

## Efectividad residual de temefos en una ciudad del sureste mexicano prevalente al dengue

### Residual effectiveness of temephos observed in a Mexican southeast city affected by dengue

MSc. Gloria-Elsa Antonio-Arreola,<sup>I</sup> MSc. Daniel Sánchez<sup>II</sup>

<sup>I</sup> Instituto de Estudios Superiores de Chiapas. Campus Tapachula, México.

<sup>II</sup> El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México.

---

#### RESUMEN

**Objetivo:** investigar en qué medida la actividad residual del temefos aplicado a 1 ppm en tanques de cemento domiciliarios es afectada por la extracción y reposición de agua derivada de las actividades diarias en el hogar.

**Métodos:** el estudio se realizó en 2 etapas: primero la determinación de la efectividad del temefos granular en poblaciones silvestres de *Aedes aegypti* para establecer una línea basal de monitoreo y, segundo, la medición de la tasa media de extracción de agua domiciliar y su efecto sobre la residualidad de temefos.

**Resultados:** la efectividad del temefos granular fue de  $CL_{95} = 0,095$  ppm ( $IC_{95} \%$ : 0,079-0,118). Se encontró que, en promedio, se usa y repone diariamente el 69,2 % del agua almacenada en tanques de cemento, lo cual indica dilución significativa. Para simplificar los experimentos de residualidad se extrajo y repuso el agua a una tasa de 50 % diaria durante 2 semanas, encontrándose que la efectividad del temefos disminuye significativamente a partir del día 7 de su aplicación.

**Conclusiones:** la extracción de agua a la tasa encontrada tiene efectos importantes en la residualidad de temefos. Si se considerara esta tasa de extracción de agua y la  $CL_{95}$  del temefos granular en el cálculo de su dosificación, se tendrían efectos positivos en el control de *Aedes aegypti* y muy posiblemente en la aparición de resistencia.

**Palabras clave:** *Aedes aegypti*, temefos, dilución, residualidad.

## ABSTRACT

**Objective:** to study the effect of water extraction and renewal on the residual action of temephos applied at 1ppm to cement water-storage containers at home.

**Methods:** the study was conducted in two stages: one, determination of the granular temephos effectiveness on wild *Aedes aegypti* populations in order to set the monitoring baseline; and second, the measurement of the mean rate of water extraction at home and its effect on the residual activity of temephos.

**Results:** the effectiveness of granular temephos was  $CL_{95} = 0.095$  ppm ( $IC_{95} \%: 0.079-0.118$ ). As average, it was found that 69.2 % of water stored in cement containers was daily used and renewed, which means significant dilution. For the purpose of simplifying the experiments on residual activity, water was extracted and renewed at a rate of 50 % every day for 2 weeks. It was found that temephos effectiveness significantly declined from day 7 on after application.

**Conclusions:** this rate of water extraction under study has an important effect on the residual activity of temephos. If this rate and the  $CL_{95}$  of granular temephos are considered in estimating the dosing, positive effects on the control of *Aedes aegypti* and more likely on the occurrence of resistance will be attained.

**Key words:** *Aedes aegypti*, temephos, dilution, residual action.

---

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por vectores se encuentran entre las causas de mayor mortalidad y morbilidad alrededor del mundo.<sup>1</sup> El dengue es una de ellas, transmitido por mosquitos del género *Aedes* (Culicidae), y que al no contar con tratamiento antiviral específico, las medidas para reducir su incidencia se asientan sobre todo en la disminución de las poblaciones de los vectores que lo transmiten.<sup>2</sup>

El control de poblaciones de *Aedes aegypti*, principal vector del dengue en México, depende primordialmente del uso de insecticidas químicos; aunque esto puede provocar la aparición de resistencia en los mosquitos<sup>3</sup> y un impacto negativo en especies no blanco.<sup>4</sup> Los costos inherentes en el control del vector en áreas grandes hacen que se vuelva poco factible el empleo de otras alternativas para el control en el corto plazo,<sup>5</sup> especialmente cuando las condiciones favorecen la proliferación súbita y abundante de mosquitos. En el caso del dengue, los métodos mecánicos y químicos son hoy día parte integral de las campañas de control, en particular la "descacharrización" y la abatización; sin embargo, a pesar de los enormes esfuerzos que realiza la secretaría de salud el dengue persiste, por su carácter social que requiere de la participación comunitaria para que el control de esta enfermedad sea sostenible. De hecho, una de las principales limitantes en la efectividad del control del mosquito reside en la existencia de áreas que reúnen condiciones ecológicas, epidemiológicas, demográficas y socioeconómicas que favorecen la transmisión de esta enfermedad y además dificultan la aplicación de medidas para su erradicación.<sup>6</sup>

