

CONTROL DE INSECTOS VECTORES DE ENFERMEDADES^{1, 2}

La confianza depositada en la eficacia de los productos químicos durante el decenio pasado como medios de lucha contra los insectos vectores de enfermedades, y el fracaso de los insecticidas empleados corrientemente para mantener el control de ciertas especies, han dado lugar a complejos problemas. La naturaleza e importancia de éstos parecían justificar un amplio examen de los mismos por un grupo de expertos con el fin de formular, en la medida de lo posible, planes de ataque tanto inmediatos como a largo plazo. Por lo tanto, la Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud y el Istituto Superiore di Sanità de Roma, convocaron conjuntamente un simposio en Europa sobre el control de los insectos vectores de enfermedades. Este simposio se celebró en el local del Istituto en octubre de 1953 y asistieron 24 expertos procedentes de 11 países, ampliamente distribuidos desde el punto de vista geográfico. Los nombres de los participantes figuran en el Anexo 1. El Profesor P. A. Buxton, C.M.G., F.R.S., de la Escuela de Higiene y Medicina Tropical, de Londres, ocupó la presidencia.

En las distintas sesiones se presentaron dieciocho trabajos que serán publicados en el *Rendiconti Istituto Superiore di Sanità*.³

Se ofrecen en este informe los hallazgos más importantes obtenidos como resultado de estos trabajos, de las disertaciones y los debates.

GENERALIDADES

La finalidad del simposio era discutir el control de los insectos vectores de enfermedades del hombre. Se convino de manera general en que el principal método de control consistía en el uso de insecticidas, y el problema más difícil lo planteaba la aparición en los insectos de resistencia a los insecticidas.

Es evidente que la resistencia es el producto de una compleja serie de factores. Sin embargo, no presenta problema más difíciles que los que ya se han logrado resolver en esferas semejantes. Existe una razonable seguridad de que el estudio detallado de la fisiología y la bioquímica de los insectos, unido a una extensa investigación, proporcionarán resultados favorables.

¹ Informe preparado por un comité de redacción a solicitud expresa de los participantes en el Simposio sobre el Control de Insectos Vectores de Enfermedades, celebrado del 26 al 31 de octubre, 1953, en Roma, bajo los auspicios de la Organización Mundial de la Salud y el Istituto Superiore di Sanità.

² Publicado en inglés en *Chronicle of the World Health Organization*, Vol. 8, No. 4, p. 129, 1954.

³ El Istituto Superiore di Sanità, Viale Regina Margherita 299, Roma, puede facilitar ejemplares de la edición correspondiente del *Rendiconti*, los que pueden obtenerse también solicitándolos de la Oficina Regional para Europa, Organización Mundial de la Salud, Palacio de las Naciones, Ginebra, Suiza.

DEFINICIÓN DE LA RESISTENCIA

A fin de evitar malas interpretaciones del término "resistencia", se acordó aceptar la siguiente definición para su uso en los debates:

"La resistencia a los insecticidas consiste en la capacidad que adquieren algunas variedades de insectos de tolerar dosis de sustancias tóxicas que resultarían dañinas a la mayoría de los individuos que componen una población normal de la misma especie. El término resistencia de comportamiento expresa la habilidad de evitar una dosis que pudiera resultar nociva."

AMPLITUD DEL PROBLEMA

Desde que se observó por primera vez en 1947 la importante resistencia de la mosca doméstica al DDT en Italia, se ha presentado el mismo problema en 32 países por lo menos. Los informes publicados parecen indicar que la resistencia se manifiesta aproximadamente en 35 especies de insectos de importancia médica o pestífera. Algunos de los informes no son concluyentes, pero se han confirmado por medio de experimentos en 26 casos entre los cuales figuran 19 especies de insectos vectores de enfermedades. La resistencia de la mosca doméstica al DDT y a los insecticidas de hidrocarburo clorinado es casi mundial y ello constituye el aspecto más importante del problema. El fracaso de control permanente de la mosca mediante el uso de insecticidas ha entorpecido gravemente por el momento la lucha contra la diarrea infantil y la disentería, enfermedades que, según informes, son en ciertos brotes transmitidas por las moscas en un 33.3 % de los casos. Probablemente el mayor mérito de los nuevos insecticidas se revela en el control del paludismo, pero, como se ha observado repetidamente, el apoyo público de los programas está en gran parte relacionado con el control de la mosca doméstica, que, para la generalidad de las personas, representa una molestia mayor que la del mosquito transmisor de dicha enfermedad.

