

Inclusión comunitaria y aplicación de bacillus thuringiensis h-14, variedad israelensis, en ecosistemas urbanos de aedes aegypti. un modelo de intervención contra el dengue en Florencia de Mora

Community inclusion and application of bacillus thuringiensis h-14 var. israelensis in urban ecosystems of aedes aegypti, as an intervention model against dengue in Florencia de Mora

Ofelia Córdova Paz Soldán¹
Milagritos León Castillo²,
José González Cabeza³,
Franklin Vargas Vasquez⁴,
Sonia Reyes Castro⁵

RESUMEN

La aplicación de insecticidas ha sido la base para el control de mosquitos; sin embargo, su continuo uso ha seleccionado individuos resistentes en las poblaciones de mosquitos. Es por ello, evaluar la efectividad larvicida de *Bacillus thuringiensis var israeliensis (Bti)* integrándolo a estrategias participativas de la comunidad garantiza el éxito en el control de *Aedes aegypti*. En este sentido, se realizó encuestas y talleres educativos en cuatro sectores del distrito de Florencia de Mora, y la colecta de estadios larvarios, pupales y de huevecillos de *Aedes aegypti* para su exposición a esporas de *Bacillus thuringiensis*. Resultando en una comunidad que reconocen la utilidad de la participación en el control de *Ae. aegypti*, pero desconoce que la fumigación sirve para eliminar el mosquito, que el dengue se transmite por bacterias o que la enfermedad pasa de un cuadro leve a grave.

En cuanto a la posibilidad de intervención, las personas están parcialmente de acuerdo con aceptar que en su vivienda se coloque una ovitrampa para controlar el vector del dengue y participar activamente en charlas de prevención. No obstante

1 Bióloga-Microbióloga, post doctoral, Universidad Privada Antenor Orrego.

2 Enfermera, magister, Universidad Privada Antenor Orrego.

3 Biólogo, doctor, Universidad Privada Antenor Orrego.

4 Biólogo-Microbiólogo, doctor. Universidad Nacional de Trujillo.

5 Bióloga, magister, Hospital Distrital El Esfuerzo-Florencia de Mora.

reconocen que es mejor la prevención del dengue antes que la enfermedad y aceptan la práctica de acciones protectoras para mejorar su bienestar, salud y calidad de vida.

Las intervenciones produjeron diferencias significativas en los tratamientos de pretest y postest y una reducción significativa de los índices entomológicos. En conclusión, las opiniones de la población acerca de la participación comunitaria posibilita el diseño de nuevas estrategias de control y disminución de los estadios larvarios de *Ae. aegypti*.

Palabras claves: Dengue, biolarvicida, inclusión comunitaria, *Aedes aegypti*, *Bacillus thuringiensis* var H-14

ABSTRACT

The application of insecticides has been the basis for the control of mosquitoes; however, its continued use has selected resistant individuals in mosquito populations. Therefore, evaluating the larvicidal effectiveness of *Bacillus thuringiensis* var *israeliensis* (Bti) integrating it into participatory community strategies guarantees success in the control of *Aedes aegypti*.

In this sense, surveys and educational workshops were conducted in four sectors of the district of Florencia de Mora, and the collection of larval stages, pupales and eggs of *Aedes aegypti* for their exposure to spores of *Bacillus thuringiensis*. Resulting in a community that recognizes the utility of participation in the control of *Ae. aegypti*, but does not know that fumigation is used to eliminate the mosquito, that dengue is transmitted by bacteria or that the disease goes from a mild to severe.

Regarding the possibility of intervention, people are partially in agreement with accepting that an ovitrap is placed in their home to control the dengue vector and actively participate in prevention talks. However, they recognize that dengue prevention is better than before. that the disease and accept the practice of protective actions to improve their welfare, health and quality of life.

The interventions produced significant differences in the pre-test and post-test treatments and a significant reduction in the entomological indexes. In conclusion, the opinions of the population about community participation enable the design of new control strategies and reduction of the larval stages of *Ae. aegypti*.