Los insecticidas sobre la base de temefos tienen gran importancia en salud pública, porque esta sustancia es el principal agente químico usado como larvicida para el control del mosquito *Ae. aegypti* en México y en otras partes del mundo. Se aplica

---

en gránulos de arena 1 % i.a. (ingrediente activo) para conseguir la dosis operacional de 1 ppm en tinacos y cisternas, así como cualquier otro tipo de recipiente que pueda servir de criadero, como las llantas y los floreros. Desafortunadamente su uso extensivo ya ha empezado a generar resistencia en algunos países de América,<sup>7</sup> Asia,<sup>8</sup> el Caribe<sup>9</sup> y Europa.<sup>10</sup> Esto hace imperativo considerar la resistencia dentro de los esquemas de abatización para un mejor control de las poblaciones vectoriales. Además, aunque se ha mostrado que la efectividad residual del temefos en gránulos de arena dura alrededor de 30 a 90 d en recipientes con agua estancada,<sup>11</sup> la extracción y reposición continua del agua puede mermar la acción larvicida del temefos por un efecto de dilución.<sup>12</sup> Lo anterior, aunado al hecho de que otras sustancias u organismos lo secuestran o degradan,<sup>13</sup> limita su efecto residual de manera considerable.

Otros factores importantes relacionados con la efectividad de las formulaciones del insecticida son la velocidad de liberación y las concentraciones pico alcanzadas. Por ejemplo, se han observado diferentes tasas de liberación de temefos, diferentes picos de concentración e incluso diferente efecto residual según la formulación.<sup>14</sup> En el caso de la formulación de liberación rápida sobre la base de comprimidos con abate 4E, se determinó un pico de 0,148 ppm de temefos a las 12 h, lo cual significaría que si se extrajera la mitad del contenido a diario, se perderían 0,074 mg i.a./d, que en una semana significaría 0,518 mg, la mitad de la dosis operacional. Otra situación de pérdida rápida de temefos se podría presentar cuando por alguna razón los gránulos de arena con temefos son removidos. Sin embargo, en otro estudio se encontró que el temefos disuelto en agua puede durar hasta 6 semanas, aun cuando se hayan removido los gránulos que lo contenían; pero solo si el agua no es usada bajo prácticas de extracción y reposición cotidiana.<sup>15</sup> Así, si el temefos es liberado por completo de su vehículo, o bien los gránulos con temefos son removidos, la probabilidad de que se elimine el larvicida en su totalidad por efecto de extracción de agua es mayor y reduce rápido su efectividad.

En este trabajo se hizo una evaluación del efecto que tiene la extracción y el reemplazo de agua en la actividad larvicida residual del temefos, con la finalidad de proveer información para mejorar los criterios de aplicación de temefos y controlar de modo más eficiente las poblaciones vectoriales, bajo las condiciones propias de la región del Soconusco, Chiapas.

## MÉTODOS

### Sitio de estudio

Los bioensayos para medir la efectividad del temefos granular en poblaciones silvestres de *Ae. aegypti* se realizaron en el Laboratorio de Investigación Multidisciplinaria de la Escuela de Medicina del Instituto de Estudios Superiores de Chiapas, Campus Tapachula, de febrero a mayo de 2008. Las mediciones para calcular la tasa promedio de uso de agua, así como todas las larvas usadas en el estudio, provinieron de domicilios de la ciudad de Tuxtla Chico, Chiapas.