En algunas colectividades el apoyo del público al control del paludismo mediante insecticidas disminuye indudablemente en la misma proporción en que los programas fallan en el control de las moscas. Gran importancia encierra la creciente resistencia de los mosquitos pertenecientes a ciertas especies anofelinas. En la mayoría de los casos esta resistencia no ha llegado al punto de constituir una amenaza del control de la enfermedad, pero se hace imprescindible necesario estudiar el problema y preparar planes por anticipado. Se ha notificado que ocho especies de vectores del paludismo mostraron cierto grado de resistencia adquirida, pero no hasta el punto de comprometer gravemente el éxito de los programas de control. Adquirieron un alto grado de resistencia algunas especies de mosquitos que causan inconvenientes, entre ellas las especies de las marismas *Aedes sollicitans* y *Aedes taeniorhynchus*. En California, el *Aedes nigromaculis* se ha hecho resistente, lo mismo que el *Culex tarsalis*, vector de la encefalitis. Se ha notificado la aparición de resistencia en

cinco especies de pulgas por lo menos, una de las cuales es la pulga humana, *Pulex irritans*. En Corea y en Egipto, la resistencia de los piojos del cuerpo es suficiente para impedir su control satisfactorio por medio del DDT, pero sucumben rápidamente a otros insecticidas de hidrocarburo clorinado, como por ejemplo el BHC. Otro vector de enfermedades que ha adquirido resistencia es el *Triatoma*, vector de la enfermedad de Chagas en algunas partes de Sud América. Además de esos conocidos vectores de enfermedades, las chinches y algunas especies de cucarachas y de garrapatas, han adquirido resistencia, según informes.

Por lo tanto, parece de esencial importancia realizar una evaluación de la resistencia a medida que se presenta en diferentes países, y que se establezca algún método de intercambio de informes sobre todos los aspectos de la resistencia, incluso la posibilidad de adoptar otras medidas de control.

Aunque el problema es serio, se ha exagerado su gravedad. La resistencia de los vectores más importantes de enfermedades es limitada, y esto resulta alentador en vista de las grandes cantidades de DDT y de otros insecticidas usados en todo el mundo durante los seis años últimos. Con excepción de la mosca doméstica y posiblemente de dos o tres especies de mosquitos, se dispone actualmente de otros productos químicos capaces de controlar las especies que adquirieron resistencia al DDT. Es probable que se manifieste resistencia a los nuevos productos químicos, pero la variedad de compuestos es hoy día tal que ofrece un intervalo que dedicar a la elucidación del mecanismo de resistencia y a idear la manera de hacer frente a la situación. En realidad, no hay tiempo que perder. Algunos miembros del simposio sugirieron métodos para la futura orientación de los programas de control de vectores, tanto en presencia como en ausencia de resistencia, métodos que se ofrecen en la próxima sección de este informe. Esos procedimientos parecen brindar la mayor posibilidad de mantener el control de las enfermedades transmitidas por vectores, aun cuando exista resistencia.

SUGESTIONES PARA LA ORIENTACIÓN FUTURA DE PROGRAMAS DE CONTROL DE INSECTOS

Reconocimiento temprano de la resistencia.—Debe mantenerse una actitud de cuidadosa vigilancia a fin de descubrir las primeras indicaciones de resistencia entre las especies ahora susceptibles. Se sugiere la iniciación de un extenso programa de vigilancia para determinar el estado de susceptibilidad de los vectores a los insecticidas.

La primera indicación de resistencia a los insecticidas se observa generalmente en el campo. Sin embargo, esto proporciona datos cualitativos únicamente, y es necesario efectuar pruebas cuantitativas de fácil reproducción en el laboratorio, bajo condiciones de control, a fin de determinar la aparición de la resistencia, salvo en los casos en que la resistencia esté avanzada.

