

Susceptibilidad de dos poblaciones de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de Cali (Valle, Colombia) a Temefos (Abate®) y Triflumuron (Starycide®)

Susceptibility of two populations of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) of Cali (Valle, Colombia) to Temefos (Abate®) and Triflumuron (Starycide®)

AYDA VIVIANA PRIETO¹, MARCO FIDEL SUÁREZ², RANULFO GONZÁLEZ³

Revista Colombiana de Entomología 28 (2): 175-178 (2002)

Resumen. En el contexto del manejo integrado de vectores, el control químico continúa siendo una estrategia importante, si su uso es vigilado periódicamente. El objetivo de este trabajo fue conocer la susceptibilidad de larvas de *Ae. aegypti* a formulaciones de uso en salud pública de Temefos y Triflumuron en tres áreas de la ciudad de Cali. Las poblaciones estudiadas fueron altamente susceptibles a ambos insecticidas. Los porcentajes de mortalidad obtenidos con la dosis diagnóstica de Temefos, estuvieron en un rango de 98,7% y 96,0%, indicando una reversión de la población resistente detectada en 1996. Basados en estos resultados es posible sugerir el uso alternado de ambos productos, en el marco de un programa de manejo integrado, pero previa evaluación de la relación costo-beneficio de Triflumuron.

Palabras clave: Control químico. Inhibidor de síntesis de quitina. Organofosforado.

Summary. In the context of the integrated vector management, chemical control continues to be an important strategy if it is used in rational and controlled ways. The objective of the present work was to determine the susceptibility of *Aedes aegypti* larvae to formulations used in public health of Temefos and Triflumuron in three areas of Cali city. The populations analyzed were highly susceptible to both insecticides. Mortality ratios for Temefos ranged between 98.7 and 96.0%, displaying an apparent reversion of the resistance showed in 1996. Based on the results it is possible to suggest the alternate use of both products in the frame of an integrated management program but with previous evaluation of the Triflumuron cost-benefit grounds.

Key words: Chemical control. Inhibiting chitin synthesis. Organophosphate.

Introducción

Los métodos de prevención y control de vectores y en especial de *Aedes aegypti* (Linnaeus) se basan principalmente en el manejo ambiental, la promoción de la educación y la participación comunitaria, el control biológico y la aplicación de insecticidas químicos. Aunque en el último decenio se ha enfatizado en el enfoque ambiental (ordenamiento del medio), comunitario y biológico, todavía el control químico es considerado un elemento importante en el manejo integrado de las enfermedades transmitidas por artrópodos. La incorporación del control químico a las estrategias de control integrado de vectores debe basarse en su eficacia, sostenibilidad, costos y grado de susceptibilidad de la población de vectores a combatir.

Las pruebas de susceptibilidad son ensayos realizados regularmente en el laboratorio con el propósito de valorar la respuesta de las poblaciones naturales de un organismo a un insecticida. Los resultados de estos ensayos biológicos indican si la población expuesta al insecticida dado, permanece susceptible o muestra resistencia.

La resistencia es percibida, en condiciones de campo, como una reducción en el control obtenido normalmente, con la dosis del insecticida que fue efectiva cuando éste fue introducido por primera vez. En consecuencia, las pruebas de susceptibilidad estandarizadas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), deben practicarse periódicamente, como parte integral del programa de control de vectores, con la finalidad de detectar oportunamente los cambios en la susceptibilidad, valorar el nivel de resistencia a los insecticidas en uso para hacer los ajustes en el programa de control de vectores (Brown y Pal 1973).

El Temefos (Abate®), en gránulos de arena al 1%, se viene aplicando en el área urbana de la ciudad de Cali para el control de *Ae. aegypti*, desde 1979. Un informe de Suárez *et al.* (1996) mostró en un barrio del norte de la ciudad de Cali, la existencia de poblaciones de larvas de esta especie, resistentes a este insecticida. En el presente trabajo se analizan los resultados de la valoración de la respuesta de tres poblaciones naturales de *Ae. aegypti* de la ciudad de Cali a Temefos, un larvicida aplicado regularmente por la Secretaría de Salud Pública Muni-

cipal (SSPM). Por otro lado se evalúa el grado de susceptibilidad al Triflumuron (Starycide®), un inhibidor de síntesis de quitina que afecta el proceso de desarrollo pre-imaginal del insecto.