Key words: Dengue, biolarvicida, Community inclusion, *Aedes aegypti*, *Bacillus thuringiensis* var H-14

INTRODUCCIÓN

El dengue es una infección viral reemergente que afecta la salud pública de moradores de zonas tropicales y subtropicales.¹ Una reemergencia o emergencia que depende de la interacción del insecto vector con diversos determinantes de la comunidad, la población de *Aedes*, el cambio climático, el agente viral, la escasa disponibilidad de agua para consumo humano, las intensas migraciones a áreas no endémicas, viviendas inapropiadas en centros urbanos, inadecuada disposición de residuos, uso irracional de envases no biodegradables, neumáticos en desuso, inadecuado saneamiento ambiental e intenso tránsito urbano e interprovincial².

En las últimas décadas, la incidencia de dengue se ha incrementado 30 veces más, cada año surgen cientos de miles de casos de dengue grave, con aproximadamente 20 000 muertes¹. En el Perú se estima 848 el número de casos reportados al inicio del año 2019 y de 1586 hasta la actualidad² y en La Libertad se han detectado 892 casos confirmados, de los cuales en el distrito de Florencia de Mora con 108 casos y 45 probables³.

Entre las estrategias que se vienen realizando están orientadas a reducir la densidad poblacional del *Aedes aegypti* y la dinámica de transmisión del virus, tal como el uso del abate (temephos) como controlador larvicida². Sin embargo, estudios previos revelan que el 30% de la población peruana elimina la bolsa de abate mucho antes de que este hiciera su efecto, conllevando a un incremento del vector o a que éste persista; y por consiguiente a una medida de control ineficaz⁴, razones que motivan la aplicación de otras sustancias como *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) para el control larval de *Aedes aegypti*⁵.

Bacillus thuringiensis (Bti) es una bacteria del suelo, anaerobio facultativo, gram positivas móvil y esporogénica, que se caracteriza por la producción de uno o varios cuerpos parasporales luego de la fase de crecimiento exponencial, constituida de una o más proteínas cristalinas (ICPs) con actividad insecticida específica⁶, capaz de actuar como un controlador biológico de *Ae. aegypti* altamente específico, de lento desarrollo de resistencia e inocuo para el medio ambiente. Sin embargo, su uso en el control biológico *Ae. aegypti*, es poco frecuente⁵.

Por otro lado, la OPS/OMS en los últimos años ha venido promoviendo que las acciones de control de enfermedades transmitidas por mosquitos no solo debe estar orientada a disminuir el índice del

insecto transmisor en los ecosistemas urbanos, sino que deberían contextualizar nuevos enfoques de promoción y prevención de la salud², así como fomentar programas comunitarios que incluyan la lucha contra el vector y actividades de mejora en la eliminación adecuada de los criaderos del vector en zonas periféricas, buenas prácticas de almacenamiento de agua a fin de evitar la proliferación del estadio larvario y la presencia del vector adulto⁴.

En este sentido y tomando en cuenta que existe la necesidad de promover cambios en el comportamiento de los distintos actores de la comunidad para una gestión saludable⁷, y los pocos trabajos que relacione los hallazgos en laboratorio del uso de *Bacillus thuringiensis var. israelensis* con sus evaluaciones en el campo, es que en el presente trabajo se pretendió aplicar este bacilo en ecosistemas urbanos de *Ae. aegypti*, evaluar el efecto residual en comparación con el larvicida químico temefos, que permita un mejor uso⁶ y realizar un abordaje ecosistémico que fomente la inclusión comunitaria y nuevos paradigmas que integre la selección eficaz de insecticidas y el manejo de las infestaciones en el distrito de Florencia de Mora.

MATERIAL Y MÉTODO

Es una investigación experimental, prospectiva y transversal orientada a evaluar el efecto de la variable aplicación de *Bacillus thuringiensis* sobre la variable respuesta control del *Aedes aegypti*

2.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en el distrito de Florencia de Mora, uno de los once distritos de la provincia de Trujillo, ubicada en la región La Libertad, localizada a 104 msnm, 08°04'55" latitud sur y 79°00'09" latitud oeste. Localizado a 90 m.s.n.m. Con una extensión distrital de 36,70 Km² (según INEI), representando el 33% de la superficie total del continuo urbano de Trujillo. Cuenta con un 80% de cobertura en servicios de agua potable, alcantarillado y electrificación y tiene un nivel básico de equipamientos comunales, en proceso de implementación progresiva.

La presente investigación se realizó en dos etapas: (A) la participación comunitaria, y (B) la aplicación del *Bacillus thuringiensis* como biolarvicida de *Ae. aegypti* en ecosistemas urbanos.

