

INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL "PEDRO KOURÍ"

## Efecto de la resistencia a los insecticidas sobre algunos parámetros demográficos de 3 cepas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae), en condiciones de laboratorio

Lic. Silvia Suárez,<sup>1</sup> Lic. Domingo Montada,<sup>2</sup> Lic. Omar Fuentes,<sup>2</sup> Lic. Mayda Castex<sup>3</sup> y Téc. Maureen Leyva<sup>4</sup>

### RESUMEN

Se estudiaron las tablas de vida en condiciones de laboratorio de 3 cepas de *Culex quinquefasciatus*: Slab, susceptible de referencia; Habana Vieja, presionada con cipermetrina hasta su cuarta generación; y Cotorro, procedente del terreno. Se encontró que los diferentes niveles de resistencia a insecticidas organofosforados y piretroides presentes en las cepas Cotorro y Habana Vieja no influyeron en la duración del período de desarrollo de los estadios inmaduros ni en la proporción sexual de los adultos emergidos, y ejercieron un efecto favorable y directamente proporcional sobre la supervivencia y longevidad de los adultos. Sin embargo, influyó de manera negativa e inversamente proporcional sobre la reproducción y el crecimiento poblacional de estas cepas. Se proporcionan datos de utilidad para el uso y manejo de insecticidas dentro de las estrategias de control de *Culex quinquefasciatus*, importante vector de la filariasis linfática.

**Descriptor DeCS:** RESISTENCIA A INSECTICIDA; TABLAS DE VIDA; MOSQUITOS; CULEX.

*Culex quinquefasciatus*, reconocido vector de la filariasis linfática,<sup>1</sup> es la especie de culícido más distribuida en Cuba, lo que la convierte en la molestia pública más importante en zonas urbanas, a pesar del uso constante de insecticidas para su control, ya que ha desarrollado resistencia a éstos.<sup>2</sup>

Se ha señalado que el uso indiscriminado de los diferentes insecticidas puede producir efectos notables en la biología de los vectores, y provocar cambios de comportamiento y en sus funciones vitales.<sup>3</sup>

El conocimiento de los parámetros demográficos de las especies es útil no sólo para determinar el momento del ciclo biológico en que pueden aplicarse medidas de control con un mayor equilibrio costo-eficacia, sino también para ayudar en la estrategia de utilización

de insecticidas contra cepas de vectores que pueden ser resistentes.<sup>4</sup>

En este trabajo se emplean 3 cepas de *Culex quinquefasciatus* para analizar los efectos que provocan en ellas la resistencia a los insecticidas más usados por Salud Pública, relacionándolos con la supervivencia, reproducción y el crecimiento poblacional en condiciones de laboratorio.

### MÉTODOS

Se utilizaron las cepas de *Culex quinquefasciatus* siguientes:

- S-Lab. Susceptible de referencia, procedente de California, EE.UU., la cual se mantiene en el insectario

<sup>1</sup> Maestra en Entomología Médica y Control de Vectores. Licenciada en Ciencias Biológicas. Aspirante a la Investigadora.

<sup>2</sup> Licenciado en Ciencias Biológicas. Investigador Auxiliar.

<sup>3</sup> Licenciada en Ciencias Biológicas. Investigador Agregado.

<sup>4</sup> Técnica de Laboratorio.

del Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí" (IPK), de La Habana, Cuba.

- Cotorro. Procedente del terreno, colectada en el municipio del mismo nombre de Ciudad de La Habana, que presenta los valores de factor de resistencia (FR) siguientes: metil-pirimifos: 20,18; cipermetrina: 7,10; malatión: 2,87; lambdacialotrina: 1,80.
- Habana Vieja. Procedente del municipio del mismo nombre, sus adultos fueron sometidos a presión con cipermetrina hasta la cuarta generación de selección ( $F_4$ ), con FR para malatión igual a 9,08. Para los insecticidas cipermetrina, lambdacialotrina y metil-pirimifos se utilizaron concentraciones 50x, 40x y 4x, mayores respectivamente que las utilizadas con la cepa susceptible de referencia, lo que la hace poseer mayor resistencia que la cepa Cotorro.

