

FUNCION DE LA INGENIERIA SANITARIA EN LOS PROGRAMAS DE ERRADICACION DE LA MALARIA*

PATRICK N. OWENS, A.M. ASCE

Ingeniero Sanitario, Oficina de Coordinación de los Programas de Erradicación de la Malaria, Oficina Sanitaria Panamericana, México, D. F., México

Los representantes oficiales de sanidad de los veintidós países americanos, reunidos en la XIV Conferencia Sanitaria Panamericana celebrada en Santiago, Chile, en octubre de 1954, decidieron emprender un programa encaminado a erradicar la malaria del Hemisferio Occidental. A la Oficina Sanitaria Panamericana se le encomendó la labor de coordinar los programas de erradicación en las Américas y de proporcionar asistencia técnica para el éxito de la empresa.

Quisiera exponer las razones que motivaron esta decisión de la Oficina Sanitaria Panamericana y también algunos de los problemas y consecuencias que tal decisión entraña para los ingenieros.

Al parecer, desde los primeros días de la colonización, la malaria ha sido una de las enfermedades más importantes de las Américas, si no "la" más importante. Aunque sus orígenes en el continente sean oscuros, Gabaldon (1) cita textos en que se describe una enfermedad, parecida a la malaria, existente en las Américas en 1496 y su probable existencia en la cuenca del río Paraguay ya en 1543. De ella se habla como enfermedad endémica en los Estados Unidos en la época de la Guerra de la Independencia, en una región situada tan al norte como Pensilvania (2), y siguió el curso de la migración hacia el oeste haciendo que en una gran porción de nuestro país, se la considerara endémica hacia el decenio de 1880 (3). La malaria se extendió en dirección norte hasta el

Canadá y en dirección sur hasta San Luis, Argentina, lat. 33° S.

Sin embargo, los límites de la malaria jamás han permanecido estáticos, sino que han avanzado o retrocedido a medida que la migración, el cultivo de nuevas tierras, el saneamiento o mejores condiciones económicas han afectado las circunstancias que se requieren para mantener la transmisión. Al terminar la primera guerra mundial la malaria se había retirado de su línea de penetración más septentrional, de suerte que Sir William Osler pudo predecir que la repatriación de los veteranos procedentes de las zonas maláricas (4) no plantearía problemas graves. En los Estados Unidos, a fines de 1945 sólo se conocían cinco puntos endémicos distribuidos en Carolina del Sur (condados del litoral), un condado en Georgia, nueve condados del delta superior del Mississippi, en Arkansas, Louisiana y Mississippi, dos condados adyacentes en el Red River, en Texas y Arkansas, y la parte baja del Valle del Río Grande (2).

Se ha calculado la importancia económica de la malaria en varios países. En 1938 Williams (3) calculó que el costo anual de la enfermedad representaba para los Estados Unidos \$51.000.000 aproximadamente, y una pérdida económica de \$500.000.000. En cuanto a El Salvador, cuya población en 1951 ascendía aproximadamente a 2.250.000, Cáceres Bustamante (5) calculó que el costo anual de la malaria representaba para el país unos 6.400.000 dólares estadounidenses, o sea unos \$2,85 por persona.

En todas las repúblicas de las Américas en donde la malaria es o ha sido epidémica, se han llevado a cabo actividades encaminadas al control de la enfermedad. Inicialmente el control se limitaba, por lo general, a los centros urbanos, y en tales actividades

* Este trabajo fué presentado en la reunión de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles celebrada en Dallas, Texas, E. U. A., del 13 al 17 de febrero de 1956, y aparece en inglés bajo el título "Engineering Responsibility in Malaria Eradication Programs" en el *Journal of Sanitary Engineering Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers*.