2.2 Participación comunitaria

Para ello, se aplicaron encuestas a cargo de estudiantes de Enfermería de la Universidad Privada Antenor Orrego, en la etapa de inicio de la intervención y los seis meses después de la misma. Así como una entrevista semiestructurada antes y después, para explorar las creencias relacionadas con la percepción de riesgo de enfermar o morir con dengue y la severidad de la enfermedad. Data que permitió explorar los conocimientos sobre la enfermedad, comportamientos del vector y las medidas de prevención del dengue. Y tomar la decisión de realizar la intervención educativa⁷.

2.2.1 Intervención educativa

Se procedió a realizar las charlas y el taller educativo "*Unidos contra el dengue, para un cambio de conducta y adopción de participación en el recojo de inservibles, lavado y tapado de tanques*"

Actividad que permitió recoger la información sobre la existencia de criaderos intradomiciliarios antes y después de la intervención, monitoreando las conductas de cambio que contempla la estrategia educativa⁸. Los datos obtenidos fueron tabulados utilizando el software SPSS Windows versión 21.0, para su análisis.

2.2.2 Consideraciones éticas

Todos los participantes fueron informados debidamente del alcance del estudio, y se les solicitó su consentimiento de participación de modo voluntario.

2.3 Recolección de los estadios biológicos de *Ae aegypti*

Se procedió a extraer de cada depósito (larvitrapa)⁹ todos los ejemplares larvarios presentes. Algunos de estos ejemplares fueron colocados en frascos de vidrio con alcohol al 70% y etiquetados para su identificación entomológica de la Universidad.

En caso de hallar estadios pupales en cada depósito positivo, estos fueron trasladados a una bandeja de plástico de 25 cm x 30 cm con agua, para su posterior identificación taxonómica bajo microscopio estereoscópico, prestando especial atención a las trampas respiratorias y las paletas anales de los estadios de pupa.

Para la recolección de los estadios de huevos, se procedió a instalar cada cinco casas, envases oscuros (ovitrapas) de aluminio de 7 cm de diámetro, por 10 cm. de alto y 2 mm de espesor y conteniendo papel de filtro, en áreas accesibles a una altura menor de 30 cm, con vegetación y sombra durante la mayor parte del día, y próximas a los contenedores de agua. Ovitrapas⁹, previamente rotulados con datos de la casa, sitio de colocación y fecha de instalación, e instaladas por cinco días. Trascorrido el tiempo, y en caso de ser positiva la ovoposición, los huevos presentes en el papel fueron humedecidos y mantenidos a temperatura de laboratorio durante 48 horas.

2.4 Efectividad biolarvicida en ecosistemas urbanos

El efecto larvicida se determinó realizando los bioensayos y calculando las dosis letales media (DL50) del *Bacillus thuringiensis* H-14 var. israelensis (Bti)¹⁰ por triplicado para cada concentración a evaluar y sus controles. Utilizando recipientes de plásticos de 200 ml, conteniendo agua de clorada a pH = 7.2, Bti, y 30 larvas del III estadio. Los controles se prepararon en iguales condiciones uno sin el biolarvicida y otro con la dosis de biolarvicida comercial. Los porcentajes de mortalidad (%M) fue observada a las 12, 24, 48 y 72 horas de exposición, y sometidos a análisis estadísticos utilizando el programa Probit versión 1,424, con un nivel de confianza del 95%.

2.5 Análisis estadísticos

Para el procesamiento de los datos se utilizará el programa estadístico SPSS. Para la comparación del promedio, el porcentaje, y el análisis de varianza se utilizó la T de student, con un $p < 0,05$ para ser considerado estadísticamente significativa. La comparación de dos proporciones de muestras independientes se realizó utilizando pruebas no paramétricas, prueba de Kruskal-Wallis y la correlación de Spearman, y para la comparación de dos proporciones para una misma muestra la prueba G para tabla de Contingencia R x C Y la prueba de MacNemar con un nivel de significación de 0,05 para la medición de la reducción de los criaderos, la efectividad del programa educativo y el cambio de comportamiento¹¹.

RESULTADOS

3.1 Área de estudio

La presente investigación se realizó con el apoyo del personal responsable del control de Aedes en el Hospital Distrital El Esfuerzo- Florencia de Mora.



