

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

SERIE DE INFORMES TECNICOS

Nº 125

**COMITE DE EXPERTOS
EN INSECTICIDAS**

Séptimo Informe

	Página
1. La resistencia de los insectos a los insecticidas	3
Programa de colaboración internacional en las investigaciones sobre la resistencia de los insectos a los insecticidas	3
Estado actual del problema de la resistencia en los insectos vectores de enfermedades y métodos para determinarla	8
Aspectos biológicos de la resistencia.	12
Posibilidad de emplear medios supletorios de lucha contra los insectos cuando se ha manifestado la resistencia	19
2. Desinsectación de aeronaves	22
Anexo 1. Preparados para aerosoles, de eficacia práctica comprobada	28
Anexo 2. Métodos de prueba de los aerosoles y de los generadores de aerosoles	29

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

PALAIS DES NATIONS

GINEBRA

1957

COMITE DE EXPERTOS EN INSECTICIDAS

Séptima Reunión

Ginebra, 10-17 de julio de 1956

Miembros :

- Dr. W. Cottier, Director, Entomology Division, Department of Scientific and Industrial Research, Nelson, Nueva Zelandia
- Dr. R. A. E. Galley, Officer-in-Charge Research, Colonial Pesticides Research Committee, Londres, Inglaterra
- Dr. R. Milani, Istituto di Zoologia « Lazzaro Spallanzani », Pavía, Italia
- Dr. C. Mofidi, Director del Instituto de Malariología y Parasitología, Teherán, Irán (*Vicepresidente*)
- Dr. J. A. Reid, Entomological Division, Institute for Medical Research, Kuala Lumpur, Federación Malaya (*Relator*)
- Dr. S. W. Simmons, Scientist Director, Chief, Technology Branch, Communicable Disease Center (Public Health Service), Atlanta, Ga., Estados Unidos de América (*Presidente*)
- Dr. H. Wichmand, Director del Laboratorio Oficial de Investigación de Plagas, Springforbi, Dinamarca

Consultores :

- Dr. J. R. Busvine, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Inglaterra
- Dr. L. E. Chadwick, Chief, Entomology Branch, Directorate of Medical Research, Army Chemical Center, Maryland, Estados Unidos de América

Observador :

- Dr. R. Wiesmann, Departamento Científico, J. R. Geigy S.A., Basilea, Suiza (*Miembro del Cuadro de Expertos en Insecticidas*)

Secretaría :

- Dr. A. W. A. Brown, División de Saneamiento del Medio, OMS
- Dr. R. I. Hood, Jefe de la Sección de la Cuarentena Internacional, OMS
- Dr. E. B. Weeks, Sección de Paludismo, OMS
- Sr. J. W. Wright, División de Saneamiento del Medio, OMS (*Secretario*)

La mención de casas productoras o productos comerciales no indica que la Organización Mundial de la Salud los acepte o recomiende con preferencia a otros similares. Los nombres registrados figuran con mayúscula inicial.

COMITE DE EXPERTOS EN INSECTICIDAS

Séptimo Informe *

El Comité de Expertos en Insecticidas celebró su séptima reunión en Ginebra, Suiza, del 10 al 17 de julio de 1956. El Dr. P. Dorolle, Director General Adjunto de la Organización Mundial de la Salud, declaró abierta la reunión en nombre del Director General.

El Dr. S. W. Simmons, el Dr. C. Mofidi y el Dr. J. A. Reid fueron elegidos respectivamente Presidente, Vicepresidente y Relator. Se aprobó el orden del día provisional de la reunión.

1. LA RESISTENCIA DE LOS INSECTOS A LOS INSECTICIDAS

1.1 Programa de colaboración internacional en las investigaciones sobre la resistencia de los insectos a los insecticidas

Entre los problemas sanitarios que preocupan a los Gobiernos Miembros de la OMS uno de los más importantes es el de las enfermedades transmitidas por artrópodos. Aunque el descubrimiento del DDT y de otros insecticidas modernos ha permitido realizar grandes progresos en la lucha contra enfermedades tales como el paludismo, la fiebre tifoidea, la peste, la filariasis, la leishmaniasis, la oncocerciasis, la bartoneliasis y la shigelosis, la frecuencia de estas infecciones sigue siendo muy elevada en gran parte del mundo.

Los primeros resultados del empleo de los insecticidas modernos pusieron de manifiesto la posibilidad de combatir con eficacia y, en algunos casos, de erradicar la mayor parte de las enfermedades humanas que se transmiten por un insecto vector. Ese optimismo inicial se moderó algo

* En el curso de su 19ª reunión, el Consejo Ejecutivo adoptó la siguiente resolución :

El Consejo Ejecutivo

1. TOMA NOTA del séptimo informe del Comité de Expertos en Insecticidas ;
2. DA LAS GRACIAS a los miembros del Comité por la labor realizada ;
3. AUTORIZA la publicación del informe ;
4. ENTIENDE que debe darse al informe la mayor difusión posible ;
5. ESTIMA que procede continuar esos trabajos en atención a su gran importancia para la lucha contra las enfermedades transmitidas por insectos.

(Resolución EB19.R13, *Act. of. Org. mund. Salud*, 1957, 76, 4)

al presentarse fenómenos de resistencia a la acción insecticida de los hidrocarburos clorados en la mosca doméstica, en ciertas especies de mosquitos, en los piojos y en las pulgas. Ello no obstante, el problema de la resistencia no ha impedido que el empleo de los insecticidas modernos se traduzca en una notable mejoría de la situación sanitaria y, por ende, de las condiciones económicas y sociales, ventajas que han servido de acicate para intensificar los esfuerzos encaminados a asegurar la continuación y la extensión de la lucha contra las enfermedades transmitidas por insectos vectores. El principal obstáculo de orden técnico que actualmente se opone al éxito de esos esfuerzos es la resistencia de los insectos a los insecticidas.

La gravedad del problema aumenta de día en día y no guarda ninguna proporción con las medidas adoptadas para remediarlo, a tal extremo que su solución exige ya una acción inmediata de alcance internacional. Son tan pocos los medios de eficacia práctica que cabe emplear para combatir la resistencia a los insecticidas, que el Comité de Expertos se limitó casi exclusivamente a estudiar las características que el problema presenta en la actualidad, a sugerir la posible organización de la acción internacional y a indicar las cuestiones que deben investigarse y las medidas que deben adoptarse.

El Comité tomó nota con satisfacción de que un grupo de funcionarios y consultores de la OMS realizó, en 1955 y 1956, una extensa encuesta preliminar entre los laboratorios de todo el mundo, para determinar el estado actual de las investigaciones sobre el problema de la resistencia y las posibilidades existentes para la investigación. De los resultados de la encuesta se desprende claramente que la atención dedicada a este importantísimo problema es, a todas luces, insuficiente. Aun cuando sólo se visitaron los laboratorios que se sabía o se suponía que trabajaban en investigaciones acerca de la resistencia a los insecticidas, resultó que en un 20 % aproximadamente de esos centros no se realizaba ningún trabajo sobre los problemas de salud pública que plantea ese fenómeno. La mayoría de los trabajos en curso son simples observaciones para prácticas encaminadas a descubrir las manifestaciones de resistencia o a experimentar la acción que ciertas sustancias químicas escogidas al azar ejercen sobre las especies resistentes. Por lo general, las personas encargadas de esas investigaciones las simultanean con otros trabajos y, salvo raras excepciones, los laboratorios donde se efectúan no disponen de material apropiado ni de personal suficientemente capacitado para llevar a cabo los necesarios estudios de carácter fundamental. Los intercambios de información son, por otra parte, insuficientes y resulta difícil publicar los datos obtenidos. No es extraño, por tanto, que algunos especialistas desconozcan las investigaciones en curso en otras partes del mundo y que,

si trabajan en regiones apartadas, no tengan a su alcance ni siquiera los trabajos publicados. Sobre duplicar innecesariamente los esfuerzos, esta falta de información redundante en un aumento de gastos y en una pérdida de eficacia.

Después de examinar el alcance y la utilidad de los programas de lucha contra los insectos vectores de enfermedades, el Comité llegó a la conclusión de que la cuantía de los fondos destinados a investigar el problema de la resistencia es a todas luces insuficiente y contraria a una sana gestión económica.

Las organizaciones internacionales suman su iniciativa y sus recursos financieros a los de las autoridades nacionales para llevar a cabo programas de lucha contra los insectos vectores. Varias de esas organizaciones, y entre ellas la OMS, prestan su concurso a las actividades que tienen por objeto erradicar el paludismo de todo el mundo y combatir las dolencias transmitidas por insectos vectores. El buen éxito de esas campañas exige que los trabajos de investigación reciban asimismo ayuda internacional. Entiende el Comité que la OMS es el organismo apropiado para dirigir la labor de estímulo y coordinación de un programa internacional de investigaciones sobre la resistencia a los insecticidas, considerando que la realización de un programa de esta naturaleza ha de exigir, necesariamente, varios años de trabajo.

Entre otras funciones importantes, el organismo que se encargue de la labor de coordinación habrá de desempeñar las siguientes:

1.1.1 *Acopio y difusión de informaciones sobre el problema de la resistencia a los insecticidas*

El Comité recomienda que la OMS se encargue de recibir las informaciones, cualquiera que sea su procedencia, tomando a su cargo la subsiguiente distribución a los investigadores. La OMS podría fomentar, además, intercambios directos de mayor amplitud entre los diversos centros de investigación, organizando los oportunos canjes de información y de visitas. Para asegurar la regularidad en la recepción de las informaciones, tal vez fuera necesario mantenerse continuamente en contacto con los laboratorios y dirigirles de cuando en cuando algún recordatorio. No ignora el Comité que los datos sobre las investigaciones no se publican en muchos casos con la debida prontitud, por lo que quizá convendría que la OMS estudiara la posibilidad de remediar esa situación.

1.1.2 *Fomento de las investigaciones*

Después de examinar las actuales manifestaciones del problema de la resistencia y los datos obtenidos sobre los laboratorios de distintas partes del mundo, se llegó a la conclusión de que las investigaciones acerca del

problema adolecen en todas sus fases de serias deficiencias que, a juicio del Comité, son todavía más graves en los estudios de carácter fundamental, particularmente en los que se refieren al mecanismo de la resistencia, es decir, los que versan sobre fisiología, bioquímica y genética.