han desempeñado los ingenieros importante papel. Con anterioridad al descubrimiento y a la extensa aplicación de los insecticidas de hidrocarburo clorado y de otros productos, cuyas propiedades residuales se reconocen ahora perfectamente, solía encargarse al ingeniero de la preparación y ejecución de las obras y actividades de control, cuyo propósito era modificar el medio a fin de reducir el número de vectores de la especie *Anopheles*. El ingeniero formaba parte de un grupo de técnicos, escogidos entre una variedad de profesionales, que trabajaban juntos para controlar una sola enfermedad. Así por ejemplo, para exponer con sencillez el concepto, el médico estudiaba la incidencia de la malaria en la población expuesta, y sus variaciones estacionales y anuales, a fin de tener un conocimiento de la enfermedad en una zona y una base para establecer prioridades en las actividades de control. El biólogo estudiaba los hábitos del vector o vectores e indicaba las modificaciones del medio que serían apropiadas para reducir su número. Con estos datos el ingeniero podía planear y preparar las obras necesarias y escoger los medios de control más factibles, tanto desde el punto de vista de la economía, como de la eficacia.

Entre paréntesis, debe decirse que los trabajos de obras públicas que se realizan en las zonas maláricas presentan siempre el riesgo de que aumente la morbilidad si no se tiene debidamente en cuenta el efecto que la proyectada modificación del medio puede ejercer en la potencial producción del vector.

El control de la malaria antes de la segunda guerra mundial hallábase, pues, limitado, en la mayoría de los casos, a los centros urbanos, donde la densidad de población permitía un bajo prorrato *per capita* de los gastos de la obra de control, y era posible financiar las actividades antimaláricas.

Al aparecer el DDT y otros insecticidas de acción residual prolongada contra los mosquitos, fue posible ampliar los programas de lucha a las afueras de las zonas urbanas y proporcionar también protección a la población rural. En algunos casos determinados, resultó más económico continuar los

trabajos de ingeniería, pero en la mayoría de los países de las Américas se organizaron y ejecutaron programas de rociamiento de las casas. En los Estados Unidos el número de casas rociadas en 1945 ascendió a 280.000 aproximadamente, cifra que se elevó a 1.364.950 en 1948 (6). En Venezuela el rociamiento de casas aumentó de 28.905 en 1946 a 875.850 en 1953 (7). Otros países notifican aumentos semejantes del número de casas rociadas.

En esos programas de control basados en el rociamiento de las casas con insecticidas de acción residual, el ingeniero siguió colaborando como parte del grupo de control antes mencionado. Pero actualmente las actividades de control se han reducido a un solo procedimiento, que es el del uso de insecticidas. En algunos casos, los ingenieros que habían trabajado anteriormente en las actividades de control de la malaria, prefirieron abandonar este campo y dedicarse a otras actividades. En otros casos, los ingenieros apreciaron la importancia de la adopción de un solo método de control y dedicaron sus esfuerzos a la reducción del costo por unidad de ese método, de suerte que se pudiera proporcionar protección al mayor número de personas de conformidad con las condiciones presupuestarias establecidas.

Los programas de control en que se utilizan el DDT y otros insecticidas semejantes, se planean y se evalúan ordinariamente tomando como base la incidencia de la enfermedad y el costo *per capita*. Se concede prioridad a las zonas de alta incidencia, al igual que a las fácilmente accesibles, en que es posible mantener bajo el costo por unidad. Los índices esplénico y parasitario y los datos sobre morbilidad y mortalidad ocasionadas por la malaria permiten establecer una comparación entre la situación anterior y la que se ha logrado al cabo de varios años de aplicar medidas de control, y también una evaluación en que se expresen los fondos invertidos frente al menor número de casos y muertes, y al incremento de la producción.

Pero los programas de control tienen que

ser programas permanentes porque, si se suspenden, existe el peligro de que la malaria proveniente de las zonas no tratadas invada las que ya fueron sometidas a tratamiento, volviéndose de nuevo a la alta incidencia anterior.

