

Abordando la problemática del Dengue desde una perspectiva ambiental

Fecha de recepción: 06/05/2008

Fecha de aceptación: 12/05/2008

Claudia Zúñiga Vega¹
Johnny Peraza Moraga²
Erick Hernández Carvajal³

*El Dengue es una enfermedad viral que genera daños cuantiosos en los países donde se desarrolla, afectando la economía, las actividades productivas y el turismo, entre otros. El principal transmisor de esta enfermedad es el mosquito *Aedes aegypti* y las campañas para erradicar este vector se han dirigido principalmente hacia la eliminación de sus larvas y adultos por medio de plaguicidas y hacia la reducción del mal manejo de los desechos*

Palabras clave

Dengue, *Aedes aegypti*, desequilibrio ambiental, vigilancia, manejo integrado de plagas, participación comunal.

Key words

Dengue, *Aedes aegypti*, environmental imbalance, surveillance, pest integrated management, community participation.

Resumen

El Dengue es una enfermedad viral que genera daños cuantiosos en los países donde se desarrolla, afectando la economía, las actividades productivas y el turismo, entre otros. El principal transmisor de esta enfermedad es el mosquito *Aedes aegypti* y las campañas para erradicar este vector se han dirigido principalmente hacia la eliminación de sus larvas y adultos por medio de plaguicidas y hacia la reducción del mal manejo de los desechos. Sin

embargo, no se ha realizado esfuerzos para determinar las razones por las que las poblaciones de este mosquito han sido tan exitosas, ni se ha aplicado enfoques integrales para luchar contra esta pandemia.

Este artículo trata de explicar el incremento de los casos de Dengue desde la perspectiva del descontrol y desinterés ambiental y la falta de apoyo a las comunidades en muchos campos. Es por esto que los autores proponen abordar esta problemática desde una perspectiva ambiental integral, abarcando desde el control químico y biológico hasta la integración de todos los sectores involucrados (Gobierno, médicos y comunidad).

Abstract

Dengue is a viral disease which generates considerable damages in countries where it develops; affecting the economy, the productive activities and the tourism,

1. Centro de Investigación en Biotecnología. Escuela de Biología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: czuniga@itcr.ac.cr
2. Centro de Investigación en Biotecnología. Escuela de Biología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: jperaza@gmail.com
3. Centro de Investigación en Biotecnología. Escuela de Biología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: erhernandez@itcr.ac.cr

En este artículo se presenta un enfoque diferente, el cual trata de explicar desde la perspectiva del mal manejo del ambiente, el por qué del incremento exponencial de esta virosis llamada por muchos pandemia, y se sugiere otras opciones que podrían ayudar a disminuir este gran problema de salud.

among others. The main transmitter of this disease is the *Aedes aegypti* mosquito and the campaigns to eradicate this vector have been mainly directed to the elimination of larvae and adults by pesticides; and towards narrowing the mishandling of debris. However, no efforts have been made in identifying the reasons why the populations of this mosquito have been so successful and researchers have not carried out integrated approaches to combat this pandemic illness. This paper tries to explain the increase in Dengue cases from the perspective of disinterest and uncontrolled environmental and from the lack of support given to the communities in many fields. That is why the authors proposed to analyse this problem from an integral environmental perspective, ranging from chemical and biological controls to the integration of all stakeholders (government, doctors and community).

Introducción

En la literatura existen numerosas referencias sobre la problemática del Dengue y en la mayoría, las soluciones propuestas para esta epidemia se enfocan hacia el control químico y el manejo de la enfermedad. En este artículo se presenta un enfoque diferente, el cual trata de explicar desde la perspectiva del mal manejo del ambiente, el por qué del incremento exponencial de esta virosis llamada por muchos pandemia, y se sugiere otras opciones que podrían ayudar a disminuir este gran problema de salud.

En este sentido, en el ámbito mundial se realiza grandes esfuerzos para controlar este mal. En Costa Rica, en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) se concluyó el proyecto *Estrategias de Acción contra el Dengue*, el cual comprendía tres componentes: la educación de las comunidades, el control biológico y el análisis de la resistencia de los vectores a los insecticidas.

Para el primer componente, se desarrolló materiales dirigidos a niños y educadores, enfocando la problemática del Dengue desde una perspectiva ambiental.