Materiales y Métodos

Se colonizaron tres poblaciones de *Ae. aegypti*, procedentes de diferentes sectores de la ciudad de Cali (barrio Marroquín I, II y Floralia) y la cepa susceptible de referencia, Rockefeller, la cual fue suministrada por el Center for Disease Control (CDC), San Juan Laboratories, Puerto Rico. Con las filiales F1 o F2 se desarrolló el protocolo estándar de la Organización Mundial de la Salud, para medir la susceptibilidad o resistencia de las poblaciones de larvas de mosquitos a los insecticidas organofosforados y a los inhibidores de crecimiento (WHO 1981, 1981a).

Las larvas de *Ae. aegypti* se evaluaron con diferentes dosis del organofosforado Temefos (Abate®) y con el inhibidor de crecimiento Triflumuron (Starycide®).

El establecimiento de las concentraciones iniciales de los dos larvicidas se realizó ex-

1. Bióloga. Universidad del Valle.

2. Secretaría de Salud Pública Municipal de Cali.

3. Autor para correspondencia: Universidad del Valle, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. A. A. 25360. Cali. E-mail: ranulfo@biologos.univalle.edu.co

poniendo lotes de 25 larvas de mosquitos de tercer instar tardío o cuarto temprano, de las cepas de Cali y Rockefeller. Las concentraciones finalmente probadas se presentan en las tablas 1 y 2, para Temefos y Triflurmetor, respectivamente. Las larvas se depositaron en vasos de precipitado con 249 ml de agua filtrada, a la cual se le agregó 1 ml de cada concentración del insecticida. Se hicieron tres repeticiones por concentración y tres réplicas de cada prueba, en días diferentes. Las condiciones de temperatura durante la prueba oscilaron entre 22° C y 24° C. Los datos obtenidos en cada prueba se registraron en los formularios diseñados para este propósito. A partir de los datos de mortalidad de larvas y la dosis del insecticida utilizada, se estableció la línea base o línea de regresión dosis - mortalidad.

Los resultados se analizaron mediante la transformación a escala probit de los datos (Finney 1964) utilizando el programa de Raymond (1985). Los porcentajes de mortalidad se ajustaron con respecto a la observada en los testigos, mediante la fórmula de Abbott. Para determinar un cambio en la susceptibilidad de una población, se calculó la tasa o razón de resistencia, la cual se define como la CL₅₀ o CL₉₅ de una cepa silvestre sobre la de la cepa de referencia o susceptible. Valores mayores a la unidad son indicadores de mayor tolerancia al insecticida.

Resultados

Temefos. Los ensayos se iniciaron a partir de la dosis diagnóstica de 0.0125 mg/l, con la cual se obtuvo el 100.0% de mortalidad. Para establecer la línea base, a partir de la dosis diagnóstica, se calcularon otras que son presentadas en la tabla 1.

Las líneas de regresión de las poblaciones colectadas en Cali-Marroquín (sector oriental), Cali-Floralia (sector norte) y la cepa de referencia Rockefeller, indicaron que la

cepa Rockefeller tuvo una respuesta homogénea, la cual es propia de cepas susceptibles (Fig. 1). Al compararla con la línea de regresión de la cepa Cali-Marroquín y Cali-Floralia no se observó un desplazamiento significativo hacia mayores dosis y las pendientes obtenidas fueron tan o más elevadas que la cepa susceptible (Tabla 3). Este resultado demostró que las poblaciones evaluadas en este estudio son tan susceptibles a Temefos como la cepa Rockefeller.

Con excepción de la cepa Cali-Marroquín, cuyas dosis presentaron un alto valor de X² (Tabla 1) las CL₅₀ y CL₉₅ presentaron un margen estrecho entre los intervalos de confianza. Por otro lado, todas presentaron una elevada pendiente, propia de una respuesta homogénea de la población, y un error estándar bajo para las cepas susceptible y Cali (norte), que es indicador de un buen ajuste de los datos para esas dos cepas (Tabla 3).