Para los estudios de los parámetros de crecimiento poblacional en condiciones de laboratorio, se tomaron varias balsas de huevos de cada una de las 3 cepas antes mencionadas, y se colectaron al azar 50 larvas recién emergidas de cada cepa, las que se colocaron en recipientes de 200 mL de capacidad con 100 mL de agua declorada y harina de pescado para su alimentación. Se observó a diario el número de larvas muertas y el estadio en que se encontraban; cuando éstas puparon se introdujeron en jaulas de cría para la emergencia de los adultos, los que fueron alimentados con una solución azucarada al 10 %, y se les colocó un pollo cada tercer día para la alimentación de las hembras.

Se registró a diario la cantidad de adultos vivos y muertos por sexo, y se contó el número de huevos eclosionados y no eclosionados 3 d después de cada oviposición.

Las cepas permanecieron en el insectario bajo iguales condiciones de temperatura ( $26 \pm 2$  °C), humedad relativa ( $75 \pm 10$  %), y fotoperíodo controlado (9 h de luz y 15 de oscuridad).

Se comprobó la igualdad de proporciones de hembras y machos por una prueba de hipótesis para comparar 2 proporciones en un mismo grupo<sup>5</sup> con un nivel de significación de  $p=0,05$ . Mediante el programa computadorizado TABVID<sup>6</sup> se calcularon los diferentes parámetros de las tablas de vida, como tasa finita ( $\lambda$ ) e intrínseca ( $r$ ) de incremento natural, tiempo medio generacional (T) tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) y esperanza de vida al nacer ( $E_0$ ). Se realizaron los gráficos de la probabilidad de supervivencia

( $L_x$ ), y la tasa de reproducción ( $M_x$ ) contra el tiempo. Se consideraron intervalos de edad de 3 d para la realización de estos cálculos.

## RESULTADOS

En las tablas de vida de las 3 cepas comparadas, se halló que los estadios inmaduros invirtieron similares períodos en pasar por las fases de larva (7 d) y pupa (2-3 d).

Los adultos emergieron entre los noveno y décimo días, no se encontró diferencia en la proporción de hembras y machos en las cepas estudiadas: Cotorro ( $Z=0,83$ ;  $p>0,05$ ); S-Lab ( $Z=1,25$ ;  $p>0,05$ ) y Habana Vieja ( $Z=0,23$ ;  $p>0,05$ ).

En la figura 1 observamos que los estadios inmaduros y los adultos recién emergidos de la cepa Habana Vieja presentan la menor probabilidad de supervivencia; sin embargo, alcanza los mayores valores de este parámetro en edades tardías, para decaer al final en el intervalo de edad número 32. Los adultos de las cepas S-Lab y Cotorro se mostraron menos longevas, sus tiempos de vida fueron de 21 y 25 intervalos de edad, respectivamente.

En la figura 2 se destaca el inicio del primer pico reproductivo, el cual comienza de forma sincrónica para las 3 cepas comparadas. S-Lab produce el mayor número de descendientes, con períodos de marcado incremento, seguido de decrementos en la actividad reproductiva. Cotorro muestra valores intermedios, se destaca un pico mayor al final del período reproductivo. La cepa Habana Vieja aporta el menor número de descendientes, y sólo en las primeras clases de edad toma en ocasiones valores intermedios.

En la tabla se muestran los valores de la tasa neta de reproducción ( $R_0$ ), tasa finita ( $\lambda$ ) e intrínseca ( $r$ ) de incremento natural, y tiempo medio generacional (T); se aprecia que la cepa sensible deja el mayor número de descendientes en un tiempo generacional menor; Cotorro toma valores intermedios de estos parámetros, mientras que la cepa Habana Vieja muestra la menor capacidad de crecer, cada hembra nacida deja el menor número de descendientes en un tiempo medio generacional muy similar al de la cepa Cotorro. Este orden se invierte cuando se analiza la esperanza de vida al nacimiento ( $E_0$ ).