El segundo componente se relacionó con el rápido incremento de la resistencia de los zancudos vectores de enfermedades a varios insecticidas químicos, lo cual, aunado a la creciente preocupación de la población por la contaminación ambiental, ha generado el desarrollo de alternativas para el control de los mosquitos, tales como el uso del agente biológico *Bacillus thuringiensis*. Este entomopatógeno actúa sobre las larvas de insectos susceptibles, después de la ingestión de cristales proteicos insecticidas. En el mencionado proyecto se estableció procedimientos para la bioprospección de cepas autóctonas de *B. thuringiensis*, la observación y análisis de sus proteínas bioinsecticidas, así como la valoración del efecto de éstas sobre las larvas de mosquitos.

Como tercer componente, se evaluó la presencia de resistencia a insecticidas piretroides en poblaciones de zancudos transmisores en Costa Rica, por medio del análisis de las posibles mutaciones de resistencia con el diseño de imprimadores alelo específicos y la técnica de PCR (reacción en cadena de la polimerasa).

Conceptos y fundamentos

El zancudo o mosquito *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) es el principal transmisor del virus del Dengue en América, aunque el *A. albopictus* también lo transmite. Este virus pertenece a la Familia *Flaviviridae* y tiene un genoma de ARN simple con banda de polaridad positiva, dentro de una cápside con simetría icosaédrica, rodeado por una envoltura externa y presenta cuatro serotipos e inmunidad protectora específica para cada uno (Damonte, 2006; Comité Consultivo OMS, 2004). El insecto es de color negro o café oscuro, con manchas blancas en el cuerpo y las patas. Vive cerca o dentro de

La crisis económica también ha repercutido en la disminución del personal de salud, el cual resulta insuficiente para atender las necesidades de la población y cubrir totalmente las zonas afectadas.

los hogares, en zonas cálidas y húmedas. La hembra ataca a las personas principalmente en horas de la mañana y al final de la tarde (de 4 p.m. a 6 p.m.). Ella necesita alimentarse de esta sangre para lograr que sus huevecillos se desarrollen. Se ha comprobado que una hembra puede poner 140 huevos si previamente ha ingerido sangre humana, pero el número aumenta si pica a un anfibio o reptil (Hernández y García, 2000).

Se podría afirmar que hasta finales de los años 70, la enfermedad se mantuvo bajo cierto control, porque en las décadas de 1940 a 1970 se descuidó las campañas para lograr su erradicación (Damonte, 2006). Este hecho, junto con el incremento en la población, el turismo, la pobreza y el mayor uso del transporte aéreo, más el crecimiento de los procesos de globalización que promueven una cultura enfocada en el consumo desmedido, incidió en que el mosquito proliferara y se propagara por casi todos los países de América Latina.

La crisis económica también ha repercutido en la disminución del personal de salud, el cual resulta insuficiente para atender las necesidades de la población y cubrir totalmente las zonas afectadas. Ya para 1995, la Oficina Panamericana de la Salud confirmó que la mayoría de los países se había reinfestado y sufrido brotes explosivos de Dengue (OPS, 1995). A inicios del año 2000, las estimaciones indicaban que cerca de 80 millones de personas se verían afectadas anualmente por esta virosis (Rosario *et al.*, 1996; Wirth *et al.*, 2000).

Paralelamente, las estimaciones de los expertos indican que en el año 2100, la temperatura mundial aumentará entre 1,0°C y 3,5°C, lo cual traerá como consecuencia un incremento en el riesgo de enfermedades transmitidas por vectores en nuevas zonas, entre ellas: el Paludismo y la enfermedad del Dengue. Por tanto, también es importante considerar la influencia que el cambio en el clima tendrá

sobre los diferentes ecosistemas y la salud pública (Githeko *et al.*, 2001).

Estos cambios podrían incidir en que las larvas tarden menos tiempo en madurar y en un aumento del número de individuos durante los periodos de reproducción. También, si hace más calor, las hembras de los vectores digieren con más facilidad su alimento y se alimentan con mayor frecuencia, lo cual repercutiría en un mayor número de infectados. Los expertos indican que con un aumento de 2 °C, la intensidad de la transmisión aumentará aproximadamente de 2 a 5 veces en la mayor parte de Suramérica, con nuevas áreas invadidas por el vector. Lo anterior producirá un aumento en la incidencia no sólo del Dengue, sino también de la enfermedad del Nilo Occidental, la Malaria y la Encefalitis transmitida por garrapatas (Githeko *et al.*, 2001).