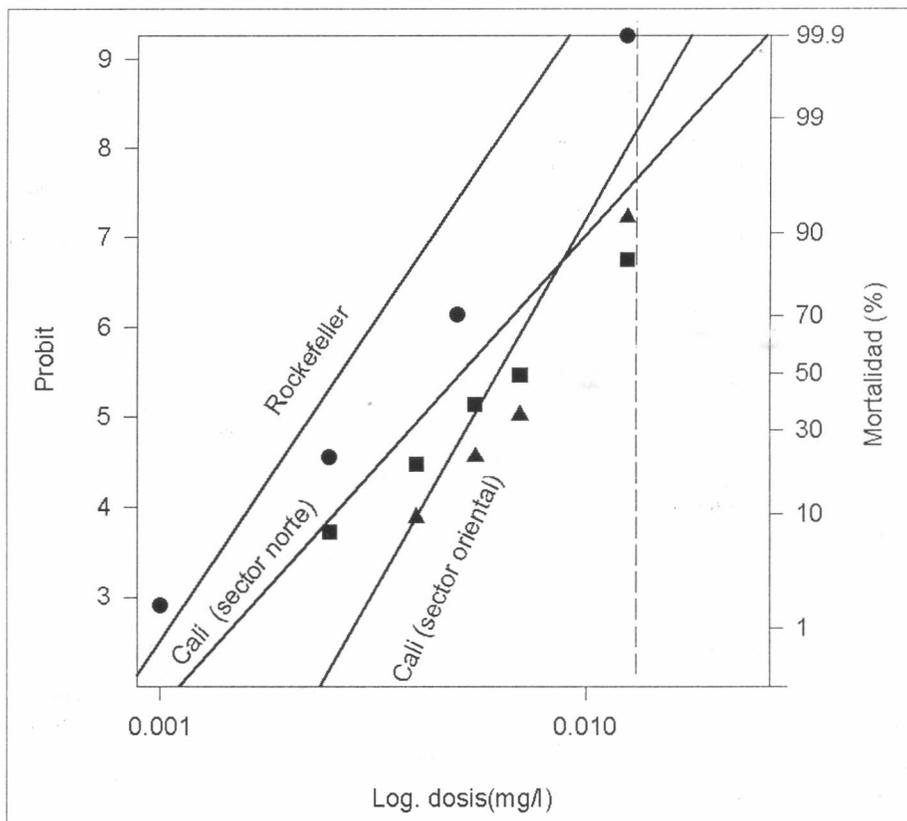


Figura 1. Líneas de regresión dosis-mortalidad obtenidas con Temefos en dos cepas de *Ae. aegypti* de la ciudad de Cali, comparadas con la cepa susceptible (Rockefeller).

Tabla 1. Porcentajes de mortalidad de larvas de tres cepas de *Ae. aegypti* observadas a diferentes dosis de Temefos, en el año de 1998

Cepa	Dosis (mg i.a/l)	N	% de mortalidad corregido	Contribución de X ²
Rockefeller	0.0125	225	100.0	0.270
	0.0050	220	87.3	0.187
	0.0025	224	32.6	0.687
	0.0010	225	1.8	1.341
Cali-Marroquín	0.0125	225	98.7	10.681
	0.0070	225	51.1	4.498
	0.0055	225	32.8	1.683
	0.0040	225	13.3	0.501
Cali-Floralia	0.0025	225	5.8	18.302
	0.0125	224	96.0	0.752
	0.0070	225	68.0	0.915
	0.0055	225	55.6	0.146
Cali-Floralia	0.0040	225	30.2	0.219
	0.0025	225	10.2	0.399

Mortalidad en control Rockefeller = 0.0%
 Mortalidad en control Cali - Marroquín = 0.0%
 Mortalidad en control Cali - Floralia = 0.0%

Tabla 2. Porcentajes de mortalidad corregidos y esperados de larvas de dos cepas de *Ae. aegypti* obtenidas con diferentes dosis de Triflumuron (IGR), bajo condiciones de laboratorio

