

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

Química y especificaciones de los plaguicidas

Segundo informe del Comité de Expertos
de la OMS en Biología de los Vectores
y Lucha Antivectorial

Organización Mundial de la Salud
Serie de Informes Técnicos
620



Organización Mundial de la Salud, Ginebra 1978

ISBN 92 4 320620 6

© Organización Mundial de la Salud 1978

Las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud están acogidas a la protección prevista por las disposiciones sobre reproducción de originales del Protocolo 2 de la Convención Universal sobre Derecho de Autor. Las entidades interesadas en reproducir o traducir en todo o en parte alguna publicación de la OMS deberán solicitar la oportuna autorización de la Oficina de Publicaciones, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. La Organización Mundial de la Salud dará a esas solicitudes consideración muy favorable.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de la Organización Mundial de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

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

PRINTED IN SWITZERLAND

INDICE

	Página
1. Plaguicidas utilizados en salud pública	7
1.1 Nuevos plaguicidas y preparaciones	8
1.2 Malatión	9
1.3 Especificaciones para insecticidas	13
1.4 Insecticidas nuevos.	13
1.5 Rodenticidas	16
1.6 Molusquicidas.	16
1.7 Impurezas en las preparaciones para plaguicidas	17
2. Métodos, patrones y muestreo	17
2.1 Métodos de uso general en las especificaciones	17
2.2 Patrones utilizados en los análisis	17
2.3 Cromatografía de gas-líquido y cromatografía en fase líquida de alto rendimiento.	19
2.4 Muestreo y análisis de sustancias presentes en el medio ambiente	20
2.5 Métodos de identificación.	21
3. Colaboración con otras organizaciones	22
3.1 Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación	22
3.2 Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia	22
3.3 Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.	23
3.4 Consejo Internacional para la Colaboración en los Análisis de Plaguicidas.	23
3.5 Agrupación Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Plaguicidas.	23
4. Recomendaciones.	23
Anexo 1. Cambios recomendados en las especificaciones para insecticidas	25
Anexo 2. Cambios recomendados en los métodos incluidos en las especificaciones	39

COMITE DE EXPERTOS DE LA OMS EN BIOLOGIA DE LOS VECTORES
Y LUCHA ANTIVECTORIAL

Ginebra, 29 de noviembre-5 de diciembre de 1977

*Miembros **

- Dr. W. R. Bontoyan, Químico Supervisor, Garantía de la Calidad, Oficina de Programas de Plaguicidas, Beltsville, MD, Estados Unidos de América
- Sr. J. Henriët, Departamento de Agricultura, Centro Nacional de Investigaciones Fitofarmacológicas, Gembloux, Bélgica (*Relator*)
- Dr. M. A. Klisenko, Jefe del Departamento de Química, Instituto Estatal de Investigaciones Científicas sobre Higiene y Toxicología de los Plaguicidas, Polímeros y Plásticos, Kiev, URSS
- Dr. P. J. Madati, Químico Jefe, Laboratorio Nacional de Química, Dar es Salaam, República Unida de Tanzania
- Dr. J. W. Miles, Jefe del Departamento de Plaguicidas, División de Biología de los Vectores y Lucha Antivectorial, Centro de Lucha contra las Enfermedades, Atlanta, GA, Estados Unidos de América (*Presidente*)
- Dr. J. H. Sanai, Professor de Higiene y Toxicología Industriales, Departamento de Higiene del Trabajo y del Medio Ambiente, Universidad de Teherán, Irán (*Vicepresidente*)

Representantes de otras organizaciones

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

- Dr. A. V. Adam, Oficial de Plaguicidas, Servicio de Protección Vegetal, FAO, Roma, Italia

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

- Sr. M. W. Irmer, División de Suministros, UNICEF, Ginebra, Suiza
- Dr. H. M. Probst, División de Suministros, UNICEF, Ginebra, Suiza

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

- Dr. K. Szabo, Oficial Principal de Desarrollo Industrial, Sección de Industrias Químicas, División de Operaciones Industriales, ONUDI, Viena, Austria

* No pudieron asistir a la reunión : Dr. W. Weinmann, Centro Federal de Biología para la Agricultura y la Silvicultura, Brunswick, República Federal de Alemania ; Dr. Widodo Koesmijati, Farmacéutico, Laboratorio Central de Salud Pública, Instituto Nacional de Investigaciones Médicas, Yakarta, Indonesia.

Secretaría

- Dr. W. N. Aldridge, Servicio de Toxicología del Consejo de Investigaciones Médicas, Carshalton, Inglaterra (*Asesor temporero*)
- Sr. F. Barlow, División de Inspección Química, Ministerio de Desarrollo de Ultramar, Centro de Investigaciones sobre Plagas en Ultramar, Londres, Inglaterra (*Asesor temporero*)
- Sr. H. H. Povlsen, Director del Laboratorio de Inspección Química, Lyngby, Dinamarca (*Asesor temporero*)
- Dr. A. R. Stiles, Jefe del Servicio de Preparación y Uso Inocuo de Plaguicidas, División de Biología de los Vectores y Lucha Antivectorial, OMS, Ginebra, Suiza (*Secretario*)



QUIMICA Y ESPECIFICACIONES DE LOS PLAGUICIDAS

Segundo informe del Comité de Expertos de la OMS en Biología de los Vectores y Lucha Antivectorial

El Comité de Expertos de la OMS en Biología de los Vectores y Lucha Antivectorial¹ se reunió en Ginebra del 29 de noviembre al 5 de diciembre de 1977 a fin de estudiar las especificaciones para plaguicidas y el empleo de estos productos en salud pública, de establecer nuevas especificaciones o revisar las ya existentes para incorporarlas al manual de la OMS titulado *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública* y de dar asesoramiento para mejorar las especificaciones correspondientes a nuevos tipos de preparaciones y de ingredientes activos.

1. PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN SALUD PUBLICA

El empleo de plaguicidas químicos continúa siendo la base de la mayor parte de los programas sanitarios de lucha antivectorial. Aunque la OMS procura preparar agentes de lucha biológica y modificaciones del medio para combatir los vectores, hay en la actualidad y habrá en un futuro inmediato una necesidad urgente de plaguicidas inocuos y eficaces y, por lo tanto, de especificaciones válidas para estos productos.

En consecuencia, el Comité se ha consagrado a la tarea de revisar las especificaciones y los métodos de análisis relativos a los plaguicidas actualmente utilizados en salud pública y de establecer especificaciones y métodos analíticos para plaguicidas nuevos, que puedan resultar inocuos y eficaces en la lucha contra los vectores. En sus deliberaciones, el Comité tuvo en cuenta las recomendaciones formuladas por el Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas en su 19º informe² y por el Grupo Científico de la OMS sobre Evaluación por Métodos Químicos y Bioquímicos de los Peligros de los Plaguicidas para el Hombre en su informe.³

¹ Este Comité se denominaba anteriormente Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas.

² OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 475, 1971.

³ OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 560, 1975.

1.1 Nuevos plaguicidas y preparaciones

Durante los últimos 17 años, la OMS ha llevado a cabo un programa de investigaciones que tiene por objeto la preparación de plaguicidas para la lucha antivectorial. Este programa tuvo en sus comienzos por finalidad la obtención de insecticidas de acción residual destinados a la lucha antipalúdica en las zonas donde el DDT no permitía eliminar los anofelinos vectores. Ello sigue siendo un importante objetivo del programa, pero los trabajos de investigación se han hecho más complejos al abarcar estudios sobre otros vectores y al necesitarse más información sobre la inocuidad de los plaguicidas y los efectos de estas sustancias en el medio. Precisamente, esta intensificación de las investigaciones sobre nuevos productos se ha producido en una época en que cada vez se dispone de menos sustancias dotadas de posible acción insecticida. Por eso, en vista de los problemas con que tropiezan los programas de lucha antipalúdica en muchos países por la aparición de resistencia fisiológica en los mosquitos anofelinos, es indispensable proceder al examen continuo de cualquier compuesto nuevo que tenga efecto residual.

Se hizo saber al Comité que, desde su 19ª reunión, se han examinado detenidamente y merecen ser tenidos en cuenta para el establecimiento de especificaciones los compuestos denominados bromofós, yodfenfós, clorfoxim y metilpirimifós-. El Comité examinó la evaluación química efectuada por el servicio de investigaciones de la OMS establecido en Nigeria de las preparaciones en polvo de esos productos. Las investigaciones incluyeron la determinación de la suspensibilidad de los polvos después de su almacenamiento abreviado y de su conservación en las condiciones ambientales locales. La duración del almacenamiento local variaba con cada compuesto, pero las mediciones mostraron una correlación entre el almacenamiento abreviado y el local y permitieron de este modo al Comité establecer especificaciones válidas para los citados materiales.

Se informó también al Comité acerca de las intensas investigaciones practicadas con el fin de encontrar nuevos insecticidas destinados a combatir las larvas del complejo de *Simulium damnosum* en los ríos del Africa occidental como parte del programa de lucha contra la oncocercosis en la cuenca del río Volta.

El clorpirifós y el fentión se usan en gran escala para luchar contra *Culex pipiens fatigans*, principal vector de la filariasis bancroftiana, enfermedad difundida en las zonas tanto urbanas como rurales de Asia y de Africa.

El temefós, particularmente al 1 % en arena, se utiliza mucho contra *Aedes aegypti*, que se cría en recipientes de agua limpia y potable. Este

mosquito es el vector de la fiebre amarilla y de la fiebre hemorrágica dengue en el Asia sudoriental y en el Pacífico occidental. La segunda de las dos enfermedades mencionadas ha adquirido una importancia considerable en los últimos años.

1.2 Malatión

1.2.1 Incidente de envenenamiento

Se comunicaron al Comité los detalles de una intoxicación incidental que ocurrió en 1976 con motivo del uso de polvos de malatión para dispersión acuosa durante operaciones antipalúdicas en Pakistán. De las 7500 personas que trabajaban sobre el terreno, se registraron casos de intoxicación en probablemente más de 2500, de las cuales murieron 5. Los especialistas de la OMS y del Centro de Lucha contra las Enfermedades, de Atlanta, GA (Estados Unidos de América), achacaron este incidente al envenenamiento por productos organofosforados; las ulteriores investigaciones químicas y toxicológicas revelaron la presencia de otros compuestos organofosforados en forma de impurezas en algunos lotes de polvos de malatión. Estas impurezas habían convertido al malatión en un producto excepcionalmente tóxico. Por los estudios de laboratorio se sabe desde hace casi 20 años que algunos compuestos organofosforados pueden aumentar la toxicidad del malatión en los mamíferos al impedir que actúen los mecanismos normales de destoxicación. El referido incidente de envenenamiento de personal de la lucha antipalúdica fue una demostración trágica de que este fenómeno podía tener una importancia decisiva para el hombre en determinadas condiciones de aplicación del malatión.

1.2.2 Factores contribuyentes

Se cree que este incidente se debió en parte a no haberse adoptado precauciones elementales durante la manipulación y rociamiento de la preparación, lo que muestra que, pese a las claras instrucciones sobre el manejo del material y a las etiquetas de los paquetes, pueden producirse errores en el manejo de las preparaciones utilizadas en campañas de lucha antivectorial en gran escala en los países en desarrollo. Es, por consiguiente, preciso mejorar y perfeccionar continuamente las especificaciones para llegar a determinar todos los factores que pueden originar problemas durante el empleo de los productos sobre el terreno e imponer unos

límites a las especificaciones antes de la adquisición de los productos correspondientes. Se señaló que el olor es un factor limitativo que regula la aceptabilidad de los polvos de malatión para dispersión acuosa en algunos programas de lucha antipalúdica.

El reciente aumento del empleo de malatión en los programas antipalúdicos ha coincidido con un aumento del número de fabricantes de este insecticida, como resultado de la expiración de las patentes. El hecho de haber pasado así de una sola fuente de suministro a varias hace que aún sea más necesario prestar detenida atención a los requisitos para especificaciones. Lo mismo cabe decir de otros insecticidas. Como ejemplo se mencionó el fenitrotión, que se utiliza cada vez más en programas de salud pública y que hoy día producen y preparan varios fabricantes.

Dado el posible aumento de la toxicidad de una preparación después de su envío o de su almacenamiento en el lugar de uso, el Comité hizo observar que hace falta preparar métodos para identificar el material activo y las impurezas que contienen las preparaciones de plaguicidas. Estos métodos han de ser sencillos, de fácil empleo en países en desarrollo y, de ser posible, de carácter cuantitativo.

1.2.3 *Investigaciones de laboratorio*

El Comité examinó las investigaciones efectuadas a raíz del incidente de envenenamiento mencionado y llegó a la conclusión de que era menester adoptar un método nuevo y específico de análisis a efectos de especificación. El Comité estimó que merecía la pena resumir las distintas fases de esta investigación para poner de manifiesto las bases de los nuevos requisitos y métodos de análisis.