El Dengue y el Dengue Hemorrágico ocasionan muchos daños en los países, no solo por los costos asociados a la cantidad de personas que enferman, sino también por las repercusiones que tiene en la economía, el turismo y actividades productivas como la agricultura (Arroyo, *sf*; Roses y Guzmán, 2007).

Otros efectos relacionados con el *A. aegypti* es que además de ser vector de los virus de la fiebre del Dengue, también lo es para el virus de la Fiebre Amarilla, la cual es una enfermedad aguda e infecciosa que causa hemorragias en muchos países subtropicales (Rodríguez *et al.*, 2004).

Las campañas para erradicar el *A. aegypti* se han dirigido en su mayoría hacia la eliminación de los adultos por medio de plaguicidas y la reducción del mal manejo de los desechos, para eliminar los sitios que utiliza el zancudo para depositar sus huevecillos.

Sin embargo, casi nadie se pregunta por qué este insecto ha sido tan exitoso y ha aumentado sus poblaciones en forma tan acelerada, hasta convertirse en una plaga tan difícil de controlar. A continuación se

detallan algunas de las razones que los autores consideran han incidido en este aumento desmedido de las poblaciones del zancudo vector del Dengue.

Razones por las que *Aedes aegypti* se ha convertido en una plaga

1. En primer lugar, se debe pensar en el zancudo como en un animal, en un insecto que necesita para vivir ciertas condiciones ambientales muy particulares. Es decir, no se puede atacar el mosquito como un ente aislado, sino como un integrante de la comunidad biológica, ubicado dentro de un ecosistema donde está ligado a diversas cadenas alimentarias. Sólo así se logrará determinar cuáles son los mecanismos que utiliza la naturaleza para controlarlo.

Si se trata de localizar a los enemigos naturales de esta especie, se observará que han sido eliminados poco a poco, porque los humanos hemos ocupado más terrenos para instalar edificios, cultivos y desechos. Por lo tanto, es bastante difícil que encontremos mantis, arañas, sapos, murciélagos insectívoros y aves que se alimenten de *Aedes*, porque a diferencia del zancudo, a ellos sí les afecta la presencia humana y los agroquímicos que se utilizan para eliminarlos.

Es decir, se ha creado un desequilibrio ambiental donde el insecto problema ha tenido las mejores condiciones para reproducirse en grandes cantidades. Como lo afirmarían algunos profesionales, al eliminar a quienes se lo comían, lo hemos convertido en una plaga. Y además, le proporcionamos numerosos sitios donde se pueda reproducir con facilidad.

2. En segundo lugar, cuando se emite recomendaciones para evitar la reproducción de este insecto vector, se indica a las personas que tapen los recipientes que contienen agua, ya que

la incidencia se asocia con poblaciones que carecen del abastecimiento permanente de este líquido vital y deben acumularlo porque escasea, lo cual incide en un aumento en el número de criaderos de mosquitos (Wirth *et al.*., 2000).

Sin embargo, es bastante raro el desarrollo de programas integrales que corrijan esta problemática y brinden mejores condiciones de abastecimiento de agua a esas poblaciones, en su mayoría de escasos recursos. Se habla mucho de que las comunidades afectadas, en su mayoría, no se preocupan por mantener sus hogares limpios y libres de basuras, pero nadie se cuestiona el tipo de condiciones de hacinamiento en que viven estos individuos, por su situación de extrema pobreza.