El Comité tomó nota de la insuficiencia de los datos disponibles sobre la biología y la ecología de las especies vectoras. Si esa insuficiencia se remediara, tal vez sería posible descubrir las modalidades de comportamiento de los insectos y las demás características que influyen en el fenómeno de la resistencia, retrasar su aparición y organizar de manera más satisfactoria y económica muchas campañas.

1.1.3 *Prestación de ayuda para la obtención de personal y de medios económicos*

El Comité tomó nota de la escasez casi universal de investigadores capacitados para llevar a cabo esos estudios y de la insuficiencia de los fondos disponibles para su realización. Según quedó de manifiesto, estas dos deficiencias no siempre concurren en los mismos países. Ocurre, en efecto, que algunos de ellos disponen de personas muy capacitadas para las investigaciones fundamentales, pero carecen de fondos suficientes para realizarlas, mientras que en algunos otros lo que escasea no es el dinero sino el personal calificado. Cree el Comité que la OMS podría contribuir útilmente a la solución del problema, concediendo subvenciones, incluso de cuantía moderada, que permitieran a los laboratorios colocados bajo una dirección competente pero mal dotados de medios económicos, procurarse el personal y los equipos necesarios.

1.1.4 *Adopción de métodos de ensayo uniformes para las campañas de lucha contra los vectores*

Opina el Comité que deben adoptarse métodos de ensayo uniformes que permitan determinar la resistencia a los insecticidas de todos los artrópodos nocivos para la salud pública. Aplicando estos métodos sería posible formarse una idea exacta de las proporciones que el problema de la resistencia presenta en todo el mundo y conocer con antelación suficiente las zonas en que puede plantearse, y se dispondría de un medio en extremo satisfactorio para verificar los informes de casos de presunta aparición de resistencia. Para que los resultados de los ensayos sean comparables y concluyentes es menester realizarlos conforme a métodos uniformes, de aplicación universal.

El Comité recomienda encarecidamente a la OMS que estimule y facilite por todos los medios las investigaciones conducentes al hallazgo de esos

métodos, y fomente su utilización sistemática en los programas de lucha contra los insectos vectores.

Sería también de gran utilidad para la eficacia de esos programas disponer de un método uniforme que permitiera determinar mediante ensayos biológicos la toxicidad de los depósitos residuales de insecticidas. El Comité recomienda a la OMS que estudie la posibilidad de uniformar tal método, así como un procedimiento simplificado, y susceptible de aplicación práctica, para evaluar por medios químicos la cantidad de insecticida existente en las superficies tratadas.

Antes de aconsejar la utilización general de los métodos convendría encargar a varias organizaciones que los sometieran a una detenida experimentación práctica en zonas de distinta situación geográfica.

1.1.5 *Adquisición y ensayo de nuevos insecticidas*

Los contactos que la OMS mantiene con los centros de investigación de todo el mundo le permiten muchas veces obtener información anticipada sobre los insecticidas de reciente creación. Una juiciosa distribución de esas informaciones, y en algunos casos de muestras para el ensayo, a los laboratorios que colaboran con la Organización, permitiría utilizar sin pérdida de tiempo los productos que resultaran eficaces.

1.1.6 *Enlace*

Con objeto de fomentar la realización de las investigaciones necesarias y la difusión de sus resultados, sería muy útil, a juicio del Comité, hacer visitas que sirvieran de enlace con los laboratorios. En la encuesta preliminar efectuada entre los establecimientos de este género, se demostró que el programa de investigación adolecía de sensibles omisiones y se vio qué centros estaban en situación de corregirlas. Las visitas a que se ha aludido estarían particularmente indicadas en estos casos, y serían de gran utilidad para establecer un programa equilibrado de investigaciones sobre el problema de la resistencia.

1.1.7 *Organización de reuniones y conferencias*

El Comité tomó nota con satisfacción de que la OMS tiene el propósito de convocar en fecha próxima una conferencia entre los directores de los principales laboratorios que pueden colaborar en el programa de investigaciones. Además de esa iniciativa, que servirá para intensificar la cooperación internacional en los estudios sobre el problema de la resistencia, convendría organizar reuniones regionales de investigadores, que facilitasen la organización y la ejecución del programa.

1.2 Estado actual del problema de la resistencia en los insectos vectores de enfermedades y métodos para determinarla

1.2.1 Definiciones

A los efectos del presente informe el término «resistencia» se aplica exclusivamente a la resistencia adquirida, ya sea de índole fisiológica o debida al comportamiento de los insectos. El Comité observó que la falta de una distinción clara entre las características naturales y las adquiridas ha motivado muchas interpretaciones erróneas del fenómeno de la resistencia (y en particular de la debida al comportamiento) observada en ciertos insectos. Tomó nota con interés de la utilísima aclaración formulada a este particular en el Sexto Informe del Comité de Expertos en Paludismo.¹ Para dilucidar la cuestión, el Comité de Expertos en Insecticidas adoptó, con ligeras modificaciones, la definición de resistencia propuesta en el Simposio sobre la Lucha contra los Insectos Vectores de Enfermedades, celebrado en Roma en 1953.² Dice así la definición modificada: «Se entiende por resistencia a los insecticidas la aparición en una cepa de insectos de la facultad de tolerar dosis de sustancias tóxicas que resultarían *letales* para la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie. La expresión «resistencia debida al comportamiento» se aplica a la aparición de una aptitud para evitar el contacto con dosis que resultarían *letales*».³

1.2.2 Estado actual del problema de la resistencia

Después de examinar varios documentos en los que se enumeran los grupos de insectos nocivos para la salud pública que manifiestan resistencia a la acción de los insecticidas, el Comité llegó a la conclusión de que en varias partes del mundo muchos de esos insectos presentan un grado de resistencia fisiológica tan elevado que compromete seriamente el buen éxito de la lucha contra las enfermedades de que son vectores. Las listas examinadas confirman las manifestaciones de resistencia observadas en diez especies vectoras. El Comité tomó nota de que la resistencia a la acción insecticida de los hidrocarburos clorados se está haciendo casi universal en la mosca doméstica y es ya muy frecuente en el piojo del cuerpo; de que cuatro especies de *Anopheles*, cuando menos, presentan una resistencia fisiológica evidente para esos productos en determinadas localidades; y de que se han observado casos de resistencia al DDT en la especie *Aedes*

¹ *Org. mund. Salud: Ser. Inform. técn.*, 1957, 123, Sección 8.2

² *Cron. Org. mund. Salud*, 1954, 8, 145

³ Las palabras en itálicas son las modificaciones esenciales introducidas en el texto original (v. gr., «letal», en lugar de «nociva»).

aegypti, en dos especies del género *Culex* y en una de *Triatoma*. Existen, por otra parte, indicios de resistencia cuando menos en otras 27 especies de insectos que son o pueden ser nocivas para la salud pública, aun cuando en 15 casos no se ha comprobado todavía de manera satisfactoria la veracidad de los informes.

1.2.3 Métodos para descubrir la resistencia y medir su intensidad

El Comité convino en que para evaluar debidamente la extensión y la importancia de las manifestaciones de resistencia, importa en extremo, según se ha indicado en la sección 1.1.4 (pág. 6) llegar a un acuerdo sobre los métodos que, con carácter universal, puedan emplearse para descubrir la resistencia fisiológica y medir su intensidad. Lo más urgente es establecer métodos aplicables a los mosquitos en sus fases *adulto* y *larvaria*, sin perjuicio de hacerlo más adelante para *otros insectos nocivos a la salud pública*. La situación actual en lo que respecta a estos métodos y a las medidas recomendadas por el Comité es la siguiente :

1) *Mosquitos adultos*. En el quinto informe del Comité de Expertos en Paludismo¹ se describe un método para medir la resistencia de los mosquitos y se recomienda su adopción. En su sexta reunión celebrada en fecha reciente, dicho Comité manifestó que no existía « ahora ninguna razón para modificar aquel criterio, pero reconoce que se están habilitando otras técnicas nuevas y que algunas pueden ser igualmente aprovechables e incluso más cómodas en laboratorios que dispongan de pocos medios. A su juicio, convendría hacer una cuidadosa comparación entre el método de Busvine & Nash, el de Fay y sus colaboradores y otras técnicas en vías de perfeccionamiento con fines de comprobación en operaciones sobre el terreno. Podría ensayarse una mayor uniformación de la prueba de Busvine & Nash, consistente en practicarla con materiales especialmente preparados al efecto en un establecimiento central ».²

Después de examinar las observaciones formuladas sobre el particular por el Comité de Expertos en Paludismo, el Comité de Expertos en Insecticidas propone que de la comparación de los citados métodos se encargue un grupo de miembros del Cuadro de Expertos en Insecticidas escogidos por su competencia en la materia. Quizá pudiera ese grupo perfeccionar un método nuevo que, conservando las ventajas de ambos, presentara además otras, cuya utilidad se ha puesto de manifiesto en fecha reciente. Convendría que estos trabajos se realizaran a la mayor brevedad posible.

¹ *Org. mond. Santé : Sér. Rapp. techn.*, 1954, **80**, 34 ; *Wld Hlth Org. techn. Rep. Ser.*, 1954, **80**, 30

² *Org. mund. Salud : Ser. Inform. téchn.*, 1957, **123**, 57

2) *Larvas de mosquitos*. Dada la relativa semejanza de los métodos habitualmente empleados, tal vez resultara más fácil establecer un procedimiento uniforme para medir la resistencia de las larvas de mosquito. El Comité se consideró autorizado, en consecuencia, para recomendar que se establezca un método provisional basado en una combinación de las técnicas existentes, que se comunicaría a varios miembros del Cuadro de Expertos, escogidos por su competencia en la materia, para que realizaran las oportunas pruebas e informaran sobre la procedencia de adoptarlo como método uniforme, con las modificaciones necesarias.