Figura 1: Localización geográfica del distrito de Florencia de Mora (A), sectorización del índice aédico en el área de estudio (B) y sector de estudio. (C)

3.2 Participación comunitaria

Las encuestas aplicadas revelaron que en cuanto al nivel de conocimiento, la mayoría de las personas desconoce que la fumigación es suficiente para eliminar el mosquito y que la enfermedad pasa de un cuadro leve a grave. Asimismo consideran que el dengue se transmite por bacterias.

Luego del taller educativo "Unidos contra el dengue, para un cambio de conducta y adopción de participación en el recojo de inservibles, lavado y tapado de tanques"

En la intervención educativa, se logró recoger la información sobre la existencia de criaderos intradomiciliarios antes y después de la intervención.

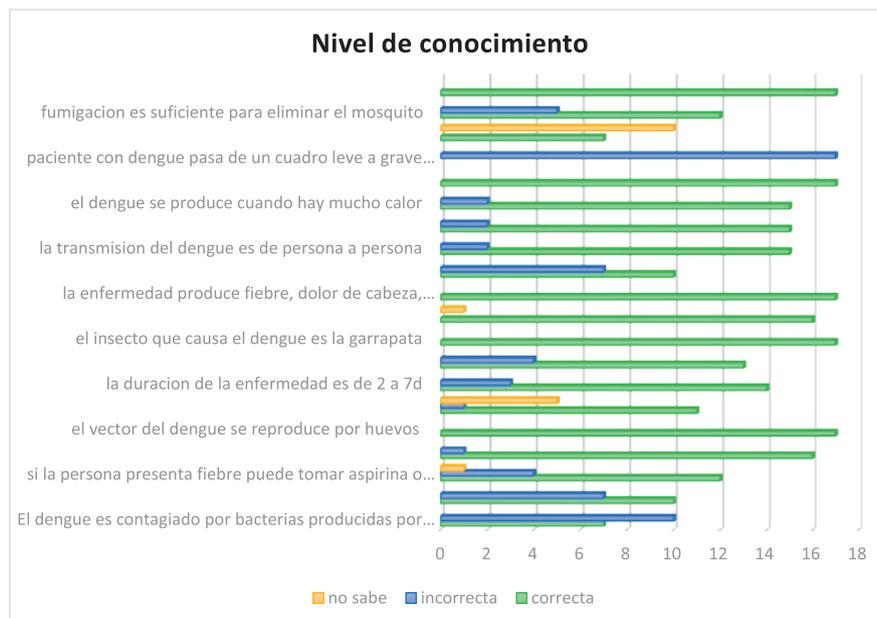


Figura 2: Nivel de conocimiento sobre el dengue y la forma de transmisión en los moradores del distrito de Florencia de Mora

Prácticas protectoras								
Nivel de conocimiento	Buenas		Regulares		Deficiente		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Alto	1	4.8	5	7.2	0	0	6	6.7
Medio	17	80.9	63	91.3	0	0	80	88.9
Bajo	3	14.3	1	1.4	0	0	4	4.4
total	21	100	69	100	0	0	90	100

En referencia a la correlación del nivel de conocimiento con las buenas prácticas protectoras o deficientes, se observa que el 91,3% de las personas presentan un nivel de conocimiento medio y regular prácticas protectoras.

En la actitud frente al dengue, las personas están parcialmente de acuerdo en aceptar que en su

vivienda se coloque una ovitrampa para controlar el vector de participar activamente en charlas de prevención, No obstante reconocen que es mejor la prevención del dengue antes que la enfermedad y aceptan que la práctica de acciones protectoras mejora su bienestar, salud y calidad de vida.

