes pre-post intervención
Pez	33.91	29.00	.003	4.91
Abate	39.08	34.31	.002	4.77
$P_{U\text{-Mann-Whitney}}$	0.977	0.954		P_{Wilcoxon} .792

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Comparación de recipientes promedio con agua por vivienda, entre grupos de intervención y entre mediciones pre-post intervención

Tipo de intervención	Promedio de recipientes con agua pre intervención	Promedio de recipientes con agua post intervención	$P_{U\text{-Mann-Whitney}}$	Diferencia de promedios de recipientes con agua pre-post intervención
Pez	6.82	4.36	.037	2.81
Abate	7.00	5.08	.010	1.61
$P_{U\text{-Mann-Whitney}}$	0.907	0.362		P_{Wilcoxon} .297

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Comparación de recipientes promedio con larvas por vivienda, entre grupos de intervención y entre mediciones pre-post intervención

Tipo de intervención	Promedio de recipientes con larvas pre intervención	Promedio de recipientes con larvas post intervención	$P_{U\text{-Mann-Whitney}}$	Diferencia de promedios de recipientes con larvas pre-post intervención
Pez	0.36	0	.046	.364
Abate	0.38	0.46	.564	-.077
$P_{U\text{-Mann-Whitney}}$	0.888	0.11		P_{Wilcoxon} .046

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación

Comparación de recipientes promedio con pupas por vivienda, entre grupos de intervención y entre mediciones pre-post intervención

Tipo de intervención	Promedio de recipientes con pupas pre intervención	Promedio de recipientes con pupas post intervención	$P_{U\text{-Mann-Whitney}}$	Diferencia de promedios de recipientes con pupas pre-post intervención
Pez	0.36	0	.046	.364
Abate	0.31	0.08	.083	.231
$P_{U\text{-Mann-Whitney}}$	0.584	0.358		P_{Wilcoxon} .485

Fuente: Datos obtenidos del proyecto de investigación