### Temefos

Para todas las pruebas se empleó temefos 1 % i.a. en formulación granulada (abate 1SG, BASF Alemania) proporcionado por la Secretaría de Salud de México a través

de la Jurisdicción Sanitaria no. VII, ubicada en Tapachula, Chiapas. Se prefirió realizar las pruebas de efectividad con esta formulación porque se ha demostrado que distintas formulaciones de temefos tienen efectividades diferentes frente al vector del dengue y aunque esto limita tener valores comparables con los obtenidos por los métodos estándares de susceptibilidad de la Organización Mundial de la Salud,<sup>16</sup> es útil para determinar la efectividad del temefos que se usa operacionalmente.

#### *Determinación de la CL<sub>95</sub> con temefos granular*

Las larvas que se colectaron en los domicilios se colocaron en recipientes de plástico con un litro de agua y se mantuvieron con alimento para perro (Purina®) hasta la etapa adulta dentro de jaulas entomológicas de 50 cm × 75 cm × 60 cm, cubiertas con malla para mosquitos. Se removieron las especies no *Aedes* y se permitió el apareamiento de hembras y machos de *Ae. aegypti* dentro de las jaulas. Los adultos se alimentaron con algodones embebidos en solución de azúcar 50 %, y a las hembras además se les ofreció alimentarse de la sangre de un conejo levemente anestesiado con cloroformo. La oviposición de las hembras fue en tiras de papel filtro (Whatman no. 1) que se colocaron dentro de recipientes con agua en las jaulas. Los huevos colectados (F1) se llevaron a eclosión para las pruebas de efectividad y de residualidad. En una repetición se expuso uno de cada 6 grupos de 25 larvas F1 en tercer estadio a 250 mL de temefos a una concentración determinada (0,000; 0,005; 0,010; 0,050; 0,100 y 0,500 ppm), obtenida por dilución serial a partir de una solución madre de temefos a 1 ppm preparada 24 h con anticipación (para asegurar una buena disolución). Para evitar pseudoreplicación se preparó una nueva solución madre de temefos a 1 ppm para cada una de las 10 repeticiones realizadas. Después de 24 h de exposición se determinó la mortalidad de larvas mediante la estimulación con un aplicador de madera. Las larvas que no respondieron al estímulo se consideraron muertas.<sup>17</sup>

#### *Determinación de la efectividad residual de temefos*

Estas pruebas consistieron en determinar la proporción de agua en promedio que se usa diariamente en hogares de Tuxtla Chico, y simular el uso de agua en tanques controlados para evaluar su efecto sobre la residualidad de temefos.

#### *Cálculo de la tasa diaria de uso de agua*

Para determinar la tasa diaria de uso de agua (TUA) se registraron las dimensiones (metros) de los tanques de cemento usados para almacenar agua. Se midió el nivel matutino (M) y el vespertino (V) de agua de cada recipiente. La tasa de uso se pudo calcular de la forma siguiente:

$$TUA = \frac{M-V}{M}$$

Ecuación 1

Para evitar una subestimación del uso de agua se pidió a las familias que participaron que no llenaran el recipiente de agua hasta que se tomara el nivel vespertino.

#### *Bioensayos para evaluar el efecto de dilución en la residualidad de temefos*

Para determinar el efecto de la TUA en la efectividad de temefos se implementaron 2 tratamientos en 6 tanques de agua de 2 m<sup>3</sup> cada uno. El *tratamiento convencional* consistió en la aplicación de temefos una sola vez en 3 de los tanques, de acuerdo a las normas de la Secretaría de Salud Ambiental para la aplicación de temefos (1,0 g de temefos 1 % en forma granulada por cada 10 L de agua), con extracción de agua diaria según la TUA estimada antes. El *tratamiento continuo* consistió en la aplicación de temefos —según la secretaría de salud— cada cierto período en los tanques restantes, cuando la concentración de temefos estuviera por debajo de la dosis diagnóstica de 0,012 ppm debido a la TUA. Se desarrolló una fórmula matemática para estimar si la concentración de temefos ([TEMEFOS]<sub>D</sub>) está por debajo de 0,012 ppm después de *D* días de su aplicación ([TEMEFOS]<sub>D</sub>, contando como día 0 el día de la aplicación de temefos), a partir de una concentración inicial esperada *CE*, que sería de 1,0 ppm en recipientes domiciliarios bajo el esquema convencional y la formulación granulada; asumiendo que el temefos se disuelve por completo en 24 h después de su aplicación, bajo diferentes tasas de uso de agua (TUA) mediante la ecuación 2:

$$[\text{TEMEFOS}]_D = (CE) (1 - \text{TUA})^D \text{ Ecuación 2}$$

Dado que *CE* es la unidad se puede simplificar la ecuación 2:

$$[\text{TEMEFOS}]_D = (1 - \text{TUA})^D \text{ Ecuación 3}$$

Así, si se quiere saber cuál será la concentración de temefos después de 6 días de su aplicación (*D* = 6), y asumiendo que la mitad del tanque se usa a diario (*TUA* = 0,5) se tiene:  $[\text{TEMEFOS}]_6 = (1 - 0,5)^6 = 0,0156$  ppm; apenas arriba de la dosis diagnóstica. En el día 7 se tendría una concentración de 0,008 ppm, muy inferior a 0,012 ppm. De esa manera, se usó el día 6 después de la aplicación inicial como la fecha en la que habría de aplicarse temefos en el tratamiento continuo.

Los ensayos biológicos para evaluar la residualidad consistieron en exponer por 24 h grupos de 25 larvas de tercer estadio al agua de cada tratamiento en los días 0, 6, 13 y 20 respecto de la aplicación inicial de temefos granulada, se introdujeron a los tanques en recipientes cubiertos con malla para evitar su escape. Se midió la mortalidad de la misma forma que en las pruebas de susceptibilidad en laboratorio.

#### *Análisis estadístico*

Para la estimación de la CL<sub>95</sub> de las pruebas de efectividad del abate granulada los datos de mortalidad se ajustaron a un modelo logit, porque se adaptaban mejor que a un modelo probit. Para determinar el efecto de la extracción continua de agua en la residualidad del temefos se aplicó un análisis lineal mixto a la mortalidad observada en los tratamientos continuo y convencional. Los datos se analizaron con el programa SPSS v11.

## RESULTADOS

### Determinación de la efectividad del temefos granular

En total se realizaron 10 repeticiones para determinar la CL<sub>95</sub> (1 500 larvas evaluadas en total). La regresión logit de la mortalidad obtenida dio un valor estimado para la CL<sub>95</sub>= 0,095 ppm de temefos (IC<sub>95</sub> %: 0,079 - 0,118; parámetros del modelo: coeficiente= 4,13; intercepto= 7,16). El análisis de residuales indica que el modelo se ajusta bien a la mortalidad observada ( $\chi^2$ = 4,42; GL= 3; p= 0,219).

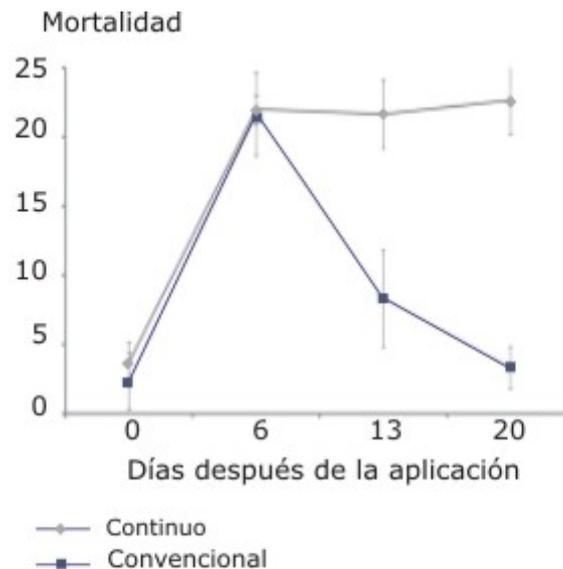
### Determinación de la tasa de extracción diaria de agua

El patrón de uso de agua en los domicilios encuestados es muy variable, por ello se realizaron 3 mediciones, en diferentes fechas, de cada uno de los recipientes en cada uno de los 23 domicilios que aceptaron ser parte del estudio. Los recipientes más pequeños consistieron en cubetas o pequeños tanques de menos de 0,032m<sup>3</sup>, que comúnmente se llenan y vacían hasta 3 veces al día. Los más grandes consistieron en tanques de cemento de hasta 3,3 m<sup>3</sup>.