Después del incidente de envenenamiento, la OMS obtuvo, gracias a la colaboración de distintos servicios nacionales de lucha antipalúdica, muestras de polvos de malatión para dispersión acuosa procedentes de programas antipalúdicos en curso para determinar su toxicidad y la presencia de impurezas. De esta investigación urgente se encargaron tres laboratorios, en colaboración con la OMS. Se determinó la toxicidad aguda por vía oral en ratas y se midió el contenido de malatión y de impurezas por cromatografía de gas-líquido. Se recogieron y analizaron 49 muestras, correspondientes a diferentes fabricantes, fechas de producción y periodos de almacenamiento sobre el terreno, y se llegó a establecer con los resultados una correlación entre la presencia de ciertas impurezas y el grado de toxicidad para los mamíferos. De estos trabajos y de las

publicaciones al respecto ^{1, 2} se dedujo que la presencia de una o tal vez varias impurezas aumentaba la toxicidad del propio malatión.

1.2.4 Efectos de las impurezas

Basándose en los resultados de este estudio se consideró que el isomalatión era la causa principal del aumento de la toxicidad porque, si bien en el malatión técnico aparece sólo en concentraciones muy pequeñas, se forma en cantidades mayores en algunas de las preparaciones en polvo. En otras investigaciones y en la información facilitada por los fabricantes se indicaba que algunos de los disolventes inertes, e incluso quizá algunos agentes tensioactivos, causaban la isomerización del malatión a isomalatión después de su fabricación y durante el transporte y almacenamiento sobre el terreno. Como parte de este trabajo, se prepararon varias de las impurezas halladas en el malatión o derivadas de él (incluido el isomalatión) y se alimentó a ratas con mezclas de estas sustancias y de malatión muy purificado, en diversas proporciones. Resultó que el malatión puro tenía una toxicidad aguda por vía oral para las ratas de 10 a 13 g/kg del peso del cuerpo y que, además del isomalatión, había tres impurezas que producían un aumento de la toxicidad. Sin embargo, se demostró que el propio isomalatión era el principal agente de este aumento. Los otros componentes, que sólo se hallaron en pequeñas cantidades y que no llegaron a formarse en cantidades apreciables durante el almacenamiento del polvo, contribuyeron sólo ligeramente al aumento de la toxicidad.

El Comité quedó enterado de que los fabricantes de malatión se habían mostrado muy dispuestos a cooperar para resolver este problema y a proporcionar muestras y comunicar métodos de utilidad para la preparación de las nuevas especificaciones. Gracias a esta cooperación y a unas estrechas relaciones de trabajo se consiguió mejorar las preparaciones. Un laboratorio colaborador había preparado métodos de cromatografía de gas-líquido aplicables al malatión y a su producto de isomerización, el isomalatión; estos métodos fueron ensayados en colaboración en nueve laboratorios, incluidos los de los propios fabricantes. Se ideó una prueba de almacenamiento abreviado a la temperatura de 55°C

¹ PELLEGRINI, G. Y SANTI, R. *Journal of agricultural and food chemistry*, **20** : 944-950 (1972).

² UMETSU, N. Y COLS. *Journal of agricultural and food chemistry*, **25** : 946-953 (1977).

durante 6 días, estimándose que estas condiciones eran equivalentes a las del almacenamiento efectivo durante el cual era probable que se formara isomalatión.

Las pruebas efectuadas con muestras de preparaciones de malatión en polvo procedentes de programas sobre el terreno mostraron que todos los materiales que habían resultado inocuos en los rociamientos de acción residual en el interior de las viviendas poseían una DL_{50} para las ratas de por lo menos 2 g/kg de peso corporal. El contenido de isomalatión de estas muestras no rebasó nunca el 2 % del contenido nominal de malatión. Ello significa que las impurezas, incluido el propio isomalatión, presentes en pequeña cantidad en el polvo de malatión para dispersión acuosa de buena calidad, no producen cambios importantes en la toxicidad para los mamíferos de esta preparación, aun habiendo una gran diferencia entre la toxicidad de esas impurezas y la del malatión muy purificado. Las muestras que presentaban una toxicidad claramente aumentada para los mamíferos tenían por lo general un contenido de isomalatión de 2 a 5 veces mayor que el normal. Se examinó entonces el establecimiento de un nivel aceptable de este contaminante, que se requiere para fijar un límite a su presencia en el polvo para dispersión acuosa después de un almacenamiento abreviado. El Comité tuvo en cuenta las dudas referentes al grado de exactitud y precisión del método de análisis del isomalatión y asimismo las relativas a la correlación entre la formación de isomalatión durante el almacenamiento abreviado y la aparición de dicha sustancia durante su almacenamiento en las distintas condiciones reinantes en la práctica. No obstante, el Comité estimó que se podía fijar un límite aceptable desde el punto de vista del análisis, que permitiría tener la seguridad de que el malatión que no rebasara en el laboratorio el límite fijado no causaría tampoco problemas en la práctica. El Comité opinó que el límite para el isomalatión debería ser del 1,5 al 1,6 % del contenido nominal de malatión. Sin embargo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en un estudio limitado en colaboración, y la posibilidad de que la prueba recomendada para el almacenamiento abreviado resultase demasiado estricta en comparación con las condiciones reinantes en la práctica, el Comité consideró que procedía fijar como límite máximo al isomalatión en la práctica el 1,8 % del contenido nominal de malatión (véase la sección 6 del Anexo 1).

El Comité recomendó que se recogiera más información procedente de estudios en el laboratorio y en la práctica para poder revisar más adelante el límite fijado al isomalatión.

El Comité recomendó también que se prosiguieran las investigaciones sobre los métodos de análisis utilizados para determinar el isomalatión y sobre la preparación de una prueba de almacenamiento abreviado cuyos

resultados correspondan estrechamente a las cifras de estabilidad efectivamente halladas en el caso del polvo de malatión para dispersión acuosa preparado con arreglo a las nuevas especificaciones.

1.3 Especificaciones para insecticidas

El Comité revisó las especificaciones para insecticidas que figuran en el manual de la OMS titulado *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública*¹ y recomendó que se introdujeran en ellas cierto número de cambios. También consideró la conveniencia de publicar varias especificaciones de carácter provisional.² El Anexo 1 comprende una reseña completa de las deliberaciones del Comité sobre este particular.

1.4 Insecticidas nuevos

1.4.1 Piretroides sintéticos

En su 19º informe,³ el Comité de Expertos de la OMS en Insecticidas tomó nota del uso de piretroides sintéticos, considerados entonces como preparaciones de sustitución del producto natural para aplicaciones en forma de aerosol al aire libre. Desde aquella fecha, la situación ha cambiado completamente con el descubrimiento de piretroides que son a un tiempo mucho más activos como insecticidas y mucho más estables en el curso de la exposición a la luz y al aire. Pueden utilizarse para combatir plagas que suponen un peligro para la agricultura o la salud pública en situaciones en las que nunca se hubiera planteado el uso del pelitre natural ni de los primeros piretroides sintéticos.