La prueba elaborada para uso en la encuesta global, patrocinada por la OMS, en la determinación de la susceptibilidad del piojo del cuerpo a los insecticidas, constituye un ejemplo. Deben hallarse métodos de igual simplicidad y eficacia para otros insectos.

Es necesario establecer, como antecedente, un módulo o base para determinar la susceptibilidad de los insectos de importancia médica a los modernos insecticidas.

Sería conveniente establecer, por métodos de laboratorio, las medianas de las dosis letales de los más importantes hidrocarburos clorinados y organofosfatos para la *Musca*, *Anopheles* sp., *Aedes* sp., *Culex* sp., y otros insectos de importancia médica.

Las cifras de toxicidad por contacto y residual pueden expresarse en microgramos por gramo de peso, prescindiendo del método empleado. Aunque la microansa y la microjeringa dan esta cifra directamente, deben verificarse los factores de conversión de modo que los métodos de ensayo de campo, en los que se usan superficies tratadas, puedan expresarse en esta cifra básica.

Antes de iniciar programas de control de vectores en los que se usen insecticidas, sería conveniente hacer un cálculo de la sensibilidad de los insectos a las diversas clases de aquéllos, estableciendo un nivel básico de susceptibilidad de la especie afectada. Deben continuarse las pruebas mientras se realiza el trabajo de campo.

Mejoramiento de los métodos actuales y desarrollo de nuevas técnicas.—La perspectiva de encontrar substitutos químicos utilizables en el control de insectos resistentes ya a los insecticidas de hidrocarburos clorinados, es favorable.

Las mejores posibilidades quizás se hallen en el tipo de insecticida de fósforo orgánico, al cual los insectos no han dado muestras aún de resistencia apreciable. Sin embargo, con el fin de asegurar un medio de control más eficaz, deben estudiarse detenidamente los métodos que pueden reemplazar, complementar o mejorar las técnicas o los materiales que se usan comúnmente. Debe evitarse el rociamiento sin discriminación, factor éste que, probablemente, ha contribuido a la aparición de la resistencia. Es necesario hacer todo lo posible para reducir las posibilidades de multiplicación de los insectos, utilizando para ello los métodos de saneamiento del medio, y aun en aquellos casos en que el insecticida es todavía activo, deben aplicarse los métodos de saneamiento. Siempre que sea posible deben establecerse estos métodos permanentes de control a fin de que haya que depender menos de los insecticidas. El drenaje, relleno, embalses, corrientes lavadoras, manejo de nivel de agua en zonas represadas y la destrucción de la vegetación acuática, son medidas conocidas de control bajo ciertas condiciones. Existe el firme convencimiento de que los programas de saneamiento de carácter colectivo deben formar parte integrante de todas las empresas relativas al control de insectos.

Los hábitos de higiene personal y el mejoramiento del nivel de vida constituyen la base de los programas de control de piojos a largo plazo.

No deben utilizarse simultáneamente en la misma zona, salvo en casos de urgencia, insecticidas químicamente relacionados, en la lucha contra los adultos y larvas de la misma especie.

El uso de repelentes en el control de los vectores de enfermedades, es un campo todavía inexplorado en gran parte. El estudio adecuado de este problema podría producir nuevos métodos de control de las enfermedades transmitidas por insectos, y se sugiere la conveniencia de emprender investigaciones en este sentido.

Debido al alcance de la migración de las moscas, es probable que las sustancias utilizadas para atraerlas resulten muy satisfactorias, si se emplean en un programa de carácter colectivo. Es posible que el uso de esas sustancias en estaciones permanentes de captura representen una manera eficaz y económica de controlar las moscas en algunos casos. Además, deben hacerse estudios encaminados a obtener sustancias más eficaces que la miel, que es una de las de uso más común.

Los insecticidas deben utilizarse en la menor cantidad posible y deben llevarse a cabo nuevas búsquedas de métodos biológicos de control. Esto parece estar justificado en lo que se refiere al control del mosquito. Los virus, bacterias o microorganismos protozoarios de acción selectiva contra los insectos pueden ser identificados, cultivados y diseminados para el control de éstos del mismo modo que se han diseminado microorganismos para el control de ciertas plagas agrícolas y forestales. Se sabe que las moscas son atacadas por hongos y por ciertos parásitos artrópodos, y es posible que, por medio de la investigación, se descubran ciertos microorganismos útiles para el control de este vector.