3) *Otros insectos de interés para la salud pública*. En 1953, la OMS estableció un método que permite medir la resistencia del piojo del cuerpo a los insecticidas. El instrumental necesario para esta prueba se ha usado con éxito en circunstancias muy distintas y los resultados obtenidos hasta la fecha son, a juicio del Comité, de gran utilidad para evaluar los problemas que plantea la resistencia de los mencionados insectos.¹ La dilatada experiencia adquirida en la aplicación de ese método aconseja introducir en él varias modificaciones de poca importancia que merecieron la aprobación del Comité.

Vista la necesidad de determinar mediante las oportunas pruebas la resistencia de otros insectos de interés para la salud pública, el Comité recomienda que se recopilen datos sobre los posibles métodos de practicarlas y que se comuniquen a personas competentes que lleven a cabo los estudios y experimentaciones necesarias para establecer, en su día, un procedimiento uniforme.

1.2.4 *Utilización de un método uniforme*

Parece conveniente indicar algunas de las maneras en que puede utilizarse un método uniforme para determinar la presencia y las características de los fenómenos de resistencia que pudieran manifestarse en las especies vectoras como consecuencia del empleo de insecticidas.

1) Antes de iniciar una campaña organizada de aplicación de insecticidas, conviene medir la susceptibilidad inicial de las especies vectoras, verificándola en lugares distintos y en diferentes épocas del año para conocer las posibles variaciones normales. Los datos obtenidos se tomarán en consideración al evaluar los resultados de las pruebas ulteriores y servirán para determinar la aparición de resistencia a los insecticidas.

2) Cuando haya aparecido ya un foco de resistencia, se practicarán en distintas zonas las pruebas necesarias para determinar la distribución

¹ Véase Wright, J. W. & Brown, A. W. A. (1957) *Bull. Org. mond. Santé ; Bull. Wld Hlth Org.*, 16, 9.

geográfica del grupo resistente y para averiguar si se está extendiendo o no a otras zonas.

3) Convendrá emplear en los laboratorios un método que permita medir con bastante precisión el grado de resistencia a un insecticida, para investigar la posibilidad de que se presenten fenómenos de « resistencia cruzada » a otros productos. Los resultados de esa investigación serán utilísimos para escoger los insecticidas que pueden emplearse como posibles sustitutos. La determinación del grado de tolerancia a un grupo de insecticidas afines puede poner de manifiesto la existencia de un « espectro de resistencia » característico, que indicaría una resistencia de naturaleza análoga a la observada en la mosca doméstica o en otros casos anteriormente estudiados.

1.2.5 *Pruebas biológicas y químicas para determinar la actividad de los depósitos residuales*

Opina el Comité que el índice de pérdida de actividad de los depósitos de insecticidas de acción residual podría estar relacionado con la aparición y con la persistencia de la resistencia a estos productos. Se ha insinuado, por ejemplo, que los depósitos que producen en los insectos una mortalidad no suficientemente elevada¹ pueden contribuir a la aparición de resistencia.

Como quiera que este problema podría obedecer a causas genéticas, sería preferible investigarlo en los laboratorios (véase la sección 1.3.2, pág. 14). Las observaciones efectuadas sobre el terreno podrían asimismo ser muy importantes, pero tropiezan con el grave inconveniente de que no existe ningún método uniforme que permita medir la pérdida de actividad de los insecticidas de acción residual. Esto se ha hecho resaltar por el Comité de Expertos en Paludismo,² expresando la esperanza de que el Comité de Expertos en Insecticidas uniformase, en la medida de lo posible, los métodos que con aquel fin se emplean.

El Comité de Expertos en Insecticidas comparte la opinión del Comité de Expertos en Paludismo, y sin negar la utilidad que presentan los métodos químicos, especialmente para regular la aplicación de depósitos residuales, entiende que las determinaciones químicas efectuadas en los depósitos antiguos podrían inducir a error sobre su eficacia biológica, particularmente cuando los fenómenos de absorción revisten cierta importancia. El Comité estuvo de acuerdo, asimismo, con el Comité de Expertos en

¹ Indebidamente designada, con frecuencia, « dosis subletal ».

² *Org. mund. Salud : Ser. Inform. técn.*, 1957, **123**, Sección 6.1.5

Paludismo en que también son necesarias las determinaciones biológicas, considerando que convendría uniformar una técnica sencilla que permitiese evaluar la eficacia de los depósitos residuales aplicados en los muros. Los resultados de esa evaluación proporcionarían en muchos casos una orientación más útil que los obtenidos por procedimientos químicos.

Propone el Comité que con objeto de dar cumplimiento a la recomendación formulada en la sección 1.1.4 (pág. 6) se pida a varios miembros del Cuadro de Expertos en Insecticidas, escogidos por su competencia en la materia, que estudien la posibilidad de uniformar métodos de ensayo químicos y biológicos que puedan aplicarse sobre el terreno.

1.3 Aspectos biológicos de la resistencia

1.3.1 *Fisiología y bioquímica*

Como en la mayoría de los casos la resistencia es, fundamentalmente, la manifestación de un cambio de la aptitud fisiológica y bioquímica de una población de insectos para defenderse contra la acción de un veneno, resultan indispensables las investigaciones fisiológicas y bioquímicas para determinar con exactitud los efectos de los insecticidas y el mecanismo de la resistencia. Con los hallazgos así obtenidos es de esperar que se descubran medios eficaces para combatir directamente la resistencia mediante el empleo de sustancias químicas creadas específicamente para contrarrestar los cambios sobrevenidos en la aptitud del insecto para tolerar los efectos del insecticida. Los estudios que se lleven a cabo servirán, además, de punto de partida para descubrir otras sustancias que ejerzan sobre los insectos una acción nociva distinta a la de los insecticidas contra los que se ha desarrollado resistencia, y para poner de manifiesto la existencia de puntos biológicos vulnerables a los que se puedan dirigir otras medidas.

En el curso de los últimos años se han investigado bastante a fondo los aspectos bioquímicos y fisiológicos del problema y se han obtenido abundantes datos sobre la naturaleza de la resistencia de la mosca doméstica al DDT. El desdoblamiento de las moléculas de insecticida por las enzimas orgánicas, que al parecer desempeña casi siempre un papel importante en las manifestaciones de resistencia, rara vez es su única causa. Los indicios que, según algunos, demuestran la intervención de otros mecanismos, han sido, en general, objeto de investigaciones menos detenidas, y se prestan a interpretaciones distintas. Sea como fuere, hay motivos para suponer que la resistencia al DDT no obedece a una sola causa y que será, por tanto, muy difícil solucionar el problema con una simple investigación fisiológica.

Son bastante escasos los datos existentes sobre la acción de los demás insecticidas clorados, las piretrinas¹ y otras sustancias análogas. Tampoco se sabe mucho acerca de los compuestos de fósforo orgánico, cuya principal acción tóxica consiste, según la mayoría de los investigadores, en la inhibición de la colinesterasa del sistema nervioso central. Aun cuando se han observado manifestaciones de resistencia a los productos representativos de todos esos grupos químicos, no se ha determinado en ningún caso el mecanismo que provoca aquélla, y sólo se ha dedicado poca atención a estos problemas.

Dado el ritmo a que se suceden las manifestaciones de resistencia, se ha calculado que para evitar que los conocimientos fisiológicos queden rezagados sería preciso, cuando menos, cuadruplicar o quintuplicar los esfuerzos que en la actualidad se dedican a este problema, aspiración que será difícil realizar mientras algunas autoridades de los servicios administrativos y presupuestarios no se hagan cargo de la urgencia y del carácter eminentemente práctico que tiene la investigación a fondo de esas cuestiones.

Entre los problemas concretos que deben estudiarse sin pérdida de tiempo, el Comité señala a la atención de la OMS los siguientes :

1) Urge ampliar el campo de acción, es decir, emprender más investigaciones sobre productos distintos del DDT. Sería muy conveniente, por ejemplo, disponer de datos completos sobre el modo de acción de los compuestos orgánicos fosforados en la mosca y en el mosquito, y sobre los mecanismos que provocan la resistencia de esos insectos a los mencionados productos.

2) Deben investigarse a fondo, también, los fenómenos de resistencia cruzada a los insecticidas de ese tipo.

3) Conviene extender además a un mayor número de especies vectoras el estudio de los mecanismos de la resistencia, que en la mayoría de los casos se ha limitado hasta ahora a la mosca doméstica.

4) Se debe intentar determinar la propensión de los vectores a adquirir resistencia, ya en las fases iniciales de la ejecución de los programas de lucha contra los insectos. Será menester con ese objeto estudiar a fondo los fenómenos de la neutralización de la toxicidad (desintoxicación) y otros mecanismos de resistencia.

5) Convendría mucho, también, estudiar de manera más completa la fisiología fundamental de los grupos y las especies, normales y resistentes. Sería útil en extremo realizar investigaciones de fisiología comparada

¹ A los fines del presente informe se emplea este término para designar la mezcla biológicamente activa de las sustancias que contiene el extracto de flores de pelitre.

sobre toda una gama de especies, pero apenas se ha hecho nada para abordar esta cuestión.

1.3.2 Genética

Ninguno de los datos conocidos permite suponer con fundamento que la aparición de la resistencia obedezca a procesos distintos de la selección genética. Es indispensable, por tanto, estudiar los aspectos genéticos de la resistencia, para determinar la manera en que una población de insectos normalmente susceptible a un insecticida se hace resistente cuando queda expuesta a su acción. De ese modo será posible obtener datos que permitan prever: *a*) la probabilidad de que aparezca la resistencia en situaciones en las que todavía no se haya manifestado, *b*) el tiempo que la resistencia tardará en aparecer bajo los efectos del insecticida y la rapidez con que se propagará desde los focos iniciales a las poblaciones de insectos de los alrededores, y *c*) la medida en que cabe esperar que el insecto recupere su susceptibilidad normal al disminuir las aplicaciones de insecticidas y el tiempo probable que transcurrirá antes de que esto ocurra. Los conocimientos genéticos serán de gran utilidad en la organización de las campañas para evitar en la medida de lo posible la aparición de la resistencia o, al menos, retrasar su desarrollo.

Las investigaciones en curso son a todas luces insuficientes si se tiene en cuenta la importancia que los factores genéticos pueden revestir en la explicación de los fenómenos. Hasta la fecha los estudios genéticos han versado casi exclusivamente sobre la resistencia de poca intensidad provocada por medios artificiales en la mosca *Drosophila* y sobre la que opone la mosca doméstica al DDT.

