

Susceptibilidad de las larvas de *Aedes aegypti* al parasitismo por *Romanomermis culicivorax* en condiciones de laboratorio y de campo en Oaxaca, México

Alberto Santamarina Mijares,¹ Rafael Pérez Pacheco²
y Sabino Honorio Martínez²

RESUMEN

En junio de 1996, en el Estado de Oaxaca, México, se expusieron larvas de mosquito de la especie *Aedes aegypti* (Linneo) a los preparásitos infectivos del nemátodo *Romanomermis culicivorax*, Ross y Smith, en condiciones de laboratorio y de campo. Para los experimentos de laboratorio se utilizaron larvas en estadio I-IV, colectadas en reservorios naturales. Los experimentos se realizaron por triplicado, con 100 larvas de cada estadio larvario por experimento, y se probaron tres dosis de aplicación: 5:1, 10:1 y 15:1 (5, 10 ó 15 preparásitos por larva de mosquito). Para los estudios de campo se tomaron 13 criaderos naturales de *A. aegypti* con larvas en estadio I-IV y se aplicó una dosis de 15:1 por cada criadero. De acuerdo con los resultados obtenidos en los experimentos de laboratorio, se observó un aumento de la infestación media de las larvas a medida que aumentaba la dosis de aplicación desde 5:1 hasta 15:1. Para la dosis de 10:1, la tasa de parasitismo alcanzó valores de 100, 100, 85 y 74% en las larvas en estadio I, II, III y IV, respectivamente, y, para la dosis de 15:1, valores de 100, 100, 90 y 79%, respectivamente. Los resultados de las pruebas de campo con la aplicación de una dosis de 15:1 en los 13 reservorios naturales proporcionaron elevadas tasas de parasitismo, con valores entre 80-98%, lo que demostró la susceptibilidad de esta especie de mosquito al parasitismo por *R. culicivorax* en el Estado de Oaxaca, México.

Muchos países que padecen enfermedades endémicas transmitidas por insectos vectores, como la malaria y el dengue, están desplegando grandes

esfuerzos por incluir el control de esos vectores entre las actividades de atención primaria de salud, buscando a la vez un incremento de la participación comunitaria. La lucha antivectorial puede ser una herramienta poderosa para controlar las enfermedades transmitidas por vectores, que constituyen una de las principales causas de mortalidad en los países en vías de desarrollo (1).

Aedes aegypti (Linneo) es una de las principales especies de mosquito en

el ecosistema urbano. Originario de África, se encuentra distribuido y adaptado a las regiones tropicales y subtropicales del mundo y tiene gran importancia desde el punto de vista médico-epidemiológico, por ser vector de los virus del dengue y de la fiebre amarilla (2). En muchos países de América se pretende alcanzar el control de esta especie, lo cual no es posible sin una sólida estructura de salud y salud ambiental (3). Uno de los principales problemas que enfrenta actualmente la

¹ Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri", La Habana, Cuba. Toda la correspondencia debe ser enviada a Alberto Santamarina Mijares a la siguiente dirección: Lugareño 105 e/ Luaces y Montoro, Municipio Plaza, CP 10600, Ciudad de La Habana, Cuba.

² Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), Oaxaca, Oaxaca, México.

lucha contra los insectos vectores, y en particular el control de esta especie, es que el uso excesivo de sustancias químicas, además del riesgo de toxicidad que supone para el hombre y los animales en general, ha llevado a la aparición de resistencia, a la destrucción de los controles naturales del vector, a la contaminación del entorno y al desequilibrio de los ecosistemas. Por estas razones, durante las últimas décadas se ha trabajado en la búsqueda de nuevos métodos de control que sean más asimilables ecológicamente.