El éxito extraordinario logrado en algunos de esos programas de control ha demostrado, sin embargo, que la malaria puede ser erradicada de una zona que anteriormente era endémica mediante el cuidadoso y persistente rociamiento de las casas. Se puede considerar que se ha logrado la erradicación, según la define la "National Malaria Society" de los Estados Unidos, cuando han transcurrido tres años consecutivos sin que ocurra un solo caso local nuevo (a menos que se haya contraído de un caso importado).

El concepto de erradicación y la actual urgencia de que se adopte tal concepto, se basan en tres consideraciones fundamentales (8). Primera, se ha demostrado que si la transmisión de la malaria cesara completamente durante un período de años habría una desaparición espontánea de las infecciones en la población humana. Aunque hubiera algunos raros casos de infección, o persistiera ésta, si transcurrieran varios años sin que hubiera transmisión, dejaría de ser infectiva para los mosquitos. Si, por ejemplo, en el caso del *Plasmodium vivax* transcurre un período de tres años sin que haya transmisión, el ciclo en el mosquito no se completará y por lo tanto el mosquito no podrá infectar al hombre. En el caso del *P. falciparum*, se considera suficiente un período de dos años.

Así, pues, la clave del concepto de erradicación está en esta frase: "completa interrupción de la transmisión durante un período de tres años por lo menos". Se observará que la erradicación de la malaria no implica la erradicación del mosquito, sino el exterminio de todos los mosquitos infectados de modo que no pueda haber transmisión. Para ello es necesario incluir en el programa de erradicación todas las zonas en que exista malaria, prescindiendo de dificultades de

acceso o del mayor costo del tratamiento. Finalmente, es necesaria la perfección de las operaciones, perfección que no se exige de los programas de control y que éstos rara vez alcanzan.

En las Américas, mediante la aplicación de este criterio se ha erradicado la malaria en Chile y en la Guayana Francesa, en una considerable parte de la Argentina y en una vastísima zona de Venezuela, según la definición establecida por la "National Malaria Society". Se considera próxima la erradicación de la malaria en los Estados Unidos y en Puerto Rico, e igualmente en la isla de Tabago. Ya ha sido erradicada en la región costera de la Guayana Británica.

Una segunda consideración, que explica la urgencia de la erradicación, es la aparición de la resistencia en algunas especies de mosquitos a los insecticidas de hidrocarburo clorado. Esta resistencia puede tomar la forma de un cambio de hábito y desviaciones de comportamiento del mosquito, como sucede con el *A. albimanus*, en Panamá, que ya no penetra en las casas rociadas en la misma cantidad que solía, ni sus hábitos de descanso son los mismos (9, 10). Otros vectores de la malaria, como el *A. sacharovi*, en Grecia y en el Cercano Oriente, son resistentes a la substancia química misma, o pueden modificarla de tal manera que no resulte tóxica. El *A. sacharovi* muestra ahora resistencia al DDT, al gamexano, y al clordano (11).

Si la resistencia de los mosquitos al DDT y a otros insecticidas semejantes llegara a generalizarse, habríamos perdido nuestra arma más poderosa en la lucha contra la malaria. A menos que se encontraran nuevas técnicas, los programas se verían limitados de nuevo a aquellas zonas urbanas capaces de hacer frente a costos de control *per capita* relativamente elevados, y la población rural se vería nuevamente expuesta al enemigo número 1 de su salud. De aquí la necesidad de erradicar la malaria antes de que los mosquitos resistan la acción de los insecticidas.

Otra clase de resistencia, que también, según informes va en aumento, constituye

la tercera razón fundamental de la conveniencia de llevar a cabo la erradicación. Trátase de la resistencia de que los ministros de hacienda dan muestras todos los años cuando llega la fecha de preparar los presupuestos y se les pide que sigan sosteniendo los programas de control de la malaria. Los gobiernos, que ven por los informes anuales de los servicios de malaria que se ha reducido la incidencia en un 85 % ó 90 % con respecto a las cifras de 1945, se muestran reacios a seguir sosteniendo, año tras año, los gastos de una campaña de control en gran escala y están deseosos de reducir las operaciones a fin de destinar esos fondos a otras actividades. Esto, naturalmente, daría lugar a una invasión gradual de la malaria proveniente de las zonas no tratadas y por último el gobierno se vería obligado a restablecer los programas de control a un costo elevado.

