

Este informe recoge la opinión colectiva de un grupo internacional de especialistas y no representa necesariamente el criterio ni la política de la Organización Mundial de la Salud.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD
SERIE DE INFORMES TECNICOS

Nº 368

ECOLOGIA DE LOS MOSQUITOS

Informe de un Grupo Científico de la OMS

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

GINEBRA

1967

© Organización Mundial de la Salud 1967

Las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud están acogidas a la protección prevista por las disposiciones sobre reproducción de originales del Protocolo 2 de la Convención Universal sobre Derecho de Autor. Ello no obstante, los organismos gubernamentales, las sociedades culturales y científicas y las asociaciones profesionales pueden reproducir ilustraciones, datos o extractos de esas publicaciones sin necesidad de pedir autorización a la Organización Mundial de la Salud.

Las entidades interesadas en reproducir o traducir íntegramente alguna publicación de la OMS deberán solicitar la oportuna autorización de la División de Servicios de Edición y de Documentación, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. La Organización Mundial de la Salud dará a esas solicitudes consideración muy favorable.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que se presentan los datos que contiene no implican, por parte del Director General de la Organización Mundial de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o del nombre comercial de ciertos productos no implica que la OMS los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las marcas registradas de artículos o productos de esta naturaleza se distinguen en las publicaciones de la OMS por una letra inicial mayúscula.

PRINTED IN FRANCE

INDICE

	Página
1. Introducción	5
2. Estudios sinópticos y cuantitativos en relación con la ecología del mosquito : análisis de las tablas de supervivencia	6
3. Reseña de los conocimientos actuales sobre la ecología de los mosquitos	8
3.1 Ecología de las fases inmaduras	8
3.2 Los mosquitos adultos y su medio	12
4. Metodología de los estudios de poblaciones	16
4.1 Estimaciones relativas y absolutas de las poblaciones	16
4.2 Estimaciones absolutas	17
4.3 Natalidad y mortalidad	19
4.4 Dispersión	19
4.5 Factores del medio	21
Anexo 1. Experimento de marcación, liberación y recuperación de insectos en el servicio de investigaciones sobre <i>Aedes</i> establecido por la OMS en Bangkok	22
Anexo 2. Plan para el estudio de una población adulta de <i>Culex pipiens fatigans</i>	23

GRUPO CIENTIFICO DE LA OMS SOBRE ECOLOGIA DE LOS MOSQUITOS

Ginebra, 31 de octubre - 5 de noviembre 1966

Miembros:

- Profesor L. C. Birch, Profesor de Biología de la Cátedra Challis, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad de Sydney, Nueva Gales del Sur, Australia.
- Sr. J. A. Downes, Jefe de la Sección de Biología Experimental, Instituto de Investigaciones Entomológicas, Ministerio de Agricultura, Ottawa, Canadá (*Relator*)
- Profesor W. R. Horsfall, Departamento de Entomología, Universidad de Illinois, Urbana, Ill., Estados Unidos de América (*Presidente*)
- Dr. F. Kühlnhorn, Conservador Principal, Museo Zoológico del Estado de Baviera, República Federal de Alemania
- Dr. W. W. Macdonald, Subdepartamento de Entomología, Escuela de Medicina Tropical, Liverpool, Inglaterra
- Profesor P. A. Petriščeva, Jefe del Departamento de Enfermedades con Focos Naturales, Instituto Gamaleja de Epidemiología y Microbiología, Academia de Ciencias Médicas de la URSS, Moscú, URSS (*Vicepresidente*)
- Profesor J. A. Rioux, Facultad de Medicina, Universidad de Montpellier, Francia
- Dr. T. R. E. Southwood, Profesor de Ecología de los Insectos, Departamento de Zoología y Entomología Aplicada, Colegio Imperial de Ciencias y Tecnología, Universidad de Londres, Inglaterra.

Secretaría:

- Dr. N. G. Gratz, Servicio de Biología de los Vectores y Lucha Antivectorial, OMS (*Cosecretario*)
- Dr. M. Laird, Jefe del Servicio de Biología del Medio, División de Higiene del Medio, OMS (*Cosecretario*)
- Dr. R. C. Muirhead-Thomson, Instituto de Higiene y Medicina Tropical, Londres, Inglaterra (*Asesor Temporario*)
- Sr. J. W. Wright, Jefe del Servicio de Biología de los Vectores y Lucha Antivectorial, OMS

ECOLOGIA DE LOS MOSQUITOS

Informe de un Grupo Científico de la OMS

Del 31 de octubre al 5 de noviembre de 1966 se reunió en Ginebra un Grupo Científico sobre Ecología de los Mosquitos. Abrió la reunión el Dr. A. M.-M. Payne, Subdirector General. El Grupo eligió Presidente al Profesor W. R. Horsfall, Vicepresidente al Profesor P. A. Petriščeva y Relator al Sr. J. A. Downes.

1. INTRODUCCION

Si bien se ha conseguido erradicar el paludismo y la fiebre amarilla urbana de no pocos países y se ha logrado limitar la intensidad y la propagación de otras infecciones transmitidas por mosquitos gracias a importantes campañas de rociamiento con insecticidas, la lucha contra esas enfermedades tropieza con toda una serie de problemas nuevos y de difícil solución.

Entre las consecuencias desfavorables del empleo generalizado de insecticidas cabe mencionar, en primer lugar, la aparición de resistencia en numerosas especies de mosquitos y la contaminación del medio por plaguicidas químicos no selectivos. Además hay, en varios países, zonas donde los insecticidas han tenido sólo una eficacia parcial contra los mosquitos, sea porque las especies vectoras locales se abrigan en lugares de difícil acceso, sea porque evitan el contacto con las superficies rociadas.

En numerosos países han surgido nuevas ciudades y han crecido otras, pero con frecuencia este proceso de urbanización no ha ido acompañado de un desarrollo paralelo de servicios tales como los de evacuación de aguas residuales y de abastecimiento de agua corriente, y así se han formado numerosos habitats para las larvas de mosquitos. Es este fenómeno el que ha provocado, por ejemplo, un recrudecimiento de la filariasis urbana transmitida por *Culex pipiens fatigans*, así como la aparición en Asia Sudoriental de la fiebre hemorrágica transmitida por *Aedes (Stegomyia) spp.*

El aumento de extensión de los terrenos transformados en zonas de regadío, especialmente para el cultivo del arroz, así como la construcción de grandes embalses y lagos artificiales han contribuido a la creación de nuevas y vastas superficies particularmente favorables a la

proliferación de grandes poblaciones de mosquitos. Las importantes obras hidráulicas realizadas en Africa tropical y en Asia han provocado ya la infestación de territorios donde antes no había ningún mosquito. Es probable que surjan nuevos problemas a medida que se inunden otras tierras en relación con los futuros planes de riego. Por otra parte, se han empezado a explotar como tierras agrícolas zonas no roturadas hasta ahora (por ejemplo, en Africa tropical y en la URSS). Las poblaciones de mosquitos que se alimentan exclusivamente en la fauna local de esas zonas han encontrado así en el hombre un nuevo huésped, particularmente adecuado, con el consiguiente peligro de que las enfermedades transmitidas por mosquitos hagan irrupción fuera de sus focos naturales.