3. En muchos casos, las soluciones que se proponen no son resultado de la participación comunal, sino que se imponen sin organizar a las comunidades para que asuman su cuota de responsabilidad y no se promueve que sean ellas mismas las que aporten las soluciones a esta problemática. Para ello, se debe ofrecer capacitación a los integrantes de estos grupos sociales, con estrategias que les faciliten la organización comunal y la vigilancia de éste y otros problemas de salud.
4. En cuarto lugar, no se hace énfasis en la necesidad de hacer campañas publicitarias para disminuir nuestros hábitos de consumo y reducir así la cantidad de desechos producidos por persona. Por el contrario, la mayor parte de la publicidad se orienta a consumir más y más y a promover la idea de que el uso de muchos objetos permite lograr la felicidad y el éxito en la vida.
5. En quinto lugar, a nivel mundial se ha informado de algunas poblaciones de *A. aegypti* que presentan resistencia a insecticidas como los piretroides. Esto se debe al uso indiscriminado y

Es decir, se ha creado un desequilibrio ambiental donde el insecto problema ha tenido las mejores condiciones para reproducirse en grandes cantidades. Como lo afirmarían algunos profesionales, al eliminar a quienes se lo comían, lo hemos convertido en una plaga. Y además, le proporcionamos numerosos sitios donde se pueda reproducir con facilidad.

constante de estos compuestos en las zonas con alta incidencia de Dengue en los diferentes países.

Como se puede observar, es necesario atacar esta problemática desde una perspectiva integral que evalúe y valore las poblaciones con mayor incidencia de casos y no opte únicamente por las fumigaciones masivas, sino que se llegue a esas comunidades con soluciones que abarquen desde la organización comunal, la condición socioeconómica, la localización de las comunidades, los medios de acceso a las barriadas, hasta las condiciones de planta física en que se encuentran los centros educativos y los sistemas de salud a los que tienen acceso.

Lamentablemente, esto no es fácil, por lo que se propone trabajar inicialmente con comunidades modelo que sirvan como ejemplo para otras y permitan diseñar estrategias que se traduzcan en barrios más organizados y comprometidos con la situación de sus integrantes. Esto redundará en un mayor compromiso y responsabilidad por parte de los ciudadanos e incidirá en la disminución de los casos de enfermos por Dengue.

Es fundamental, cuando se trabaja con comunidades, que las soluciones provengan de ellas mismas, pues son las que conocen mejor los problemas que tienen y de esta forma se logra aceptación y no rechazo de los proyectos que se quiera desarrollar. Por supuesto que todas estas acciones deben contar con el apoyo de las entidades gubernamentales, las cuales brindarían los recursos para ese fin.

En Costa Rica, ya en el año 2003 se informaba del aumento en la incidencia de la enfermedad y se alertaba que, de mantenerse las condiciones sanitarias en las zonas marginales del Área Metropolitana, la provincia de San José se podría convertir en un verdadero problema de salud (Gólcher, 2003). Estos datos no difieren de los años 2006 y 2007, donde la situación se ha agravado, pues además del

incremento de casos de Dengue Clásico, ya se observa un número considerable de enfermos por Dengue Hemorrágico (Troyo *et al.*, 2006; Oviedo, 2007).

Estrategias utilizadas para el control del Dengue

A continuación se detallan las principales estrategias que se han utilizado para controlar esta enfermedad.

1. Uso de plaguicidas químicos

El uso de plaguicidas químicos es la estrategia que se utiliza con más frecuencia, aunque sea la más costosa y represente un peligro para los humanos y el ambiente. Los gobiernos invierten grandes sumas de dinero en esta forma de combate del vector de la enfermedad, a pesar de que actúa principalmente sobre el insecto adulto y no sobre las larvas y puede inducir resistencia.

En esta área se realizan investigaciones para determinar la resistencia del zancudo a los plaguicidas y así ejercer un mayor control sobre los diferentes productos que se aplica. El tema de la resistencia no es nuevo y se produce por el manejo excesivo de los agroquímicos, lo cual conlleva la necesidad de utilizar productos cada vez más potentes (Bregues, *et al.*, 2003; Flores *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 1999; Zúñiga *et al.*, 2007).

A. aegypti parece ser resistente al DDT en toda América, por lo que se está utilizando para su control plaguicidas órganofosforados y piretroides que son más costosos, tienen una actividad más corta y en general también están generando resistencia (Hernández y García, 2000; Rodríguez *et al.*, 2004).

2. Educación comunal

La segunda estrategia se relaciona con las campañas educativas para controlar el aumento de las poblaciones de *A. aegypti* (Rodríguez-Ortega, y Marzal, 2004).