Cepa	Dosis(mg i.a/l)	N	% de mortalidad corregido	% de mortalidad esperado
Rockefeller	0.00320	225	97.7	99.8
	0.00064	225	81.3	77.4
	0.00045	225	66.6	61.5
	0.00020	225	15.9	22.9
	0.00013	225	5.8	10.8
Cali-Marroquín	0.00064	225	91.7	91.6
	0.00032	225	55.9	56.3
	0.00025	225	40.2	40.0
	0.00020	225	18.6	27.4
	0.00010	225	10.3	9.6

Mortalidad en el control Rockefeller = 3.5%

Mortalidad en el control Cali - Marroquín = 3.1%

Tabla 3. Concentraciones letales CL_{50} y CL_{95} de Temefos sobre larvas de tres cepas de *Ae. aegypti*, bajo condiciones de laboratorio

Cepa	CL_{50}^1	IC ²	CL_{95}	IC	$P \pm E.S^3$
Rockefeller	0.0030	0.0028-0.0032	0.0065	0.0059-0.0074	4.88±0.32
Cali-Marroquín	0.0064	0.0051-0.0081	0.0134	0.0079-0.0228	5.10±0.93
Cali-Floralia	0.0052	0.0050-0.0054	0.0127	0.0115-0.0143	4.23±0.23

1. Concentración letal del 50% (mg/l)

2. Intervalo de confianza del 95% (mg/l)

3. Pendiente de la línea de regresión \pm el error estándar.

El criterio operacional de resistencia se define como la supervivencia del 20% o más de individuos de una población expuesta a la dosis diagnóstica. La dosis diagnóstica de 0.0125 mg/l de Temefos es el doble de la concentración del insecticida que normalmente ocasiona el 99.99% de mortalidad de *Ae. aegypti*. Las mortalidades alcanzadas exponiendo la población Cali-Marroquín y Cali-Floralia a la dosis diagnóstica fueron de 98.7% y 96.0%, respectivamente, corroborando la existencia de cepas susceptibles, lo cual es un resultado contrario a lo observado por Suárez *et al.* (1996) en esta misma ciudad.

La evolución de la resistencia de *Ae. aegypti* en Cali desde 1996 hasta 1999 es presentada en la tabla 4. En la evaluación realizada por Suárez *et al.* en 1996 se detectó resistencia en dos poblaciones de *Ae. aegypti* procedentes del norte y sur de la ciudad, con una TR_{95} de 12.4 y 9.4 respectivamente, lo

cual hizo que las aplicaciones de Temefos fueran suspendidas. Después de casi 3 años se ha observado una disminución de la TR_{95} , hasta llegar a 1.9 en abril de 1999.

De acuerdo con los anteriores resultados, se ha producido una reversión en los niveles de susceptibilidad. Aparentemente, al suspender las aplicaciones regulares de este larvicida, las poblaciones han ido poco a poco retornando a un grado de susceptibilidad normal. Todos los criterios aplicados demuestran que la población de *Ae. aegypti* de la ciudad de Cali es en estos momentos susceptible a Temefos.

Considerando que el fenómeno de la resistencia es una característica heredable, que se establece como respuesta a una acción selectiva, la eliminación del factor selectivo (insecticida) puede facilitar la reaparición de la sensibilidad (OMS 1964). En poblaciones abundantes la reversión es consecuencia de selección contra genotipos resistentes en

presencia de insectos susceptibles procedentes de poblaciones no tratadas. Cuando se detecta resistencia, un factor en favor de la supresión de un insecticida, al menos temporal, es la de que cuando ésta se produce por primera vez, los genotipos resistentes generalmente no son los mejores adaptados al medio ambiente y por lo tanto son más fáciles de eliminar al suprimirse la acción selectiva del insecticida en favor de los más susceptibles. El reemplazo por un nuevo insecticida es discutible, ya que éste no siempre es eficaz contra los genotipos resistentes generados con el otro insecticida sobre todo si la resistencia es cruzada. Para el caso de *Ae. aegypti*, al detectarse resistencia a insecticidas como el Temefos, es recomendable que durante un periodo de tiempo prudente se recurra al uso de insumos de control biológico y ordenamiento ambiental. Los insecticidas deben ser usados posteriormente y de manera espaciada en puntos estratégicos que no abarquen todos los hábitats alrededor