Una de las alternativas que está creciendo rápidamente como estrategia de lucha contra los vectores es el uso de agentes biológicos (4). Entre los varios agentes de lucha biológica ensayados, los biolarvicidas basados en preparábitos infectivos del nemátodo *Romanomermis culicivorax*, Ross y Smith, han pasado las pruebas de inocuidad para su aplicación de campo. Este mermítido es un endoparásito obligatorio que completa su desarrollo en el interior de las larvas de mosquito. En algunas pruebas de laboratorio con larvas de *Aedes* spp. se han obtenido tasas de infestación entre 98 y 100% con dosis de 10 preparábitos de *R. culicivorax* por larva (10:1), lo cual sugirió la posibilidad de controlar *A. aegypti* en condiciones de campo (5). En estudios realizados en las Islas Tokelau para controlar *Aedes* spp. y *A. aegypti*, tras la aplicación del preparábito en los huecos de los árboles y en depósitos artificiales se observó una elevada tasa de parasitismo y se confirmó el establecimiento de *R. culicivorax*, que persistió casi tres años tras una única aplicación (6).

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la susceptibilidad de las larvas de *A. aegypti* al parasitismo por *R. culicivorax* en condiciones de laboratorio y de campo en el Estado de Oaxaca, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio de laboratorio

El estudio de laboratorio se llevó a cabo en junio de 1996. Los preparábitos utilizados en estos experimentos se ob-

tuvieron de cuatro cultivos de nemátodos con 60 días de almacenamiento que fueron inundados con agua destilada (pH 6 y conductividad de 1,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$), con el propósito de inducir la eclosión de los huevos y la emergencia de los preparábitos infectivos. Tres horas después, el agua de los cultivos que contenía los preparábitos infectivos (inóculo) se decantó y colectó en un vaso de precipitación de plástico de 2 000 mL y se determinó su volumen (1 800 mL); mediante el método de dilución volumétrica (7) se calculó que contenía un total de 250 000 preparábitos, de los cuales se aplicaron 36 000. Se ensayaron tres dosis de aplicación (5:1, 10:1 y 15:1), con el objetivo de evaluar los efectos del aumento de la dosis sobre la infestación.

Se utilizaron larvas de *A. aegypti* en sus cuatro estadios de desarrollo, obtenidas de diferentes tipos de reservorios, como depósitos de fibra de vidrio y de barro, tanques y cubetas de plástico, localizados todos en los alrededores del Instituto Politécnico del Estado de Oaxaca. De cada reservorio se recolectaron todas las larvas, mediante la decantación del contenido de agua a través de un colector de malla de nilón de 10 cm de diámetro y 20 cm de profundidad, con un mango de 1 m de longitud. Las larvas obtenidas se colocaron en ocho depósitos plásticos de 5 000 mL de capacidad con agua de los propios reservorios y se trasladaron a los laboratorios del Instituto Politécnico. Primero se formaron tres grupos de 1 200 larvas, uno por cada dosis de preparábitos (1:5, 1:10 y 1:15), y cada uno de ellos fue dividido en cuatro subgrupos de 300 larvas en estadio I, II, III o IV, respectivamente. A su vez, cada subgrupo de 300 larvas fue dividido en tres grupos de 100, puesto que todos los experimentos se realizaron por triplicado. Los diferentes grupos de larvas se colocaron en charolas plásticas de 46×32×7 cm con agua de los propios criaderos, con pH de 5,8, conductividad de 2,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y temperatura de 27 °C en el momento de la exposición a los preparábitos infectivos.

Al primer grupo de 1 200 larvas se le aplicaron 6 000 preparábitos, a razón de 500 preparábitos por cada réplica

de 100 larvas (dosis de 5:1); al segundo grupo, 12 000 preparábitos a razón de 1 000 preparábitos por cada réplica de 100 larvas (dosis de 10:1), y al tercer grupo, 18 000 preparábitos, a razón de 1 500 preparábitos por cada réplica de 100 larvas (dosis de 15:1). Para cada dosis ensayada se colocó un testigo, compuesto por 100 larvas en estadio II, con el objetivo de comparar los resultados obtenidos y determinar la influencia de cualquier otro factor ajeno al sistema de experimentos. Dos días después de la exposición, de cada réplica se tomaron muestras de 40 larvas que fueron disecadas con agujas entomológicas bajo un microscopio estereoscópico para calcular la infestación media (número medio de parásitos por larva) y la tasa de parasitismo (número de larvas parasitadas dividido por el número de larvas examinadas y multiplicado por 100). También se examinó una muestra de 30 pupas provenientes de larvas en estadio IV expuestas a los preparábitos infectivos a dosis de 15:1 para calcular la infestación media.