Parece urgente la necesidad de realizar investigaciones fundamentales sobre las poblaciones de insectos. Resultarían muy convenientes el desarrollo y uso de métodos cuantitativos en los cálculos de la densidad de poblaciones.

Ensayo de nuevos insecticidas.—Algunos de los más recientes insecticidas, incluso el importante grupo de fósforo orgánico, prometen ser eficaces para el control de insectos resistentes al grupo de hidrocarburos clorinados.

Se sugiere la conveniencia de emprender un programa continuo de investigación con el objeto de perfeccionar éstos y otros tipos de insecticidas o combinaciones efectivas de materiales apropiados. Esta fase de la investigación no debe terminar en el laboratorio, sino que debe ir seguida del uso, bajo control, en el campo, a fin de poder determinar de antemano si los insectos de diferentes partes del mundo pueden adquirir resistencia a dichos productos. Únicamente aquellas sustancias a las cuales los insectos no adquieren rápidamente un alto grado de resistencia, serán escogidas para uso práctico a largo plazo. Se efectuarán también

investigaciones a fin de determinar la manera más eficaz de usar los insecticidas de modo que se evite o retarde la aparición de resistencia.

Toxicidad de los insecticidas en el hombre y protección del personal que los manipula.—El DDT, el BHC, el clordano y el dieldrín y otros compuestos semejantes se han empleado ampliamente para el control de insectos sin que se haya registrado ningún caso de envenenamiento agudo o crónico, exceptuando los accidentes debidos a su uso incorrecto, a pesar de que muchos centenares de trabajadores de campo han estado expuestos a esas sustancias químicas. Este hecho es tranquilizador en aquellas zonas donde se ha efectuado o se efectuará el control por medio del rociamiento.

Otras sustancias químicas, como el paratión, utilizadas en el control de las plagas agrícolas, han causado muertes y envenenamientos graves. Sin embargo, el número de esos accidentes ha disminuído, a pesar de haber aumentado el uso del paratión y de otros compuestos afines a él. La experiencia indica que la introducción de nuevos productos químicos o de antiguos productos químicos aplicados a nuevos usos, puede resultar peligrosa, pero esto no es necesariamente grave ni inevitable. La experiencia prueba que:

1. El envenenamiento accidental se debe generalmente a descuidos. A veces es inevitable un descuido cuando son muchas las personas que intervienen en la manipulación de una sustancia venenosa. Las personas encargadas de las medidas relativas al control de insectos que requiere el empleo de productos químicos, son las responsables de que el uso y distribución del material se encomiende únicamente a personal adiestrado y provisto de equipo apropiado. Se deben dar ciertas instrucciones prácticas y sencillas al personal y adiestrarlo en lo relativo a las precauciones de aseo e incluso facilitar los medios necesarios para el mismo. Se tomarán las medidas necesarias para la rápida y eficaz notificación y tratamiento médico de todo caso sospechoso de envenenamiento entre los grupos de control de insectos.

2. Es posible que se presenten nuevas e insospechadas reacciones en el hombre, tras la repetida absorción de una sustancia química en pequeñas proporciones. La existencia de ese peligro en la manipulación de una sustancia recién elaborada puede reconocerse desde el principio mediante una adecuada vigilancia médica general de los individuos más expuestos a esos insecticidas.

3. Se sugiere la conveniencia de realizar nuevas investigaciones sobre los métodos de determinar la cantidad de sustancias tóxicas en la atmósfera, tomando en cuenta la estandarización internacional de esos métodos.

4. Deben efectuarse estudios de la toxicología de los nuevos insecticidas, conjuntamente con investigaciones biológicas que permitan su uso rápido y eficiente en los programas en que el hombre se encuentra expuesto a dichos insecticidas.