La TUA se estimó a partir de los recipientes medianos y grandes, porque los recipientes pequeños son vaciados y llenados a diario. En promedio estos tanques tienen un volumen de 1,23 ± 0,83 m<sup>3</sup> (media ± desviación estándar), con una TUA de 0,692 ± 0,155 (media ± desviación estándar). Así, las familias de la localidad encuestada vacían un poco más de la mitad sus recipientes diariamente.

### Determinación de la efectividad residual de temefos

Para simplificar, en estas pruebas se consideró la TUA= 0,5, es decir, el promedio encontrado menos una desviación estándar (TUA= 0,500 H» 0,692 0,155). En el análisis estadístico se encontró una diferencia significativa en la mortalidad larvaria entre los tratamientos continuo y convencional ( $F_{1;13,68} = 79,77$ ; p< 0,001), y entre días ( $F_{3;8,67} = 88,27$ ; p< 0,001); se observó una mayor mortalidad a lo largo del estudio en el tratamiento continuo (Fig.). Ambos tratamientos mostraron un incremento similar en la mortalidad durante los primeros 6 d. Sin embargo, a partir del día 7 hay una tendencia a disminuir la mortalidad en el tratamiento convencional, que se reduce hasta casi cero en el día 20 posaplicación.



La mortalidad observada en el día 0 corresponde a una alícuota tomada de cada tanque y a la que se expusieron larvas por 24 h para determinar la mortalidad basal en laboratorio. Los demás bioensayos se hicieron *in situ*.

**Fig.** Promedio de la mortalidad observada ( $\pm 2$  DE) en los tanques con tratamiento convencional y continuo después de la aplicación de abate (día 0).

## DISCUSIÓN

En ausencia de una vacuna para prevenir la fiebre por dengue, el control de su vector, el mosquito *Ae. aegypti*, sigue siendo la única alternativa para reducir la incidencia de la enfermedad. El uso de sustancias químicas como el temefos ha hecho posible que se logre la disminución aceptable del vector y, consecuentemente, de la enfermedad. Sin embargo, su uso, como el de cualquier otro insecticida, puede traer consigo la aparición de resistencia con las eventuales consecuencias. Otras variables que pueden provocar una subefectividad del temefos, como la exposición prolongada a la luz (fotólisis y degradación del larvicida), sustancias orgánicas que secuestren el temefos, dilución por uso y reposición de agua, entre otros, podrían actuar sinérgicamente para empeorar el panorama del control vectorial. En el presente estudio se tuvo como objetivo determinar en qué medida uno de estos factores, el uso doméstico del agua, afecta la efectividad residual del temefos en condiciones reales de uso de agua domiciliar.

### Efecto residual de temefos bajo extracción continua de agua

Los programas de salud para el control del vector del dengue alrededor del mundo tienen establecidas las dosificaciones domiciliarias adecuadas de temefos granulado 1 %, que se asume tiene un efecto larvicida hasta por 3 meses.<sup>11</sup> Sin embargo, esta dosificación no considera el efecto de la dilución por el uso de agua en la actividad larvicida de temefos. Aquí se encontró que la extracción y reposición de agua en recipientes domiciliarios tiene un marcado efecto negativo en la actividad residual de temefos. En la figura se observa que el patrón de mortalidad en el

tratamiento convencional (una sola aplicación) sigue una tendencia como la prevista por esta ecuación, con un pico de mortalidad en el día 6, para luego bajar en los siguientes muestreos. En el tratamiento continuo (aplicaciones semanales), sin embargo, se mantiene una alta mortalidad en todos los muestreos donde el tratamiento convencional pierde su seguridad. La dilución tiene de manera evidente un efecto importante en la efectividad del temefos bajo las condiciones de este trabajo.