La ventaja económica que ofrece el concepto de erradicación sobre el de control consiste en el limitado período que se requiere para la erradicación. Los programas de control pueden continuar durante años, pero la erradicación tiene un límite fijo de tiempo. Durante cuatro años será necesario mantener las operaciones en un elevado nivel de intensidad con el fin de lograr la completa interrupción de la transmisión durante un período de tres años, para después reducirlas considerablemente al nivel mínimo necesario para prevenirse contra los casos importados. Puede, pues, considerarse la erradicación como una inversión de fondos durante un corto plazo con vistas a futuros dividendos, los cuales se acumularán en forma de mayor duración de vida, mayor productividad y aumento del potencial económico.

La suma de estos tres importantes factores: la desaparición espontánea de las formas infectivas del parásito, al interrumpirse completamente la transmisión; la posible extensión a otras especies de la resistencia ya desarrollada por algunos anofeles, y una mayor resistencia por parte de los gobiernos a la perpetuación de los programas

de control, ha dado lugar al actual concepto de erradicación. Como ya se ha dicho, el programa de erradicación en las Américas fue aprobado por la Conferencia Sanitaria Panamericana en octubre de 1954. La VIII Asamblea Mundial de la Salud, reunida en México en mayo de 1955, aprobó una resolución por la que se estableció la erradicación de la malaria como objetivo mundial, y se autorizó a la Organización Mundial de la Salud a prestar la colaboración técnica y la coordinación necesarias.

La coordinación de esos programas y el establecimiento de normas uniformes de ejecución y evaluación son importantes debido a que esas actividades se desarrollan en escala hemisférica y, en último término, mundial. A medida que se erradica la malaria de un país, es importante que los países vecinos emprendan activas campañas de erradicación a fin de reducir el peligro de los casos importados. Con este fin, la Oficina Sanitaria Panamericana estableció en México, D. F., una "Oficina de Coordinación de los Programas de Erradicación de la Malaria", encargada de establecer las normas y de dar asesoramiento técnico sobre la organización, ejecución y evaluación de esos programas.

Actualmente están en curso programas de erradicación de la malaria en Argentina, El Salvador, Haití, México, la República Dominicana, Venezuela y algunos estados del Brasil. Y se procede a transformar en programas de erradicación los actuales programas de control de otros países centroamericanos, de Panamá y Ecuador y algunas islas del Caribe. Se espera que para mediados de 1957 todas las áreas maláricas de las Américas estarán sometidas a un ataque general cuya finalidad será la erradicación.

Con objeto de dar una idea de la magnitud del problema y de lo que se necesita en cuanto a suministros, mano de obra e inventiva humana, se describirá brevemente el programa planeado para México. Los datos que se presentan son los calculados para el año 1958 o sea a mediados del período de duración del programa (12).

Se calcula que la zona malárica tiene una extensión de 1.477.000 Km.², o sea 570.278 millas cuadradas. Todos los 29 estados de México, salvo dos, están afectados por la malaria, lo mismo que el Distrito Federal y los territorios de Quintana Roo y sur de la Baja California. La población expuesta se calcula en 16.746.136 personas, y el número total de rociamiento de casas durante 1958 se calcula que será de 4.135.712.

Para realizar este trabajo se necesitarán 1.654 hombres que dediquen la jornada completa a rociamiento, y, además, el personal necesario para la supervisión, pues para lograr que la labor sea eficaz y cabal es imprescindible una buena supervisión.

Se utilizará insecticida a razón de 15.000 libras diarias aproximadamente en toda la zona, con el correspondiente problema de tener siempre provisto de insecticida al personal de las zonas donde la comunicación es difícil.