Los datos reunidos hasta la fecha sobre la resistencia heredada son suficientes, no obstante, para permitir algunas generalizaciones. En todos los casos observados, en presencia del insecticida los híbridos de variedades susceptibles y de variedades resistentes poseen una ventaja total o parcial con respecto a las variedades susceptibles. Parece ser que esta ventaja es mayor si son bajas las dosis que se emplean. En todos los casos estudiados con detenimiento, utilizando una amplia serie de insectos, resistentes a los insecticidas como consecuencia de tratamientos de pulverización en el terreno, se ha comprobado que la resistencia está asociada a un gen principal, si bien otros pueden contribuir a ella. Las únicas pruebas fidedignas de la intervención de varios genes en la transmisión hereditaria de la resistencia se han obtenido en el curso de experimentos de selección realizados en los laboratorios. Se ha insinuado la posibilidad de que los genes que determinan la resistencia sean homólogos en especies distintas pertenecientes a un mismo género. No existen datos concluyentes que

demuestren la herencia citoplásmica, pero hay en cambio indicios de influencia materna.

Las posibilidades de aplicar los conocimientos genéticos al problema de la resistencia son en la actualidad muy limitadas, sobre todo por la carencia casi absoluta de datos fundamentales sobre la genética de aquellas especies en las que ese problema constituye un motivo de preocupación, y que en muchos casos no pueden ser objeto de los necesarios estudios de genética experimental porque ni siquiera existen métodos apropiados para constituir colonias en los laboratorios. Habrá que poner remedio a estas deficiencias, siempre que sea posible, para que las investigaciones genéticas contribuyan a la solución del problema de la resistencia.

La falta de conocimientos básicos sobre la genética de los insectos, salvo los pertenecientes a los géneros *Drosophila* y *Habrobracon*, y de métodos adecuados para constituir colonias en los laboratorios, han frustrado en gran parte los esfuerzos realizados para interesar a los especialistas en genética en el problema de la resistencia. Otro inconveniente es que estos especialistas no suelen estar al corriente de las técnicas entomológicas y toxicológicas y que, a la inversa, la mayoría de los entomólogos desconocen las complicadas técnicas que suelen exigir las investigaciones genéticas. Resulta, pues, evidente, que para ampliar de manera satisfactoria esas investigaciones será preciso establecer una colaboración entre los técnicos de ambas especialidades, ya sea en la etapa de la formación profesional, ya en los trabajos de experimentación propiamente dichos.

El Comité señala a la atención de la OMS la lista siguiente, en la que se enuncian varios problemas característicos, de importancia para el conocimiento de los fenómenos de resistencia y que deben ser objeto de investigaciones genéticas :

- 1) ¿ Debe atribuirse a los efectos múltiples de un solo gen o a la intervención de genes distintos la resistencia a varios compuestos ?
- 2) ¿ Cuáles son las causas genéticas y cuál el significado biológico del retraso con que a veces aparece la resistencia, y de la rapidez con que en esos casos aumenta después ?
- 3) ¿ Se debe o no a causas genéticas la aparición localizada de la resistencia en ciertas especies muy extendidas ?
- 4) ¿ Debe atribuirse a la intervención de un mismo gen o de genes distintos la resistencia de varias poblaciones de la misma especie a un compuesto determinado ?
- 5) ¿ En qué medida influyen las condiciones del medio en la resistencia de los individuos de constitución genética conocida ?
- 6) ¿Cuál es, en una misma población y en presencia o en ausencia de insecticidas, la capacidad de adaptación relativa de los siguientes grupos :

a) individuos homocigóticos susceptibles, b) individuos heterocigóticos y c) individuos homocigóticos resistentes ?

7) ¿Cuál es la base genética de la resistencia a los insecticidas orgánicos fosforados, a la dieldrina y a otros insecticidas no estudiados aún a este respecto ?

8) ¿ En qué medida pueden aclarar los estudios de genética comparada sobre familias y especies afines la transmisión hereditaria de la resistencia ? ¿ Existe alguna relación entre el ritmo a que se producen las mutaciones espontáneas en una especie y su facultad para adquirir resistencia ?

9) ¿ Puede formarse algún juicio basado en consideraciones genéticas respecto a la eficacia que tienen los depósitos residuales de acción prolongada y los de efectos pasajeros para provocar la aparición de resistencia ?

Citogenética. Conviene fomentar la realización de estudios citogenéticos como los que ya se han llevado a cabo sobre la especie *Anopheles maculipennis*. Hay motivos para suponer, en efecto, que los cambios de la frecuencia relativa de algunos tipos cromosómicos visiblemente distintos podrían estar asociados a la aparición de la resistencia, puesto que se sabe que los individuos de esos tipos poseen otras ventajas sobre los demás en lo que respecta a su capacidad de adaptación.

Establecimiento de una terminología uniforme. Además de realizar estudios experimentales sobre las cuestiones ya indicadas, es necesario utilizar en los estudios genéticos sobre la resistencia a los insecticidas un sistema de términos y símbolos uniformes, a ser posible en concordancia con las prácticas aceptadas en genética.

Lista de cepas disponibles. Convendría también que la OMS estableciera y distribuyera entre los laboratorios interesados una lista de los grupos genéticos disponibles en distintos centros de investigación. Cuando un centro piense deshacerse de uno de esos grupos se enviará la oportuna comunicación a los laboratorios participantes para que, si lo desean, puedan tomar a su cargo el mantenimiento de la colonia.

1.3.3 *Ecología y biología*

En la sección 1.1.2 (pág. 5) se ha aludido ya a la insuficiencia de los estudios ecológicos y biológicos. Podrían citarse numerosos casos en que los conocimientos de esa índole son prácticamente indispensables para organizar la lucha contra las especies vectoras, sean éstas resistentes o de susceptibilidad normal. Cree además el Comité que esos datos serían

en extremo útiles para determinar la probabilidad de que se manifieste la resistencia, y combatirla, llegado el caso, con medidas apropiadas.

Observaciones ecológicas sobre los mosquitos. El Comité recomienda que antes de iniciar los programas de lucha contra los mosquitos se efectúen, si es posible, observaciones ecológicas detenidas. Los datos que así se obtengan servirán de referencia para descubrir cualquier cambio de comportamiento que pueda coincidir con la aparición de la resistencia. Conviene incluir entre estos datos un cálculo fidedigno del número de mosquitos existentes en la zona (para cuya determinación no existe todavía ningún método satisfactorio) y de la proporción de insectos que penetran en los edificios en los que se hayan hecho pulverizaciones o estén aún por hacerse. Este último dato sólo podrá calcularse si con anterioridad se han efectuado estudios cuantitativos sobre los hábitos de reposo y alimentación de los insectos, dentro y fuera de los edificios. La proporción de insectos que entra en contacto con el insecticida y la intensidad de aquél dependen, sobre todo, de esos factores del comportamiento que ejercen así una influencia directa sobre la intervención de los mecanismos de selección y, por consiguiente, sobre el ritmo de aparición de la resistencia. El Comité encareció la conveniencia de calcular esos datos de manera satisfactoria.

Observaciones ecológicas sobre otros insectos vectores. Por razones análogas a las que acaban de exponerse, conviene obtener datos semejantes sobre todos los insectos vectores de enfermedades.

Conveniencia de utilizar larvicidas o adulticidas. Otro problema para cuyo estudio revisten interés las consideraciones ecológicas es el de determinar si los larvicidas provocan la aparición de resistencia con más o menos facilidad que los imagocidas y averiguar a través de qué mecanismo. El Comité opina que es preciso estudiar este problema sobre el terreno y en los laboratorios, y determinar la influencia de las diferencias de especie y de condiciones ecológicas.

Variaciones del comportamiento. Aun cuando existen datos ecológicos bastante completos sobre el comportamiento de algunas especies vectoras en determinadas situaciones, no ocurre lo mismo en otros muchos casos, y se han recogido pocos datos acerca de cómo y porqué el comportamiento de una misma especie varía de una localidad a otra, pese a haberse señalado cambios de ese género en algunas ocasiones. La aparición esporádica de focos resistentes dentro del área de distribución de determinadas especies podría ser un efecto de esas variaciones, a las que se debe sin duda, en gran parte, la confusión que reina en torno a la resistencia provocada por el comportamiento. Mediante observaciones ecológicas más detenidas

sería posible aclarar estos importantes problemas. Hay que señalar, asimismo, la necesidad general de establecer métodos que permitan determinar cuantitativamente la resistencia debida al comportamiento de los insectos.

Influencia del comportamiento sobre la mortalidad. Es menester obtener datos sobre la relación que guarda la susceptibilidad de distintas especies, determinada por métodos uniformes, con la mortalidad obtenida en la práctica — que podría medirse, por ejemplo, en cabañas provistas de ventanas especiales para la captura de insectos —, para aclarar si las discrepancias observadas obedecen a un comportamiento distinto de las especies frente al insecticida, o a otras razones.

Constitución de colonias de insectos vectores en los laboratorios. Al hablar de los estudios genéticos se aludió a la necesidad de establecer métodos apropiados para constituir en los laboratorios colonias de las distintas especies vectoras, incluyéndose grupos resistentes. Idéntica necesidad se deja sentir en lo que se refiere a los estudios fisiológicos y bioquímicos e incluso a las experimentaciones de insecticidas que normalmente se llevan a cabo en los laboratorios, por no mencionar los estudios sobre la transmisión de enfermedades. La colonización de esas especies no será satisfactoria si no se funda en detenidas observaciones ecológicas. Es necesario, asimismo, que los procedimientos para la cría de estas especies sean cuidadosamente uniformados, para reducir al mínimo las variaciones artificiales y poder obtener datos comparables. También para esto el método óptimo se encontrará por estudio ecológico.