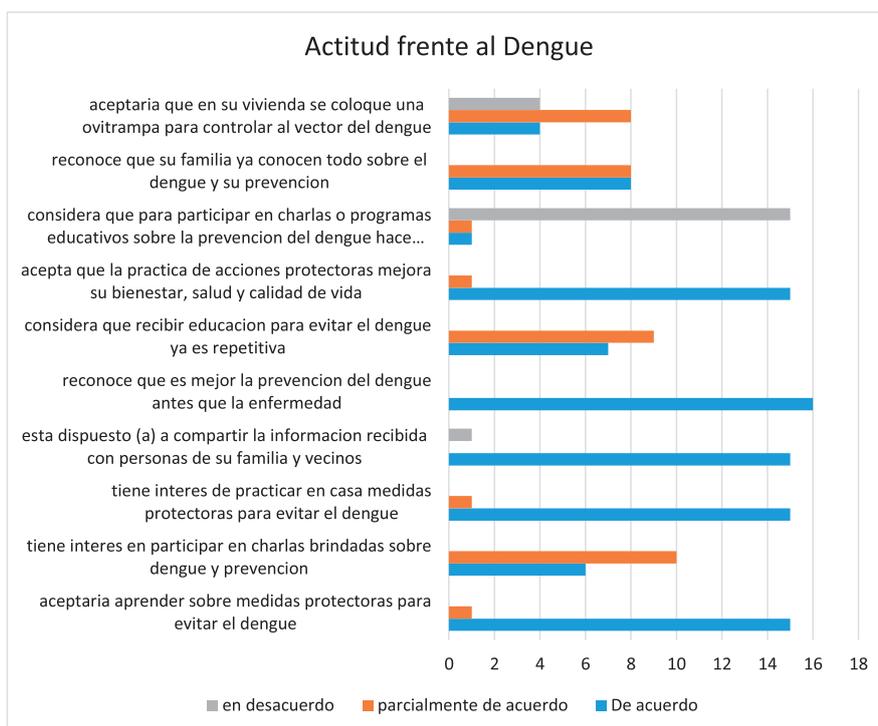
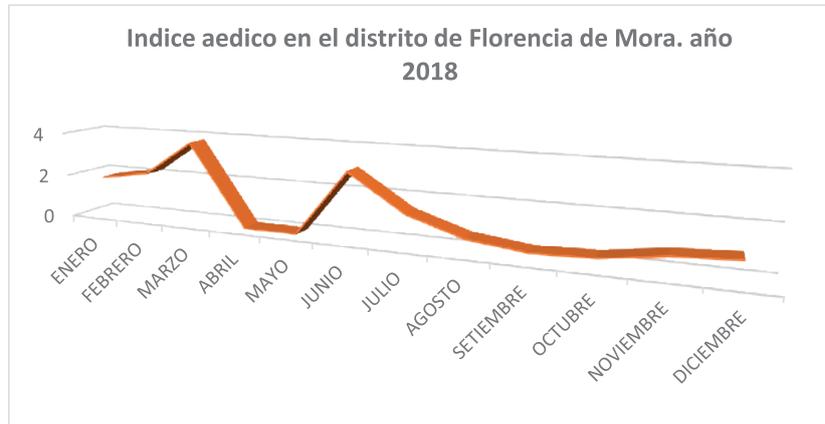


Figura 3: Actitud frente al control del dengue de los moradores del distrito de Florencia de Mora

3.3. Recolección de los estadios biológicos de *Ae aegypti*

El índice aedico en el año 2018 en estudio revela un gran porcentaje en los meses de febrero y junio.



3.3 Efectividad biolarvicida en ecosistemas urbanos

El efecto larvicida determinado mostraron dosis letales media (DL50) del *Bacillus thuringiensis* H-14 var. israelensis (Bti) del 90% luego de los ensayos de aplicación de las endosporas de *Bacillus thuringiensis* por triplicado para cada concentración a evaluar y sus controles.

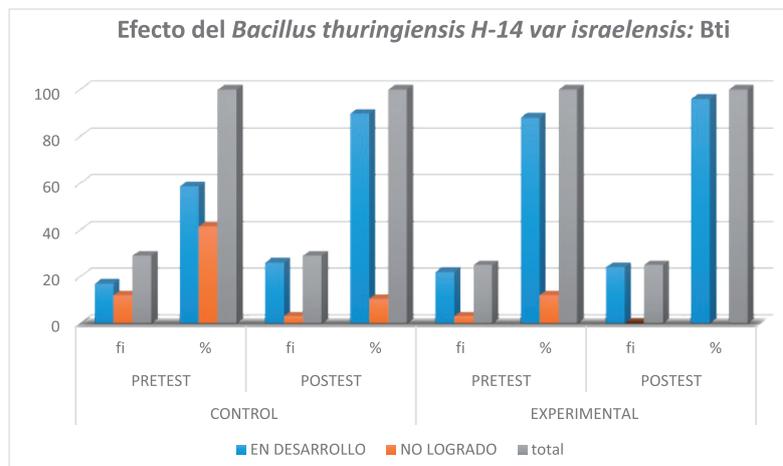


Figura 4: Actividad biolarvicida de *Bacillus thuringiensis* H-14 var israelensis en ecótopos artificiales con estadios larvarios de *Aedes aegypti* procedentes del distrito de Florencia de Mora