Cuando se trata de determinar la utilidad de los estudios ecológicos para resolver los problemas planteados por esta inquietante evolución de la situación, se advierte inmediatamente que hay una grave penuria de datos cuantitativos acerca de numerosos aspectos de la ecología de los mosquitos. La información necesaria debería dar una idea de las variaciones de la densidad y de la dispersión de los vectores, en función de las modificaciones del medio. El estudio de la epidemiología de las enfermedades y la evaluación de los programas de lucha están subordinados a la posibilidad de medir con precisión las poblaciones de mosquitos; por otra parte, es indispensable conocer las causas del crecimiento o la disminución de esas poblaciones para poder coordinar las diferentes medidas de lucha contra los vectores.

2. ESTUDIOS SINOPTICOS Y CUANTITATIVOS EN RELACION CON LA ECOLOGIA DEL MOSQUITO : ANALISIS DE LAS TABLAS DE SUPERVIVENCIA

Muchos de los estudios efectuados hasta ahora sobre la ecología de los mosquitos han tenido un carácter fragmentario y por eso se carece con frecuencia de datos cuantitativos, que son esenciales para los programas de lucha sobre el terreno. El objetivo fundamental de la investigación ecológica es el estudio cuantitativo de las poblaciones animales y de su capacidad de supervivencia y de reproducción en función del medio. Es evidente, por lo tanto, que la adopción de métodos que permitan medir el número real de individuos en una población (es decir su magnitud absoluta) es un requisito previo para cualquier investigación ecológica. Las técnicas adecuadas para obtener ese tipo de información son, pues, de importancia capital. Muchos de los métodos recientemente adoptados para el análisis de poblaciones de otros animales se podrían utilizar con provecho en los estudios sobre mosquitos.

El mejoramiento de los métodos de medición del número de mosquitos no sólo servirá para esclarecer la dinámica de la población estudiada. En efecto, esos métodos son indispensables para evaluar la eficacia de las medidas de lucha y para poner de manifiesto la relación existente entre la densidad del vector y de sus diversos huéspedes y la epidemiología de las enfermedades. Mientras no se disponga de medidas más exactas de las poblaciones de insectos y no se conozca mejor su dinámica, no se podrá sacar partido de las posibilidades que ofrecen la teoría estocástica (es decir, la teoría que se basa en las leyes del azar por oposición a la teoría determinista, en la que no interviene ningún elemento aleatorio), y el cálculo electrónico, para estudiar y prever las variaciones de las poblaciones de vectores, de la frecuencia de las enfermedades y de su transmisión.

Un programa racional de lucha, basado en la combinación de medidas biológicas, químicas, genéticas y de otro tipo (incluidas las modificaciones del medio) debe basarse en el estudio de modelos de las poblaciones de vectores. En teoría, el empleo de esos modelos debe permitir la determinación del eslabón más vulnerable del ciclo biológico y la previsión de los brotes epidémicos en condiciones dadas, proporcionando así una base sólida para la planificación de las medidas de lucha.

En los diez últimos años, diversos especialistas en ecología, y en particular los que se ocupan de entomología forestal, han ideado métodos para la preparación y el análisis de una tabla de supervivencia (o « presupuesto vital »), que conviene aplicar al estudio de los mosquitos. La tabla de supervivencia expresa, en cifras absolutas o en densidad, el número de individuos de una generación o cohorte en las distintas fases del ciclo biológico, así como la contribución de esos individuos a la formación de la generación siguiente. Si se hace el recuento de los individuos en cada fase (huevos puestos, huevos llegados a término, larvas, pupas y adultos) de una población determinada y se resta el logaritmo de cada número del correspondiente a la fase precedente, se obtiene el llamado valor K , es decir, la « mortalidad » en cada grupo de edad. La suma de los valores K representa la mortalidad total de la generación.¹ Cuando se dispone de una serie de tablas de supervivencia correspondientes a generaciones sucesivas de una población, es posible determinar las relaciones cuantitativas entre los valores K y las fluctuaciones de la población, la densidad de la población y los diversos factores del medio. Este cálculo exige que se expresen en forma cuantitativa los factores importantes del medio que pueden variar en el curso del estudio.

¹ Para más detalles, véase Southwood, T. R. E. (1966) *Ecological methods*, Londres, Methuen.

El análisis de la tabla de supervivencia permite determinar: 1) los factores del medio cuya importancia es decisiva para prever las fluctuaciones de la población, y 2) la relación existente entre la mortalidad (y la dispersión) en cada fase del ciclo biológico, la natalidad y la densidad de población. Estos datos son indispensables para construir un modelo que represente las variaciones de la población.

Las informaciones obtenidas mediante este tipo de análisis proporcionan las bases para el estudio de la dinámica de una población. Han de tenerse igualmente en cuenta los resultados de los estudios sobre los efectos de los factores del medio en el mosquito durante todo su ciclo biológico.

3. RESEÑA DE LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES SOBRE LA ECOLOGIA DE LOS MOSQUITOS

La presente sección tiene por objeto dar una idea de los conocimientos actuales sobre la ecología del mosquito, así como de las principales lagunas que subsisten en el estudio del mosquito como vector de enfermedad. Existen en todo el mundo unas 3000 especies de mosquitos que viven en medios muy diversos. Los ciclos biológicos, la supervivencia, la reproducción y la dispersión varían en consecuencia. Sin embargo, pese a esta diversidad, hay muchos problemas comunes que pueden abordarse de un modo análogo.

Para llegar a conocer los factores que determinan las cifras de población de mosquitos, es necesario saber cuáles son los efectos del medio sobre la supervivencia, la fecundidad y la dispersión. En la región estudiada, es preciso conocer, en diferentes épocas, el número total de huevos, de larvas, de pupas y de adultos y analizar los factores del medio. De este modo es posible establecer una relación entre las variaciones numéricas y las modificaciones del medio. Los trabajos realizados hasta ahora sobre los mosquitos son insuficientes por dos razones: 1) se han hecho muy pocos estudios satisfactorios sobre el número total de huevos, de larvas, de pupas y de adultos, y 2) no se han estudiado a fondo, y menos aún evaluado cuantitativamente, los numerosos efectos de las condiciones del medio sobre la supervivencia y la reproducción de los mosquitos.