Además de los necesarios pulverizadores de compresión, que deben mantenerse siempre en buenas condiciones de uso, se utilizarán en total 571 vehículos de varios tipos para el transporte de personal y suministros. Una de las tareas capitales será la de conservar y mantener en servicio esos vehículos, puesto que las exigencias de la erradicación no permiten que, por dificultades de transporte, se justifique la omisión del rociamiento de casas. Del número total de rociamientos, unos 30.000 estarán a cargo de grupos o cuadrillas provistas de pequeñas lanchas y canoas, y unos 225.000, los efectuarán cuadrillas a caballo.

Se emplearán unos 487 técnicos en la evaluación de los resultados del rociamiento de casas. Figuran entre sus obligaciones la búsqueda de los casos de malaria, la captura de anofeles adultos en las casas, y vigilancia a cualquier señal de resistencia de los anofeles. Al número de estos técnicos se añadirá el personal de laboratorio y especializado que sea necesario.

Pasemos ahora a considerar las obligaciones que la ingeniería asume en la campaña mexicana. Todas las actividades relacionadas

con las operaciones de rociamiento están a cargo de los ingenieros. Por conveniencias administrativas, se ha dividido el país en 14 zonas, a cada una de las cuales corresponde efectuar unos 300.000 rociamientos anuales. Se asignarán uno o más ingenieros a cada zona.

La primera obligación del ingeniero de zona es adiestrar al personal auxiliar, encargado de la supervisión, que trabajara bajo sus órdenes. Aunque desde hace algún tiempo se han establecido en México cursos de adiestramiento para el personal de todas clases, el ingeniero de zona se encarga de dar los necesarios toques finales. Más adelante se ocupará también del adiestramiento de los encargados del rociamiento.

Otra de sus obligaciones es planear *per se* las operaciones de rociamiento en la zona. Para esto es necesario hacer un reconocimiento geográfico a fin de poder localizar todas las viviendas que se deben rociar y numerarlas a fin de tener la seguridad de que no se omitirá ninguna. Debe hacerse un estudio del sistema de comunicaciones de la zona con el fin de preparar adecuadamente los itinerarios de las cuadrillas de rociamiento. Es necesario tener en cuenta la diferencia de condiciones entre la estación lluviosa y la seca, porque algunas localidades se encuentran aisladas durante la época de lluvias. Hay que escoger bases para las bodegas secundarias. Una buena preparación antes de iniciar las operaciones de rociamiento logrará que el rociamiento de todas las casas de la zona malárica que lo requieran se lleve a cabo dentro del plazo establecido y, lo que es igualmente importante dentro de los límites del presupuesto del programa.

En ciertas situaciones no será necesario rociar todas las casas comprendidas en la zona malárica. En los grandes centros de población será igualmente eficaz rociar solamente las casas de la periferia, o establecer una barrera a lo largo de uno de los límites de la ciudad. Volviendo de nuevo al concepto de la labor de equipo en la erradicación de la malaria, estas situaciones serán estudiadas

por el médico, el entomólogo y el ingeniero antes de tomar una decisión sobre ellas.

Una vez comenzado el rociamiento, al ingeniero incumbe la responsabilidad de ver que se lleva a cabo 100 %, en toda su extensión, que el personal de campo está abastecido de insecticidas y que cuenta con equipo en buen estado. Debe mantener el sistema de transporte dentro de la zona y estar seguro de que se adoptan las medidas necesarias para la conservación de los vehículos, de suerte que las operaciones resulten económicas. Sobre todo, debe inspeccionar constantemente a su personal subordinado, para asegurar la cobertura total.

Uno de los requisitos esenciales para la economía de un programa consiste en que el ingeniero efectúe evaluaciones periódicas de los gastos de su ejecución. El análisis de los distintos costos por unidad en las diferentes áreas permitirá a menudo al ingeniero descubrir puntos débiles que es necesario corregir o nuevas técnicas de operación que pueden generalizarse con provecho.