Otros estudios han documentado de la misma forma el efecto negativo de este factor en la actividad residual de temefos,<sup>12,18</sup> aunque generalmente menos marcado que en nuestro trabajo. En Perú se encontró que el temefos bajo uso cotidiano del agua conservaba su efecto larvicida hasta por 7 semanas,<sup>19</sup> en tanto que en estudios en Tailandia señalan duraciones de hasta más de 5 meses.<sup>15,20</sup> Por otro lado, en un estudio en Brasil se encontró que la residualidad variaba con parámetros físico-químicos del agua y provocaba un efecto residual de hasta solo una semana cuando se aplicaba en llantas.<sup>21</sup> Otras investigaciones reportan 30 d de efectividad,<sup>22</sup> o incluso menos según el contenido orgánico del agua a tratar.<sup>13</sup> Esta diversidad de resultados pone de manifiesto que las condiciones propias de cada localidad vuelven difícil la comparación de la residualidad de temefos entre estudios, lo que plantea la importancia de realizar investigaciones considerando las características propias de cada localidad donde se aplique o se planee aplicar temefos. Aunado a lo anterior es de especial importancia la formulación del temefos, porque se ha demostrado que la efectividad varía con los ingredientes que acompañan al principio activo.<sup>23</sup> Es así primordial hacer estudios de campo con cada lote o nueva formulación que se planee usar.

#### *Tamaño del recipiente abatizado*

En el estudio de *Thavara* y otros<sup>18</sup> se pone de manifiesto la relevancia del tamaño del recipiente en el efecto de dilución del temefos: recipientes pequeños son regularmente vaciados de manera completa, en tanto que los grandes son desocupados de modo ocasional; al respecto, se encontró una diversidad considerable en los volúmenes de los recipientes usados para contener agua. Del total de los recipientes, 25 % tiene volúmenes mayores que 2 000 L, 50 % con volumen medio (800-2 000 L), y el restante 25 % de volumen pequeño (menor que 800 L). Como los recipientes de volúmenes pequeños se vacían y llenan con frecuencia no tiene sentido que se traten con temefos, porque este esquema de uso asegura que cualquier posible huevo o larva sea eliminada antes de completar su ciclo y que el temefos aplicado sea igualmente eliminado. En cambio los recipientes grandes y medianos rara vez se vacían por completo, por lo tanto, el esquema de abatización debería ajustarse a la tasa de uso de estos recipientes. Para ello sería conveniente saber el uso diario aproximado del total del agua en el recipiente y la frecuencia con que lo llenan. Con estos datos, y las ecuaciones mostradas anteriormente, se podría hacer una estimación más acertada sobre la cantidad de temefos a aplicar. Por ejemplo, si el inquilino menciona que se usa a diario la mitad del contenido del recipiente, a partir del día 7 después de la abatización se alcanzaría una concentración debajo de la óptima, lo cual significaría una reducción en la mortalidad de larvas expuestas. De la misma forma, es imperativo investigar las características fisicoquímicas (concentración pico, velocidad de solubilización), de la formulación empleada para determinar con mayor exactitud el efecto de la extracción de agua en la actividad residual del temefos, como lo realizaron *Cilek* y otros.<sup>14</sup>

*CL<sub>95</sub> con temefos granular y su importancia en la dosificación*

Las larvas silvestres tuvieron una CL<sub>95</sub> de 0,095 ppm a temefos granular, la cual es 8 veces mayor que la dosis diagnóstica de 0,012 ppm. Según la ecuación 3, sería en el día 4 en el que se debería aplicar de nuevo temefos para tener una CL<sub>95</sub> efectiva, en lugar del día 6 como se hizo en el presente estudio. Sin embargo en la figura se observa que la efectividad del temefos se extiende hasta el día 6. De hecho la mortalidad observada en el día 6 en el tratamiento convencional fue más alta que lo esperado, porque la CL<sub>95</sub> es 6 veces mayor que 0,0156 ppm, la concentración de temefos estimada por la ecuación 3 para este día. Esto puede deberse a que la ecuación funciona como una aproximación que depende en gran medida de la formulación y de la TUA, pero que no considera otras variables ambientales; de esta forma la concentración no disminuye de manera exponencial como lo sugiere la ecuación 3. Aun así, para los bioensayos en los demás días, la concentración de este larvicida en los tanques con tratamiento convencional fue insuficiente para inhibir el desarrollo de las larvas, lo cual prueba la utilidad de esta fórmula matemática. Esto además indica la importancia de realizar los estudios de efectividad *in situ*, porque se incluyen efectos de campo que en el laboratorio no se incluyen.