Es fundamental, cuando se trabaja con comunidades, que las soluciones provengan de ellas mismas, pues son las que conocen mejor los problemas que tienen y de esta forma se logra aceptación y no rechazo de los proyectos que se quiera desarrollar.

*El desarrollo de herramientas biológicas alternativas frente a los insecticidas químicos, es toda un área de investigación en el mundo, donde existe una demanda creciente de compuestos cada vez más seguros. Tal es el caso de la utilización de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt), la cual por medio de técnicas biotecnológicas, se ha ido haciendo cada vez más efectiva (Masuh et al., 2002).*

Las más comunes conllevan llamados a la población para que colabore con la recolección de basura tradicional y no tradicional, la limpieza de terrenos baldíos y la erradicación de los criaderos del zancudo.

También en algunos lugares se hacen campañas de Educación Ambiental, pero en la mayoría de los casos no son permanentes, aunque se trata de recalcar la importancia de la organización comunal y de la responsabilidad personal en el aumento de casos de Dengue.

Se ha invertido sumas considerables en educación comunal para eliminar los criaderos de *A. aegypti*, pero los esfuerzos no han sido exitosos, por lo cual se hace necesario mejorar las estrategias de comunicación dirigidas a las comunidades, enfatizar los factores de riesgo de los diferentes tipos de Dengue y establecer programas de vigilancia del vector. Ésta se considera la prioridad principal para poder controlar la enfermedad, ya que cuando una zona está en riesgo, cobran gran importancia los programas de prevención (Genaccio, 2003).

Aquí es importante rescatar una investigación realizada por Hernández y García (2000), quienes desarrollaron un proyecto para reducir la incidencia del Dengue en una comunidad de la provincia de Puntarenas, Costa Rica, y dedicaron especial atención a la educación ambiental y al manejo integrado de la plaga. Este trabajo se basaba en otro similar realizado en Vietman, donde se logró erradicar en su totalidad el vector de la comunidad en estudio.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), por su parte, está apoyando la puesta en práctica de una metodología de comunicación para lograr cambios de conducta (COMBI), la cual se espera dará una mayor sostenibilidad a las acciones de prevención y control e incluye la participación activa de la comunidad y otros actores sociales (Roses y Guzmán, 2007).

3. Organización hospitalaria

El personal de salud debe capacitarse permanentemente en materia de organización hospitalaria, para optimizar la atención de los pacientes, que cada vez son más numerosos.

El Dr. Kourí (2006), director del Instituto de Medicina Tropical de La Habana, señala que el mosquito ha sido erradicado de Cuba mediante esfuerzos de educación para la salud y una vigilancia epidemiológica intensificada. Y destaca los elementos básicos que se deben considerar para controlar esta enfermedad, a saber: la voluntad política, la coordinación intersectorial, la participación activa de la comunidad y el fortalecimiento de las leyes sanitarias.

4. Uso de insecticidas biológicos

El desarrollo de herramientas biológicas alternativas frente a los insecticidas químicos, es toda un área de investigación en el mundo, donde existe una demanda creciente de compuestos cada vez más seguros. Tal es el caso de la utilización de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt), la cual por medio de técnicas biotecnológicas, se ha ido haciendo cada vez más efectiva (Masuh et al., 2002).

El insecticida bacteriano *Bacillus thuringiensis*, comúnmente llamado Bt, y en particular la subespecie *israeliensis* (Bti) H-14, con sus toxinas y esporas, se convirtió en una alternativa muy promisoriosa, ya que es específica para controlar dípteros, con muy bajo impacto ambiental y muy efectiva contra los mosquitos en general y contra *A. aegypti* en particular. También es de gran utilidad frente a la aparición de resistencia a los plaguicidas químicos (Masuh et al., 2002).

Sin embargo, no se utiliza a gran escala, porque comparado con el plaguicida químico, que es de muy bajo costo y largo efecto residual, el Bt es más costoso y su duración en el medio es menor. Además, por las características de este vector que se

Solo en fechas recientes y ante la magnitud que ha alcanzado esta enfermedad, se ha logrado avances prometedores que permiten la evaluación clínica de algunas vacunas desarrolladas. Esta enfermedad tropical reemergente aumentó su incidencia en América en un 61% y más de 2 millones de personas la han padecido, por lo cual, ahora sí es comercialmente rentable dedicar recursos para investigaciones que conduzcan al desarrollo de vacunas (Koheler, sf; Aguilar et al., 2003).

puede encontrar en alcantarillas, charcos, zanjas, llantas viejas y hasta floreros, resultaría difícil su control, aunque sería ideal que se utilizara, porque no causa daño a humanos ni al ambiente y es muy específico para las larvas de dípteros.