3.1 Ecología de las fases inmaduras

3.1.1 Huevos

En numerosas especies, la elección de un determinado lugar de oviposición obedece a la atracción que ejercen ciertas características del contenido acuoso, orgánico y mineral del medio sobre el mosquito

adulto. La zona de atracción puede encontrarse en la superficie de una extensión de agua o consistir simplemente en una capa fina de agua que recubra un sustrato como el suelo (para ciertas especies de *Aedes* y *Psorophora*) o una vegetación (*Mansonia*). La postura de huevos viene determinada por las propiedades físicas y químicas de la capa superficial y, en algunos casos, por las del sustrato.

Los huevos pueden llegar a eclosión en pocos días (*Culex* y *Anopheles*) o al cabo de varios meses, e incluso de varios años (subgénero *Ochlerotatus* de *Aedes*). En el primer caso, los huevos dejan de ser viables si no permanecen en contacto con el agua; en el segundo, pueden sobrevivir a la desecación. Los huevos depositados en la superficie del agua rara vez están sujetos a grandes variaciones de temperatura, pero los que son capaces de resistir largos periodos de sequía han de soportar a veces temperaturas extremas. A veces es necesaria la exposición a una temperatura próxima a la de congelación para provocar la reactivación del embrión.

La eclosión se produce cuando el embrión ha terminado su desarrollo. Los huevos que no resisten a la desecación pueden llegar a eclosión sin ningún estímulo externo. Los huevos de especies tropicales y de la mayoría de las especies subtropicales, que resisten a la desecación, también llegan a eclosión en cuanto termina la evolución del embrión cuando están rodeados de una fina capa de agua, pero a condición de que se produzca una disminución previa del contenido de oxígeno del agua. La mayoría de las especies septentrionales exigen una serie de estímulos que facilitan la eclosión. La exposición prolongada a una temperatura próxima a cero grados, seguida de una elevación de la temperatura, provoca en el embrión un estado en el que la disminución del contenido de oxígeno del agua basta para desencadenar la eclosión. Esa disminución de oxígeno se debe al aumento de la actividad microbiana provocado por la elevación de la temperatura.

Hasta ahora se han hecho esfuerzos para organizar sobre todo la lucha antilarvaria, pero apenas se ha estudiado la posibilidad de utilizar métodos de eliminación de los huevos y las pupas. Sin embargo, es perfectamente posible explotar la ecología de los huevos para luchar contra los mosquitos. Puesto que se ha comprobado que los huevos de ciertas especies de *Aedes* tienen largos periodos de supervivencia, convendría recoger más información sobre ese fenómeno y sobre la importancia que reviste para la epidemiología y para la lucha contra los insectos.

3.1.2 *Larvas y pupas*

3.1.2.1 *Factores físicos*

Si bien muchas especies soportan variaciones de temperatura relativamente grandes, el frío o el calor excesivos limitan los lugares y

los momentos favorables a la supervivencia y al desarrollo de las larvas. Otros factores físicos y químicos que afectan a las larvas y a las pupas son la salinidad, el pH, la dureza, la aireación, la contaminación, el movimiento del agua y la intensidad de la luz. Convendría, a fin de comprender mejor como aparecen y se distribuyen ciertas especies, estudiar más a fondo sus límites de tolerancia con respecto a esos factores. La ampliación de los conocimientos en esta esfera favorecería el desarrollo de una nueva rama de la limnología, la « microlimnología », que se ocuparía de las pequeñas extensiones de agua tan utilizadas por los mosquitos para formar colonias y tan poco estudiadas hasta ahora por los especialistas en hidrobiología.

3.1.2.2 Alimentación

Se poseen datos bastante completos sobre las materias que ingieren las larvas (partículas orgánicas, diatomeas y otras algas), pero se sabe muy poco en cambio, acerca de los nutrientes que utilizan, excepción hecha de algunas especies carnívoras como las del subgénero *Lutzia*, de *Culex*. La alimentación influye también de un modo considerable sobre la tasa de crecimiento, sobre el desarrollo de los órganos del imago (por ejemplo, los ovarios en las especies autógenas) y sobre el proceso de infección por organismos patógenos. Si se conociesen mejor las necesidades nutricionales de las larvas, tal vez pudiera encontrarse el medio de lograr que los alimentos fueran menos accesibles.

3.1.2.3 Vegetación

Además de proporcionar alimentos, la vegetación — en tanto que elemento del medio en que viven las fases inmaduras — actúa también de muchas otras formas. Ejerce una acción directa sobre la temperatura, la evaporación, las propiedades superficiales y la composición química del agua; determina la cantidad de luz que llega a la superficie; da cobijo a las fases inmaduras en los huecos de los troncos y las axilas de las hojas; y proporciona a las larvas y las pupas de *Mansonia* los puntos de fijación y el oxígeno que necesitan. Por estas razones, es muy importante vigilar atentamente los cambios que se producen en la vegetación (por ejemplo, *Eichhornia* y *Pistia*) de las zonas donde el nivel de agua cambia artificialmente. Esos cambios han provocado grandes aumentos de las poblaciones locales de mosquitos, como ha ocurrido recientemente con la introducción de *Myriophyllum spicatum* en las tierras explotadas por la Tennessee Valley Authority.

La vegetación, tanto macroscópica como microscópica, es un indicador cómodo y fidedigno de la situación ecológica general. A este propósito, es inquietante ver que los investigadores tropiezan a menudo con grandes dificultades para identificar las especies vegetales sobre el

terreno. Asimismo puede ocurrir que se conozca toda la flora de un lugar determinado sin conocer las asociaciones locales de plantas. Conviendría utilizar en mayor medida los mapas de vegetación que se han levantado a veces con ocasión de otros trabajos científicos. En los últimos años, por cierto, se han hecho progresos considerables en el uso del fitoplancton para la vigilancia biológica del grado de contaminación del agua. Las publicaciones sobre ingeniería sanitaria contienen abundantes y valiosas informaciones acerca de este tema.

3.1.2.4 *Fauna asociada*

La OMS ha emprendido estudios sobre las enfermedades y los enemigos naturales de los mosquitos y demás artrópodos importantes para la salud pública. Al hacer constar su satisfacción por esos trabajos, el Grupo Científico desea poner de manifiesto la necesidad de poseer conocimientos detallados sobre la fauna asociada como requisito previo, no sólo para elegir los agentes de lucha biológica, sino también para aplicarlos eficazmente sobre el terreno y seleccionar con discernimiento los larvicidas químicos que procede emplear en combinación con dichos agentes. Esta información es asimismo necesaria para comprender de qué manera los animales insectívoros y las enfermedades determinan la población de huéspedes.