ESTUDIOS FISIOLÓGICOS FUNDAMENTALES SOBRE LA RESISTENCIA DE LOS INSECTOS

Carecemos de informes suficientes sobre lo que causa la muerte de los insectos expuestos a los insecticidas, así como de la base bioquímica y fisiológica de la resistencia. Por lo que se ha observado es muy poco probable que una sola medida proporcione una solución general. Por lo tanto, es de la mayor importancia obtener una determinación lo más rápida y completa posible de los aspectos fisiológicos de las circunstancias en que se puede producir resistencia a fin de que todos los esfuerzos para contrarrestarla puedan orientarse hacia objetivos definidos. Debe también reconocerse y aceptarse la posibilidad de que esos objetivos varíen de una situación a otra.

Los campos en que parece necesario realizar un estudio más extenso son los siguientes:

1. *Investigación general*

(a) Expansión de los estudios fundamentales sobre las funciones fisiológicas de los insectos normales.

(b) Análisis de los mecanismos fisiológicos de intoxicación y muerte puestos en acción por todos los insecticidas de uso más general.

(c) Elaboración de los métodos microanalíticos necesarios en la determinación de los insecticidas y sus derivados metabólicos en los tejidos de los insectos.

(d) Identificación y análisis detallado de los mecanismos de resistencia en todos los casos en que ésta ocurre.

(e) Establecimiento de la base fisiológica de métodos alternos de control de los insectos resistentes; por ejemplo, estudios básicos de atracción y repulsión y de otros factores de comportamiento.

2. *Investigaciones específicas de laboratorio*

(a) Estudios de la manera en que los insecticidas del mismo sistema son metabolizados por el organismo del insecto para producir sustancias tóxicas.

(b) Estudios de la forma y sitios en que el DDT se deposita en los tejidos. ¿Se excreta? Y si es así, ¿en qué forma y cómo?

(c) Descubrimiento de sinérgicos que protejan tanto a los nuevos como a los ya conocidos insecticidas contra su disrupción por el metabolismo.

(d) Hallazgo de insecticidas más eficaces pertenecientes a los grupos de compuestos (fosfatos orgánicos, piretrinas y análogos) frente a los cuales la resistencia se presenta al parecer con menor rapidez.

3. *Investigación específica de campo*

Sería conveniente realizar un estudio, en todas las zonas en que se cuente con medios adecuados de laboratorio, de la capacidad de las variedades de *Musca* para absorber y metabolizar el DDT, con el fin de poder comprender la relativa importancia de la absorción y el metabolismo en la aparición de la resistencia a dicho insecticida.

ASPECTOS GENÉTICOS DEL DESARROLLO DE RESISTENCIA, POR MEDIO DEL DDT, A LOS INSECTICIDAS QUÍMICOS

La genética fundamental de la mosca doméstica requiere un concienzudo estudio. Un requisito previo y esencial en este estudio lo constituyen los mutantes. Un estudio de los genes mutantes de las poblaciones naturales acaso proporcione los datos que iluminen la diferenciación genética. Puesto que no es posible predecir la duración de este estudio fundamental, sería útil mientras tanto orientar la investigación hacia los factores genéticos que controlan la resistencia en variedades que se han hecho en alto grado tolerantes a un insecticida determinado gracias a diferentes mecanismos fisiológicos, y sobre la relación genética de la resistencia a diferentes insecticidas.

Se necesitan numerosos datos sobre el efecto de la selección sobre la aparición de resistencia y sobre el destino de los genes en las diferentes formas de resistencia de las variedades naturales y de laboratorio no sometidas a la presión selectiva de los agentes tóxicos.

Es necesario un más hondo conocimiento de la relación de dominancia entre los factores genéticos causantes de la resistencia y de la susceptibilidad; de hecho, toda forma de dominancia aun incompleta de los factores que gobiernan la resistencia es de gran importancia al desarrollo de alta tolerancia de las variedades bajo presión selectiva.

Deben tomarse en consideración todos los aspectos de la resistencia, es decir, caída al suelo, muerte, correlación entre caída y muerte y, finalmente, efecto de los factores exteriores sobre la tolerancia de las variedades escogidas.

Se debe estimular y ayudar el estudio continuado de la biología y ecología de las variedades resistentes y no resistentes de los insectos vectores de enfermedades en varios habitats.