Obtención de datos ecológicos. Al igual que los expertos en genética, la generalidad de los ecólogos ha manifestado hasta la fecha escaso interés por el problema de la resistencia, pero es probable que si se diera a conocer mejor la urgencia del problema y la importancia de los datos deseados esos especialistas se sintiesen estimulados a colaborar. Se supone también que muchos entomólogos experimentados de todas las partes del mundo han obtenido ya gran cantidad de datos, que están dispersos y en gran parte no se han publicado aún. Si se encontrara el medio de conseguir esas informaciones inéditas se contribuiría de manera inmediata a la solución del problema de la resistencia. Si se hiciese comprender a estos entomólogos, y a otros que se encuentran en parecidas circunstancias, la importancia que pueden revestir los datos de ese género, tal vez no sería difícil persuadirlos de que ampliasen sus observaciones y les dieran mayor difusión.

El Comité subrayó que, como es lógico, muchos de estos datos ecológicos sólo podrán obtenerse en las zonas de donde sean originarios los respectivos insectos vectores.

1.4 Posibilidad de emplear medios supletorios de lucha contra los insectos cuando se ha manifestado la resistencia

Respecto a la posibilidad de emplear métodos supletorios de lucha contra los insectos, el Comité se hace cargo de la necesidad de preparar una lista completa de todos los que en la actualidad se emplean comúnmente en los distintos países para combatir a los vectores de enfermedades y recomienda a la OMS que obtenga los datos necesarios para que el Comité de Expertos en Insecticidas pueda preparar ese documento en su próxima reunión.

Entre los métodos que a continuación se exponen, hay algunos sobre los que convendría efectuar investigaciones más detenidas, y otros que pueden aplicarse sin necesidad de ulterior estudio.

1.4.1 Insecticidas

1) *Hidrocarburos clorados*. Aunque en la lucha contra la mosca doméstica el empleo sucesivo de distintos insecticidas a base de hidrocarburos clorados ha dado resultado negativo una vez que se ha manifestado la resistencia, conviene señalar que hay especies en las que ha sido posible en algunos casos utilizar con éxito otro hidrocarburo clorado después de haber aparecido resistencia al insecticida que se había empleado antes. Parece, pues, que este método ofrece algunas probabilidades de prolongar la eficacia de las medidas tomadas contra los insectos en los programas de lucha antipalúdica, aun cuando no es de esperar, como lo demuestra el caso de la mosca doméstica, que sea posible volver a utilizar con éxito el insecticida aplicado en primer lugar.

2) *Compuestos orgánicos fosforados*. Los primeros compuestos orgánicos fosforados eran demasiado tóxicos para emplearlos con carácter general en los programas de lucha contra los insectos vectores que interesan en salud pública, pero en fecha más reciente se han obtenido varios preparados de este grupo cuya toxicidad para los animales de sangre caliente no es superior a la de otros insecticidas que ya se emplean corrientemente. Los productos orgánicos fosforados presentan, sin embargo, un inconveniente característico: la escasa duración de sus efectos residuales. Cree el Comité que empleando esos compuestos orgánicos fosforados de menor toxicidad en preparados de persistencia satisfactoria, se obtendrían productos de gran eficacia insecticida, que no exigirían, como los existentes, aplicaciones repetidas, y que resultarían, por tanto, económicamente utilizables.

Desde hace poco tiempo, el empleo de malatión y diazinón para tratar las superficies se ha generalizado mucho en ciertos países como medio de luchar contra la mosca doméstica. La resistencia manifestada a estos

productos, es, hasta la fecha, de intensidad relativamente baja. Son, en cambio, insuficientes, los experimentos realizados con los compuestos orgánicos fosforados en la lucha contra los mosquitos adultos, y el Comité opina que deben efectuarse los ensayos necesarios para determinar: *a)* si pueden obtenerse preparados de acción residual más duradera y *b)* si existe el riesgo de que los mosquitos adquieran resistencia a esos compuestos. Se sugirió que los ensayos se hicieran tanto en los laboratorios como sobre el terreno, utilizando al efecto los distintos tipos de superficie que normalmente han de tratarse en los programas de lucha contra los vectores.

Convendría asimismo que continuara estudiándose la posibilidad de emplear compuestos orgánicos fosforados para exterminar las larvas de mosquito, que se realizasen las necesarias investigaciones sobre el riesgo que su utilización pudiera encerrar para la salud del hombre y de los animales domésticos, y que se determinara su toxicidad para los peces y los pájaros. Hay que advertir, sin embargo, que, según parece indicar la experiencia adquirida con otros productos, el peligro de aparición de la resistencia podría ser mayor en las zonas donde se utilizan insecticidas del mismo grupo contra las formas larvarias y adultas de los insectos.

3) *Mezclas de insecticidas.* Mezclando ciertos compuestos orgánicos fosforados con hidrocarburos clorados ha sido posible combatir con mayor eficacia algunas especies resistentes a estos últimos productos. Opina el Comité que debe investigarse más a fondo esta posibilidad.

4) *Piretrinas.* Aunque parece difícil prolongar los efectos residuales de las piretrinas en la medida necesaria para utilizarlas como insecticidas supletorios en las campañas de pulverizaciones de acción residual, el Comité cree que deben continuarse las investigaciones emprendidas sobre estas sustancias para determinar si es posible aumentar así su eficacia en los programas de salud pública. Aun cuando no se les encuentren nuevas aplicaciones, las pulverizaciones de piretrina tienen una utilidad evidente desde el punto de vista doméstico y pueden contribuir eficazmente al éxito de los programas cuando los insectos adquieren resistencia.

5) *Obtención de nuevos insecticidas.* El Comité recomienda que se fomente por todos los medios la obtención de nuevos insecticidas, en la esperanza de que aparezca algún producto de efectos distintos que permita combatir el fenómeno de la resistencia.

6) *Lucha contra las larvas de mosca.* El Comité tomó nota de que ciertos perfeccionamientos introducidos en la lucha contra esas larvas, tales como el empleo de tiourea y las técnicas de elaboración rápida de abonos orgánicos, ofrecen algunas posibilidades de combatir con mayor eficacia los insectos resistentes, y recomendó que se continúen las investigaciones emprendidas sobre el particular.

1.4.2 *Sustancias sinérgicas*

Bajo este epígrafe el Comité trató de los productos que al ser agregados a un insecticida aumentan su eficacia. Ciertos grupos de sustancias sinérgicas sólo poseen actividad específica para los insectos resistentes. Conviene, a juicio del Comité, continuar buscando compuestos de ambas clases. Por desgracia, los utilizados hasta la fecha con los hidrocarburos clorados no han dado en la práctica los resultados previstos y, lo que es peor, se ha demostrado experimentalmente que puede aparecer resistencia a los insecticidas reforzados por la adición de una sustancia sinérgica.

1.4.3 *Productos repelentes*

Los productos repelentes de uso obligado para la protección personal contra los vectores y contra los demás insectos perniciosos, constituyen, por así decir, la primera línea de defensa contra la transmisión de algunas enfermedades, tales como la fiebre fluvial del Japón y las infecciones transmitidas por garrapatas. En los programas de lucha contra los insectos vectores pueden presentar una utilidad suplementaria en caso de resistencia.

1.4.4 *Cebos venenosos y sustancias atrayentes*

En fecha reciente se han empleado con éxito para envenenar los cebos algunos compuestos orgánicos fosforados que poseen una elevada toxicidad y una acción residual deficiente pero resultan eficaces contra los insectos resistentes. En las inmediaciones de las zonas de intensa proliferación dichos preparados son de utilidad para destruir en gran número las moscas domésticas resistentes. Conviene estudiar la posibilidad de aplicar esos insecticidas a los cebos y a todas las demás sustancias atrayentes que puedan hacer práctico su empleo, sobre todo en lo que se refiere a la lucha contra las moscas domésticas resistentes.

Se han realizado algunos trabajos sobre las sustancias atrayentes más apropiadas para concentrar las poblaciones de insectos en determinados lugares y destruirlas después. El Comité recomienda que no se pierda de vista esa posibilidad y que se fomente la realización de los oportunos estudios.

1.4.5 *El saneamiento del medio y los métodos biológicos en la lucha contra los insectos*

El Comité, consciente de que el problema de la resistencia reviste cada vez mayor importancia, encarece nuevamente la necesidad de reducir

los focos de proliferación de las especies vectoras. Será preciso, para conseguirlo, aplicar todos los métodos apropiados de saneamiento, luchando contra los mosquitos mediante trabajos de avenamiento, relleno de charcas, construcción de diques, elevación del nivel de las aguas, destrucción de la vegetación, etc., e impidiendo que se reproduzcan las moscas y otros insectos que anidan en los montones de basuras mediante una adecuada evacuación de los desechos. Las técnicas de saneamiento se adaptarán en lo posible a la necesidad de combatir simultáneamente varias especies vectoras.

Después de examinar varios informes respecto a la posible utilización de parásitos, animales insectívoros y otros agentes biológicos en la lucha contra los mosquitos, el Comité reconoció la utilidad que esos procedimientos pueden presentar en casos concretos. Por la diversidad de las especies que habrían de emplearse y por los distintos medios a que sería preciso aclimatarlas, parece poco probable que estos métodos lleguen a tener aplicación universal; así y todo, debe investigarse la posibilidad de utilizarlos en las localidades donde las circunstancias lo permitan.

El Comité examinó, asimismo, un informe sobre la erradicación de la especie *Callitroga hominivorax* en la isla de Curaçao mediante la suelta de gran número de machos previamente esterilizados por irradiación, técnica completamente nueva en la lucha contra los insectos, por lo que se recomienda a la OMS que mantenga estrecho contacto con los especialistas que la están perfeccionando, a fin de determinar la posibilidad de aplicarla ulteriormente a los problemas de salud pública.