Tiene interés su actividad excepcional contra los insectos; son insecticidas de fabricación relativamente costosa y, gracias a esa actividad, podrán usarse en dosis mucho más pequeñas que las normalmente empleadas con otros insecticidas. Esta gran potencia puede suscitar algunas dificultades al preparar el producto, al establecer especificaciones y al elaborar los métodos de análisis necesarios.

Los piretroides que están preparándose actualmente tienen isómeros tanto ópticos como geométricos, en proporciones que varían según el origen del material técnico. Los estereoisómeros varían por su actividad insecticida y por su toxicidad para los mamíferos. En consecuencia, se requerirán especificaciones para establecer la proporción de estos isó-

¹ *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública*, 4ª edición, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1973.

² OMS, documento inédito WHO/VBC/73.462.

³ OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 475, 1971, pág. 19.

meros, particularmente los isómeros *cis-trans* para describir los métodos analíticos que permitan diferenciarlos entre sí. La cromatografía de gas-líquido es el método más apropiado, que emplean ya los fabricantes y los usuarios. No resulta difícil conseguir patrones estables, al contrario de lo que ocurre con el pelitre natural. También es probable que se recurra a la cromatografía en fase líquida de alto rendimiento.

Los nuevos compuestos existen ya en la forma usual de soluciones, concentrados para emulsiones y polvos para dispersiones acuosas. Para conseguir la aplicación de escasas cantidades del producto, las preparaciones han de contener concentraciones bajas del ingrediente activo y han de estar muy diluidas antes del uso. Las fórmulas de concentración baja pueden requerir cambios en las pruebas de almacenamiento abreviado y en las pruebas de estabilidad de la emulsión y la suspensión.

Las nuevas sustancias de este grupo tienen propiedades que les confieren un gran valor potencial en la lucha contra los vectores. El Comité estimó que, una vez que se haya demostrado mediante pruebas prácticas cuáles son los productos y preparaciones más eficaces, deberá prestarse ayuda para la realización de ensayos en colaboración de métodos de análisis y para el establecimiento de especificaciones.

1.4.2 *Agentes reguladores del crecimiento de los insectos*

Es sabido que algunos insectos vectores han adquirido tal resistencia a los insecticidas usuales que resulta imposible combatirlos eficazmente. Además, el propio insecticida puede ser tóxico para organismos contra los que no va dirigido y persistir en el medio. Por eso, ha suscitado gran interés una nueva estrategia que permita usar productos químicos de síntesis que impidan el crecimiento de los insectos en sus fases preadultas. Estas sustancias químicas pueden reproducir la acción de la hormona juvenil natural de manera que su presencia mantenga a los insectos en las fases larvarias e impida la metamorfosis o también impedir la síntesis de la quitina entre las fases larvarias o una vez formada la pupa. Las citadas sustancias han de resultar más específicas que la mayoría de los insecticidas, porque su punto de acción corresponde al insecto combatido. Además se descomponen fácilmente. Se han efectuado ya amplios ensayos de lucha contra larvas de mosquito con un isoprenoide que imita la hormona juvenil y con un derivado de la urea que inhibe la síntesis de la quitina, y los resultados obtenidos son muy alentadores.

Se han publicado ya métodos de análisis que podrán incluirse probablemente en las especificaciones. La cromatografía de gas-líquido sirve para los ésteres tales como las sustancias hormonomiméticas derivadas del isopreno pero no para los derivados de la benzoilurea que inhiben la

formación de quitina. Sin embargo, en la determinación de estos últimos se ha empleado la cromatografía en fase líquida de alto rendimiento.

Las sustancias hormonomiméticas no siempre pueden emplearse en el momento preciso en que las larvas son más susceptibles y, como son inestables en agua, es a menudo indispensable utilizarlas en preparaciones de liberación lenta como son los gránulos o las microcápsulas.

Se han conseguido buenos resultados en la lucha contra las larvas de mosquitos con compuestos isoprenoides o derivados de la urea, que son de uso más inocuo y que contaminan menos que los insecticidas, en general, más tóxicos. El Comité recomendó que, si en ulteriores ensayos se confirmara la idoneidad de estos compuestos para la lucha antivectorial, se preparen los correspondientes métodos de análisis y especificaciones.

1.4.3 *Preparaciones de liberación regulada*

Hoy día los gránulos se usan sobre todo en agricultura, aunque al principio se prepararon como forma de aplicar larvicidas de mosquitos y molusquicidas. Los gránulos pueden manipularse en forma cómoda e inocua, reducen el riesgo de arrastre por el viento y pueden situarse sobre el objetivo con mayor precisión que las preparaciones corrientes. La mayor parte de los gránulos están fabricados a base de materias inorgánicas como la arcilla, pero se han elaborado también con polímeros orgánicos y no cabe duda de que se podría dar esta forma a todos los insecticidas nuevos. La elección del vehículo y de las sustancias disolventes y fijadoras permite regular la humidificación y la descomposición, así como la subsiguiente liberación del ingrediente activo. También puede quedar el gránulo entero, siendo la difusión la que regula la liberación. Ambos sistemas se han empleado con larvicidas.

Otro procedimiento utilizado es la microcapsulación. Las cápsulas que contienen insecticidas son siempre mucho más pequeñas que los gránulos y pueden prepararse y almacenarse como suspensiones acuosas y diluirse para los rociamientos. Al igual que las preparaciones de polvos para dispersión acuosa de insecticidas sólidos, una gran ventaja de las cápsulas es que el tamaño de cada unidad de plaguicida se determina durante la fabricación y no depende de los procedimientos de mezcla y de aplicación. A veces, se pueden diseñar las envolturas de las cápsulas de forma que se desintegren y liberen todo su contenido con gran rapidez, pero estas preparaciones dan mejores resultados conservando la envoltura y utilizándola para regular la velocidad de salida del producto químico. Esa regulación depende sobre todo del polímero elegido, del grado de unión cruzada, del tamaño de la cápsula y del espesor de la envoltura.

Otros factores implicados son la naturaleza del núcleo (producto de calidad técnica, solución o suspensión) y los efectos de la difusión del agua o del aire hacia el interior. Se están elaborando el clorpirifós y el metilpirimifós en forma de preparaciones encapsuladas y, de resultar eficaces, se establecerán las especificaciones correspondientes. Lo mejor sería dar a las cápsulas la forma óptima para cada uso. Tratándose de larvas de *Simulium*, por ejemplo, serían características importantes la densidad, una gama de tamaños que permitiera la ingestión de las cápsulas por las larvas y unas envolturas hechas con materiales que permanecieran intactos mientras las cápsulas estuvieran en suspensión en los ríos, pero que se desintegraran una vez ingeridas por las larvas. Los larvicidas de mosquitos o las sustancias hormonomiméticas deberían liberarse de la cápsula a un ritmo constante, mientras estuvieran sumergidas.