Es importante señalar que la CL<sub>95</sub> no sugiere resistencia, porque se obtuvo con la formulación granular, no con un reactivo grado técnico. De hecho, dado que no se puede asegurar una disolución de 100 % en 24 h del temefos granular, es muy probable que la CL<sub>95</sub> obtenida sobreestime la resistencia de los mosquitos colectados en campo, por lo que el uso de este parámetro solo es de utilidad cuando se compare con formulaciones de temefos o con lotes de la misma formulación.

*Sugerencias para la aplicación de temefos*

Una posible solución para observar un patrón de mortalidad como el del tratamiento continuo (Fig.), además de considerar la TUA en la dosificación de temefos, en los domicilios tratados es incrementar la dosis de temefos a 2 partes por millón o más, tal como se demostró en Shangai, China, donde se encontró que formulaciones de mayor concentración fueron eficaces por el doble de tiempo que las usadas de modo tradicional.<sup>24</sup> Otra posible medida es el empleo de temefos en una formulación diferente a la usada por la secretaría de salud, porque se ha demostrado que esto determina en gran medida la cantidad de temefos liberado en el agua.<sup>14</sup> En Tailandia se encontró que el temefos 1 % en gránulos de zeolita tenía un efecto residual de hasta 3 meses, aun cuando se había aplicado en recipientes de agua bajo extracción continua.<sup>18</sup> En contraposición a la formulación de temefos en gránulos de arena, la formulación con zeolita podría reducir considerablemente el efecto de dilución y con ello las posibilidades de que aparezca resistencia. Además, al incrementar el tiempo de efectividad, las actividades de vigilancia y operatividad del sector salud para el control del vector del dengue podrían cumplir sus ciclos de manera más efectiva. Es decir, en lugar de abatizar cada 7 a 10 d con la formulación sobre la base de gránulos de arena, se podría hacer a mayores intervalos de tiempo con la formulación de zeolita. Es igualmente importante evaluar la calidad fisicoquímica del agua para estimar su efecto sobre el temefos.

Los resultados de este estudio ponen en evidencia circunstancias que a pesar de su importancia no se consideran dentro del esquema de control del vector. Medidas tan sencillas como la tasa de uso domiciliar de agua y usar una formulación de liberación lenta con pico de solubilidad mayor que la CL<sub>95</sub> de temefos granular de las poblaciones locales podría tener un efecto importante en el control del dengue y en la aparición de resistencia.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecer y reconocer a las autoridades de la Jurisdicción Sanitaria no. VII por su apoyo operativo en el presente estudio. También al químico Leonardo Sánchez Muñoz y a la doctora Carmen Vázquez Vázquez por su valioso apoyo durante la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rigau-Perez JG, Clark GG, Gubler DJ, Reiter P, Sanders EJ, Vorndam AV. Dengue and dengue haemorrhagic fever. *Lancet*. 1998;352(9132):971-7.
2. Pates H, Curtis C. Mosquito behavior and vector control. *Annu Rev Entomol*. 2005;50:53-70.
3. Braga IA, Lima JBP, Soares SdS, Valle D. *Aedes aegypti* resistance to temephos during 2001 in several municipalities in the states of Rio de Janeiro, Sergipe, and Alagoas, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2004;99(2):199-203.
4. Dickman M. Impacts of a mosquito selective pesticide, Bti, on the macroinvertebrates of a subtropical stream in Hong Kong. *Chemosphere*. 2000;41:209-17.
5. McConnell KJ, Gubler DJ. Guidelines on the cost-effectiveness of larval control programs to reduce dengue transmission in Puerto Rico. *Rev Panam Salud Publica*. 2003;14(1):9-16.
6. Onwujekwe O, Malik el F, Mustafa SH, Mnzavaa A. Do malaria preventive interventions reach the poor? Socioeconomic inequities in expenditure on and use of mosquito control tools in Sudan. *Health Policy Plan*. 2006;21:10-6.
7. Bisset-Lazcano JA, Rodríguez MM, San Martín JL, Romero JE, Montoya R. Evaluación de la resistencia a insecticidas de una cepa de *Aedes aegypti* de El Salvador. *Rev Panam Salud Publica*. 2009;26:229-34.
8. Jirakanjanakit N, Saengtharatip S, Rongnoparut P, Duchon S, Bellec C, Yoksan S. Trend of temephos resistance in *Aedes (Stegomyia)* mosquitoes in Thailand during 2003-2005. *Environ Entomol*. 2007;36(3):506-11.
9. Rodríguez MM, Bisset JA, Fernandez D, Omayda P. Resistance to insecticides in larvae and adults of *Aedes aegypti*, Havana City: prevalence of A4 esterase associated with resistance to temephos. *Rev Cubana Med Trop*. 2004;56(1):54-60.
10. Romi R, Toma L, Severini F, Di Luca M. Susceptibility of Italian populations of *Aedes albopictus* to temephos and to other insecticides. *J Am Mosq Control Assoc*. 2003;19(4):419-23.
11. Manual para la Vigilancia, Diagnóstico, Prevención y Control del Dengue. México: Secretaría de Salud Ambiental; 2007. p. 1-141.
12. Pontes RJ, Dantas Filho FF, Alencar CH, Regazzi AC, Cavalcanti LP, Ramos AN, et al. Impact of water renewal on the residual effect of larvicides in the control of *Aedes aegypti*. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2010;105(2):220-4.
13. Chippaux JP, Coustard JM. Sensitivity and accuracy of a bio-assay for the determination of the concentration of residual pesticide in natural water bodies. *Acta Trop*. 1992;50(3):267-70.

