

Aedes, dengue y la posibilidad de un enfoque diferente de lucha

Francisco Hernández Chavarría^{1- 2*}, Jorge Danilo García ²

Resumen

El dengue es una virosis transmitida por mosquitos del género *Aedes*, y es un problema de importancia mundial en salud pública. Su incidencia ha aumentado con el paso de los años debido a los avances en el transporte y a las bajas condiciones socioeconómicas en las áreas afectadas. Ni el control tradicional, a base de insecticidas contra mosquitos adultos, ni la aplicación de larvicidas a las aguas de los criaderos han dado resultados aceptables. Como medidas de control alternativas, adjuntas a la fumigación, señalamos el control biológico y el fomento de la participación comunitaria, con las que se ha logrado recientemente la erradicación del mosquito vector en una comunidad de Vietnam.

Se busca que las comunidades participen activamente en el control del vector, y que usen enemigos naturales de larvas de *Aedes*, incluyendo *B. thuringiensis*, *B. sphaericus*, copépodos, plenarias, nemátodos y peces de agua dulce.

Introducción

El dengue, cuyo vector es el mosquito *Aedes aegypti*, es considerado como la principal virosis transmitida por artrópodos, ya que se le incrimina con la causalidad de unos 50 a 100 millones de casos anuales y de 250000 a 500000 casos de dengue hemorrágico (DH) por año. El problema se agudiza por el hecho de que el 50% de la población del mundo vive en las zonas endémica de dengue y que, al mismo tiempo, representa a los países más pobres del planeta ([15](#)).

Esta enfermedad ha experimentado un pasmoso crecimiento, pues en el período de 1955 a 1980 la Organización Mundial de la Salud registró un millón de casos de dengue hemorrágico (DH), cifra que se duplicó en el quinquenio siguiente, lo que significa un aumento de cinco veces la cifra anual, proporción que continuó en el período de 1985 a 1990 ([5](#)). Tal incremento obedece a una serie de factores asociados con el progreso y accesibilidad de los viajes mediante líneas aéreas, que llevan a la movilización de individuos enfermos o al turismo a zonas endémicas e incluso al transporte del mosquito; la explosión demográfica y el crecimiento económico en países en desarrollo lleva a la construcción no planificada de asentamientos periurbanos en las hipermetrópolis, donde a veces persisten malas condiciones de vivienda y malas medidas higiénicas ([3](#), [5](#), [6](#)). Este panorama empeora en Centro América con la inestabilidad política y económica que llevan a migraciones entre diferentes países.

A la vez, a nivel mundial, durante los últimos 20 años, la principal arma de ataque ha sido la aplicación de insecticidas mediante nebulización de ultra-bajo-volumen (sistema conocido por sus siglas del inglés como "ULV"), dirigido contra los mosquitos adultos. Paradójicamente, uno de los factores más importantes en la mortalidad de las larvas obedece a la presión que su propia población ejerce en los criaderos, debida al consumo de nutrientes cuando la población del criadero es muy alta; por ello, las medidas de control dirigidas al ataque de los adultos, aún cuando sean efectivas eliminando un 90% de la población de larvas en un criadero, no afecta la generación de nuevos mosquitos, pues esa baja en la población es compensada por una mayor sobrevivencia de las larvas restantes ([17](#)).

El incremento de la enfermedad a nivel mundial en la últimas dos décadas, a pesar de la fumigación masiva, demuestra que estas medidas no han surtido el efecto esperado y que las estrategias planteadas de control y prevención del dengue deben ser evaluadas nuevamente ([3](#)). Una de las piedras angulares propuestas para un eventual control de la enfermedad es la educación y participación social ([3](#)); sin embargo, en contraposición a esto, el plan continental elaborado por un grupo de expertos ([12](#)) tiene un costo calculado de \$1.681.775.000 anuales, de los cuales solo el 1% se destina a participación social y comunicación.

Costa Rica es un buen ejemplo del avance del mosquito *Aedes aegypti* y del dengue; pues estaba incluido en la lista de 18 países del continente americano, que para 1962 había eliminado el mosquito. Sin embargo, 30 años más tarde solo Costa Rica, Uruguay, Chile, Bermudas y las islas Cayman seguían libres del mosquito ([11](#)); pero éste hizo su aparición en Costa Rica en 1992, lo cual fue el preámbulo del dengue, que emergió epidémicamente en 1993 ([9](#)); ese año la enfermedad afectó a unas 4612 personas y se tomó endémica, para resurgir epidémicamente cada vez que aumente la población del mosquito vector, lo que usualmente ocurre durante la estación lluviosa.