Estudio de campo

Para los experimentos de campo, realizados en agosto de 1996, se tomaron 13 reservorios de *A. aegypti*, localizados en los alrededores del Instituto Politécnico del Estado de Oaxaca, consistentes en 10 depósitos de fibra de vidrio con un área de 1 m² y 60 cm de profundidad y tres cubetas plásticas de 90 cm de ancho y 75 cm de profundidad. Un examen previo a la aplicación del biolarvicida reveló que en el agua de lluvia acumulada en estos reservorios había larvas de *A. aegypti* en estadio I, II, III y IV, con densidades de 180 a 475 larvas/m². En los reservorios 1, 3, 4, 7, 9, 10 y 11 (grupo I) se observó que alrededor de 90% de las larvas se encontraban en los estadios I, II y III, y solo 10%, aproximadamente, en el estadio IV. En cambio, en los criaderos 2, 5, 6, 8, 12 y 13 (grupo II) no se observó dominancia de un estadio sobre otro. Para comparar los resultados obtenidos y detectar la influencia de cualquier otro factor en los experimentos, se colocó un testigo consistente en una

cubeta de plástico de 1 m² de superficie y 75 cm de profundidad, con una densidad de 240 larvas/m², de las cuales 95%, aproximadamente, se encontraban en los estadios I, II y III y 5% en estadio IV. Con el objetivo de determinar su posible influencia sobre la viabilidad de los preparásitos infectivos, se determinaron algunos parámetros físico-químicos, como el pH y la conductividad del agua, de los reservorios por tratar y del testigo: los valores registrados fueron de 6,2 a 6,4 y 2,1 a 2,8 µS/cm, respectivamente. La temperatura en el momento de las aplicaciones fue de 27 a 28 °C.

Para promover la eclosión de los huevos y la emergencia de los preparásitos infectivos, se inundaron con agua destilada cinco cultivos de nemátodos con 65 días de almacenamiento que contenían huevos de *R. culicivora*. Tres horas después se decantó el agua que contenía los preparásitos infectivos y se colectó en un vaso de precipitación plástico de 2 000 mL. Se calculó el volumen del inóculo (1 950 mL) y, por el método de dilución volumétrica (7), se determinó que contenía un total de 325 000 preparásitos. Con una pipeta de 25 mL se aplicó una dosis de 15 preparásitos por larva de mosquito en cada reservorio. En total se aplicaron 71 505 preparásitos infectivos en los 13 reservorios, para lo cual se tuvo en cuenta la densidad larvaria determinada previamente en cada criadero. Dos días después de las aplicaciones se realizó un muestreo en los reservorios tratados y en cada uno se colectaron aleatoriamente 60 larvas que fueron disecadas con agujas entomológicas bajo un microscopio estereoscópico para determinar la infestación media y la tasa de parasitismo. Los cultivos de *R. culicivora* utilizados en los experimentos tanto de laboratorio como de campo procedían del laboratorio de nemátodos del Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí" (La Habana, Cuba).

Todos los datos de laboratorio y de campo se procesaron estadísticamente. Previamente se comprobó que los valores de la infestación media no presentaban distribución normal ni homogeneidad de varianzas, por lo que se

CUADRO 1. Infestación media y tasa de parasitismo en larvas de *Aedes aegypti* tras la aplicación de *Romanomermis culicivora* a dosis de 5, 10 y 15 preparásitos por larva en condiciones de laboratorio. Oaxaca, México, 1996

Dosis	Estadio larvario	Infestación media ^a	Tasa de parasitismo (%) ^b
5:1	I	2,4 ^c	89
	II	2,3 ^c	87
	III	1,7 ^d	77
	IV	1,2 ^d	69
10:1	I	4,4 ^c	100
	II	4,1 ^c	100
	III	3,2 ^d	85
	IV	1,8 ^e	74
15:1	I	6,2 ^c	100
	II	7,0 ^c	100
	III	4,4 ^d	90
	IV	2,6 ^e	79

^a Número medio de parásitos por larva.