Existe ya una voluminosa documentación acerca de los organismos patógenos, los parásitos y los devoradores de mosquitos. Gran parte de esa información, sin embargo, consiste en observaciones hechas por azar en el curso de estudios de alcance más general y pocos son los datos basados en una experimentación verdaderamente científica. Es por tanto imprescindible reunir los datos actualmente dispersos en una multitud de revistas e informes, muchos de los cuales son difíciles de obtener, y proceder a un censo general de los animales insectívoros. Por otra parte, como la mayoría de los experimentos realizados hasta ahora hacían intervenir una sola variable, no es posible todavía evaluar, ni siquiera en una sola especie de mosquito, el efecto real de las enfermedades y de los enemigos naturales sobre la densidad de las poblaciones salvajes.

Las observaciones realizadas muestran claramente que, desde el momento de la oviposición, el huevo de mosquito está expuesto al ataque de agentes patógenos, en particular de hongos, y a la destrucción por insectívoros como ciertos coleópteros y hemípteros. Con periodos intermitentes de extrema vulnerabilidad (por ejemplo, en el momento de la eclosión, de las metamorfosis sucesivas de la pupación y de la emergencia del adulto) las formas acuáticas atraviesan una serie de peligros cuya gravedad varía en función de diversos factores del medio: lugar, estación y tipo de naturaleza del habitat larvario. La ecología

debe comprender igualmente el estudio de los factores intrínsecos que favorecen o impiden una proliferación excesiva de organismos patógenos.

El conocimiento de los efectos que los diversos factores examinados en la presente sección ejercen sobre las fases inmaduras de los mosquitos sería sin duda alguna de utilidad para decidir qué modificaciones deben introducirse en el medio. Se ha recurrido ya con éxito, para reducir las poblaciones de mosquitos, a modificaciones de ese tipo mediante obras de avenamiento, terraplenado; tala de la vegetación y eliminación de sombras, modificación del nivel de agua, etc. Por la suma importancia que presentan para la lucha contra los mosquitos, esos trabajos merecen un estudio muy detenido desde los comienzos de la fase de planificación de cualquier proyecto de obras hidráulicas.

3.2 Los mosquitos adultos y su medio

La longevidad y la fecundidad son dos de los principales factores que determinan el volumen de una población. Por eso es indispensable comprender de qué modo influye el medio sobre dichos factores.

Desde el momento en que comienza a salir de su envoltura pupal el mosquito está sujeto a la acción directa de los factores del medio terrestres y aéreos. Al comienzo de su vida de adulto y de nuevo en el momento de la postura puede, por supuesto, estar igualmente expuesto a la influencia de elementos acuáticos, hecho que debe tenerse en cuenta al planear las campañas imagocidas.

Los factores terrestres y aéreos del medio comprenden la temperatura, la humedad, el régimen de lluvias y de vientos y otros elementos menos patentes, como las variaciones de la presión atmosférica y de los campos eléctricos en la zona habitada por el mosquito. Son importantes también los animales insectívoros, las enfermedades y ciertos factores relacionados con la densidad de la población, que influyen sobre los contactos del insecto con sus semejantes o con otras especies. Además, la supervivencia y la reproducción del mosquito exigen alimentos, cobijo y lugares de reposo, de acoplamiento y de oviposición.

Los mosquitos de ambos sexos necesitan un alimento energético que suele ser el néctar. La hembra necesita, además, ingerir sangre para que los huevos lleguen a madurar.

Probablemente ninguno de estos factores ni necesidades actúan de una manera sencilla. Sus efectos varían en función de la edad del mosquito y también según dos periodicidades perfectamente marcadas que se observan a lo largo del ciclo biológico. Las primeras horas y las primeras jornadas se caracterizan por fenómenos de maduración, tal vez por el acoplamiento y a veces por una dispersión especial. A continuación viene un periodo de madurez durante el cual, en varias de las especies estudiadas, la tasa de mortalidad permanece constante y

dependiente sólo, al parecer, de influencias externas regulares. Por último, aparece un periodo de senescencia, acompañado de cambios en la alimentación, la reproducción y la mortalidad. Las dos periodicidades que también influyen sobre los efectos de los factores del medio son : 1) la actividad nictemeral, condicionada por la luz, la temperatura y el ritmo interno, y que puede variar según el sexo; 2) la periodicidad gonotrófica, que a juzgar por lo que se sabe hasta ahora sólo se manifiesta en la hembra y que está relacionada con el ciclo de ingestión de sangre, maduración de los huevos y oviposición, el cual provoca importantes cambios en la actividad, el comportamiento y la fisiología del insecto. La repetición del ciclo gonotrófico puede acelerar la senescencia, mientras que la hibernación y la estivación entrañan ciertos peligros, por ejemplo, una vulnerabilidad desusada a determinados ataques por hongos.

Es probable que estos factores tengan una influencia diferente sobre cada sexo. Se observa a menudo que todas las hembras de más de uno o dos días de edad han sido ya acopladas y se ha supuesto que la longevidad del macho tiene poca importancia. Sin embargo, se sabe que las hembras de diversas especies muestran una marcada tendencia a acoplarse una sola vez; también parece posible que, como ocurre con *Drosophila*, la cantidad de esperma depositado no sea siempre mayor, sino más bien del mismo orden que el número de huevos producidos. Siendo así, el papel del macho en la determinación del volumen de la progenie es mucho más equiparable al de la hembra.

En los métodos de lucha genética, y en particular en la suelta de machos estériles o incompatibles, todos los aspectos de la dispersión y la longevidad de los machos ofrecen, por supuesto, el mayor interés.

Recientemente han empezado a despertar interés ciertos procesos de coordinación de la biología del mosquito. En primer lugar, cabe citar la agrupación, en los primeros días de la vida del adulto, de ciertos procesos, como la maduración de los machos, el acoplamiento, la dispersión y las primeras tomas de alimentos, que se suceden tal vez en un orden determinado. Se admite hoy día que el sistema endocrino regula el metabolismo de la nutrición, la aparición y la progresión del desarrollo de los ovarios y tal vez también el nivel general de la actividad locomotora. Por lo tanto, la dispersión, elemento sumamente importante en epidemiología, puede guardar relación con la edad y con la capacidad de reproducción del insecto. El vuelo es esencial, por lo menos en las especies típicas, para la dispersión, la busca de alimentos, el acoplamiento y el descubrimiento de lugares de reposo y de hibernación. Se sabe que el vuelo está regulado por varios procesos sensoriales (principalmente visuales) y que su velocidad y su alcance dependen de la alimentación y del gasto de energía del insecto. También en este caso la periodicidad del vuelo influye considerablemente sobre la cronología de la alimentación, del acoplamiento, del reposo y de la ovipo-

sición de muchos mosquitos, modificando así otros factores ecológicos y provocando estados particulares como la vulnerabilidad especial de los enjambres de machos a los ataques de los animales insectívoros.