2. DESINSECTACION DE AERONAVES

Se señaló a la atención del Comité la sección 5, punto XV, del primer informe del Comité de la Cuarentena Internacional,¹ en el que éste pedía al Comité de Expertos en Insecticidas que, para la mayor eficacia de las medidas de cuarentena, le tuviera «constantemente informado de los progresos realizados en materia de insecticidas aplicables a las aeronaves». Después de examinar los diversos aspectos del problema, el Comité pone en conocimiento del Comité de la Cuarentena Internacional lo que sigue:

El Comité volvió a examinar la especificación aplicable a los aerosoles contenida en el cuarto informe del Comité de Expertos en Insecticidas,² y las

¹ *Actes off. Org. mond. Santé ; Off. Rec. Wld Hlth Org.*, 1954, 56, 66

² *Org. mond. Santé : Ser. Rapp. techn.*, 1952, 54, 33 (Sección 2.4); *Wld Hlth Org. techn. Rep. Ser.*, 1952, 54, 30 (Sección 2.4)

recomendaciones respecto al empleo de aerosoles¹ para la desinsectación de aeronaves a efectos de la cuarentena, contenidas en el segundo informe del Comité de Expertos en Insecticidas.²

2.1 Preparados para aerosoles

El Comité tomó nota de la composición de dos nuevos preparados para aerosoles (de presión mediana) que han recibido la aprobación de la Foreign Quarantine Division del Public Health Service de los Estados Unidos de América del Norte y pueden, por tanto, ser empleados en los aviones que llegan a ese país. En el Anexo 1 (pág. 28) se reseñan esos preparados y otros varios empleados con resultado satisfactorio.

Se estudió, asimismo, la posibilidad de establecer especificaciones para determinados disolventes susceptibles de ser utilizados en los preparados para aerosoles. El Comité reafirmó los principios en que se fundaba la especificación anterior, que dejaba a los fabricantes en libertad de escoger los disolventes y agentes propulsores que estimaran convenientes, siempre que el producto acabado cumpliera todos los demás requisitos que se exponen a continuación:³

1. Solución insecticida

1.1 Normas generales

La solución insecticida será susceptible de ser empleada en el interior de las aeronaves. Dispersada en forma de aerosol en las dosis prescritas no debe ofrecer riesgos de incendio o de intoxicación para las personas y no dañará los tejidos, los metales, las maderas, el caucho, ni los materiales de revestimiento empleados en la construcción de aeronaves. Estará exenta de impurezas y materias extrañas visibles y no deberá contener depósito ni suspensión alguna cuando se la enfríe a -5°C (23°F) o a la temperatura más baja que se registre durante las operaciones de carga, si dicha temperatura fuera inferior a la indicada.

¹ A los efectos del presente informe, se entiende por aerosol insecticida cualquier dispersión en el aire de una solución insecticida en la que la mayoría, en peso, de las gotitas, tiene un diámetro comprendido entre 5 y 25 micras.

² *Org. mond. Santé : Sér. Rapp. techn. ; Wld Hlth Org. techn. Rep. Ser.*, 1951, **34**, 4 (Sección 1.1)

³ Estas recomendaciones dejan sin efecto las que figuran en el segundo y en el cuarto informe del Comité de Expertos en Insecticidas.

1.2 <i>Composición</i>	<i>Porcentaje en peso</i>
DDT técnico	3,0
Extracto refinado de pelitre de contenido total de piretrinas equi- valente a	0,4 *
Aceites no volátiles, disolventes apropiados y agentes propulso- res ¹	96,6

* 2 % de extracto de pelitre al 20 %

1.3 *Ingredientes*

El DDT y el extracto de pelitre deben reunir los requisitos exigidos por las vigentes especificaciones del Comité de Expertos en Insecticidas. Los demás ingredientes serán de buena calidad comercial.

1.4 *Eficacia*

La eficacia insecticida del aerosol, una vez emitido por el generador, será igual, cuando menos, a la del preparado « patrón » siguiente :

	<i>Porcentaje en peso</i>
Extracto de pelitre (25 % de pire- trinas)	1,6
DDT.	3,0
Xyleno	7,5
Destilado inodoro de petróleo . .	2,9
Diclorodifluorometano	42,5
Triclorofluorometano	42,5

1.5 *Efecto de agrietamiento*

La solución no debe provocar ningún agrietamiento en el plexiglás (Perspex), al ser sometida a la prueba descrita en la sección 1 del Anexo 2 (pág. 29).

2. **Generador**

2.1 *Construcción*

El depósito estará construido de tal manera que resista la prueba descrita en la sección 2 del Anexo 2 (pág. 29). La válvula deberá estar protegida contra cualquier descarga accidental.

¹ Se han utilizado con resultados satisfactorios preparados para aerosoles que contienen del 15 al 20 % de aceites no volátiles y disolventes, y del 80 al 85 % de agentes propulsores.

2.2 Rendimiento

El generador accionado con arreglo a las instrucciones del fabricante debe dar un rendimiento de $1,0 \text{ g} \pm 0,20 \text{ g}$ de dispersión del preparado por segundo, en forma de aerosol. El aerosol, sometido a la prueba descrita en la sección 3 del Anexo 2 (pág. 32), debe reunir las condiciones siguientes :

- 1) Tamaño de las gotitas : *a*) No se tolerará más de un 20 % (en peso) de gotitas cuyo diámetro exceda de 30 micras, ni *b*) más del 1 % (en peso) de gotitas de diámetro superior a 50 micras.
- 2) La válvula no debe gotear ni antes, ni durante, ni después de la emisión del aerosol.

En relación con lo expuesto en la sección 1.1 de las presentes normas, el Comité consideró, sin embargo, que convendría que la OMS preguntase a los diversos países si la temperatura de -5°C (23°F) es a su juicio suficientemente baja para utilizarla como punto de referencia al determinar la ausencia de DDT libre y de cualquier otra materia sólida. El Comité está dispuesto a reducir esta temperatura si se llegase a la conclusión de que las actuales disposiciones han ocasionado dificultades o de que es insuficiente el margen de seguridad.

2.2 Procedimientos de desinsectación

El Comité reiteró casi todas las recomendaciones formuladas en su segunda reunión respecto al establecimiento de cordones sanitarios alrededor de los aeropuertos, y respecto al momento y al método más oportunos para tratar las aeronaves en la forma que a continuación se indica. La dosis recomendada para desinsectar las aeronaves en ausencia de los pasajeros provoca ligeras irritaciones y puede dar lugar a protestas si se utiliza cuando éstos se encuentran en el aparato.

El comité recomienda :

- 1) Que los aeropuertos abiertos al tránsito internacional estén, en lo posible, exentos de mosquitos y de otros insectos vectores de enfermedades hasta una distancia de 400 metros alrededor de su perímetro.
- 2) Que se tomen también todas las medidas apropiadas para combatir a los insectos vectores de enfermedades que no sean mosquitos, en el recinto de los aeropuertos y, si fuera posible, en los locales ocupados por las tripulaciones y los viajeros, cuando estén situados fuera de ese recinto.
- 3) *a*) Que la desinsectación se practique antes de despegar la aeronave, una vez cargados todos los equipajes y todas las mercancías, pero en ausencia de los pasajeros. Se efectuarán pulverizaciones en todos los departamentos interiores del avión, tales como arma-

rios, cofres, vestuarios y pañoles de equipajes y mercancías, donde puedan refugiarse los mosquitos. Se pondrá especial cuidado en aplicar el insecticida bajo los asientos y detrás de los cajones y equipajes, lugares en los que, de otra manera, es lenta la difusión del insecticida. Se evitará que el insecticida entre en contacto con los alimentos y utensilios de cocina que pueda haber a bordo de la aeronave ;

b) que los departamentos reservados a los pasajeros, a la tripulación y a las mercancías, así como los ventiladores y todas las aberturas exteriores de la aeronave estén herméticamente cerrados durante las operaciones de pulverización y durante cinco minutos, como mínimo, después de terminadas. Se extremarán las precauciones para impedir que los mosquitos penetren en la aeronave desinsectada antes del despegue ;

c) que si por cualquier razón los pasajeros o los tripulantes tienen que bajar del avión y regresar a bordo, a riesgo de reinfestar una parte cualquiera de la aeronave, las autoridades sanitarias estén facultadas para ordenar que se practique una segunda pulverización total o parcial ;

d) que los compartimentos de ocultación del tren de aterrizaje, y cualquier otra parte de la aeronave que sólo sea accesible desde el exterior y en la que puedan refugiarse los insectos, se desinsecten, en la medida de lo posible, cinco minutos antes de poner en marcha los motores.

4) Que las desinsectaciones practicadas por la tripulación de la aeronave durante el vuelo no eximan del cumplimiento de los requisitos impuestos por el Reglamento Sanitario Internacional.

5) Que si hubiera motivos para sospechar que existen insectos vectores vivos a bordo de la aeronave, se apliquen las medidas adicionales de desinsectación que decidan las autoridades sanitarias.

6) Que para desinsectar el interior de la aeronave o sus partes exteriores donde puedan albergarse los insectos se emplee un aerosol de piretrinas y DDT, de la composición antes especificada, y emitido de manera uniforme a razón de 35 g de mezcla por cada 100 m³ (10 g por 1000 pies cúbicos) de espacio cerrado.

Con objeto de eliminar en lo posible los errores de aplicación de las dosis exactas, debidos a la intervención del factor humano, el Comité examinó, en su sexta reunión, la posibilidad de construir un generador de pequeñas dimensiones y valadero para una sola aplicación que, una vez abierto, descargase por completo su contenido.¹ La descarga simul-

¹ *Org. mund. Salud : Ser. Inform. técn.*, 1956, 110, 31

tánea de un número apropiado de esos aparatos garantizaría la aplicación de la dosis exacta. El Comité examinó varios prototipos de generadores de esas características y llegó a la conclusión de que su empleo en las aeronaves, con arreglo al procedimiento propuesto, permitiría con toda seguridad aplicar el aerosol en las dosis recomendadas y de una manera más eficaz y uniforme de lo que se hace en la actualidad. El Comité recomienda a la OMS que patrocine la experimentación de estos aparatos en las condiciones normales de trabajo de las líneas aéreas comerciales.

No ignora el Comité que en algunos casos se practican desinsectaciones suplementarias de aeronaves en vuelo, procedimiento que, a su juicio, es ineficaz, dadas las condiciones en que suele aplicarse. El empleo de los generadores válidos para una sola aplicación permitiría efectuar con mayor eficacia esas operaciones, puesto que garantizaría la descarga de la dosis recomendada. Como ya se ha dicho antes, el Comité no quiere insinuar que la desinsectación de aeronaves en vuelo sea satisfactoria, ni aun cuando se apliquen las dosis recomendadas.

2.3 Prueba biológica de los aerosoles

El Comité estudió la posibilidad de establecer una prueba biológica uniforme que permita evaluar la eficacia de los aerosoles para la desinsectación de aeronaves, y examinó los dos métodos de ensayo sometidos a su consideración.