^b Número de larvas parasitadas dividido por el número de larvas examinadas y multiplicado por cien.

^c Medias que no difieren significativamente entre sí ($F = 0,9$; $P = 0,081$).

^d Media significativamente diferente de las marcadas con ^c ($F = 43,2$; $P < 0,05$).

^e Media significativamente diferente de las marcadas con ^c y ^d ($F = 41,4$; $P < 0,05$).

procedió a su transformación logarítmica, con lo que se obtuvo una distribución normal. Además de la infestación media, se registró la tasa de parasitismo, pero no se analizó, pues mostró una correlación cercana a 1 (coeficiente de correlación de Spearman: $r_s = 0,95$; $P < 0,001$) con la infestación media. Los datos de laboratorio fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) bifactorial para analizar los efectos del estadio larvario y de la dosis de aplicación sobre la infestación media, y los datos de campo a un ANOVA simple para analizar la influencia del estadio larvario sobre la infestación media. Las diferencias entre medias se analizaron mediante la prueba de Duncan, con una probabilidad de error del 5%.

RESULTADOS

Estudio de laboratorio

El cuadro 1 muestra los resultados obtenidos en los estudios de laboratorio. Tanto la infestación media como la tasa de parasitismo aumentaron a medida que lo hacía la dosis y, con cualquiera de las tres dosis aplicadas, los

mayores valores correspondieron a los estadios más tempranos (I y II), y los menores al estadio IV; el estadio III presentó valores intermedios. Las dosis más elevadas (10:1 y 15:1) proporcionaron tasas de parasitismo de 100% en las larvas en estadio I y II. El ANOVA bifactorial reveló que tanto la dosis como el estadio larvario influyeron significativamente sobre la infestación media ($F = 125,6$; $P < 0,001$ para el efecto de la dosis, y $F = 241,2$; $P < 0,001$ para el efecto del estadio larvario), mientras que la interacción entre dosis y estadio no fue estadísticamente significativa ($F = 1,26$; $P > 0,05$). Se evidenció un incremento de la infestación media a medida que aumentaba la dosis. La prueba de Duncan reveló diferencias significativas entre las infestaciones medias obtenidas con las diferentes dosis ($Q = 8,32$; $P < 0,05$); las medias obtenidas con cada una de las dosis también fueron significativamente diferentes entre los estadios III y IV, y entre cada uno de estos y los estadios I y II ($Q = 8,26$; $P < 0,05$), pero no entre estos dos últimos. Con la dosis más elevada (15:1), en los estadios I y II se observó superparasitismo (máximo de 7 nemátodos por larva). El examen de la muestra de 30 pupas provenientes

CUADRO 2. Infestación media y tasa de parasitismo en larvas de *Aedes aegypti* tras la aplicación de *Romanomermis culicivorax* a dosis de 15 preparásitos por larva en condiciones naturales. Oaxaca, México, 1996

Reservorio	DLpre ^a	DLpos ^a	Cambio ^b (%)	Infestación media ^c	Tasa de parasitismo (%) ^d
1	200	7	-97	4,3 ^e	90
2	180	19	-89	3,0 ^f	81
3	350	8	-98	4,1 ^e	89
4	475	11	-98	4,2 ^e	91
5	450	21	-95	2,8 ^f	80
6	380	16	-96	3,2 ^f	83
7	426	9	-98	4,6 ^e	96
8	415	20	-95	3,4 ^f	85
9	402	6	-99	4,2 ^e	93
10	395	8	-98	4,5 ^e	94
11	215	12	-94	4,8 ^e	98
12	460	23	-95	3,3 ^f	84
13	419	22	-95	3,0 ^f	82
Control	240	283	18	—	—

^a DLpre y DLpos: densidad larvaria (número de larvas por m²) antes y después de la aplicación de *R. culicivorax*.

^b Cambio porcentual calculado con la fórmula: [(valor final - valor inicial) / valor inicial] × 100, donde los valores inicial y final son, respectivamente, los registrados antes y dos días después de la aplicación de *R. culicivorax*.

^c Número medio de parásitos por larva.

^d Número de larvas parasitadas dividido por el número de larvas examinadas y multiplicado por cien.