La provincia de Puntarenas ha sido una de las zonas más afectadas del país; pues de 1993 a 1998 se han notificado unos 23125 casos en esta zona, con dos epidemias de más de 9000 casos, una en 1994 y otra en 1997; y con los picos más pequeños en 1996 (97 casos) y 1998 (324 casos). Este panorama muestra que la infección se estableció en el país y que su endemidad se ha mantenido durante esta década y que si las acciones que se realicen continúan en el mismo sentido actual, se perpetuará la virosis.

¿Qué hacer para controlar esta enfermedad?

A partir del primer brote de dengue ocurrido en Costa Rica, las autoridades de salud han luchado utilizando como principal arma de ataque la fumigación con insecticidas y la aplicación de larvicidas, obviamente al lado de campañas de eliminación de criaderos. Por ejemplo, en 1998 se trataron con nebulización térmica un total de 658.872 casas ([9](#)); una campaña impresionante, como también debe serlo su costo, lo cual debe beneficiar a las compañías e intermediarios que comercian esos productos. Pero nuevamente en 1999 se registraron brotes en las mismas zonas fumigadas, lo que demuestra la necesidad de volver a analizar las medidas de control, como lo proponen Gubler y Clark ([3](#)). Al lado de ese panorama que muestra el avance del mosquito a pesar de las grandes campañas de fumigación, algunos epidemiólogos claman que, una vez que el *Aedes* se ha establecido en un territorio, no es posible erradicarlo. Entonces se hablan solo de medidas de control, pero no de eliminación, pues eso aparentemente no se puede lograr. Sin embargo, hay por lo menos un estudio donde se demuestra lo contrario: erradicación de *Aedes aegypti* de una comunidad en la cual el mosquito se había establecido desde hacía 20 años ([10](#)).

Biología de *Aedes aegypti*

El principal vector del virus dengue en las Américas es el *Aedes aegypti*, un mosquito cuyos hábitos lo han llevado a un comportamiento domiciliar, adaptándose al ambiente del hombre. Solo la hembra tiene hábitos hematófagos, los que exacerba durante el ciclo gonadotrófico, y esto se asocia con la necesidad

de una dieta rica en proteínas para la ovogénesis (19). Cuando la hembra se alimenta de un enfermo se infecta; así, a los 8 - 12 días se torna infecciosa, período que se define como "período de incubación extrínseco" (17). Además, hay transmisión trans ovárica, lo que significa que las nuevas generaciones permanecerán infectadas (16). El virus del dengue se replica en las glándulas salivales del mosquito y la infección avanza e involucra el sistema nervioso, afectando su capacidad para alimentarse, ello le obliga a aumentar el tiempo que debe estar succionando sangre, ya que lo hace menos eficientemente; entonces pueden ocurrir interrupciones causadas por el hospedero, que le llevan a alimentaciones interrumpidas en varios hospederos, aumentando así la probabilidad de transmisión de la virosis (13).

Las hembras ovipositan en pequeños depósitos de agua, que en términos epidemiológicos son denominados criaderos. Éstos suelen ser desde llantas, floreros, latas, botellas, recipientes plásticos e incluso algunos tan pequeños como tapas de refrescos gaseosos, en fin, un criadero puede ser cualquier desecho capaz de almacenar agua. Una vez que los huevecillos han embrionado, se tornan resistentes a la desecación, permaneciendo viables en el ambiente hasta por un año, lo cual explica el aumento de la población de mosquitos durante épocas lluviosas, lo que a su vez se asocia con la recrudescencia de la enfermedad.

Del huevecillo emerge una larva de primer estadio, que mide aproximadamente 1 mm y que madura pasando por tres estadios larvales más, en los cuales el cambio más conspicuo es en el tamaño. Luego del cuarto estadio larvas sigue el estadio de pupa, del cual emerge el adulto, de uno a tres días, según las condiciones Ambientales.

Usualmente, con los sistemas de liberación y recaptura, se ha calculado que la capacidad de vuelo de las hembras es menor de 100 m (14), lo que concuerda con los estudios de brotes que analizan la distribución de casos (6). Sin embargo, marcando los huevos con rubidio se ha demostrado que la dispersión usual de los adultos es de hasta 840 m, lo que obliga a reanalizar las campañas en las que se indica la fumigación en los alrededores de las casas afectadas (14).