Urge emprender estudios sistemáticos y detenidos sobre estos procesos de coordinación, que pueden evidentemente tener consecuencias importantes para la ecología de los mosquitos.

No sólo se han observado variaciones considerables en muchos aspectos del comportamiento general de los mosquitos, sino que a veces existen contrastes muy notables entre las diferentes fases del ciclo biológico o entre especies muy afines. Así, las hembras de ciertos anófeles no necesitan alimentos azucarados y pueden obtener toda la energía que necesitan de la ingestión de sangre. Las hembras de algunas especies, pertenecientes a diversos géneros, pueden prescindir de la ingestión de sangre durante el primer ciclo y hacer que maduren sus huevos gracias a las reservas acumuladas durante la fase de alimentación larvaria. Esta autogenia puede dar un lote de huevos completo o, por el contrario, muy incompleto; puede obedecer a factores genéticos o a factores del medio; y puede afectar a la totalidad o a una parte de la población, probablemente según la situación geográfica. El acoplamiento puede producirse en enjambres en vuelo casi estacionario formados por la reunión de insectos que han recorrido distancias considerables; puede producirse igualmente en vuelo, pero en el curso de agrupaciones apenas perceptibles, en las inmediaciones del habitat larvario; y también puede efectuarse en el suelo. La dispersión puede revestir la forma de una verdadera migración sobre una gran distancia, generalmente al principio de la vida adulta, o de desplazamientos más limitados correspondientes a la actividad diaria durante toda la edad adulta. Además, cuando el insecto vuela lo bastante bajo para poder percibir la configuración del suelo, el desplazamiento se efectúa con frecuencia contra el viento; en cambio, cuando el mosquito está demasiado alto para poder ver el suelo, el vuelo carece de orientación y el desplazamiento general se hace en el sentido y a la velocidad del viento. Cabría citar otros muchos ejemplos análogos.

La medición de la dispersión es importante para comprender el papel que desempeña el insecto adulto en epidemiología, sea infestando regiones hasta entonces indemnes, sea reinfestando zonas tratadas y también, como se ha dicho antes, para emplear la técnica de los machos estériles y otros métodos análogos. Es, por lo tanto, esencial establecer una distinción entre las diversas modalidades de dispersión a fin de poder aplicar medidas cuantitativas eficaces.

La agrupación de machos en un enjambre, situado casi siempre sobre un punto bien definido del terreno,¹ es en muchas especies un

¹ A menudo se puede provocar la formación de un enjambre encima de un punto fijado de antemano y tal vez sea éste un medio de lucha que merezca ser estudiado.

requisito previo al acoplamiento. Algunos animales insectívoros, como los murciélagos y las libélulas, aprovechan la mayor vulnerabilidad de los insectos concentrados en enjambres. El macho reconoce a la hembra que penetra en el enjambre por el ruido de su vuelo (el ritmo del batido de las alas) y la respuesta del macho es volar hacia la hembra. Tal vez pudiera aprovecharse ese estímulo y esa respuesta para capturar a un gran número de machos, a fin de destruirlos o de someterlos a la acción de esterilizantes químicos.

La observación de enjambres y anteriores estudios de comportamiento realizados en el laboratorio han aportado ciertos datos sobre la manera en que los mosquitos controlan la dirección y la velocidad del vuelo mediante la observación de puntos de referencia en el suelo. En la actualidad debería ser posible, mediante ciertos perfeccionamientos, reconstituir las condiciones necesarias para el vuelo continuo y para el acoplamiento en jaulas de dimensiones razonables, y, por consiguiente, criar nuevas especies en el laboratorio.

Cada vez son más numerosos los indicios de que las hembras de diversas especies de mosquitos son menos selectivas en la elección del huésped para la ingestión de sangre de lo que se creía anteriormente. Este hecho ha sido observado particularmente por investigadores de la URSS en estudios sobre especies que viven en habitats naturales que nunca han sido alterados por la presencia del hombre. Entre los huéspedes naturales de ciertas especies de *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta* y *Aedes* figuran mamíferos, pájaros, reptiles y anfibios. En otras especies parece que el huésped elegido varía según la región, e incluso el microhabitat, y según la estación del año e incluso el momento del día; las reacciones de precipitación han revelado que un mismo mosquito puede ingerir sucesivamente sangre de huéspedes de diferentes especies (hasta tres o cuatro). Por lo general, los experimentos realizados vienen a corroborar estas observaciones; los estímulos químicos o visuales que inducen a un mosquito a posarse sobre un huésped son producidos por casi todas, por no decir todas, las especies de vertebrados terrestres. La selectividad observada, cuando menos en las especies que se han estudiado hasta ahora, se basa esencialmente en factores ecológicos (tamaño, número y accesibilidad y horas y lugares de actividad de los huéspedes) más que en estímulos específicos y es, por lo tanto, susceptible de modificación. Esta selectividad reducida respecto al huésped es una de las propiedades que dan a los mosquitos una importancia considerable en la transmisión de zoonosis y en la propagación de los agentes patógenos de esas enfermedades.

Poco se sabe acerca del azúcar que absorbe el mosquito en condiciones naturales y por eso convendría efectuar investigaciones sobre la cantidad, la frecuencia y la especificidad de esos alimentos. Esta especificidad ha resultado sorprendentemente marcada en machos de ciertas

especies de *Aedes* en el Canadá y en *Anopheles sergenti* en el Oasis de Siwa (República Árabe Unida), lo que pone de manifiesto la utilidad de realizar otras observaciones sobre poblaciones naturales en otras regiones. Al estudiar estas cuestiones, ha de tenerse siempre presente que el comportamiento trófico no es necesariamente el mismo en la naturaleza y en el laboratorio. Es posible que estos estudios permitan descubrir técnicas nuevas o más eficaces; por ejemplo, podrían organizarse ensayos para averiguar los efectos de la eliminación de las plantas preferidas del huésped (o de ciertas partes de esas plantas, puesto que las observaciones realizadas hasta ahora se han limitado a las flores y a los estomas de la cara inferior de las hojas).

No se ha estudiado con suficiente detenimiento la oviposición, que sigue a la digestión y a la asimilación de una ingestión de sangre. La mayoría de las especies depositan sus huevos sobre un substrato húmedo, o sobre el agua, sea por separado, sea en racimos o en forma de masas flotantes. Es probable, por lo tanto, que los periodos dedicados por las diferentes especies a la búsqueda de un lugar adecuado para la postura y la expulsión de los huevos varíen considerablemente. En general, se sabe poco acerca de la exploración sensorial del lugar de oviposición que lleva a cabo la hembra antes de depositar los huevos, pero es, sin duda, un proceso importante, ya que suele determinar de una vez para siempre el hábitat de las futuras larvas.