La evaluación final del trabajo del ingeniero consistirá, naturalmente, en el número de casos de malaria que se descubran dentro de su zona de operaciones. Así, pues, la totalidad del programa se juzgará, no por la reducción de índices de malaria, como se hacía antes, ni por el costo *per capita*, sino por la existencia o no de nuevos casos.

El costo del programa en México, en lo relativo al período preliminar de adiestramiento, de reconocimiento y de preparación, y en lo que atañe a los cuatro años de rociamiento intensivo, que comenzará en septiembre de este año, se ha calculado en 250.000.000 de pesos, o sea 20.000.000 de dólares estadounidenses. De esta cantidad unos 12.000.000 de dólares estadounidenses los aportará el gobierno de México. Los restantes \$8.000.000 en suministros y equipo, los proporcionará el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).

Para dar una idea de la magnitud del problema de la malaria en las Américas y de lo que representa para los trabajadores sanitarios y los gobiernos, se da en el Cuadro

I por países y divisiones políticas, la población que habita actualmente las áreas maláricas. Estos datos se han tomado de las últimas cifras proporcionadas por los países a la Oficina Sanitaria Panamericana (13).

Deseo referirme a otro campo en el que los ingenieros pueden hacer una importante aportación a los programas de erradicación de la malaria. Me refiero al equipo, principalmente al equipo que se utiliza para la aplicación de insecticidas.

En los programas de rociamiento de casas se ha generalizado mucho el uso del pulverizador de compresión. Este tipo de pulverizador se diseñó y fabricó originalmente para satisfacer las necesidades de la agricultura. Los requisitos para el control de la malaria son más rigurosos que los que se precisan para la agricultura, especialmente en lo que se refiere al servicio que se exige de un pulverizador y al intenso uso que se hace de él. Dependiendo de la finalidad de un pulverizador hay siempre factores de limitación superior e inferior. Debe ser resistente y, sin embargo, liviano, de modo que su peso no cause indebidamente al que lo emplee. Debe tener ciertas partes esenciales de funcionamiento y dispositivos de seguridad que formen parte del aparato y al mismo tiempo éstos deben ser fáciles de reparar aun por una personal no especializada. No siempre es fácil lograr el adecuado término medio.

El Comité de Expertos en Insecticidas, de la Organización Mundial de la Salud, estableció las especificaciones de los pulverizadores de compresión en 1950. Este Comité está formado por ingenieros y otros profesionales designados de entre los integrantes de un grupo de especialistas de todo el mundo y que participan activamente en la ejecución de programas de insecticidas, ya sean de índole agrícola o sanitaria. Las especificaciones han sido revisadas recientemente por el Comité, teniendo en cuenta la experiencia obtenida y los estudios realizados durante los cinco años últimos, y representan la opinión de un numeroso grupo de investigadores y de técnicos que trabajan sobre el terreno. Estas especificaciones sirven de

CUADRO No. 1.—Población expuesta a la malaria en las Américas.