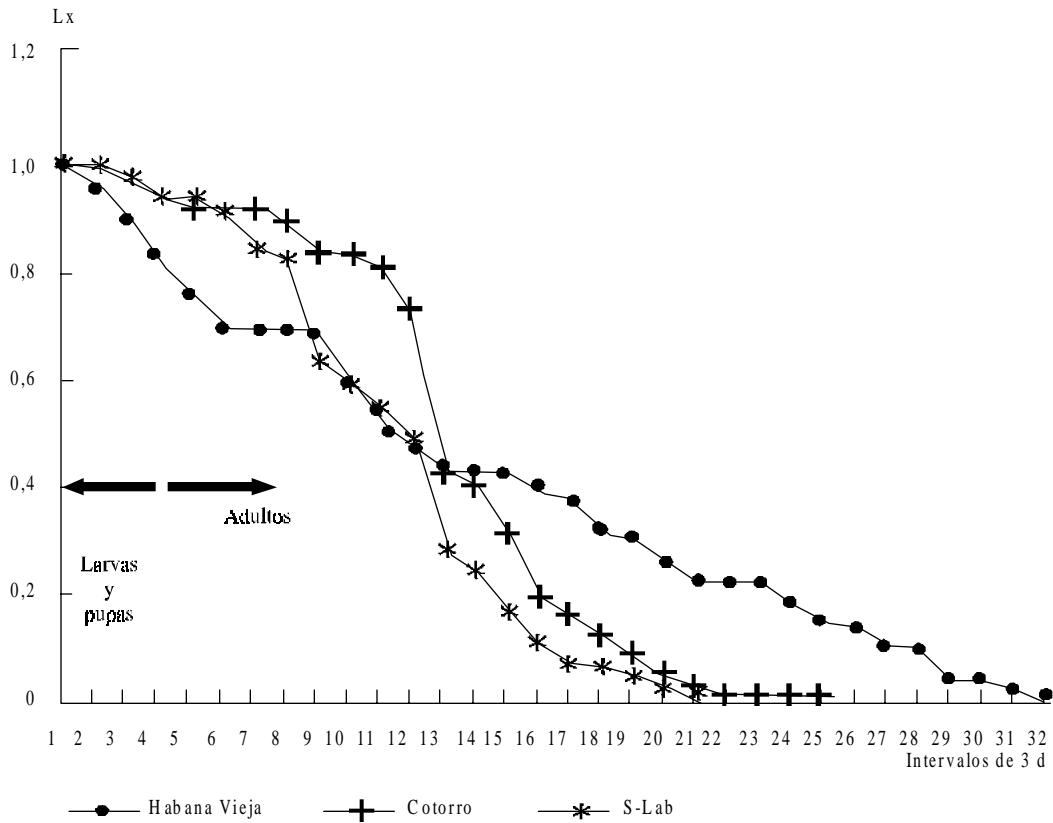


Fig.1. Probabilidad de supervivencia (Lx) en 3 cepas de *Culex quinquefasciatus*.