^e Medias que no difieren significativamente entre sí (F = 0,7; P = 0,083).

^f Medias significativamente diferentes de las marcadas con ^e (F = 44,3; P < 0,05).

tes de larvas en estadio IV infectadas con los preparásitos reveló una infestación media de 2,5 y una tasa de parasitismo de 79%. En los testigos no se observó ningún tipo de alteración; las larvas crecieron normalmente.

Estudio de campo

Los resultados de la aplicación de *R. culicivorax* en los 13 reservorios de *A. aegypti* demostraron la susceptibilidad de esta especie de mosquito al parasitismo por el nemátodo en condiciones de campo. En el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos. El mayor parasitismo ocurrió en los criaderos del grupo I, con infestaciones medias de 4,1 a 4,8, frente a 2,8 a 3,4 en los reservorios del grupo II. Mediante ANOVA simple se encontraron diferencias significativas (F = 6,43; P < 0,05) entre los valores de la infestación media en los 13 reservorios. La prueba de Duncan reveló que la infestación media fue significativamente diferente en los reservorios de los grupos I y II. Se observó además un mayor parasitismo en los estadios más

tempranos (I y II). El examen de las larvas colectadas en cada reservorio 48 h después de las aplicaciones reveló que la mayoría de las larvas de *A. aegypti* estaban invadidas por el mermítico, con tasas de parasitismo entre 80 y 98%. Las poblaciones de larvas en los 13 reservorios fueron sustancialmente reducidas a consecuencia de la emergencia de los parásitos y la consiguiente muerte de las larvas hospederas (cuadro 2). En los testigos no se observó ningún tipo de alteración; las larvas crecieron normalmente.

Tanto en los experimentos de laboratorio como en los estudios de campo, los parámetros físico-químicos, como el pH, la conductividad y la temperatura del agua no tuvieron efectos adversos detectables sobre las larvas de mosquitos ni tampoco sobre la viabilidad y capacidad infectiva de los preparásitos.

DISCUSIÓN

Las pruebas de laboratorio realizadas para determinar la susceptibilidad de los diferentes estadios larvarios de

A. aegypti a la infestación por *R. culicivorax* proporcionaron resultados muy similares a los descritos en estudios anteriores (8–11). Los estadios larvarios I y II fueron los que presentaron la mayor susceptibilidad, muy similar en ambos, seguidos por el estadio III y el IV, que fue el que presentó menor susceptibilidad. El examen de las larvas colectadas 48 horas después de la exposición reveló que muchas de las larvas en estadio I y II estaban superparasitadas, principalmente con la dosis más elevada (15:1), lo cual confirma su mayor susceptibilidad en estos estadios. En general, las disecciones efectuadas permitieron observar los parásitos (habitualmente de 1 mm de longitud) dentro del hemocele de las larvas de esta especie de mosquito. La infestación media hallada en la muestra de 30 pupas examinada supone que el parasitismo suele transcurrir normalmente a través de la fase de pupa hasta la fase adulta del mosquito: el parásito penetra en la fase de larva y se desarrolla normalmente a través de la fase de pupa y adulto del mosquito, hasta su emergencia en esta última fase.

Al igual que en los experimentos de laboratorio, los experimentos de campo proporcionaron elevados valores de infestación media, especialmente en los estadios larvarios más tempranos. El mayor parasitismo se registró en los reservorios del grupo I, hecho que quizás pueda explicarse por la presencia de poblaciones de larvas más jóvenes, con una cutícula menos espesa (12). Al comparar los 13 reservorios tratados y el reservorio de control se verificó que la dosis de 15:1 proporcionó una importante reducción de los índices de densidad larvaria de *A. aegypti* (cuadro 2). En el criadero de control se observó un ligero incremento de la densidad larvaria, debido a la puesta y eclosión de nuevos huevos.