4. METODOLOGIA DE LOS ESTUDIOS DE POBLACIONES

4.1 Estimaciones relativas y absolutas de las poblaciones

Hay dos tipos principales de estimaciones de las poblaciones animales: las absolutas, que indican el número real de individuos por unidad de superficie, y las relativas, que indican el número en función de un periodo de captura o de otra unidad cuya relación con el volumen total de la población se desconoce. Las estimaciones absolutas son indispensables para establecer las tablas de supervivencia. Como sus márgenes de exactitud pueden ser muy variables, conviene, siempre que sea posible, repetir las estimaciones por métodos distintos, con lo cual se evita también que pase desapercibida una parte de la población. La coherencia interna de las tablas de supervivencia es otro medio de comprobar la exactitud de las estimaciones.

Gran parte de la información disponible sobre la ecología de los mosquitos adultos proviene de capturas hechas con diversos tipos de trampas: trampas luminosas, trampas-refugio y trampas con cebo. Estas capturas dependen no sólo de la densidad de la población sino también del comportamiento de los individuos que la componen. Proporcionan

una medida de la población en función de un estímulo determinado; cuando éste es el estímulo natural que constituye la presencia de un huésped (el hombre, por ejemplo) la medida tiene un sentido y es importante también para evaluar la importancia epidemiológica del vector. Aun así, las estimaciones relativas dependen de tantos factores, que sólo ofrecen una utilidad limitada para el establecimiento de tablas de supervivencia.

Como gran parte de los estudios realizados hasta ahora sobre los mosquitos se han basado sobre todo en los métodos relativos, los que se emprendan para establecer tablas de supervivencia habrán de basarse, en gran parte, por lo menos al principio, en las técnicas adoptadas para otras especies animales. La finalidad de esos estudios será obtener estimaciones absolutas de la población y evaluar la relación existente entre la densidad de los vectores y la transmisión.

4.2 Estimaciones absolutas

4.2.1 Huevos

Se dispone de técnicas satisfactorias para recoger huevos de las especies que ponen en lugares temporalmente inundados, pero es preciso encontrar métodos más eficaces para las especies que utilizan aguas más permanentes o criaderos cerrados. Podrían utilizarse técnicas basadas en el empleo de unidades de superficie limitadas por marcos, cuando se trate de huevos puestos en agua libre (por ejemplo, en charcas) y en la utilización de recipientes experimentales en el caso de especies que ponen sus huevos en recipientes naturales (cáscaras de coco) o artificiales (latas, botes, etc.).

4.2.2 Larvas

El empleo de trampas que tratan de aprovechar la tendencia de las larvas a remontar a la superficie no ha proporcionado por lo general muestras satisfactorias de la población larvaria. Se podría llegar a una evaluación más exacta mediante el muestreo por unidad de superficie. Se han construido trampas de superficie uniforme que encierran un volumen determinado de agua que puede extraerse y filtrarse. Otro sistema consiste en sumergir una trampa con un fondo que deje salir el agua en el momento de retirarla. En realidad todas las trampas que se utilizan presentan algún inconveniente y conviene encontrar nuevos métodos de recogida de larvas.

Actualmente se recurre también a otras dos técnicas: la de marcación-liberación-recuperación y la de vaciado del contenido de las trampas (captura simple). La primera no se ha utilizado mucho, pues si bien se dispone de técnicas que permiten marcar en masa grandes

cantidades de larvas, sigue sin resolver el problema de la marcación individual. Los métodos de análisis de los datos obtenidos en las operaciones de recuperación son muy eficaces, pero no se han utilizado suficientemente en el estudio de poblaciones de larvas. El método de la captura simple se basa en el supuesto de que el número de animales capturados por unidad de tiempo es proporcional a la población total, que de este modo se calcula a partir de los resultados de una serie de capturas. Este método se ha aplicado a los mosquitos, pero como la eficacia de las capturas es variable, tal vez convenga no utilizarlo más que como medio complementario para verificar las estimaciones obtenidas de otra manera.

4.2.3 Pupas

Las poblaciones de pupas pueden medirse por métodos análogos a los que acaban de describirse. Los datos cuantitativos así obtenidos tendrían además la ventaja de que permitirían verificar la hipótesis según la cual las estimaciones de la densidad de pupas están estrechamente relacionadas con las estimaciones de la población de imagos.

4.2.4 Adultos

La mejor manera de obtener estimaciones directas del número de adultos producidos por unidad de superficie, o por recipiente, consiste en emplear trampas de emergencia, poco utilizadas hasta ahora en los estudios sobre mosquitos. Las trampas flotantes construidas con materiales transparentes podrían ser útiles en aguas libres y es fácil cubrir los recipientes naturales con una simple trampa de emergencia. En ambos tipos de habitats, parece indicado operar durante un periodo de 24 horas y luego desplazar la trampa. La medida de la cadencia de emergencia y de la producción de adultos por unidad de superficie permite evaluar la importancia de los diferentes tipos de habitats con mayor precisión que mediante estimaciones de la población de larvas de esos habitats.

Las técnicas de marcación, liberación y recuperación han resultado prácticas para ciertas especies de mosquitos y el índice de Lincoln¹ recientemente revisado permite evaluar no sólo el volumen de una población, sino también sus adquisiciones y sus pérdidas. En la actualidad, no existe ninguna otra técnica satisfactoria para medir la densidad absoluta de una población (véase el Anexo 1).

Algunas veces se ha intentado medir el número total de adultos en vuelo en un momento determinado. Cabe hacer estimaciones a este respecto utilizando trampas de aspiración o trampas engomadas y

¹ Este índice se obtiene dividiendo el número total de individuos marcados y liberados por la proporción de individuos marcados que vuelven a capturarse.

teniendo en cuenta los efectos de la velocidad del viento a diferentes alturas. Los estudios sobre el tiempo que tarda una población determinada en volar una cierta distancia, análogos a los realizados con éxito con otros insectos, aportarían indicaciones interesantes y podrían comprender la exploración de los medios necesarios para conseguir el vuelo continuo en laboratorio.

4.3 Natalidad y mortalidad

Cuando se evalúan las cifras efectivas de población en las diversas fases del ciclo biológico es conveniente determinar el papel que desempeñan los distintos factores que influyen sobre las tres variables determinantes: natalidad, mortalidad y dispersión. Estos cálculos pueden hacerse por dos métodos diferentes: la medición directa sobre el terreno (por ejemplo, por recuento de los huevos no fecundados) y la evaluación experimental sobre el terreno (o en el laboratorio, con material recogido sobre el terreno).