El Comité tomó nota a este propósito de que ambos métodos coinciden en varios puntos importantes — tales como la cría de colonias de insectos para el ensayo y la recomendación de utilizar para la prueba insectos de edad y de tamaño determinados —, aun cuando disientan en algunas cuestiones de detalle.

Una discrepancia importante es la que se refiere a las dimensiones de la cámara de prueba. Como por falta de tiempo no se ha podido confiar la experimentación de ambos métodos a otros especialistas que no sean los propios autores, el Comité recomienda que se encargue la evaluación de los procedimientos propuestos y la determinación de su utilidad práctica a varios miembros del Cuadro de Expertos en Insecticidas, escogidos por su competencia en la materia.

El Comité abriga la esperanza de que en fecha próxima se llegue a un acuerdo sobre el método biológico más apropiado para el ensayo de los aerosoles, con lo que será posible valorar por un procedimiento aprobado los nuevos preparados propuestos.

Anexo 1

PREPARADOS PARA AEROSOLES, DE EFICACIA PRACTICA
COMPROBADA

<i>Preparado G-382</i>	<i>Porcentaje en peso</i>
Extracto de pelitre (20 % de piretrinas)	5,0
DDT	3,0
Ciclohexanona (anhidra)	5,0
Aceite lubricante (SAE 30)	2,0
Diclorodifluorometano (Freon-12 o Genetron-12)	85,0
 <i>Preparado G-651</i>	
Extracto de pelitre (20 % de piretrinas)	6,0
DDT	2,0
Disolvente aromático derivado del petróleo (Velsicol AR60 o Socony Vacuum 544G)	8,0
Diclorodifluorometano (Freon-12 o Genetron-12)	84,0
 <i>Preparado G-1029</i>	
Extracto de pelitre (20 % de piretrinas)	6,0
DDT	2,0
Disolventes aromáticos derivados del petróleo :	
Velsicol AR60 o Socony Vacuum 544G	6,0
Velsicol AR50 o Socony Vacuum 544C	2,0
Triclorofluorometano (Freon-11 o Genetron-11)	25,2
Diclorodifluorometano (Freon-12 o Genetron-12)	58,8
 <i>Preparado G-1152</i>	
Extracto de pelitre (20 % de piretrinas)	5,0
DDT	3,0
Ciclohexanona (anhidra)	5,0
Aceite lubricante (SAE 30)	2,0
Triclorofluorometano (Freon-11 o Genetron-11)	25,5
Diclorodifluorometano (Freon-12 o Genetron-12)	59,5

Nota. El Public Health Service de los Estados Unidos de América suele utilizar estos preparados en dosis de 18 g por 100 m³ (5 g por 1000 pies cúbicos) (tiempo de pulverización de 7 a 10 segundos con un generador ordinario).

<i>Preparado CMR/IDC/1</i>	<i>Porcentaje en peso</i>
Extracto de pelitre (25 % de piretrinas)	1,6
DDT	3,0
Xileno	7,5
Destilado inodoro de petróleo	2,9
Diclorodifluorometano	42,5
Triclorofluorometano	42,5

Anexo 2

METODOS DE PRUEBA DE LOS AEROSOLES Y DE LOS GENERADORES DE AEROSOLES

1. Prueba del agrietamiento

(Debe practicarse a una temperatura ambiente de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($68^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$)).

Tómese una tira de Plexiglás (Perspex) de $18\text{ cm} \times 2,5\text{ cm} \times 0,6\text{ cm}$ (7 pulgadas \times 1 pulgada \times $\frac{1}{4}$ de pulgada) tratada térmicamente y de buena calidad, de las empleadas en las aeronaves. Póngase la tira en posición horizontal y fíjese por uno de sus extremos a una abrazadera de sujeción, de manera que forme una palanca, cuyo punto de apoyo estará a 5 cm (2 pulgadas) de la abrazadera. En el extremo opuesto y a una distancia de 10 cm (4 pulgadas) del punto de apoyo, aplíquese una carga de 1,2 kg (2,6 libras). Proyéctese a continuación el preparado objeto del ensayo, utilizando una boquilla, situada a 2,5 cm (1 pulgada) por encima del punto de apoyo y mojando toda la superficie de Plexiglás (Perspex). Al cabo de 24 horas, durante las cuales la temperatura del laboratorio debe ser de $20^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($68^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$), se seca el Plexiglás (Perspex) y se comprueba si hay o no grietas, haciendo que la luz caiga sobre la pieza con distintos ángulos de incidencia.

2. Ensayo de los depósitos

Quedarán exentos de las pruebas descritas en las secciones 2.1 y 2.2, pero estarán sujetos a las indicadas en las secciones 2.3 y 2.4, los depósitos irrellenables para aerosoles, si su capacidad no excede de 490 cm^3 (30 pulgadas cúbicas ó 16,6 onzas líquidas americanas) y si no soportan presiones superiores a 3,7 atm. (55 libras por pulgada cuadrada) a 21°C (70°F).

2.1 Pruebas de resistencia a la presión

1) Todos los depósitos se someterán durante 30 segundos, cuando menos, a una presión interna, que será de 27,2 atm. (400 libras por pulgada cuadrada) si se trata de depósitos rellenables, y de 13,6 atm. (200 libras por pulgada cuadrada) si se trata de depósitos irrellenables. En ningún caso excederá la presión de 40,8 atm. (600 libras por pulgada cuadrada). Terminada la prueba ningún recipiente deberá gotear ni presentar defecto alguno en el curso de una inspección practicada por medios adecuados.

Advertencia : Se recomienda el empleo de dispositivos apropiados para la protección del personal si las pruebas se efectúan con aire o gas comprimidos.

2) De cada lote de depósitos — formado de 1000 unidades como máximo si se trata de depósitos rellenables y de 3000 unidades si se trata de depósitos irrellenables — fabricados en serie, uno de ellos se someterá a una prueba de presión hidrostática, que se proseguirá hasta la rotura ; ésta no debe producirse a una presión inferior a 81,6 atm. (1200 libras por pulgada cuadrada). Cada grupo de 1000 y de 3000 depósitos (o menos) fabricados en serie constituirá un lote ; si el depósito sometido a la prueba no la resiste satisfactoriamente, se rechazará todo el lote. Todos los depósitos de un lote deberán ser idénticos en dimensiones, construcción, acabado y calidad, y haber sufrido el mismo tratamiento térmico.

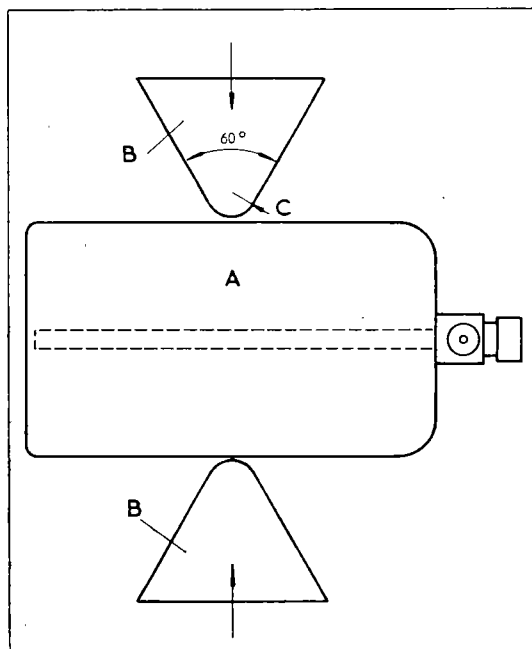
2.2 Prueba de resistencia al aplastamiento

Una vez efectuada la prueba de resistencia a la presión, se escoge un depósito, al azar, de cada lote compuesto como máximo de 1000 y 3000 unidades, según se trate, respectivamente, de depósitos rellenables o irrellenables. Los depósitos escogidos se colocan entre dos cuñas de acero, cuyos lados forman un ángulo de 60° y cuyos filos están redondeados según un radio de 13 mm ($\frac{1}{2}$ pulgada). El depósito no deberá presentar hendiduras mientras que la distancia que separe las superficies exteriores de sus paredes sea superior al séxtuplo del espesor de éstas (véase la figura).

2.3 Prueba de termoestabilidad

Todos los depósitos se llenan de tal manera que el líquido en ellos contenido no los ocupe del todo al calentarlos a la temperatura de la prueba. Cada depósito se introduce entonces en un baño de agua a la temperatura de 54°C (130°F), hasta que el líquido contenido en el depósito alcance esta temperatura. Para satisfacer la prueba no debe producirse en

**PRUEBA DE RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO DE LOS DEPOSITOS
PARA AEROSOLES**



- A = generador de aerosoles
 B = cuña
 C = ángulo redondeado según un radio de 13 mm (½ pulgada)

el depósito escape, deformación ni otra clase de defectos; el escape del contenido se aprecia por la salida de burbujas de la superficie del depósito.¹

2.4 Prueba de resistencia mecánica

Déjese caer por su propio peso el generador sobre una superficie de madera dura, desde una altura de 75 cm (30 pulgadas). En cada ensayo, colóquese el aparato de manera que sufra el choque: a) en el fondo, b) en la parte superior y c) en las paredes laterales. Después de la prueba, el recipiente no debe presentar escapes.

¹ Los compradores que deseen adquirir generadores capaces de resistir temperaturas superiores a 54°C (130°F) deben indicarlo al formular sus pedidos. La prueba de resistencia a temperaturas más elevadas se efectúa en condiciones análogas a las aquí indicadas.

3. Determinación del tamaño de las gotitas de los aerosoles

Un método satisfactorio para medir las gotitas de los aerosoles de insecticidas consiste en depositar una muestra en un portaobjetos de vidrio y efectuar la medición con ayuda de un microscopio de gran aumento. Por este procedimiento, si el producto es relativamente poco volátil, pueden medirse las gotitas antes de que se evaporen. Para evitar la dispersión excesiva de la muestra, su coalescencia o la formación de una película, se puede revestir el portaobjetos de una sustancia oleófoba, que hasta cierto punto permita a las gotas mantener su forma convexa. Pueden emplearse a tal fin dos preparaciones de resultados satisfactorios: una solución alcohólica al 1 % de monolaurato de manitano¹ y una solución al 2 % de una silicona en tetracloruro de carbono.² Después de limpiarlo por inmersión en un detergente, y de secarlo, se sumerge el portaobjetos en la solución oleófoba y se vuelve a secar. Una vez seco se lustra ligeramente con una tela blanda y antes de utilizarlo se guarda durante varios días en una caja corriente para portaobjetos.