En el Proyecto *Estrategias de Acción contra el Dengue*, se investigó la posibilidad de aislar cepas propias de las zonas afectadas, las cuales podrían ser más efectivas contra las larvas y más persistentes en el medio, lo cual reduciría los costos al utilizarlas (Zúñiga et al., 2007). Los resultados iniciales establecieron los procedimientos para la búsqueda de cepas costarricenses con aplicación bioinsecticida. Se ha logrado el aislamiento de varias de éstas y sus estudios han comprendido el análisis de sus cristales bioinsecticidas comparados con los de cepas ya disponibles en el mercado como *B. thuringiensis* var. *Kurstaki*.

5. Uso de enemigos naturales

Otras estrategias que no son de uso tan frecuente, contemplan la utilización de enemigos naturales del zancudo. Estos procedimientos consisten en introducir en el seno de las poblaciones de insectos, factores naturales de regulación como predadores, parásitos o microorganismos patógenos. Las investigaciones en esta área no son nuevas, pero exigen un buen conocimiento de la ecología de los insectos por controlar y del ecosistema circundante. Algunos organismos que presentan interés para ser usados en el control de mosquitos son los nemátodos parásitos, los nemátodos portadores de bacterias, depredadores invertebrados, los hongos parásitos, los protozoos parásitos y los peces larvívoros. Estos últimos han sido utilizados como excelentes biorreguladores por su actividad depredadora sobre las larvas del mosquito *A. aegypti* (Valero et al., 2006).

6. Vacunas

En el ámbito mundial se invierte muchos recursos en investigaciones para el

desarrollo de posibles vacunas para evitar esta enfermedad. Actualmente, existen algunas diseñadas que están en periodo de prueba, para ser ofrecidas luego en forma comercial. La búsqueda de estas vacunas no ha sido fácil, pues ya desde finales de la Segunda Guerra Mundial, los científicos investigaban en este tema, pero desconocían ciertos factores relacionados con la forma en que el patógeno se desarrolla.

Solo en fechas recientes y ante la magnitud que ha alcanzado esta enfermedad, se ha logrado avances prometedores que permiten la evaluación clínica de algunas vacunas desarrolladas. Esta enfermedad tropical reemergente aumentó su incidencia en América en un 61% y más de 2 millones de personas la han padecido, por lo cual, ahora sí es comercialmente rentable dedicar recursos para investigaciones que conduzcan al desarrollo de vacunas (Koheler, sf; Aguilar et al., 2003).

Actualmente, existen varias líneas de investigación relacionadas con vacunas de tres tipos: vivas atenuadas, vivas recombinantes y de subunidades e inactivadas (Hombach, 2007), pero se prefiere las primeras, porque han sido exitosas contra los flavivirus, como el de la Fiebre Amarilla. Sin embargo, si se conoce que la estructura del virus se estableció hasta el 2002, no es de extrañar que las investigaciones no sean tan rápidas como debieran (Koheler, sf).

Ya en el año 2004 se dio informes que indicaban que están en proceso de desarrollo al menos 8 vacunas, de las cuales dos están en sus últimas etapas de evaluación. Uno de los problemas que se debe solucionar es que, a diferencia de muchas enfermedades, donde una vez que se padeció la primera vez, se logra inmunidad, en el caso del Dengue, la segunda vez, se da con mayor fuerza y peligrosidad, como es el caso del Dengue Hemorrágico (Comité Consultivo OMS, 2004).

Actualmente, mediante Ingeniería Genética, se está desarrollando péptidos sintéticos y proteínas de fusión recombinantes para el diseño de vacunas contra el Dengue, pero todavía no hay un resultado relevante al respecto (Aguilar *et al.*, 2003).