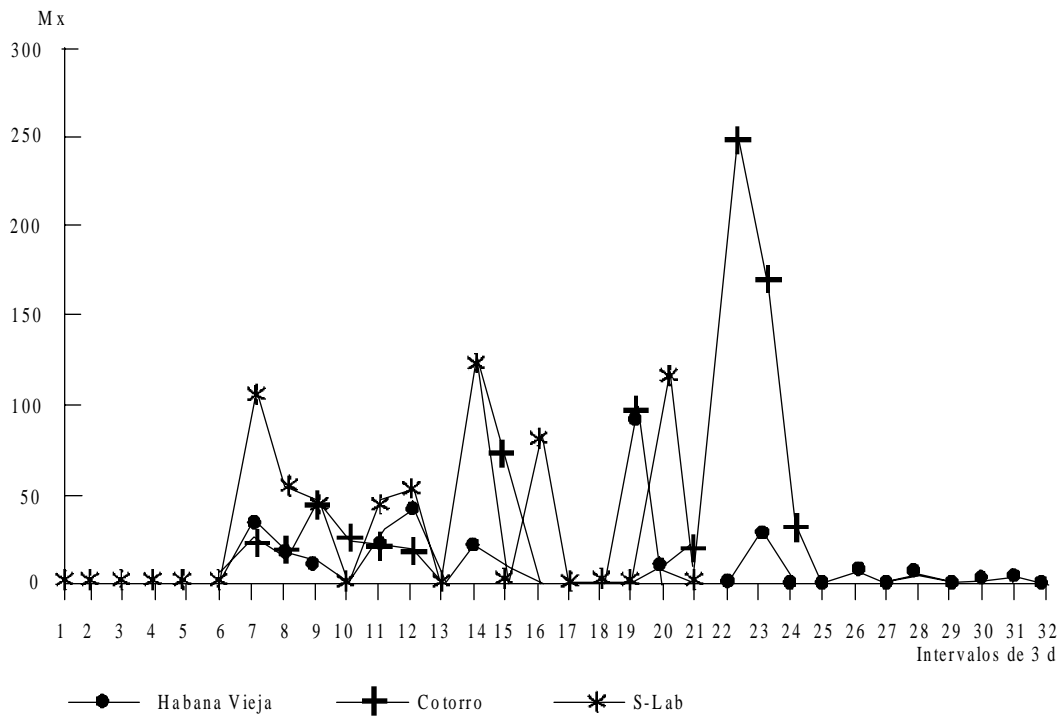


Fig.2. Tasa de reproducción (Mx) en 3 cepas de *Culex quinquefasciatus*.

**TABLA.** Comportamiento de los parámetros del crecimiento poblacional en 3 cepas de *Culex quinquefasciatus*

Cepas	T	Parámetros			
		$R_0$	$\lambda$	r	$E_0$
Habana Vieja	11,29	106,14	1,51	0,41	26,06
Cotorro	11,21	207,10	1,61	0,48	24,54
S-Lab	8,77	261,64	1,89	0,64	20,66

T: Tiempo de generación medio (intervalos de 3 d).

$R_0$ : Tasa neta de reproducción.

$\lambda$ : Tasa finita de incremento (intervalos de 3 d).

r: Tasa intrínseca de incremento natural.

$E_0$ : Esperanza de vida al nacer.

## DISCUSIÓN

La duración del período de desarrollo larval y pupal de *Culex quinquefasciatus* de las cepas S-Lab, Cotorro y Habana Vieja fue muy similar al observado por Gómez y otros<sup>7</sup> cuando estudiaron las tablas de vida de cepas susceptibles de esta especie en condiciones de laboratorio. Esto sugiere que la resistencia a insecticidas presente en las cepas Cotorro y Habana Vieja, no influyó en el tiempo de desarrollo de las etapas inmaduras. Resultados semejantes fueron obtenidos por Emeka-Ejiofor y otros<sup>8</sup> en una población de *Anopheles gambiae*, donde los individuos poseedores de genes dominantes para la resistencia al dieltrín y al DDT no presentaban retraso en su desarrollo.

La proporción sexual de los adultos emergidos de las cepas Cotorro y Habana Vieja tampoco se mostró afectada por la resistencia a los insecticidas, esto coincide con la proporción 1:1 planteada por Scorza<sup>9</sup> para poblaciones susceptibles de esta especie en Caracas. Resultados similares obtuvieron Marquetti y otros<sup>10</sup> y Aguilera y otros<sup>11</sup> cuando trataron poblaciones de *Cx. quinquefasciatus* con cipermetrina y malatión, respectivamente.