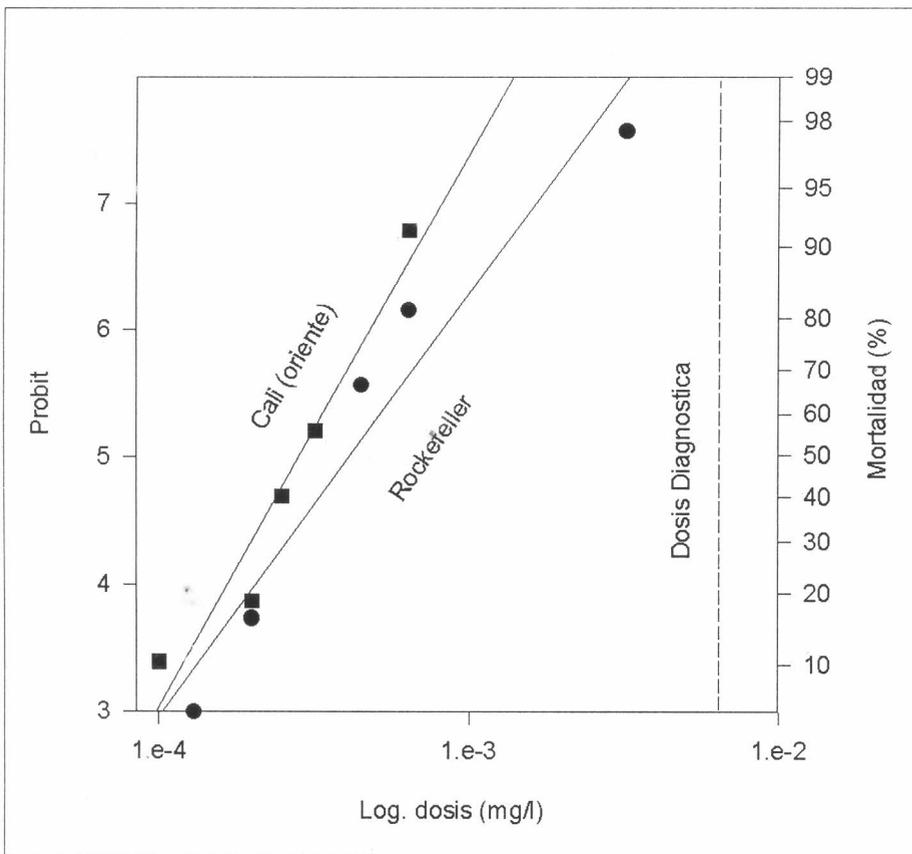
Tabla 4. Tasas de resistencia (TR) a Temefos observadas en varias poblaciones de *Ae. aegypti* de Cali 1996-1999

Fecha de evaluación	Poblaciones de Cali	Fuente	TR_{50}	TR_{95}
Febrero de 1996	Norte (Floralia)	Llantas	9.2	12.4
Febrero de 1996	Sur (Univalle)	Sumideros	5.1	9.4
Octubre de 1997	Norte (Floralia)	Sumideros	3.9	4.0
Febrero de 1999	Oriente (Marroquín I y II)	Sumideros	2.2	1.9
Abril de 1999	Norte (Floralia)	Diversos	1.7	2.0

Tabla 5. Concentraciones letales CL_{50} y CL_{95} de Triflumuron sobre larvas de tres cepas de *Ae. aegypti*, bajo condiciones de laboratorio

Cepa	CL_{50}^1	IC ²	CL_{95}	IC	$P \pm E.S^3$
Rockefeller	0.00037	0.00022-0.00062	0.00127	0.00038-0.00424	3.07 ± 0.82
Cali-Marroquín	0.00026	0.00024-0.00028	0.00083	0.00072-0.00099	3.26 ± 0.19

1. Concentración letal del 50% (mg/l)
2. Intervalo de confianza del 95% (mg/l)
3. Pendiente de la línea de regresión \pm el error estándar.