| País o territorio | Año del censo | Población que habita las zonas maláricas | Observaciones |
|-------------------------------|---------------|--|--|
| Argentina | 1947 | 1.655.000 | Malaria erradicada de una zona con 200.000 habitantes |
| Bolivia | 1950 | 600.000 | |
| Brasil | 0 | 30.890.000 | |
| Canadá | 0 | 0 | Sin malaria |
| Colombia | 1951 | 6.999.000 | |
| Costa Rica | 1953 | 406.000 | |
| Cuba | 0 | 600.000 | |
| Chile | 0 | 0 | Malaria declarada erradicada |
| Ecuador | 1950 | 1.450.000 | |
| El Salvador | 1950 | 1.282.000 | |
| Estados Unidos y Puerto Rico | 0 | 0 | Malaria próxima a la erradicación |
| Guatemala | 1950 | 1.360.000 | |
| Haití | 1950 | 2.220.000 | |
| Honduras | 1954 | 1.203.000 | |
| México | 1950 | 16.746.000 | |
| Nicaragua | 1952 | 1.125.000 | |
| Panamá | 1950 | 500.000 | |
| Paraguay | 1950 | 423.000 | |
| Perú | 1940 | 3.773.000 | |
| República Dominicana | 1950 | 1.071.000 | |
| Uruguay | 0 | 0 | Sin malaria |
| Venezuela | 1954 | 1.558.000 | La malaria erradicada de una zona con 2.565.000 habitantes |
| Bahamas | 0 | 0 | Sin malaria |
| Barbada | 0 | 0 | Sin malaria |
| Bermudas | 0 | 0 | Sin malaria |
| Guayana Británica | 1946 | 23.000 | Malaria erradicada de una zona con 442.000 habitantes |
| Guayana Francesa | 0 | 0 | Malaria erradicada |
| Guadalupe | 0 | 215.000 | |
| Honduras Británico | 1946 | 61.500 | |
| Jamaica | 0 | 209.000 | |
| Islas de Barlovento | 0 | 145.000 | San Cristóbal y Nieves no son maláricas |
| Islas de Sotavento | 1946 | 245.000 | San Vicente no es malárica |
| Islas Vírgenes | 0 | 0 | Sin malaria |
| Martinica | 0 | 200.000 | |
| Surinam | 0 | 165.000 | |
| Trinidad | 1946 | 628.000 | Malaria próxima a la erradicación en Tabago |
| Total | | 75.752.500 | |

guía a los organismos encargados de la compra de material para los programas de lucha contra la malaria, y merced a la colaboración de los fabricantes, ha sido posible producir un equipo superior.

Se citan sólo dos de los diversos componentes del pulverizador de compresión que requieren mayor perfeccionamiento. La mayoría de los aparatos funciona actual-

mente con una presión de 50-30 libras por pulgada cuadrada, puesto que la descarga de las boquillas en esos modelos está calculada a 40 libras por pulgada cuadrada. Tratándose de una boquilla particular que se usa en algunos programas, esto da por resultado una descarga que varía en un 25% sobre la escala de presión. La persona que maneja el pulverizador debe, por lo tanto, va-

riar su ritmo de rociamiento a medida que disminuye la presión, lo que es difícil hacer, o corre el riesgo de aplicar una cantidad de insecticida excesiva (antieconómica) o insuficiente, lo que reduce el período de actividad residual, y puede ser un factor en el desarrollo de la resistencia de los mosquitos, debido a su exposición a dosis subletales.

Resolvería este problema una válvula reguladora de presión, que proporcionara una descarga constante en la boquilla y que se pudiera operar en las diversas condiciones que pueden presentarse en el campo. Aunque se dispone de válvulas de esta clase, la experiencia con ellas en el campo no ha sido satisfactoria hasta ahora. Es necesario perfeccionarlas y adaptarlas a su finalidad antes de poder adoptar esas válvulas en todos los programas.

La boquilla misma, en la forma que se usa en los programas de malaria, presenta problemas que requieren estudio. Si se produjera una boquilla que funcionara con eficacia, por ejemplo, a una presión de 10 libras por pulgada cuadrada, se lograrían dos importantes ventajas. En primer lugar, si se usara con una válvula reguladora de presión, que fuera eficaz, permitiría la descarga del contenido del pulverizador con sólo dos ciclos de bombeo por parte de la persona que lo maneja, en vez de los 10 ó 12 que se requieren ahora en la escala de 50-30 libras por pulgada cuadrada. Esto representaría ciertamente una importante economía de trabajo diario para los 1.654 operarios del rociamiento que trabajan en México. En segundo lugar, como resultado de una presión más baja, la boquilla reduciría la atomización en el punto de salida y la salpicadura de gotitas en las superficies rociadas. Esto implica que se desperdiciaría menos insecticida, por una parte, y por la otra, que habría menos peligro de contaminación del operario. Este último punto adquiere una importancia que va en aumento a medida que se usan, cada vez más, insecticidas más tóxicos que el DDT.