14. Cilek JE, Webb JD, Knapp FW. Residual concentration and efficacy of three temephos formulations for control of larval *Aedes aegypti*. J Am Mosq Control Assoc. 1991;7(2):310-2.
15. Thavara U, Tawatsin A, Srithommarat R, Zaim M, Mulla MS. Sequential release and residual activity of temephos applied as sand granules to water-storage jars for the control of *Aedes aegypti* larvae (Diptera: Culicidae). J Vector Ecol. 2005;30(1):62-72.
16. WHO. Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control - New edition. Geneva Switzerland: World Health Organization; 2009.
17. Antonio GE, Sánchez D, Williams T, Marina CF. Paradoxical effects of sublethal exposure to the naturally derived insecticide spinosad in the dengue vector mosquito, *Aedes aegypti*. Pest Manag Sci. 2009;65(3):323-6.
18. Thavara U, Tawatsin A, Kong-Ngamsuk W, Mulla MS. Efficacy and longevity of a new formulation of temephos larvicide tested in village-scale trials against larval *Aedes aegypti* in water-storage containers. J Am Mosq Control Assoc. 2004;20(2):176-82.
19. Palomino M, Solari L, León W, Vega R, Vergaray M, Cubillas L, et al. Evaluación del efecto residual del Temephos en larvas de *Aedes aegypti* en Lima, Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2006;23(3):158-62.
20. Mulla MS, Thavara U, Tawatsin A, Chompoosri J. Procedures for the evaluation of field efficacy of slow-release formulations of larvicides against *Aedes aegypti* in water-storage containers. J Am Mosq Control Assoc. 2004;20(1):64-73.
21. Pinheiro VCS, Tadei WP. Evaluation of the residual effect of temephos on *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) larvae in artificial containers in Manaus, Amazonas State, Brazil. Cad Saude Publica. 2002;18:1529-35.
22. Carvalho LAdF, Silva IGd. Longitudinal evaluation of the activity of 1 % temephos on *Aedes aegypti* (Lin., 1762). Entomol Vectores. 2000;7(2):191-201.
23. Chen CD, Lee HL, Chan CK, Ang CL, Azahari AH, Lau KW, et al. Laboratory bioefficacy of nine commercial formulations of temephos against larvae of *Aedes aegypti* (L.), *Aedes albopictus* Skuse and *Culex quinquefasciatus* Say. Trop Biomed. 2009;26(3):360-5.
24. YouXiang X, TieLin L, ShangHong H. Study on the effect of abate granules against the mosquito larvae in rivers in urban areas. Chin J Vec Biol Contr. 2004;15(4):299-300.

Recibido: 5 de abril de 2011.

Aprobado: 30 de diciembre de 2011.

Daniel Sánchez. El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Antiguo Aeropuerto Km 2.5, CP 30700. Tapachula, Chiapas, México. Teléf.: +52(962)62 89800 ext 5400. Correo electrónico: [dsanchez@ecosur.mx](mailto:dsanchez@ecosur.mx)