Las curvas de supervivencia muestran la forma de «peldaño de escalera», lo que puede esperarse cuando la supervivencia difiere mucho en etapas sucesivas del curso de la vida.<sup>12</sup> La presión de selección con cipermetrina a la que fue sometida la cepa Habana Vieja eliminó a los individuos más susceptibles, pero los que lograron sobrevivir, hembras y machos, alcanzaron mayor longevidad, lo que le confiere gran importancia epidemiológica, pues aumenta la probabilidad de que se cumpla en sus hembras el ciclo extrínseco de un agente patógeno como la filaria, la cual presenta ciclos

extrínsecos prolongados, que oscilan de 11 a 20 d.<sup>13</sup>

La presencia de mosquitos más longevos aumenta el tamaño de la población adulta, la frecuencia de picadas y la potencialidad vectora de agentes patógenos.<sup>14</sup> Por ello, la información de las distribuciones de edades de una población es de gran importancia en cualquier programa de control.<sup>7</sup> La cepa Cotorro, con resistencia moderada a insecticidas organofosforados y a cipermetrina, también mostró aumento de la longevidad en menor grado sólo para las hembras.

La menor longevidad de los machos observada en las cepas S-Lab y Cotorro parece ser una característica biológica de la especie; las hembras son fertilizadas después de emerger; y la cópula con un solo macho es suficiente para que ocurra la oviposición. Una vez que han cumplimentado su función reproductiva, los machos parecen no ser necesarios en la población.<sup>7</sup>

La resistencia a los insecticidas produjo un efecto inversamente proporcional a la reproducción. Ferrari y Georghiou<sup>15</sup> obtuvieron resultados coincidentes cuando compararon una cepa susceptible de *Cx. quinquefasciatus* con 2 cepas que poseían diferentes niveles de resistencia al insecticida temefos. Roberty Olson<sup>16</sup> al trabajar con dosis subletales de insecticidas en *Cx. quinquefasciatus* llegaron a la conclusión de que una sola exposición a estos productos tuvo un efecto importante en la reproducción de los mosquitos.

La cepa Cotorro muestra la máxima reproducción al final de su vida, conducta que fue antes descrita en 2 cohortes de una cepa de *Culex pipiens fatigans* de Caracas. Algunas hembras parecen hacer tardíamente su primera alimentación con sangre y realizar la posterior oviposición para asegurar la perpetuación de la especie.<sup>7</sup>

La presión de selección con cipermetrina a la que fue sometida la cepa Habana Vieja parece haber seleccionado genes para la resistencia a los insecticidas que tienen además influencia negativa sobre el potencial biótico de la especie. La cepa Cotorro deja un mayor número de descendientes en un tiempo generacional muy similar al de la cepa Habana Vieja. Esto pudiera deberse a la menor frecuencia de individuos portadores de genes para la resistencia a insecticidas que influya de forma negativa sobre ella. Resultados similares fueron obtenidos por Ferrari y Georghiou<sup>15</sup> cuando calcularon la tasa intrínseca de incremento natural (r) para 3 cepas de *Culex quinquefasciatus*, una resistente (RR) sometida a presión con el insecticida temefos, una susceptible (SS) y una heterocigótica (RS) producto del cruce de las 2 anteriores.

Los resultados sugieren que al aumentar la resistencia, aumenta conjuntamente la supervivencia en los adultos, y la presencia de un efecto compensatorio (*trade off*) entre la longevidad y la reproducción,

producido por el efecto pleiotrópico de los genes que confieren resistencia a los insecticidas, los que provocan de forma colateral la disminución de la tasa de reproducción de las poblaciones presionadas.

Consideramos que nuestro trabajo ofrece una referencia que se debe tener en cuenta para el uso y manejo de insecticidas dentro de las estrategias de control de *Cx. quinquefasciatus*, ya que la utilización indiscriminada de éstos puede provocar el aumento de la supervivencia y longevidad de los mosquitos adultos, y favorecer la transmisión de agentes patógenos.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del licenciado *Alfredo Gutiérrez* (Laboratorio de Malacología del IPK) por la ayuda brindada en el procesamiento e interpretación de los datos mediante el programa TABVIT.