1.5 Rodenticidas

Dado que la mayoría de los rodenticidas utilizados en salud pública tienen las mismas sustancias activas y formas de preparación que los empleados en agricultura, se convocó en la sede de la FAO en Roma, del 8 al 12 de diciembre de 1975, una reunión consultiva mixta FAO/OMS con la participación extraoficial de expertos en estas sustancias. En el correspondiente informe ¹ se subrayan las principales características químicas y físicas de los rodenticidas eficaces y se describen los métodos analíticos requeridos para determinarlas.

El Comité recomendó que se incluyeran en el informe los detalles técnicos obtenidos recientemente, incluidos algunos métodos de análisis, gracias a los datos facilitados por laboratorios nacionales y por la propia industria y que, de existir recursos suficientes, se publicara en colaboración con la FAO la versión revisada del informe, independientemente del manual sobre plaguicidas.

1.6 Molusquicidas

El Comité no recomendó ningún cambio de las especificaciones y los métodos de análisis establecidos para molusquicidas, al no haberse preparado ningún molusquicida nuevo destinado a su uso en salud pública. Se hizo constar que se están elaborando preparaciones de liberación lenta de molusquicidas ya existentes y que están en ensayo algunos molusquicidas nuevos. Cuando estos productos estén suficientemente perfeccionados, se prepararán especificaciones provisionales.

¹ OMS, documento inédito OMS/VBC/76.3.

1.7 Impurezas en las preparaciones para plaguicidas

Se sabe desde hace algún tiempo que la presencia de impurezas en los plaguicidas organofosforados puede causar cambios importantes en las propiedades biológicas de estas preparaciones.¹ Hay otros grupos de plaguicidas que pueden encerrar también impurezas de gran actividad biológica. El Comité opinó que en algunos casos pudiera tener gran importancia la determinación de impurezas gracias a técnicas de análisis sensibles y específicas. Las investigaciones practicadas con motivo de la preparación de especificaciones perfeccionadas para el malatión han puesto de manifiesto que en el malatión comercial, y quizá en otros plaguicidas organofosforados, pueden hallarse ésteres tiofosfóricos simples. El Comité quedó enterado de los trabajos relativos a estos compuestos que se llevan a cabo actualmente y recomendó que se intensificaran tales estudios mediante el perfeccionamiento de técnicas de análisis que permitan evaluar los efectos biológicos de los citados compuestos y valorar sus posibles riesgos para el hombre.

El Comité quedó asimismo enterado de que el problema general de la existencia de impurezas en los plaguicidas y de su importancia toxicológica está siendo objeto de estudio y recomendó el examen detallado de la cuestión por el Comité de Expertos de la OMS en Empleo Inocuo de Plaguicidas que se ha de reunir en 1978.

2. METODOS, PATRONES Y MUESTREO

2.1 Métodos de uso general en las especificaciones

El Comité examinó los métodos de trabajo que se describen en el manual de la OMS *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública*² y recomendó diversas modificaciones, las cuales se enumeran en el Anexo 2.

2.2 Patrones utilizados en los análisis

Un elemento fundamental en la mayoría de los procedimientos de análisis específico de plaguicidas es el empleo de un patrón. El Comité tomó nota de que, para ayudar a los laboratorios nacionales, la OMS les

¹ ALDRIDGE, W. N. Y REINER, E. *Enzyme inhibitors as substrates*. Amsterdam, North Holland, 1972 (Frontiers of biology, vol. 26), págs. 30-33.

² *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública*, 4ª edición, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1974.

proporciona gratuitamente pequeños lotes de patrones (como el *p,p'*-DDT, el diclorvos, el malatión y los isómeros alfa y gama de HCH). En la actualidad, ese contado número de patrones se obtiene gracias a la generosidad de los diversos fabricantes de plaguicidas.

El Comité se felicitó de ese esfuerzo pero señaló la posibilidad de que al necesitarse mejores y más variados patrones (como ocurre con el nuevo procedimiento de análisis del malatión, para el cual se requieren malatión e isomalatión de gran pureza), este aspecto de la utilización de las especificaciones de la OMS llegue a tropezar con dificultades por lo que atañe a las fuentes de suministro y al almacenamiento de los lotes de pureza conocida. Por otra parte, es posible que los patrones de gran pureza no tengan la reproductibilidad necesaria para mantener durante cierto tiempo un grado constante de normalización.

Ello plantea en la actualidad un importante problema a los laboratorios de inspección que suministran la amplia gama de sustancias necesarias para fiscalizar la calidad de las preparaciones de plaguicidas que se utilizan en la agricultura. El problema no reviste todavía esa magnitud en los programas de salud pública, porque en la lucha contra los vectores se utiliza un número reducido de plaguicidas. Sin embargo, es probable que pronto adquiera ese carácter al establecerse métodos de mayor especificidad y al aumentar la necesidad de métodos que permitan identificar y cuantificar las impurezas que puedan ofrecer un peligro para el usuario o contaminar el medio ambiente.

Al abordar esta cuestión, el Comité examinó varias categorías de patrones que se emplean en el análisis de los plaguicidas. Los patrones primarios para el análisis de plaguicidas, que se emplean para calibrar los patrones secundarios, tienen una pureza superior al 99 %, según la determinación exacta que se logra con instrumentos y procedimientos técnicos muy perfeccionados. Los patrones secundarios para el análisis de plaguicidas tienen una pureza que oscila entre el 90 % y el 98 % y suelen emplearse en la calibración de los métodos de análisis de plaguicidas de calidad técnica y de plaguicidas ya preparados. Los patrones para plaguicidas de calidad técnica no poseen una composición química definida, pero su composición elemental se sitúa dentro de un marco concreto (por ejemplo, clordano y canfeclor) ; se utilizan en algunos métodos de análisis cualitativos y sirven para la valoración de plaguicidas de calidad técnica y de plaguicidas ya preparados. Los patrones para los productos de degradación de los plaguicidas, para los subproductos y para los metabolitos suelen tener una pureza del 90 % o más, determinada con instrumentos y procedimientos técnicos muy elaborados. Los patrones de uso interno suelen ser sustancias químicas orgánicas de calidad

analítica, corrientes en el laboratorio, que permiten calibrar y cuantificar los procedimientos de análisis en los que se emplea la cromatografía de gas-líquido y la cromatografía en fase líquida de alto rendimiento.

El Comité recomendó que, como requisito previo para incluir en una especificación algún procedimiento nuevo de análisis de plaguicidas, se imponga la mención explícita del patrón y del método utilizado para determinar la pureza. Al formular esta recomendación, el Comité tuvo en cuenta las dificultades que originaría su aplicación a las especificaciones establecidas para plaguicidas; por eso, instó a que se exploren todos los medios y árbitros que permitan mejorar las descripciones de los patrones existentes, así como la definición de sus grados de pureza. El Comité tomó nota de que la OMS había designado en el pasado algunos laboratorios nacionales como centros para la normalización de distintas sustancias y propuso que se diera mayor consideración a esa posibilidad.