Medidas de ataque contra *Aedes*:

Como habíamos mencionado, el arma más empleada es la fumigación con adulticidas, lo cual lleva a una reducción rápida de la población de adultos. Desafortunadamente, esa reducción de la población de mosquitos suele ser solo transitoria, pues, en primer lugar, la fumigación no afecta a las larvas que permanecen viables en los criaderos. En segundo lugar, la fumigación es extradomiciliar, lo que hace que algunos mosquitos sobrevivan, ya que se localizan también en el interior de las casas (1). La eliminación de las larvas se ha tratado con la aplicación de larvicidas, como el tenefos, que es el más empleado en nuestro medio.

Entre los factores negativos asociados con el control químico de las poblaciones de mosquitos están:

- a. Falta de especificidad: Los plaguicidas no son específicos para un determinado organismo, por lo tanto, al fumigar se elimina junto al *Aedes* a una gama amplia de otros organismos, cuya evaluación usualmente no se hace; pero entre esos organismos pueden desaparecer algunos de los enemigos naturales de los mosquitos, como microcrustáceos de agua dulce, otros insectos depredadores como larvas de libélulas y de toxorhynchites, lo que lleva a un desequilibrio ecológico, que al final de cuentas favorece a los mosquitos que se desea eliminar, por representar organismos que se recuperen más fácilmente.
- b. Selección de cepas resistentes: Involucra resistencia tanto a los adulticidas como a los larvicidas; por ejemplo, en un estudio realizado en República Dominicana se encontró que los mosquitos eran resistentes a DDT, malation, Propurur, pemetrina y deltametrina e incluso la sensibilidad al tenefos había sido reducida (8).
- c. Efectos nocivos para la salud: Las nubes de insecticidas han sido asociadas con problemas de salud,

aunque se dice que los insecticidas modernos son prácticamente inocuos para los humanos y animales domésticos.

d. Efecto corrosivo: Se han descrito problemas asociados con algunos de esos productos químicos, que obligan a lavar los motores y otros implementos cuando son rociados con los insecticidas.

e. Costo: Otro de los factores negativos del empleo masivo de insecticidas es el factor económico, ya que implica la erogación de sumas extremadamente elevadas. Al lado del Costo *per se* del producto químico deben incluirse otros rubros como máquinas, combustible, salarios, etc.

¿Por qué la aplicación masiva y repetitiva de insecticidas, como se ha realizado en el país desde 1993, no ha logrado la eliminación del mosquito? La respuesta a esta pregunta lleva el análisis de la propia biología del mosquito y de sus interrelaciones con los humanos: El mosquito ha adquirido hábitos intradomiciliares, es decir, pasa gran parte de su vida dentro de las viviendas y la fumigación es extradomiciliar; por ejemplo, el mosquito se posa en ropa tendida y bajo camas o sitios oscuros dentro de la vivienda, más que en las paredes externas de las casas, lo que obviamente invalida en gran medida el efecto buscado con una fumigación extradomiciliar ([17](#)). Por otra parte, en las muchas ocasiones no se aplica el larvicida, lo que deja los criaderos intactos.

Sin embargo, se sigue aplicando el insecticida por varios motivos, entre los que sobresale la presión de las comunidades que solo ven el efecto inmediato de un decrecimiento de la población de mosquitos posfumigación, aparte de que es una buena medida política, pues muestra una acción dinámica de las autoridades de salud y, aunque no funcione, se sigue repitiendo, posiblemente por ese impacto político.

¿Qué medidas adicionales deberían emplearse?

La literatura científica es desbordante en dos vías de afluencia a este problema: Primero, la participación comunitaria y, en segundo término, el empleo conjunto de todas las posibles armas de ataque, aparte de la fumigación química, y, en este sentido, la aplicación de medidas de control biológico representan una de las mejores opciones ([3](#)).

La participación social implica involucrar a las comunidades en los planes de lucha contra el mosquito, creando conciencia en la población sobre la necesidad de participar activamente y no solo comportarse como espectadores de las acciones emprendidas por las autoridades de salud. Uno de los elementos probados que mantienen un canal activo de comunicación entre la comunidad y autoridades de salud, es la publicación de boletines informativos ([7](#)).