La posible influencia de factores físicos del medio, como la temperatura o la salinidad, puede determinarse mediante experimentos de laboratorio. Es posible apreciar cuantitativamente el papel de los parásitos y de los organismos patógenos midiendo su frecuencia en muestras tomadas de una población natural y determinando su patogenicidad. Es difícil, sin embargo, saber en qué medida cabe aplicar a las poblaciones naturales las observaciones hechas en laboratorios acerca del número de individuos destruidos por animales insectívoros en una fase determinada del ciclo biológico. En cambio, estudios realizados en el Canadá han revelado que el número de individuos devorados sobre el terreno por diferentes animales insectívoros puede estimarse mediante la marcación con isótopos radiactivos. Convendría generalizar este método y estudiar igualmente la posibilidad de emplear técnicas serológicas para identificar los alimentos ingeridos por los animales insectívoros, como se ha hecho en algunos trabajos relativos a insectos no voladores. Podrían obtenerse también indicaciones importantes sobre el papel de los animales insectívoros acuáticos en tanto que factores de la regulación natural de las poblaciones de mosquitos, utilizando un plaguicida apropiado para destruir todos los insectívoros presentes en habitats especialmente elegidos, que luego se poblarían únicamente con mosquitos.

4.4 Dispersión

Las técnicas actualmente empleadas para estudiar la dispersión de los insectos dejan mucho que desear. Se han hecho algunos trabajos soltando un gran número de mosquitos marcados a partir de un punto

central y no cabe duda de que estos experimentos permiten conseguir información sobre la capacidad de dispersión. Sin embargo, dadas las condiciones artificiales de la operación, este método no permite sacar conclusiones ciertas sobre los desplazamientos de los mosquitos en la naturaleza.

Todavía no se ha encontrado un método satisfactorio para marcar todos los adultos de una población natural en el momento de la eclosión. Se ha logrado aplicar colorantes y otros materiales de identificación en los habitats de larvas al acercarse esa fase de la evolución, pero los resultados obtenidos ofrecen un interés limitado porque no siempre se ha logrado marcar a todos los adultos que salen de las larvas y porque esa técnica no se presta a la marcación sistemática de todos los individuos durante la fase larvaria. El empleo de marcadores genéticos ofrece ciertas posibilidades a este respecto, pero no hay que olvidar que todo cambio de comportamiento provocado por éste o por cualquier otro método puede anular la validez de los resultados.

El Grupo Científico ha examinado estas cuestiones con detenimiento y ha quedado enterado de un experimento interesante de marcación, liberación y recuperación de mosquitos, basado en el hecho de que si los adultos recién salidos de la forma larvaria se capturan en una trampa de emergencia, se marcan individualmente y se vuelven a liberar con precauciones, se puede estudiar la relación existente entre la velocidad de los desplazamientos y la edad de los insectos y reconocer las fases migratorias, si las hay (véase el Anexo I).

Las recientes experiencias consistentes en liberar cierto número de individuos recién salidos de las larvas y marcados con sustancias radiactivas en condiciones más o menos naturales, han aportado indicaciones sobre la diseminación de la población estudiada. También es posible obtener datos cuantitativos sobre la dispersión colocando trampas a diversas distancias de una zona de estudio en la que al menos una parte de la población ha sido marcada. La tasa de disminución del número de mosquitos capturados en función de la distancia, y la mayor o menor normalidad de la curva de distribución obtenida permiten apreciar el grado de dispersión y la medida en que la tendencia a la dispersión está normalmente distribuida en la población estudiada.

Es posible estudiar las migraciones a larga distancia (sobre todo cuando los insectos son impulsados por el viento) mediante el empleo de trampas colocadas en lugares adecuados a diferentes alturas. Es preciso entonces registrar continuamente la velocidad del viento a las distintas alturas para poder introducir las correcciones pertinentes en los resultados de las capturas. Los datos obtenidos de este modo con otros insectos se han utilizado para calcular la importancia numérica total de las poblaciones capaces de volar y la distancia media recorrida por cada individuo. También pueden obtenerse informaciones interesantes

acerca de los desplazamientos individuales mediante trampas móviles (fijadas, por ejemplo, a vehículos de transporte terrestre, aéreo o marítimo).

4.5 Factores del medio

Será preciso medir igualmente los demás componentes bióticos y físicos del medio de los mosquitos, pero limitando esta evaluación a los organismos y factores que pueden ejercer una influencia directa sobre el insecto.

Cuando se necesitan estimaciones absolutas de la población de la fauna asociada pueden aplicarse los principios generales expuestos antes en relación con los mosquitos.

Para la evaluación cuantitativa de la vegetación asociada a los habitats de larvas se pueden emplear varios métodos. Tratándose de plantas macroscópicas, por ejemplo, puede hacerse un análisis cuadrático o lineal; en otros casos, es preferible levantar mapas en mayor o menor escala.

En cuanto a la flora y la fauna microscópicas (por ejemplo, los protozoarios y demás elementos del plancton), podrán estudiarse mediante variantes de las técnicas de recogida y de estudio en laboratorio que emplean ya en gran medida los especialistas en limnología.

NOTA

El Grupo Científico hace constar su agradecimiento a los siguientes miembros del personal de la OMS por su valiosa colaboración : Sr. R. F. Fritz, Lucha Antivectorial; Dr. J. W. Kliever, Consultor (Investigaciones sobre lucha contra los mosquitos, Universidad de California, Fresno, California, Estados Unidos de América); Sr. M. Nicole, Terminología, División de Servicios de Edición y Documentación; y Dr. R. Pal, Lucha Antivectorial.

Anexo 1

EXPERIMENTO DE MARCACION, LIBERACION Y RECUPERACION DE INSECTOS EN EL SERVICIO DE INVESTIGACIONES SOBRE *Aedes* ESTABLECIDO POR LA OMS EN BANGKOK

La OMS ha establecido en Bangkok, Tailandia, un Servicio de Investigaciones sobre *Aedes* que se dedica al estudio de la biología, de la dinámica de las poblaciones y de la susceptibilidad a los insecticidas de *Aedes aegypti* y de las especies de *Stegomyia* muy aparentadas a esa especie. Se espera que, gracias a un conocimiento más profundo de estas cuestiones, se podrán encontrar métodos eficaces y económicos para reducir las poblaciones de vectores *Aedes* hasta un nivel que permita interrumpir la transmisión del dengue y de las fiebres de ese tipo. Se ha emprendido una experiencia de marcación, liberación y recuperación de *Aedes aegypti* cuyo objeto y métodos se exponen a continuación.