Una clase de equipo que, por último, requiere mejoramiento y que merece men-

ción en este punto es el de protección del personal. Aunque no es necesario para trabajar con DDT, los insecticidas más tóxicos obligan a proporcionar protección a los operarios que efectúan el rociamiento, a fin de evitar la inhalación de los insecticidas, o la absorción de éstos por la piel. El equipo de protección de que se dispone por lo general no es completamente adecuado, especialmente en los climas tropicales, y es necesario perfeccionarlo.

Para resumir, los programas de erradicación de la malaria que se hallan en ejecución actualmente en las Américas, o que van a ser iniciados en breve, representan el mayor ataque coordinado que se haya emprendido jamás en este hemisferio contra una enfermedad. Reconócese perfectamente que era necesario y urgente establecerlos. Trátase de programas audaces, por cuanto el concepto de erradicación sólo admite dos posibles resultados finales: completo éxito o fracaso. La simple reducción de la incidencia de la malaria no es suficiente; es necesario eliminarla totalmente, y basta que queden unos pocos casos (malaria residual), para que no se logre la erradicación.

Así, pues, estos programas demandan perfección en su planeamiento, en su ejecución y evaluación, y al parecer el problema principal que plantean para los ingenieros consiste precisamente en el grado de perfección que requieren. Además de la alta capacidad técnica que se exige de los ingenieros, precísanse otros requisitos, y se cree que es Gañán (14), el ingeniero director del programa de erradicación en la República Dominicana, quien mejor los ha expresado al decir: "La erradicación requiere algo más que equipo, suministros o técnica. Exige que su personal sienta apego a su trabajo y ponga especial interés en lograr el objetivo propuesto."

RECONOCIMIENTO

Hacemos constar el debido al colega Rafael Miranda Franco por sus valiosas indicaciones en la preparación de este trabajo.

REFERENCIAS

- (1) Gabaldon, A.: En *Malariology*, Saunders, Filadelfia, 764-787, 1949.
- (2) Faust, E. C.: En *Malariology*, Saunders, Filadelfia, 749-763, 1949.
- (3) Williams, L. L., Jr.: En *Human Malaria*, Washington, D. C., 1941.
- (4) Cushing, H.: *The Life of Sir William Osler*, 584, Vol. 2, 1925.
- (5) Cáceres Bustamante, R.: En *Segundo Congreso Sanitario Nacional*, San Salvador, 1951.
- (6) Andrews, J. M.; Grant, J. S., y Fritz, R. F.: *Bull. World Health Org.*, 839, Vol. 11, 1954.
- (7) Informe de Venezuela a la VIII Reunión del Consejo Directivo de la Organización Sanitaria Panamericana, 1955.
- (8) Soper, F. L.: *Malaria Eradication in the Americas*, United Nations Economic and Social Council, Documento E/ICEF/282, 1955.
- (9) Trapido, H.: *Am. Jour. Trop. Med. and Hyg.*, 853, Vol. 1, 1952.
- (10) Trapido, H.: *Bull. World Health Org.*, 855, Vol. 11, 1954.
- (11) Georgopoulos, G. D.: *Bull. World Health Org.*, 855, Vol. 11, 1954.
- (12) Secretaría de Salubridad y Asistencia: *Proyecto para la erradicación del paludismo en México*, México, D. F., 1955.
- (13) Alvarado, C. A.: *V Informe sobre la situación de la lucha antimalárica en las Américas*, Documento CSP14/36, XIV Conferencia Sanitaria Panamericana, Santiago, Chile, 1954.
- (14) Gañán, D.: *Primer Seminario de Ingeniería Sanitaria en el Caribe*, San Juan, Puerto Rico, 1955.