7. Antivirales

Recientemente han tenido mucho auge las investigaciones tendientes al desarrollo de antivirales que actúan de diferentes formas, entre ellas, la inhibición de la síntesis de ARN, la inhibición de la proteasa, la inhibición de la entrada del virus a la célula, la inhibición de la α -glucosidasa celular, la cual actúa sobre el plegamiento de las proteínas del virus, haciendo que la infección no sea productiva y finalmente la inhibición se dé en la expresión génica (Damonte, 2006).

Aunque los resultados preliminares son positivos, todavía faltan más pruebas para lanzar un producto farmacéutico al mercado (Damonte, 2006).

Consideraciones finales

Para el control del vector del Dengue, lo ideal es utilizar un manejo integrado de métodos que incluya el control químico, el control biológico y el control físico, integrando a todos los sectores involucrados (gubernamental, médico, privado y comunal).

Es fundamental brindar a las poblaciones información sobre las consecuencias del desequilibrio ambiental, para que comprendan cómo la disminución del número de enemigos naturales y el aumento en la cantidad de criaderos, inciden directamente sobre el aumento de las poblaciones de *A. aegypti*.

Se debe desarrollar programas permanentes de vigilancia para prevenir la aparición del zancudo transmisor del Dengue, los cuales incluyan cambios en el ambiente que disminuyan el número de huevos y larvas y el desarrollo de los adultos. Lo interesante es que los vectores más

importantes de esta enfermedad, *A. aegypti* y *A. albopictus*, se podrían controlar por medios físicos y sin el uso excesivo de sustancias químicas. Es fundamental que cualquier estrategia de acción contra este problema de salud haga énfasis en las distintas formas de transferir a la comunidad la responsabilidad, capacidad y motivación que requieren el control y la prevención del Dengue, pues es un problema vinculado principalmente con la higiene en el hogar (OPS, 1995).

Por ello, la elaboración de materiales divulgativos dirigidos a las poblaciones afectadas por la enfermedad, como los desarrollados en este Proyecto, y las estrategias didácticas que permitan a las comunidades asumir su responsabilidad en la eliminación de los criaderos de una manera sistemática y permanente, lograrán disminuir el impacto social y económico que el Dengue provoca en nuestro país (Mendoza y Zúñiga, 2008; Zúñiga y Espinoza, 2005).

Bibliografía

- Aguilar, A.; Amin, N.; Pérez, E. M. Vacunas contra el virus del Dengue: desarrollo histórico. *VacciMonitor*. 12(2): 19-27. 2003.
- Arroyo C., M. A. Cuidado del ambiente y sus efectos en el Dengue. Unidad de Promoción de la Salud, Ministerio de Salud, Costa Rica. sf.
- Bregues, C.; Hawkes, N.; Chandre, F.; McCarroll, L.; Duchon, S.; Guillet, P.; Manguin, S.; Morgan, J.; Hemingway, J. Pyrethroid and DDT cross-resistance in *Aedes aegypti* is correlated with novel mutations in the voltage-gated sodium channel gene. *Medical and Veterinary Entomology*. 17: 87-94. 2003.
- Damonte, E. B. Dengue: Un viejo y nuevo desafío para la quimioterapia antiviral. *Revista Química Viva*. 5(2):52-62. 2006
- Flores, E; Badii, M; Ponce, G. Resistencia a insecticidas en insectos vectores de enfermedades con énfasis en mosquitos. *Revista Salud Pública y Nutrición* 2(4): 2-8. 2001.

Para el control del vector del Dengue, lo ideal es utilizar un manejo integrado de métodos que incluya el control químico, el control biológico y el control físico, integrando a todos los sectores involucrados (gubernamental, médico, privado y comunal).