Los objetivos de este experimento son : 1) obtener estimaciones de la población adulta en una zona determinada; 2) calcular el aumento cotidiano de la población y la tasa de supervivencia de machos y hembras; 3) medir los desplazamientos a corta distancia y 4) observar las fluctuaciones estacionales.

La zona elegida para el estudio abarca un grupo de viviendas que forman parte de uno de los templos de Bangkok, Wat Samphaya. La zona tiene una superficie aproximada de 94 x 56 metros. Hay 31 casas, con 94 dormitorios, que han sido numerados y en cada visita se capturan mosquitos en reposo en 30 habitaciones elegidas en una tabla de números aleatorios. Se encuentran por término medio tres o cuatro mosquitos por habitación en un plazo de 5 a 10 minutos.

Los mosquitos se capturan con un aspirador, se trasladan uno por uno a tubos de cristal y se llevan al puesto de marcación en el interior del templo. Después de anestesiarlos con éter se practica una serie de marcas en cada uno de ellos. Para marcarlos se emplea una pintura que se seca rápidamente y que se aplica con una cerda fina de nylon de un cepillo de los que se utilizan para limpiar los tubos de ensayo. Pueden hacerse de una a ocho señales en cada mosquito en tres puntos de la nervadura de cada ala y en dos puntos del tórax. Puede hacerse una novena señal en la parte posterior del tórax como marca de serie. Cada señal representa una cifra y, utilizando un sistema binario, se pueden marcar 255 mosquitos de cada sexo con un solo color. Los colores que han dado mejores resultados son el rojo, el amarillo y el blanco. Cuando se han utilizado esos tres colores para marcar 765 mosquitos de cada sexo, se añade la novena marca, o marca de serie, lo cual permite diferenciar otras tres series de 765 mosquitos cada una, empleando sucesiva-

mente el rojo, el amarillo y el blanco, para la marca de serie. En caso necesario pueden utilizarse otros colores.

De este modo, cada mosquito lleva un número único. Se anota el número de la habitación donde ha sido capturado por vez primera y se registra el estado de las hembras (en ayunas, alimentadas, semigrávidas o grávidas). Una vez marcado, cada mosquito se introduce en una caja de plástico transparente de 6 cm de diámetro, sobre la que se inscriben el número del mosquito y el de la habitación donde se encontró. Más tarde, en el mismo día, se libera a los mosquitos en las habitaciones de donde procedían; los que no pueden volar o que han resultado heridos durante las manipulaciones se eliminan, haciéndose constar este hecho.

Cuando los mosquitos marcados se vuelven a capturar, se anotan sus números, los de las habitaciones de donde proceden y, tratándose de hembras, su estado.

Suelen hacerse tres inspecciones por semana en la zona de estudio. El porcentaje de recuperaciones ha sido del 7 al 8% en las hembras, y del 4 al 5% en los machos. La importancia numérica de la población y la tasa de supervivencia se calculan por los métodos de Fisher y Ford¹ y de Jolly² (estos y otros métodos han sido analizados por Parr³ y Southwood⁴). Las estimaciones cotidianas se pueden hacer con una máquina de calcular. Además, las hojas donde se registran los resultados de la experiencia de Bangkok se han confeccionado de manera que los datos puedan transferirse fácilmente a tarjetas perforadas. Estas últimas se introducirán en una calculadora automática programada para calcular la importancia numérica de la población, las tasas de crecimiento y de supervivencia y las variancias de estos factores, así como las estimaciones sobre las características de los vuelos a corta distancia.

Anexo 2

PLAN PARA EL ESTUDIO DE UNA POBLACION ADULTA DE *CULEX PIPIENS FATIGANS*

El Servicio de Investigaciones sobre Filariasis establecido por la OMS en Rangún, Birmania, ha realizado importantes estudios sobre la biología y la ecología del principal vector urbano de la filariasis, *Culex pipiens fatigans*, y sobre la manera de combatirlo. Dicho Servicio está

¹ Fisher, R. A. & Ford, E. B. (1947) *Heredity*, 1, 143-174.

² Jolly, G. M. (1965) *Biometrika*, 52, 225-247.

³ Parr, M. J. (1965) *Field Studies*, 2, 237-282.

⁴ Southwood, T.R.E. (1966) *Ecological Methods*, Londres, Methuen.

preparando métodos de lucha basados en el empleo de insecticidas y otras técnicas de destrucción que tienen por objeto reducir la población de *C. p. fatigans* hasta un nivel que permita interrumpir la transmisión de la filariasis urbana.

El método más eficaz de que se dispone hoy día para estimar la densidad absoluta de la población adulta de *C. p. fatigans* en una zona determinada es el de la marcación, liberación y recuperación de los mosquitos. Esta técnica puede aplicarse de tres maneras distintas, según la cantidad de información que se necesite en cada caso.

Si sólo se trata de determinar la densidad de población, puede obtenerse una estimación en dos días de operaciones de marcación. El primer día se capturan en la zona estudiada el mayor número posible de individuos, en los que se hace una marca uniforme que indique la fecha de su captura. Estos mosquitos se sueltan una vez marcados. Durante la segunda jornada, es decir tan pronto como sea posible, se repite la operación, pero con una marca diferente. Los mosquitos marcados el primer día que se vuelvan a capturar se registran y se eliminan. En las subsiguientes capturas (que no han de sucederse necesariamente a intervalos regulares) sólo se registrarán los insectos marcados antes de eliminarlos. La captura de individuos marcados debe proseguir hasta que el porcentaje de recuperación sea nulo. Se puede estimar la importancia numérica de la población durante el segundo día de captura y marcación mediante el método de análisis de Jolly.

Si se trata de obtener estimaciones de la importancia de la población y de la tasa de supervivencia, es preciso capturar y marcar los insectos con la fecha correspondiente cuando menos tres veces. Los insectos que se han vuelto a capturar se marcan con la fecha de la nueva captura, que viene a añadirse a la marca o marcas anteriores y se ponen en libertad. Después del último día de marcación, deberá continuarse la captura hasta que ya no se recupere ningún mosquito marcado (se mata a todos los mosquitos recuperados y se registra este hecho).

Ambos métodos de estudio de la población permiten obtener datos sobre el radio de vuelo, si se suelta a los mosquitos en un punto central y se van efectuando capturas a diferentes distancias de dicho punto. Es preferible sin embargo que los mosquitos regresen a los habitats donde se capturaron, aunque haya que renunciar a obtener informaciones sobre sus desplazamientos a corta distancia. Para obtener datos sobre la dispersión, es necesario diferenciar a cada individuo con una marca particular. El método utilizado para la marcación individual se describe en el Anexo 1.