**Figura 2.** Línea de regresión dosis-mortalidad obtenidas con Triflumuron en una cepa de *Ae. aegypti* de la ciudad de Cali, comparada con la cepa susceptible (Rockefeller).

de estos puntos, para aumentar la probabilidad de infiltración de insectos susceptibles que alteren las frecuencias genotípicas de manera regular y de esa manera demostrar o evitar reaparición sucesiva de la resistencia al insecticida involucrado en el manejo integrado de vectores.

Con base en la consideración anterior y los resultados observados en este trabajo se propone el esquema de manejo integrado de vectores que combine: 1) Educación comunitaria, para contribuir a un plan de ordenamiento ambiental, 2) Uso de biolarvicidas en formulaciones que garanticen mayor residualidad y 3) Restablecimiento de las aplicaciones con Temefos pero manteniendo los cuidados siguientes: a) No utilizarlo en todas las áreas de control, es decir mantener poblaciones sin exponer al insecticida. b) Hacer vigilancia periódica del gra-

do de susceptibilidad a este insecticida. c) Buscar otras alternativas de productos químicos, preferiblemente no organofosforados, para reducir la posibilidad de resistencia.

Triflumuron. Para calcular la línea base o línea de regresión dosis-mortalidad, se calcularon las concentraciones preliminares entre 0.1600 y 0.0032 mg/l, con las que se alcanzó una mortalidad del 100.0% para la cepa Rockefeller. A partir de esta información se evaluaron las dosis presentadas en la tabla 2 y los ajustes de las dosis de la cepa Cali-Marroquín.

Aunque para el análisis de la cepa Rockefeller fue necesario interpolar datos de dos de las dosis empleadas, dado los altos valores de los X^2 obtenidos, las líneas de regresión de ambas cepas (Rockefeller

y Cali-Marroquín) presentaron pendientes relativamente similares (Fig. 2 y Tabla 5). Ambas ecuaciones indicaron una respuesta homogénea, lo cual es un comportamiento propio de cepas susceptibles.

Con la cepa Rockefeller y Cali-Marroquín de *Ae. aegypti* las respectivas CL_{50} fueron de 0.00037 mg/l y 0.00026 mg/l. Un informe previo (no publicado) suministrado por la compañía Bayer, preparado por Alfredo F. Martínez, del Laboratorio de Parasitología y Ecotoxicología (LPE) de Buenos Aires, indicó una $CL_{50} = 0.014$ mg/l para larvas de *Ae. aegypti* local, la cual es más alta que la calculada en la evaluación realizada en Cali. Los resultados anteriores confirman que la población de Cali-Marroquín es completamente susceptible a Triflumuron. A partir de la dosis letal 99 (CL_{99}) obtenida con la cepa Rockefeller se propone una dosis diagnóstica de 0.00420 mg/l

Literatura citada

- BROWN, A. W. A.; PAL, R. 1973 Resistencia de los Artrópodos a los Insecticidas. 2a. edición. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. 544 p.
- FINNEY, D. J. 1964. Probit analysis. A statistical treatment of sigmoid curve. Cambridge Univ. Press. Cambridge. England.
- O. M. S. 1964. La cuestión de la Resistencia a los insecticidas. Crónica de la O. M. S. 18 (9): 377-392.
- RAYMOND, M. 1985. Presentation d' un programme d'analyse log-probit pour micro-ordinateur. Cah. ORSTOM, Ser. Ent. Med. Et Parasitol. 22 (2): 117-121.
- SUÁREZ, M. F.; GONZÁLEZ R.; MORALES C. A. 1996. Temefos resistance to *Aedes aegypti* in Cali, Colombia. 45th Annual meeting of the American Society of Tropical Medicine and Hygiene, Baltimore, Maryland. Supplement to the Am. J. Trop. Med. Hyg. 55 (2): 257.
- W. H. O. 1981. Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to organophosphate insecticides. WHO/VBC/81.807.
- W. H. O. 1981a. Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to IGR WHOA/BC/81.812.