- Genaccio, H.R. Salud y seguridad en el trabajo. Seguridad ambiental. ECOFIELD. <[http://www.ECOFIELD -Dengue.htm](http://www.ECOFIELD-Dengue.htm)> consultado el 15 de marzo del 2003.
- Githeko, A. K.; Lindsay, S. W.; Confalonieri, U. E. y Patz, J. A. El cambio climático y las enfermedades transmitidas por vectores: un análisis regional. Salud y medio ambiente. Boletín de la Organización Mundial de la Salud. 4: 72-82. 2001.
- Gólcher, R. Dengue sale caro al país. La Nación, 2 de agosto, pág. 8. 2003.
- Hernández C., F.; García, J. D. *Aedes*, Dengue y la posibilidad de un enfoque diferente de lucha. Revista Costarricense de Salud Pública. 9 (16):7-17. 2000.
- Hombach, J. Vacunas contra el Dengue: una revisión de las vacunas candidatas en etapas avanzadas de desarrollo. Revista Panamericana de Salud Pública/Pan American Journal of Public Health. 21(4):254-260. 2007.
- Kourí, G. El Dengue, un problema creciente de salud en las Américas. Revista Panamericana de Salud Pública/Pan American Journal of Public Health. 19 (3):143-5. 2006.
- Masuh, H.; Seccacini, E.; de Licastro, S.; Zerba, E. Residualidad de un formulado sólido del insecticida microbiano Bti (H-14) en el control de larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Revista Peruana de Epidemiología. 10 (7): 245-248. 2002.
- Mendoza, D. y Zúñiga, C. El Sapo Gregorio. Libro para colorear. Taller de Publicaciones. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2008.
- OMS. Comité Consultivo Mundial sobre Seguridad de las Vacunas. X Reunión. 10-11 de junio. 2004
- OPS. Dengue y Dengue Hemorrágico en las Américas. Guía para su control y prevención. Publicación Científica N° 548 de la Organización Panamericana de la Salud. 1995.
- Oviedo, E. Incontenible aumento de enfermos de Dengue. Casos se duplicaron en primer semestre del 2007. La Nación.com. 27 de junio. 2007.
- Rosario D., D.; Suárez M., C. M.; Rodríguez R., R.; Soler N., M.; Guzmán T.; M. G. Identificación rápida de los serotipos del virus del Dengue mediante la reacción en cadena de la polimerasa. Revista Cubana Medicina Tropical 48(3): 155-160. 1996.
- Rodríguez, M; Bisset, J; Milá, L; Calvo, E; Díaz, C; Soca, L. Niveles de resistencia a insecticidas y sus mecanismos en una cepa de *Aedes aegypti* de Santiago de Cuba. Revista Cubana de Medicina Tropical. 51(2): 83-88. 1999.
- Rodríguez, M. M.; Bisset, J. A.; Fernández, D.; Pérez, O. Resistencia a insecticidas en larvas y adultos de *Aedes aegypti*: prevalencia de la esterasa A4 asociada con la resistencia a temefos. Revista Cubana de Medicina Tropical. 56(1): 54-60. 2004.
- Rodríguez-Ortega, M. y Marzal, M. Dengue: Una revisión. Curso Latinoamericano sobre enfermedades infecciosas. UNU. BIOLAC. Instituto de Biomedicina. UCV. Caracas, Venezuela. 27pp. 2004.
- Roses P., M.; Guzmán, M. G. Dengue y Dengue Hemorrágico en las Américas. Revista Panamericana de Salud Pública/Pan American Journal of Public Health. 21(4): 187-191. 2007.
- Troyo, A.; Porcelain, S. L.; Calderón-Arguedas, O.; Chadee, D. D.; Beier, J. C. Dengue in Costa Rica: the gap in local scientific research. Revista Panamericana de Salud Pública/Pan American Journal of Public Health. 20 (5): 350-359. 2006.
- Valero, N.; Meleán, E.; Maldonado, M.; Montiel, M.; Larreal, Y.; Espina, L.M. 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 16 (4): 414-419. 2006.
- Wirth, M. C.; Federici, B. A.; Walton, W. E. Cyt1A from *Bacillus thuringiensis* Synergizes Activity of *Bacillus sphaericus* against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Applied and Environmental Microbiology 66 (3):1093-1097. 2000.
- Zúñiga V., C; Espinoza, M. Libro de actividades para el docente que quiere luchar contra el Dengue. Proyecto Estrategias de Acción contra el Dengue. VIE. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 22pp. 2005.
- Zúñiga, C. Espinoza, M. Mario y el Dengue. Libro para colorear. Taller de Publicaciones, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2005.
- Zúñiga V., C.; Peraza, M., J.; Hernández, C., E. Proyecto "Estrategias de acción contra el Dengue". Informe final. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 25 pp. 2007.