En cuanto al control biológico se ha definido una gama amplia de organismos que actúan como enemigos naturales de las larvas de *Aedes aegypti*, que incluye *Bacillus thuringiensis*, *B. esphaericus*, copépodos, otros insectos, plenarias, nemátodos, peces de agua dulce y tortugas, entre otros. De estos organismos, nuestra experiencia con copépodos les señala como uno de los elementos más fáciles de reproducir en grandes cantidades, al grado que la gente de la misma comunidad puede encargarse de su reproducción y la aplicación puede ser tan simple, como lo demostró la investigación con un grupo de niños escolares, quienes se encargaron de reproducir y aplicar copépodos en la comunidad ([4](#), [18](#)).

El empleo conjunto de todas las alternativas, o sea, el manejo integral, girando en torno a la participación comunitaria ha rendido los frutos más alentadores en la lucha contra el mosquito, como lo reflejan las experiencias en Taipei ([20](#)) y Vietnam ([10](#)). Este último informe es particularmente importante, pues resume las acciones que llevaron a la erradicación de *Aedes aegypti* en una comunidad en la cual se había establecido desde hacía 20 años.

El estudio en Vietnam involucro a dos villas a un kilómetro de distancia una de otra: Phanboi que fue el área de intervención y Nhanvinh, el control sin intervención. Ambas tenían 400 casas y los criaderos

más importantes identificados incluían tanques de cemento para almacenamiento de agua, recipientes de cerámica para acarrear agua y recipientes inservibles descartados como latas, frascos de vidrio, botellas, partes de metal, llantas, etc. En la comunidad intervenida se explicó a los líderes la importancia de emplear copépodos como control biológico, se hicieron demostraciones en vivo de su capacidad depredadora contra las larvas de mosquitos, y se incluyeron los copépodos en los recipientes para captación de agua y se enseñó su cultivo; además, se diseminó la información a todas las amas de casa mediante organizaciones de mujeres, se intensificaron las campañas de reciclaje de materiales. En el primer año de estudio, el número de larvas de *A. aegypti* en la comunidad intervenida se redujo entre un 30 y un 97% y en los siguientes 5 meses, cuando se acentuó la participación comunal, esa reducción fue del 87 al 99%, para llegar a desaparecer totalmente de agosto de 1994 a octubre de 1996, cuando se hizo la última encuesta. También es importante señalar que en esa comunidad la fumigación no fue incluida. Esta experiencia representa un hito en la lucha contra *Aedes aegypti*, pues prueba que su erradicación es posible, lo cual es un buen modelo para el diseño de medidas contra el dengue.

Para probar que tales iniciativas, involucrando a la población, pueden realizarse en Costa Rica, se desarrolló un proyecto en la comunidad de Chacarita, Puntarenas, en el cual se planteó como objetivo principal la limpieza y embellecimiento de la comunidad y, por ende, la eliminación de los basureros de patios y alrededores de las casas, lo que obviamente involucraba la eliminación de criaderos. Además, se planteó el control biológico utilizando copépodos (*Mesocyclops thermocyclopoides*) que debían ser depositados en aquellos criaderos no eliminables fácilmente y, también, el uso de peces de agua dulce para depositar en los patios inundados de esa comunidad, ya que durante el invierno algunos patios se transforman en lagunas. Estas acciones fueron iniciadas por un proceso de concientización, motivado en el marco de un concurso que premiaría a la escuela de la comunidad más limpia de Chacarita, pues el concurso y las acciones planteadas fueron orientadas hacia los niños y en él participaron, además de los escolares, las maestras y los dirigentes comunales. Dicho proyecto estuvo bajo la dirección del personal de salud del Área 4 de Salud, CCSS, y de dos profesores de la Facultad de Microbiología. Además, parte de estas actividades se realizaron como un proyecto de tesis de la Escuela de Enfermería de la Universidad de Costa Rica (2).

Agradecimiento

Se agradece el apoyo y colaboración del personal de la Unidad de Microscopía Electrónica y de la Clínica de Chacarita. Además del apoyo de la Vicerrectora de Acción Social de la Universidad de Costa Rica.