Habiendo tenido conocimiento de que diversos laboratorios nacionales pidieron a la FAO que les ayudara a obtener patrones de plaguicidas, el Comité recomendó que la FAO y la OMS colaboren para establecer un mejor servicio de referencia.

2.3 Cromatografía de gas-líquido y cromatografía en fase líquida de alto rendimiento

El Comité tomó nota de que en los últimos años se ha extendido rápidamente el uso de la cromatografía de gas-líquido para los análisis de todo tipo de plaguicidas. La comparabilidad de los resultados obtenidos con esta técnica en diferentes laboratorios, se ha visto confirmada por las pruebas realizadas en colaboración con el malatión y con su contaminante, el isomalatión (véase la sección 1.2.4). Además, se tomó nota de que la Association of Official Analytical Chemists (Washington, DC, Estados Unidos de América) ha estudiado el empleo de la cromatografía de gas-líquido y ha publicado el informe de su Comisión sobre cromatografía en fase gaseosa de las preparaciones de plaguicidas,¹ en el que se da orientaciones generales para el uso de esta técnica. Además, se han llevado a cabo varias pruebas analíticas en colaboración, de las cuales se ha dado cuenta en la publicación periódica de esa Asociación. Habida cuenta de que esta técnica se halla cada vez más difundida y de que, con un equipo relativamente modesto, permite la fácil obtención de resultados fidedignos, el Comité consideró que cabe recomendar su utilización en el caso de plaguicidas en los que no puede emplearse una técnica más sen-

¹ *Journal of the Association of Analytical Chemists*, 59 : 420 (1976).

cilla de análisis específico o respecto de los cuales se plantea la necesidad particular de descubrir componentes menores. El Comité reconoció que muchos laboratorios, sobre todo en los países en desarrollo, carecen de ese equipo y que es preciso crear métodos de análisis sencillos y específicos. En la sección 2.5 se aborda este aspecto del problema del análisis de los plaguicidas.

El Comité tomó nota de los rápidos adelantos efectuados en la cromatografía en fase líquida de alta presión y consideró que en lo futuro ese método resultará útil para los análisis sistemáticos, aunque existe el inconveniente de que quizá los laboratorios de los países en desarrollo carezcan del equipo necesario. Sin embargo, a juicio del Comité, ese método resultará muy útil para los análisis que requieren técnicas específicas y para investigar sustancias termolábiles. El Comité tomó nota de que se ha incluido este procedimiento analítico en el proyecto de especificaciones para rodenticidas, como sustituto del análisis en luz ultravioleta de muchos compuestos anticoagulantes.

2.4 Muestreo y análisis de sustancias presentes en el medio ambiente

Cada vez revisten mayor importancia el muestreo y el análisis de los plaguicidas después de su dispersión en el medio ambiente, como ya señaló en 1974 un Grupo Científico de la OMS. El Comité hace suyas las sugerencias y recomendaciones formuladas por ese Grupo.¹

El Comité abordó este tema porque las técnicas analíticas que se describen en las especificaciones deberán tener en cuenta la ecotoxicología y la ecoquímica de los plaguicidas. La estabilidad de un plaguicida y la presencia de impurezas tanto en las sustancias fabricadas como en las preparaciones hechas a base de esas sustancias pueden modificar el destino y la distribución del plaguicida después de su aplicación. El Comité tomó nota con interés de las investigaciones que realiza la OMS sobre el perfeccionamiento de los métodos para la vigilancia química del medio ambiente, en el curso de las operaciones de destrucción de larvas de *Simulium* efectuadas en la cuenca del río Volta dentro del programa de lucha contra la oncocercosis. Las técnicas empleadas exigen la toma y conservación cuidadosas de las muestras obtenidas sobre el terreno, para su análisis ulterior en el laboratorio. Aunque son satisfactorias en lo que respecta a la investigación, convendría crear métodos más sencillos que puedan aplicarse sobre el terreno en los países en desarrollo, donde tal vez se necesiten comprobaciones sistemáticas de más de un plaguicida.

¹ OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 560, 1975 (*Evaluación por métodos químicos y bioquímicos de los peligros de los plaguicidas para el hombre*).

El muestreo de sustancias biológicas en el medio ambiente es mucho más complejo que el muestreo de preparaciones de plaguicidas. Además, es sensible a muchos factores, como el envasado de las muestras, el punto de toma y las cantidades recogidas, el lapso transcurrido desde la toma, la disponibilidad de la muestra para el análisis y las instalaciones de laboratorio. Podrían resolverse algunos de esos problemas formulando orientaciones para el muestreo, la extracción, el envasado y los procedimientos analíticos que han de emplearse sobre el terreno. El Comité tomó nota de que están en estudio técnicas para la evaluación del temefós y el clorfoxim, destinados al programa de lucha contra la oncocercosis. El Comité recomendó que se emprendiera ese tipo de investigaciones con plaguicidas utilizados en otros programas de lucha antivectorial y que se pusiera a disposición del personal que trabaja sobre el terreno una descripción de los procedimientos empleados, entre ellos, los utilizados para el análisis de la clorfoxima y del temefós.

2.5 Métodos de identificación

Es necesario que las especificaciones para cada plaguicida incluyan métodos específicos para su identificación y la de cualquier contaminante e impureza que pueda contener. Además, para uso directo sobre el terreno, se necesitan métodos específicos de identificación de la sustancia activa y, quizá, de las impurezas, los contaminantes y los productos de degradación. Un método sencillo y rápido sería sumamente útil para la vigilancia del plaguicida durante el transporte y el empleo, sobre todo en los países carentes de sistemas de vigilancia o de registro y donde es grande el riesgo de uso erróneo del producto. Los métodos de análisis aplicables sobre el terreno serían también útiles cuando se plantean problemas tales como el de una posible toxicidad o falta de eficacia de las sustancias, y resultan indispensables cuando se trata de determinar con urgencia la identidad de los productos empleados.

En consecuencia, el Comité recomendó encarecidamente que la OMS fomente la preparación de métodos químicos y biológicos sencillos para identificar los plaguicidas y sus principales productos de descomposición en las sustancias puras, en los productos de calidad técnica o en las preparaciones, así como en los materiales biológicos. Convendría que esos métodos analíticos fuesen de tal índole que resultase fácil transformarlos en métodos cuantitativos o semicuantitativos utilizables en el laboratorio. Habida cuenta de que esos métodos revisten también gran interés para la agricultura, el Comité instó a que su elaboración se haga en estrecha colaboración con la FAO.