Estudios de campo en el oeste de Samoa e Islas Tokelau demostraron la capacidad parasítica de *R. culicivorax* que, cuando se depositó en las axilas de árboles *Pandanus sp.* a dosis de 1 000 a 2 000 preparásitos, proporcionó tasas de parasitismo entre 59 y 64% en

larvas de *Aedes sp.* (13). Hay publicados otros resultados positivos sobre la aplicación de mermítidos para el control de las poblaciones larvianas de mosquitos de importancia médico-epidemiológica (14, 15), que, al igual que los resultados del presente estudio, indican que el uso de mermítidos podría constituir un método más para alternar con algunos larvicidas químicos como el abate, sobre todo si se tiene en cuenta que un estudio reciente de 102 muestras de *A. aegypti* procedentes de 16 países, desde Sudamérica hasta las Bahamas, pasando por la cadena de islas del Caribe, evidenció la resistencia manifestada por esta especie tanto al larvicida abate (temephos) como al adulticida malathión, que se han venido utilizando durante los últimos 30 años (16).

Los parámetros físico-químicos, como el pH, la conductividad y la temperatura del agua no tuvieron una influencia negativa sobre la capacidad infectiva de *R. culicivora*. La suscepti-

bilidad de *A. aegypti* al parasitismo por *R. culicivora*, principalmente en sus estadios larvianos más tempranos y en las pruebas tanto de laboratorio como de campo, sugiere que este parásito podría constituir un buen candidato para ser utilizado en el control biológico de *A. aegypti*. La utilización de nemátodos en la lucha contra los mosquitos no está exenta de potenciales inconvenientes, como la necesidad de una previa producción masiva en bioplantas, que a su vez requiere el mantenimiento de un insectario. Además, sus limitaciones en algunos ambientes contaminados podrían hacerlo poco atractivo, pero su uso en la práctica para la lucha contra otras especies de mosquitos, como los anofelinos, los resultados satisfactorios obtenidos, su capacidad de reciclaje y lo económico que resulta su obtención masiva, son aspectos positivos que deberían tenerse en cuenta en el momento de elegir métodos alternativos de lucha contra los mosquitos.

En resumen, los experimentos de laboratorio revelaron que el aumento de la dosis de preparábitos por larva de mosquito desde 5:1 hasta 15:1 incrementó los índices de infestación en larvas; los experimentos de laboratorio y de campo evidenciaron que las larvas en estadios más tempranos resultaron más vulnerables a la invasión por los preparábitos infectivos, y los experimentos de campo demostraron que la dosis de 15:1 resultó altamente eficaz para reducir las densidades de larvas de *A. aegypti* (cuadro 2) en 13 reservorios naturales, lo cual parece indicar que las poblaciones de larvas de mosquito de esta especie del Estado de Oaxaca, México, son susceptibles al parasitismo por el nemátodo *R. culicivora*.

Los valores de algunos parámetros físico-químicos, como pH, conductividad y temperatura, calculados en las aguas de los 13 reservorios tratados, aparentemente no interfirieron con la capacidad infectiva de los preparábitos infectivos de *R. culicivora*.