DISCUSIÓN

El dengue es una enfermedad tropical transmitida por *Aedes aegypti*, y se presenta de manera emergente y reemergente¹. De alto interés epidemiológico que requiere que requiere de un sistema de control integrado para comprender la dispersión del mosquito y la participación comunitaria en el proceso de prevención del dengue⁷.

Los programas de control de *Aedes aegypti* se han venido realizando durante décadas en muchos países³. El uso de insecticidas, y de otros productos que contribuyan a la disminución de la densidad poblacional de *Aedes aegypti*, como los agentes biolarvicidas elaborados a partir de bacterias esporógenas productoras de endotoxinas⁵ como el *Bacillus thuringiensis*. Es una estrategia que se viene utilizando en países latinoamericanos como alternativa en sus programas nacionales de vigilancia y control de vectores transmisores de arbovirosis.

En el presente estudio, se observó un cambio del 10% no logrado a un 96% de efecto tóxico (Fig 4) luego de realizar el post tratamiento a los estadios larvarios de *B. thuringiensis H 14 var. israelensis*

B. thuringiensis subesp. *israelensis* es el insecticida biológico más aplicado en el mundo y se utiliza en el control microbiológico de insectos vectores⁵, su uso se viene realizando desde los años 70⁷ su efecto letal es posible a la actividad tóxica de cristales parasporales presente en el *B. thuringiensis* sólo si son ingeridos por un organismo susceptible⁶. La especificidad en este nivel se restringe, a organismos con un mínimo de características en su sistema de captación de alimentos (dimensiones de la cavidad bucal y tipo de hábitos alimenticios)¹⁰.

La potencialidades como biolarvicida, de *Bacillus thuringiensis (Bti)* la orienta como una estrategia para el control de *Aedes aegypti* por sus alta especificidad, inocuidad sobre el medio ambiente y lento desarrollo de resistencia. La concentración de esporas bacterianas permite hacerle frente a la creciente resistencia en los insectos a los productos químicos.

Con la tecnología del ADN recombinante y otros estudios genéticos amplían las posibilidad de desarrollo de bacterias y plantas recombinantes con propiedades insecticidas. *Asimismo* ofrece la posibilidad de obtener productos variados que permitan la alternancia de aplicaciones y, posiblemente, productos que, de ser necesario, se adecuen a las necesidades específicas de cada región.

Sin bien los programas nacionales de control orientan su atención a la búsqueda de criaderos de insectos de manera sostenible³, la incorporación de

la comunidad contribuyen al éxitos de los planes de acción vectorial⁴. Es por ello, la necesidad de diseñar la participación de la comunidad de manera reflexiva a fin de fomentar el interés individual o grupal para eliminar los ecótopos urbanos de mosquito *A. aegypti*².

En el estudio del nivel de conocimiento de los moradores del distrito de Florencia de Mora, se pudo observar que la mayoría de las personas desconoce que la fumigación puede eliminar el mosquito. Muchos de ellos consideran que el dengue se transmite por bacterias y que la enfermedad pasa de un cuadro leve a grave (fig 2) lo que motiva la emergencia de la intervención educativa en la comunidad.

La participación comunitaria es un proceso social mediante el cual los ciudadanos buscan el desarrollo comunitario, protegen intereses colectivos, logra efectos duraderos, orientan intervenciones, implementan y evalúan estrategias⁷. La falta de una política pública al respecto, pobreza, falta de información, apatía, falta de liderazgo, desarraigo, desconfianza y temor inhibe educar a la comunidad, mejorar y controlar los criaderos de insectos en los ecosistemas urbanos, por ello la relevancia de promoverla³.