Al formular esta recomendación, el Comité confirmó una análoga formulada por el Grupo Científico de la OMS sobre Evaluación por Métodos Químicos y Bioquímicos de los Peligros de los Plaguicidas para el Hombre,¹ y propuso como etapa de su realización que se examinara la conveniencia de preparar una recensión o una bibliografía de los métodos ya existentes, para informar al personal que trabaja sobre el terreno. Se tomó nota con satisfacción de la preparación de un estuche con el material necesario para las determinaciones de colinesterasa sobre el terreno.

3. COLABORACION CON OTRAS ORGANIZACIONES

3.1 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

El Comité tomó nota con satisfacción de la colaboración establecida hace largo tiempo entre la OMS y la FAO en materia de química y especificaciones de los plaguicidas. Un resultado concreto ha sido la propuesta de colaborar en la publicación conjunta de un prontuario sobre rodenticidas utilizados en salud pública y en la agricultura (véase la sección 1.5). El Comité consideró que es necesario reforzar la coordinación de todos los programas pertinentes a fin de aumentar la uniformidad de las especificaciones y de publicarlas como normas comunes cuando así convenga. Se llegó a la conclusión de que esas especificaciones comunes de la FAO y la OMS no sólo ayudarían a los Estados Miembros a obtener plaguicidas de calidad adecuada sino que contribuirían de manera importante a la armonización internacional de los requisitos de registro de los plaguicidas, objetivo que promueven ambas organizaciones.

3.2 Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

Se puso en conocimiento del Comité que el UNICEF utiliza las especificaciones de la OMS para la adquisición de los plaguicidas destinados a diversos programas nacionales. El Comité tomó nota con satisfacción de la estrecha colaboración técnica que existe entre la OMS y el UNICEF por lo que respecta al uso de esas especificaciones y recomendó encarecidamente su mantenimiento.

¹ OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 560, 1975, pág. 25.

3.3 Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Se informó al Comité que la ONUDI se interesa en promover la fabricación de insecticidas y la elaboración de sus preparaciones en los países en desarrollo y que las especificaciones al respecto deberán ser aplicables en las condiciones imperantes en esos países. El Comité consideró que las especificaciones establecidas son válidas para la fabricación en las condiciones mencionadas (en particular la correspondiente a los polvos de DDT de dispersión acuosa, que no sean los polvos de dispersión acuosa al 75 % para los envíos al extranjero) y que conviene que la ONUDI aliente a los fabricantes locales a que utilicen las especificaciones de la OMS para esos productos destinados a aplicaciones en salud pública.

3.4 Consejo Internacional para la Colaboración en los Análisis de Plaguicidas

El Comité tomó nota de la colaboración que existe entre la OMS y el CICAP en el establecimiento de métodos químicos y fisicoquímicos normalizados de análisis de los plaguicidas y recomendó que prosiguiese esa colaboración, que debería impedir la proliferación de métodos analíticos y que en lo futuro surjan dificultades al establecer especificaciones para los nuevos productos.

3.5 Agrupación Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Plaguicidas

El Comité tomó nota de la ayuda proporcionada por el Comité Técnico de la Agrupación Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabricantes de Plaguicidas (GIFAP) para preparar las secciones relativas a los requisitos y al análisis de proyectos de especificaciones para rodenticidas y para redactar y perfeccionar las especificaciones y los métodos analíticos relativos a los plaguicidas no patentados en general. Se consideró conveniente el fomento de esa colaboración.

4. RECOMENDACIONES

El Comité recomendó que se establecieran especificaciones para nuevos insecticidas y que se revisaran las especificaciones y métodos existentes (véanse los Anexos 1 y 2). Durante sus deliberaciones el Comité formuló recomendaciones y propuestas de índole más general :

1. La formulación de criterios para las especificaciones relativas a nuevos tipos de preparaciones deberá realizarse paralelamente a los ensayos de eficacia e inocuidad sobre el terreno.

2. Habrá que emprender investigaciones sobre la presencia de impurezas en los insecticidas organofosforados de calidad técnica y sobre la posible formación de esas impurezas en las preparaciones. Será preciso evaluar plenamente las repercusiones de la presencia de esas impurezas sobre la eficacia y la inocuidad de los insecticidas en las aplicaciones en el terreno, y habrá que prestar particular atención a los ésteres simples en el caso de los compuestos organofosforados.

3. Habrá de mantenerse la colaboración estrecha con la FAO con objeto de establecer un servicio de información sobre patrones para plaguicidas.

4. Si se dispone de los recursos necesarios, habrá que publicar en una quinta edición de *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública* las especificaciones y los métodos ya establecidos; asimismo, habrá que publicar por separado, en colaboración con la FAO, las especificaciones para los rodenticidas.

NOTA

El Comité expresó su agradecimiento, por la ayuda especial que le prestaron en el curso de sus deliberaciones, a los siguientes miembros del personal de la OMS: Dr. J. F. Copplestone, Preparación y uso inocuo de plaguicidas; Srta. C. M. Moreau, Preparación y uso inocuo de plaguicidas; Dr. D. Muir, Paludismo y otras enfermedades parasitarias; Dr. C. Pant, Ecología de los vectores y lucha antivectorial; Dr. G. Quélenec, Preparación y uso inocuo de plaguicidas; Dr. M. Vandekar, Preparación y uso inocuo de plaguicidas; y Dr. J. de Zulueta, Asesor en paludismo, Pakistán.

**CAMBIOS RECOMENDADOS EN LAS ESPECIFICACIONES
PARA INSECTICIDAS ¹**

1. DDT

DDT técnico (especificación WHO/SIT/1.R4), polvos de DDT para dispersiones acuosas (especificaciones WHO/SIF/1.R4 y WHO/SIF/26.R1), soluciones concentradas de DDT para emulsiones (especificación WHO/SIF/4.R4) y polvos de DDT para aplicación en seco (especificación WHO/SIF/16.R3)

El Comité examinó un informe sobre los métodos de análisis del DDT y del metoxicloro (producto técnico y preparaciones), en el que figuraban los resultados de un estudio comparativo sobre el análisis del *p,p'*-DDT y los polvos de DDT para dispersiones acuosas.

El Comité recomendó que, en las especificaciones para el DDT técnico y todas las preparaciones de DDT, se adoptase la técnica de Caldwell ² para determinar el cloro después de la reducción por sodio en la medición del cloro total. El Comité recomendó además que el factor de corrección *f* se omitiese en los cálculos para la determinación del cloro orgánico en todas las especificaciones relativas al DDT técnico y a las preparaciones de DDT. Se aconsejó, no obstante, efectuar una determinación en blanco utilizando exactamente el procedimiento indicado, con el fin de obtener un factor de corrección para todos los reactivos utilizados. Esta determinación deberá formar parte del procedimiento para obtener el contenido de cloro orgánico.