REFERENCIAS

- Dobrokhotov B. Alternatives to chemical methods for vector control. *Ann Soc Belg Med Trop* 1991;71(supl. 1):27-33.
- Varma MGR. Mosquito-borne virus diseases. En: World Health Organization. Geographical distribution of arthropod-borne diseases and their principal vectors. Geneva: WHO; 1989. (Document WHO/VBC/89.967). [http://dataserver.ciesin.org/docs/001-613/001-613.html]
- World Health Organization. Report of an informal consultation on the detection, isolation, identification and ecology of biocontrol agents of disease vectors. Geneva: WHO; 1987. (Document TDR/BVC/GE/873).
- TDR. Progress Report 1991-92. Geneva: WHO; 1993.
- Mitchell T, Mitchell C. Susceptibility of *Aedes pseudoscutellaris* and *Aedes polynesiensis* to infection by *Romanomermis culicivora* in the laboratory. *Mosquito News* 1982;42:396-399.
- Laird M, Urdang J, Tinielu I. Establishment and long-term survival of *Romanomermis culicivora* in mosquito habitats, Tokelau Islands. *Mosquito News* 1982;42:86-92.
- Petersen JJ, Willis OR. Procedures of the mass rearing of a mermithid parasite of mosquitoes. *Mosquito News* 1972;2(32):226-230.
- Petersen JJ, Willis OR. Some factors affecting parasitism by mermithid nematodes in southern house mosquito larvae. *J Econ Entomol* 1970;63:175-178.
- Petersen JJ. Comparative susceptibility of larval mosquitoes exposed separately by instar or in mixed populations to the nematode *Romanomermis culicivora*. *J Nematol* 1981;13:228-229.
- Santamarina MA, González BR. Capacidad de infestación de *Romanomermis culicivora* (Ross y Smith 1976) (Rhabditidae: Mermithidae) en larvas de *Aedes (S) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio. *Rev Cub Med Trop* 1986;38:331-334.
- Santamarina MA, Pérez PR. Efecto patogénico del nemátodo *Romanomermis iyengari* (Nematoda: Mermithidae) en larvas de mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio en el Estado de Oaxaca, México. *Rev Cub Med Trop* 1998;50:8-11.
- Petersen JJ, Willis OR. Experimental release of a mermithid nematode to control *Anopheles* mosquitoes in Louisiana. *Mosquito News* 1974;34:316-319.
- Pillai J. Recent developments concerning the use of nematodes for vector control. Unpublished report to WHO 1980, 16 pages.
- Santamarina MA, Pérez PR, Honorio STM, Cantón LE, Flores GA. The *Romanomermis iyengari* parasite for *Anopheles pseudopunctipennis* suppression in natural habitats in Oaxaca State, Mexico. *Pan Am J Public Health* 1999;5:23-28.
- Santamarina MA, Bellini AC. Producción masiva de *Romanomermis iyengari* (Nemathoda: Mermithidae) y su aplicación en criaderos de anofelinos en Boa Vista (Roraima), Brasil. *Rev Panam Salud Publica* 2000;7:155-161.
- Rawlins SC. Spatial distribution of insecticide resistance in Caribbean populations of *Aedes aegypti* and its significance. *Pan Am J Public Health* 1998;4:243-251.

Manuscrito recibido el 17 de noviembre de 1999 y aceptado para publicación, tras revisión, el 10 de julio de 2000.

Susceptibility of *Aedes aegypti* larvae to parasitism by *Romanomermis culicivorax* in laboratory and field conditions in Oaxaca, Mexico

ABSTRACT

In June 1996 in the state of Oaxaca, Mexico, larvae of the mosquito species *Aedes aegypti* were exposed to infective preparasites of the nematode *Romanomermis culicivorax*, Ross and Smith, in the laboratory and in the field. For the laboratory experiments larvae in instars I–IV were used; they had been collected in natural reservoirs. The laboratory experiments were carried out in triplicate, with 100 larvae of each larval stage per experiment. Three preparasite application dosage ratios were tested: 5, 10, or 15 preparasites per mosquito larva. For the field studies 13 *A. aegypti* outdoor breeding sites were used, with larvae in instars I–IV and a 15:1 preparasite dosage ratio. With the laboratory experiments, an increase was observed in the average infestation of the larvae as the preparasite application ratio was increased from 5:1 to 15:1. With a 10:1 ratio, the rates of parasitism were 100%, 100%, 85%, and 74% in the larvae in instars I, II, III, and IV, respectively; for the 15:1 preparasite ratio, parasitism rates were 100%, 100%, 90%, and 79%, respectively. The field tests with the 15:1 preparasite dosage ratio in the 13 outdoor reservoirs produced parasitism rates of 80% to 98%, thus demonstrating the susceptibility of this species of mosquito to parasitism by *R. culicivorax* in Oaxaca, Mexico.

Whatever the several countries may do with regard to the modification of their systems of practice and of service, it seems to me that the scientific study of health and disease in man—the most complex of all social animals—must henceforward concern itself to an ever-increasing degree with the interactions and correlations of disease and health with changing social circumstance.

[Hagan lo que hagan los diferentes países con respecto a la modificación de sus sistemas de práctica y de servicios, me parece que el estudio científico de la salud y la enfermedad en el hombre —el más complejo de todos los animales sociales— debe preocuparse de hoy en adelante cada vez más de las interacciones y correlaciones de la enfermedad y la salud con las circunstancias sociales cambiantes.]

John Ryle, *Changing Disciplines*, 1948