Bibliografía

1. Brown JR, Williams DC, Gwinn T, Melson RO. (1998). Flit-gun sprayer characteristics. Pan Am J Public Health 3: 322-325. [[Links](#)]
2. Cordero - Conejo AC, Sandí - Noguera F, Mejías - Fonseca G, Silva - Silva R, Campos - Rodríguez V, Soto L, Angulo L, García JD, Hernández - Chavarría E (2000). Taller de capacitación en promoción de la salud y control biológico de *Aedes aegypti*, dirigido a niños de tercero y cuarto grado de las escuelas de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica. Rev. Panam. Salud Pública (Enviado). [[Links](#)]
3. Gubler DJ, Clark GG (1996). Community involvement in the control of *Aedes aegypti*. Acta Trop 61: 169 - 179. [[Links](#)]
4. Hemández F, Schaper S, Soto L. (1998). La lucha contra el dengue: Control biológico de larvas de *Aedes aegypti* empleando *Mesocyclops thermocyclopoides* (Crustacea). Rev. Cost. Cienc. Méd. 19: 119 - 125. [[Links](#)]

5. Igarashi A. (1997). Impact of dengue virus infection and its control. FEMS Immunol Med Microbiol 18: 291 - 300. [[Links](#)]
6. Kuno G. (1995). Review of the factors modulating dengue transmission. Epidemiol Rev. 17: 321 - 335. [[Links](#)]
7. Mazine CAB, Yasumaro S, Macoris MLG, Andrighetti MTM, Da Costa VP, Winch PJ. (1996). Newsletter as a channel for communication in a community - based Aedes aegypti control program in Marilia, Brazil. J Amer Mosq Control Assoc. 12:732-735. [[Links](#)]
8. Mekuria Y, Gwinn TA, Williams DC, Tidwell MA. (1991). Insecticide susceptibility of Aedes aegypti from Santo Domingo, Dominican Republic. J Am Mosq Control Assoc. 7: 69 - 72. [[Links](#)]
9. Ministerio de Salud, Costa Rica. Memoria anual, 1998. [[Links](#)]
10. Nam VS, Yen NT, Kay BH, Marten GG, Reid JW. (1998). Eradication of Aedes aegypti from a village in Vietnam, using copepods and community participation. Am J Trop Med Hyg. 59: 657 - 660. [[Links](#)]
11. Nathan MB. (1993). Critical review of Aedes aegypti control programs in the Caribbean and selected neighboring countries. J Amer Mosquito Control Assoc 9: 1 - 7. [[Links](#)]
12. OPS. Grupo de trabajo de Expertos (1998) Plan continental de ampliación e intensificación del combate de Aedes aegypti. Rev. Panam Salud Pública / Pan Am Public Health 3: 124 - 130. [[Links](#)]
13. Platt KB, Linthicum KJ, Myint KSA, Innis BL, Lerdthusnee KI, Vaughn DW. (1997). Impact of dengue virus infection on feeding behaviour of Aedes aegypti. Am J Trop Med Hyg. 57: 119 - 125. [[Links](#)]
14. Reiter P, Amador MA, Anderson RA, Clark GG. (1995). Dispersal of Aedes aegypti in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium - marked eggs. Am J Trop Med Hyg 52: 177 - 179. [[Links](#)]
15. Rigau - Pérez JG, Clark GG, Gubler DJ, Reiter P, Sanders EJ, Voldam AV. (1998). Dengue and dengue haemorrhagic fever. Lancet 352: 971 - 977. [[Links](#)]
16. Rosen L, Shroyer DA, Tesh RB. et al. (1983) Transovarial transmission of dengue viruses by mosquitoes: Aedes albopictus and Aedes aegypti. Am J Trop Med Hyg. 32: 11108 1119. [[Links](#)]
17. Service MW. (1992). Importance of ecology in Aedes aegypti control. Southeast Asia J Trop Med Public Health 23: 681 - 689. [[Links](#)]
18. Soto L, Schaffer S, Angulo L, Hernández E (1999) Mesocyclops thermocyclopoides y el control biológico de Aedes: ejemplo de un plan de acción comunitaria en Chacarita, Puntarenas. Rev. Cost. Cienc. Méd. En prensa. [[Links](#)]
19. Trpis M, Hausermann W. (1986). Dispersal and other population parameters of Aedes aegypti in an African village and their possible significance in epidemiology of vectorborne diseases. Am J Trop Med Hyg 35: 1263 - 1279. [[Links](#)]

20. Wang CH, Roam GD. (1994). Dengue vector control in the urban environment of Taiwan. Kao Hsing I Hsueh Ko Hsueh Tsa Chih. 10: 28 - 32. [[Links](#)]

[1](#) Facultad de Microbiología , Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

[2](#) Unidad de Microscopía Electrónica, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

* Correspondencia: E mail: hchayarr@cariari.ucr.ac.cr



All the contents of this journal, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution License](#)

Apdo. 4685-1000, San José, Costa Rica, San José, San José, CR, 4685-1000, 22338063, 22230333



revista@acosap.cr