En la actitud frente al dengue, las personas están parcialmente de acuerdo con aceptar que en su vivienda se coloque una ovitrampa para controlar el vector del dengue y el de participar activamente en charlas de prevención. No obstante reconocen que es mejor la prevención del dengue antes que la enfermedad y aceptan que la práctica de acciones protectoras mejora su bienestar, salud y calidad de vida (fig 3). La intervención incluyó formar líderes y hacer seguimiento a las medidas de prevención y control. Se compararon los hallazgos después de la intervención entre intervenidos y controles, mediante la prueba t de student y un valor de p menor de 0,05.

En referencia a la correlación del nivel de conocimiento con las buenas practicas protectoras o deficientes, se observa que el 91,3% de las personas presentan un nivel de conocimiento medio y regular de las prácticas protectoras. No obstante, es necesario evaluar estas propuestas en el contexto del control de *Aedes aegypti*, sobretodo en relación a la manipulación humana de los criaderos y el hábito de alimentación de la larva con *Bti*. Por lo que se recomienda continuar con las acciones para lograr la apropiación o el "empoderamiento" comunitario y la continuidad en el cumplimiento de las medidas de prevención y control del dengue, además de acompañar a los líderes para que puedan convertirse en multiplicadores.

CONCLUSIONES

- Los moradores de la comunidad mostraron una actitud positiva para el control del dengue y su relación con el *Aedes aegypti*.
- La presencia de criaderos naturales en los domicilios y el incrementando la densidad poblacional de *Aedes aegypti* permitió determinar el riesgo de transmisión de Dengue
- La efectividad larvicidas de *Bacillus thuringiensis var. israelensis* en las poblaciones naturales de *Aedes aegypti* permitió sugerirla como una buena alternativa de control biológico.

AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue realizada con el apoyo FAIN (Fondos de Apoyo a la Investigación) 2015, promovida por la Oficina de Investigación-VIN-UPAO

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Diéguez L, Cruz C, Acao L. *Aedes* (St.) *aegypti*: relevancia entomoepidemiológica y estrategias para su control. Rev Arch Med Camagüey. 2011;15 (3):604-19.
2. PAHO/WHO. Descripción de la situación epidemiológica actual del dengue en las Américas. Los casos de dengue en las Américas se quintuplicaron en diez años, según nuevos datos de la OPS/OMS. Washington, D.C: PAHO; 2014
3. Ministerio de Salud Perú. Resumen de las enfermedades o eventos bajo vigilancia epidemiológica en el Perú. Bol Epidemiol (Lima). 2014; 23 (22):442-6.
4. Basso C., Romero S., Martínez M., Roche I., Caffera M., Gómez M. Detomasi S. & Pereira J. 2007. Abordaje ecosistemático para la prevención y el control del vector del dengue en Uruguay y Argentina. Informe final. Proyecto IDRC-UdelaR.
5. Castañet-Martínez, Camilo E.; Moreno-Reyes, Sandra *Bacillus thuringiensis*: Características y uso en el control de *Aedes aegypti* ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 50, núm. 3, septiembrediciembre, 2016, pp. 37-42
6. Diéguez L, Cabrera SM, Prada Y, González E, Rodríguez R. Estudios bioecológicos de *Aedes* (St.) *aegypti* en un área urbana de Camagüey con baja densidad del vector. Rev Cubana Med Trop. 2011;63(1):64-9.
7. Escudero-Támara E, Villareal-Amaris G. Intervención educativa para el control del dengue en entornos familiares en una comunidad de Colombia. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 2015; 32(1):19-25.
8. Diéguez Fernández Lorenzo Sosa Cabrera Irismarys Pérez Arruti Adolfo Eusebio La impostergable participación comunitaria en la lucha contra el dengue Rev Cubana Med Trop vol.65 no.2 Ciudad de la Habana abr.-jun. 2013
9. Carrington LB, Simmons CP. Human to mosquito transmission of dengue viruse. Front Immunol. 2014 Jun 17; 5:290. doi: 10.3389/fimmu.2014.00290.
10. Chávez. J., O. Córdova y F Vargas. 2005. Niveles de susceptibilidad a temefós en el vector transmisor del dengue en Trujillo, Perú. An. Fac. med. 2005; 1(66):53-56.
11. Hernández Juan Manuel. Desarrollo de nuevas opciones en el control biológico del dengue. Revista médica de SALUD pública. Costa rica y Centroamérica xvii . 2010. (595) 509-513

e-mail: ocordovap@upao.edu.pe
y omacop@hotmail.com