El estudio debe intensificarse hasta obtener más informes sobre los insectos "normales", función de los insecticidas y sinérgicos y la naturaleza del mecanismo de resistencia. Esto puede orientar a los químicos en la preparación de substancias más eficaces.

ACTIVIDAD INTERNACIONAL Y COOPERACIÓN

Los participantes en el simposio consideran que en los trabajos que se realicen en el futuro en relación con el control de insectos vectores de enfermedades, es importante que la coordinación de los estudios y el desarrollo de métodos estándar se emprendan en escala internacional. Se sugirió que este trabajo podría inicialmente concentrarse en:

- (1) recopilación de informes sobre métodos de ensayo encaminados a descubrir resistencia en insectos de importancia médica para elaborar y divulgar recomendaciones sobre el descubrimiento de resistencia;

- (2) fomento de instituciones y laboratorios adecuados, en diferentes partes del mundo, para efectuar pruebas de los nuevos insecticidas a fin de poder evaluar la posibilidad de aparición de resistencia antes de que se emprendan operaciones en gran escala;

(3) Medidas encaminadas a lograr el reconocimiento mundial de la importancia del problema de la resistencia, con vistas a obtener por parte de todos los estados miembros de la OMS, una expansión considerable de los estudios necesarios al mantenimiento de altos niveles de control de vectores en todo el mundo.

ANEXO I

LISTA DE PARTICIPANTES

- Dr. J. M. Barnes, Director, Toxicological Research Unit, Serum Research Institute, Carshalton, Surrey, Inglaterra.
- Dr. Norman D. Begg, Director, Oficina Regional para Europa, OMS.
- Dr. S. Bettini, Laboratorio de Parasitología, Istituto Superiore di Sanità, Roma, Italia.
- Dr. P. Bracey, Chemical Defense Experimental Establishment, Porton, Salisbury, Inglaterra.
- Profesor A. W. A. Brown, Department of Zoology, University of Western Ontario, Canadá.
- Profesor P. A. Buxton, CMG, FRS, Department of Entomology, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Inglaterra (Presidente).
- Dr. Leigh E. Chadwick, Chief, Entomology Branch, Chemical Corps Medical Laboratories, Army Chemical Center, Edgewood, Md., Estados Unidos.
- Dr. A. Corradetti, Istituto Superiore di Sanità, Roma, Italia.
- Profesor P. Didonna, Chief Medical Inspector, Ministerio de Trabajo, Roma Italia.
- Dr. Jean Gaud, Director Institute of Hygiene, Rabat, Marruecos.
- Dr. J. Hadjinicolaou, Malaria and Tropical Diseases Division, School of Hygiene, Atenas, Grecia.
- Dr. C. Mary Harrison, Department of Entomology, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Inglaterra.
- Dr. C. Jaujou, Director of Health, Ajaccio, Córcega, Francia.
- Dr. E. F. Knipling, Chief, Division of Insects affecting Man and Animals, Bureau of Entomology and Plant Quarantine, U. S. Department of Agriculture, Washington, D. C., E. U. A.
- Profesor G. G. Mer, Director, Malaria Research Station, Rosh Pina, Israel.
- Dr. R. Milani, Parasitology Laboratory, Istituto Superiore di Sanità, Roma, Italia.
- Dr. A. Lozano Morales, Director, Instituto Antipalúdico, Naval Moral de la Mata, Cáceres, España.
- Dr. E. Mosna, Chief, Parasitology Laboratory, Istituto Superiore di Sanità, Roma, Italia.
- Dr. E. J. Pampana, Chief, Malaria Section, OMS.
- Sr. R. Pavanello, Regional Health Officer for Environmental Sanitation, Oficina Regional para Europa, OMS.
- Dr. R. L. Peffly, US Naval Medical Research Unit No. 3, % American Embassy, Cairo, Egipto.
- Dr. S. W. Simmons, Chief, Technology Branch, Communicable Disease Centre, Atlanta, Ga., Estados Unidos de América.
- Dr. R. Wiesmann, J. R. Geigy, S. A., Basilea, Suiza.
- Mr. J. W. Wright, Division of Environmental Sanitation, OMS.