#### SUMMARY

The life tables of 3 strains of *Culex quinquefasciatus* were studied under laboratory conditions: Slab, susceptible to reference; Old Havana, treated with cypermethrin until its fourth generation; and Cotorro, from the field. It was found that the different levels of resistance to organophosphate insecticides and pyrethroids present in the Cotorro and Old Havana strains did not influence either on the duration of the period of development of the immature stages or in the sexual proportion of the emerged adults, but they had a favorable and directly proportional effect on the survival and longevity of the adults. However, they exerted a negative and inversely proportional influence on the reproduction and population growth of these strains. Useful data for the use and management of insecticides within the strategies of control of *Culex quinquefasciatus*, an important vector of lymphatic filariasis, are provided.

**Subject headings:** INSECTICIDE RESISTANCE; LIFE TABLES; MOSQUITOES; CULEX.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zerba E. Insecticidal activity of pyrethroids in insects of medical importance. *Parasitol Today* 1988;4:53-8.

2. Bisset J, Rodríguez MM, Hemingway J, Díaz C, Small GJ, Ortiz E. Malathion and pyrethroid resistance in *Culex quinquefasciatus* from Cuba: efficacy of pirimiphos methyl in the presence of at least three resistance mechanisms. *Med Vet Entomol* 1991;5:223-8.
3. Georghiou GP, Taylor CE. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. *J Econ Entomol* 1977;70:319-23.
4. OMS, Resistencia a los insecticidas y lucha contra vectores. Ginebra, 1970:124 (Serie de informes técnicos; 443).
5. Ecosoft Inc. Programa computarizado. 1984.
6. Perera G, Gutiérrez A. Tablas de vida: un elemento indispensable en el estudio de la biología de las especies. Libro de Resúmenes del III Simposio de Zoología. La Habana: Editorial Palacio de las Convenciones, Cuba. 1994:104.
7. Gómez C, Rabinovich J, Machado Allison C. Population analysis of *Culex pipiens fatigans* Wied. (Diptera: Culicidae) under laboratory conditions. *J Med Entomol* 1977;13(4-5):453-63.
8. Emeka-Ejiofor SA, Curtis CF, Davidson G. Test for effects of insecticide resistance genes in *Anopheles gambiae* on fitness in the absence of insecticides. *Entomol Exp Appl* 1983;34:163-8.
9. Scorza JV. Observaciones bionómicas sobre *Culex pipiens fatigans* Wied. 1823. Mérida: Rectorado Universidad de Los Andes, 1972:198.
10. Marquetti MC, Martínez-Mole M, Navarro A, Bisset J. Efecto de la cipermetrina sobre algunos factores reproductivos de *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Rev Cubana Med Trop* 1994;46(1):28-31.
11. Aguilera L, Marquetti MC, Navarro A, Bisset J. Effects of three organophosphate insecticides in the reproductive potential of *Culex quinquefasciatus*. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1995;90:411-3.
12. Odum EP. *Ecología*. 3ed. Guantánamo, 1987:639 (Edición Revolucionaria).
13. Matheson R. *Medical entomology*. 2 ed. New York: Comstock Publishing, 1950:612.
14. Vasuki V. Adult longevity of certain mosquito species after larval and pupal exposure to sublethal concentration of an insect growth regulator, hexaflumuron. *South Asian J Trop Med Public Health* 1992;23(1):121-4.
15. Ferrari JA, Georghiou GP. Effect of insecticidal selection and treatment on reproductive potential of resistant, susceptible and heterozygous strains of the Southern house mosquito. *J Econ Entomol* 1981;74:323-7.
16. Robert L, Olson JK. Effects of sublethal dosage of insecticides on *Culex quinquefasciatus*. *J Am Mosq Control Assoc* 1989;5(2):239-46.

Recibido: 7 de abril de 1997. Aprobado: 26 de enero de 1998.  
Lic. *Silvia Suárez*. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourf". Apartado 601, Marianao 13, Ciudad de La Habana, Cuba.