3.1 Depósito de las gotitas sobre el portaobjetos

La muestra de aerosol puede depositarse en el portaobjetos por proyección o por sedimentación, pero como este último método sólo suele emplearse para las gotitas de menos de 20 μ de diámetro, se expone en detalle el primero, que tiene una aplicación más general.

3.1.1 Proyección del aerosol

Pásese el portaobjetos por el aerosol, o pásese el generador sobre el portaobjetos inmóvil, a una velocidad tanto mayor cuanto más pequeñas sean las gotitas, ya que la cantidad que se deposita es proporcional al cuadrado del diámetro de éstas. El portaobjetos — con su superficie orientada perpendicularmente al eje de proyección — se expone al aerosol a una distancia aproximada de 1,50 m (5 pies) del generador, acercándole a éste con rapidez y retirándole después. Para evitar que se forme un depósito excesivo puede utilizarse un ventilador de aspiración de un rendimiento de 1133 litros por segundo (2400 pies cúbicos por minuto) que impulsará el aerosol más allá del punto en que se encuentra el portaobjetos. No tiene mucha importancia la velocidad a que se hace oscilar el portaobjetos. Para

¹ Preparado por Atlas Powder Company, Wilmington, Del., Estados Unidos de América, y por Honeywill-Atlas Ltd, Gran Bretaña (nombre comercial: G-772).

² Esta solución se prepara por Midland Silicones Ltd, Londres, Inglaterra (nombre comercial: MS 1208), y la silicona por General Electric Company, Schenectady, N.Y., Estados Unidos de América (nombre comercial: Dri-film 9987); ambos productos también se preparan por Hopkins & Williams Ltd, Gran Bretaña.

obtener un buen resultado sólo debe haberse empañado un 1/1500 de la superficie.

Una variante de este procedimiento consiste en utilizar un aparato de proyección compuesto de un pequeño motor de velocidad variable y de un soporte para el portaobjetos provisto de contrapeso. El portaobjetos gira perpendicularmente al eje del motor, a una distancia de 10 cm (4 pulgadas) del centro de éste. El motor va montado en el centro de un tubo de 53 cm (21 pulgadas) de diámetro y 91 cm (36 pulgadas) de longitud, por el que un ventilador impulsa el aerosol. Puede emplearse con este objeto un ventilador de 1133 litros por segundo (2400 pies cúbicos por minuto) de rendimiento. Para obtener una muestra satisfactoria conviene que el portaobjetos no gire a una velocidad muy superior a 800 revoluciones por minuto, equivalente a un desplazamiento a razón de unos 30 km (19 millas) por hora. Se ha comprobado, en efecto, que a velocidades mayores las gotitas del aerosol resbalan sobre el portaobjetos y se deforman. Para los aerosoles comerciales de cualquier tipo se recomienda una velocidad equivalente a 16 km (10 millas) por hora. El aerosol deberá proyectarse a una distancia de 120 m (4 pies) del aparato, utilizando aproximadamente una cantidad de 0,3 g. El aire deberá pasar por el aparato a una velocidad aproximada de 20 km (12 millas) por hora.

3.1.2 Medición de las gotitas

Utilizando un microscopio provisto de micrómetro ocular y de platina movable mecánicamente, mídase, por lo menos, 200 de las pequeñas lentes que forman las gotas al depositarse sobre el portaobjetos. Partiendo de varios puntos de un borde del portaobjetos mídase todas las pequeñas lentes que hasta el otro borde pasan por la escala del micrómetro cuando la platina desplaza el portaobjetos; no se tengan en cuenta los grupos que se aglomeran en los bordes del portaobjetos. Calcúlese el porcentaje, con respecto al total, de gotitas de cada tamaño — el tamaño corregido como se describe en la sección 3.2 — y, utilizando una escala de probabilidad aritmética, represéntese en abscisas el diámetro de las gotitas y en ordenadas los porcentajes acumulados correspondientes. Se obtendrá así la distribución numérica de las gotitas según sus dimensiones. Para convertir esos datos en indicaciones de masa, léase en este gráfico el diámetro medio correspondiente a cada intervalo de 5 % en los porcentajes acumulados. El *cubo* de ese diámetro representará la masa de las gotitas de tamaño comprendido entre los límites del intervalo. Calcúlese el porcentaje que representa respecto al total la masa calculada para cada intervalo y anótese en el gráfico, como antes, el porcentaje acumulado frente a las divisiones correspondientes al tamaño de las gotitas. Búsqense en el eje de abscisas los diámetros correspondientes a los valores acumulados 80 % y 99 %.

La curva de distribución de masas establecida por ese método es aproximada. Cuando se observan grandes diferencias entre los porcentajes correspondientes a los dos diámetros que limitan los intervalos de 5 % en la primera curva, puede obtenerse un resultado final más exacto tomando intervalos de 2,5 % o incluso de 1 % para los diámetros mayores. En ese caso, habrá que tener en cuenta la diversidad de los intervalos al calcular el porcentaje correspondiente a cada uno de ellos en la masa total.

3.2 Cálculo del diámetro real de las gotitas, partiendo de la medida directa de las pequeñas lentes que forman ¹

Utilícese un microscopio de gran aumento con espejo plano. Retírese el condensador y, empleando luz natural, enfóquese una pequeña lente, mídase su diámetro exacto y anótese la observación. Póngase a cero el tornillo micrométrico.

Manipúlense el tornillo de enfoque y el espejo hasta enfocar con la mayor nitidez posible un objeto alejado (por ejemplo, el marco de la ventana), utilizando la gotita como lente. Accionando ahora el tornillo micrométrico, bájese entonces el objetivo hasta que la gota se profile con nitidez. La diferencia entre la posición inicial (el cero) y la posición final del tornillo micrométrico indica el cambio de la distancia focal.

FACTOR DE CORRECCION *

$\frac{f'}{2A}$	Factor de corrección
1,48	0,60
1,55	0,55
1,80	0,50
2,3	0,45
3,3	0,40
4,8	0,35
7,0	0,30

* Pueden calcularse los valores intermedios por interpolación.

Calcúlese el cociente de la fórmula

$$\frac{f'}{2A}$$

en la que f' = cambio de la distancia focal, determinado según se ha indicado antes, y

$2A$ = diámetro de la pequeña lente que forma la gota en el porta-objetos.

Búsqese en el cuadro adjunto el coeficiente de corrección correspondiente y multiplíquese por esta cifra el diámetro de la pequeña lente, con lo que se obtendrá el diámetro real de la gotita.

¹ Véase: May, K. R. (1945) *J. sci. Instrum.*, **22**, 187.

Ejemplo : El diámetro de una pequeña lente que cubra cuatro divisiones de un ocular micrométrico (cada división = $15,4\mu$) será de $4 \times 15,4\mu$, o sea $61,6\mu$. Para un cambio de distancia focal de 206μ , el cociente $\frac{f'}{2A}$ será $\frac{206}{61,6}$, es decir 3,3. El coeficiente de corrección correspondiente (véase cuadro) es 0,40 y el diámetro real de la gotita será $61,6\mu \times 0,40 = 24,6\mu$.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD
SERIE DE INFORMES TECNICOS

Informes recientes y en preparación

Nº	Titulo	Precio		
		s. d.	\$	Fr. s.
109.	Comité de Expertos en Formación Profesional y Técnica del Personal Médico y Auxiliar Tercer Informe	1/9	0,30	1,—
110.	Comité de Expertos en Insecticidas Sexto Informe	3/6	0,60	2,—
111.	Grupo Consultivo sobre Veterinaria de Salud Pública Informe	1/9	0,30	1,—
112.	Lucha Antituberculosa — Planes para intensificar la coordinación entre países europeos Informe de un grupo de estudio	1/9	0,30	1,—
113.	Diagnóstico de la Leptospirosis y Tipificación de las Leptospiras Informe de un grupo de estudio	1/9	0,30	1,—
114.	Toxicidad de los Plaguicidas para el Hombre Informe de un grupo de estudio	3/6	0,60	2,—
115.	Administración de los Servicios de Higiene Maternoinfantil Segundo Informe del Comité de Expertos en Higiene Maternoinfantil	1/9	0,30	1,—
116.	Comité de Expertos en Drogas Toxicomanígenas Séptimo Informe	1/9	0,30	1,—
117.	Grupo de Estudio sobre Aterosclerosis y Cardiopatía Isquémica Informe	1/9	0,30	1,—
118.	Los Accidentes de la Infancia — La observación de los hechos como fundamento de las medidas preventivas Informe de un grupo consultivo	1/9	0,30	1,—
119.	Grupo de Estudio sobre Enseñanza de la Pediatría Informe	1/9	0,30	1,—
120.	Grupo de Estudio sobre Ecología de los Moluscos Huéspedes Intermediarios de la Bilharziasis Informe			<i>En preparación</i>
121.	Comité de Expertos sobre la Rabia Tercer Informe			<i>En prensa</i>
122.	Función de los Hospitales en los Programas de Protección de la Salud Primer Informe del Comité de Expertos en Organización de la Asistencia Médica	1/9	0,30	1,—
123.	Comité de Expertos en Paludismo Sexto Informe	3/6	0,60	2,—
124.	Comité mixto FAO/OMS de Expertos en Higiene de la Leche Primer Informe			<i>En preparación</i>
125.	Comité de Expertos en Insecticidas Séptimo Informe	1/9	0,30	1,—
126.	Prevención de la Fiebre Reumática Segundo Informe del Comité de Expertos en Enfermedades Reumáticas	1/9	0,30	1,—
127.	Comité de Expertos en Estandarización Biológica Décimo Informe	1/9	0,30	1,—
128.	Los Servicios de Laboratorio de Salud Pública Primer Informe del Comité de Expertos en Métodos de Laboratorio de Salud Pública	3/6	0,60	2,—