El Comité tomó nota de la ambigüedad inherente al uso de dos métodos de determinación del contenido de DDT, y recomendó que el método del cloro hidrolizable fuese suprimido en todas las especificaciones para preparaciones de DDT.

Observando que la determinación del cloro inorgánico no es necesaria en los métodos en que la muestra se disuelve en disolventes orgánicos no polares, el Comité recomendó que aquella se omitiese en todas las especificaciones para preparaciones de DDT.

¹ *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública*, 4ª edición, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1974.

² CALDWELL, J. R., *Industrial and engineering chemistry, analytical edition*, 1: 38 (1935).

2. Metoxicloro

Metoxicloro técnico (especificación WHO/SIT/4.R2) y soluciones concentradas de metoxicloro para emulsiones (WHO/SIF/11.R2)

El Comité recomendó que, por razones de coherencia, algunas de las modificaciones que se habían recomendado para los métodos de análisis del DDT se adoptaran también para el metoxicloro. Recomendó así: la adopción en las especificaciones para el metoxicloro técnico y las soluciones concentradas de metoxicloro para emulsiones de la técnica de Caldwell para determinar el cloro después de la reducción por sodio en la medición del cloro total; la supresión del factor f en los cálculos para la determinación del cloro orgánico; la práctica de una determinación en blanco con el fin de obtener un factor de corrección para todos los reactivos utilizados; la supresión del método del cloro hidrolizable en las soluciones concentradas de metoxicloro para emulsiones; y la supresión de la determinación de cloro inorgánico en la especificación relativa a las soluciones concentradas de metoxicloro para emulsiones.

3. HCH

HCH técnico y refinado (especificación WHO/SIT/2.R4), polvos de HCH para dispersiones acuosas (especificación WHO/SIF/2.R4), soluciones concentradas de HCH para emulsiones (especificación WHO/SIF/5.R4) y polvos de HCH para aplicación en seco (especificación WHO/SIF/17.R3)

El Comité recomendó que se suprimiese, en las notas al pie de página de las especificaciones, el cloro hidrolizable como método de sustitución para determinar el contenido de HCH.

4. Pelitre

Pelitre (especificación WHO/SIT/7.R1)

Se examinó el método de análisis, que es complicado y largo, por lo cual requiere la intervención de un químico avezado. Sin embargo, es el resultado de muchos años de mejoras y no se ve cómo cabría simplificarlo. Sigue siendo, además, el procedimiento utilizado por los fabricantes.

La cromatografía de gas-líquido es un procedimiento mucho más sencillo. Además, es más específico para los componentes activos y viene utilizándose para medir sus cantidades relativas. Sin embargo, esos componentes son inestables y difíciles de preparar, por lo cual no cabe utili-

zarlos como patrones. La cantidad total de ésteres mixtos de « piretrina I » y « piretrina II » debe seguir midiéndose por comparación con un extracto de pelitre cuya concentración se haya determinado recientemente por el método indicado en la especificación. Por ello, el Comité llegó a la conclusión de que no se podía recomendar cambio alguno en la especificación, y que debía conservarse el método de análisis.

5. Diacínón

Diacínón técnico (especificación WHO/SIT/9.R3) y polvos de diacínón para dispersiones acuosas (especificación WHO/SIF/9.R3)

El Comité fue informado de que el diacínón técnico que contiene un antiácido estabilizante no está ya disponible, y que por ello la pureza mínima del producto técnico podría elevarse al 95 % en peso para reflejar las prácticas de fabricación actuales. Se convino también que en la descripción del producto técnico las palabras « un líquido oscuro » fuesen sustituidas por « un líquido amarillo a pardo » y que, en los requisitos, el contenido máximo de material sólido insoluble en acetona se redujese del 0,5 % al 0,15 % en peso, reduciendo además el contenido máximo de agua del 0,1 % al 0,06 % en peso.

En cuanto a los polvos de diacínón para dispersiones acuosas, el Comité convino en suprimir, en la descripción, las palabras « amarillo a pardo claro » y, en los requisitos, la sección titulada « 1.2.4 Acidez », porque la preparación en polvo no da reacción ácida.

6. Malatión

Malatión técnico (especificación WHO/SIT/10.R3), polvos de malatión para dispersiones acuosas (especificación WHO/SIF/10.R3), soluciones concentradas de malatión para emulsiones (especificación WHO/SIF/14.R3) y polvos de malatión para aplicación en seco (especificación WHO/SIF/22.R2)

El Comité tomó nota de las dificultades con que tropieza la realización del método de determinación colorimétrica del malatión por formación de un complejo de cobre en medio no acuoso, en particular la obtención de resultados satisfactorios con productos de calidad inferior y la lentitud y el carácter engorroso del método.¹ El Comité examinó los

¹ STILES, A. R. Y COLS. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 60, 1148-1153 (1977).

resultados de un estudio comparativo ¹ del nuevo método de determinación del malatión (producto técnico, soluciones concentradas para emulsiones, polvos para dispersiones acuosas y polvos para aplicación en seco) por cromatografía de gas-líquido. También examinó los resultados de un estudio comparativo ² de métodos de cromatografía de gas-líquido para la determinación del malatión y del isomalatión en el producto técnico y en los polvos para dispersiones acuosas.

El Comité recomendó que :

1) El nuevo método de cromatografía de gas-líquido ¹ se adopte, con pequeñas modificaciones, ^{2, 3} como método oficial de análisis en las especificaciones para el malatión técnico y las preparaciones de malatión, en lugar del método colorimétrico.

2) El contenido mínimo de malatión en el malatión técnico se rebaje del 95 % al 92 %, para tomar en consideración la mayor precisión del método.

3) La especificación relativa a los polvos de malatión para dispersiones acuosas comprende un límite al contenido de isomalatión, a saber, que el contenido de isomalatión del polvo no deberá rebasar el 1,8 % del contenido nominal de malatión al cabo de 6 días de almacenamiento a $55 \pm 1^{\circ}\text{C}$, determinado por el método descrito en el apéndice del presente anexo.

El Comité tomó nota de que la adopción del método muy específico de análisis por cromatografía de gas-líquido hace superfluo el requisito del peso específico para el malatión, por lo cual recomendó su supresión.

El Comité fue informado del problema que plantea el fuerte olor del malatión, que ocasiona su rechazo en algunos programas de lucha antipalúdica. Sin embargo, como no se dispone de ninguna prueba cuantitativa fiable del olor que pueda incluirse en las especificaciones, el procedimiento de vigilancia del olor sigue siendo el que figura en la nota de pie de página de las especificaciones para el malatión. Se recomendó la inclusión de esa misma nota en las nuevas especificaciones. Algunos de los polvos de malatión recientemente fabricados tienen un olor mucho más tolerable, y ello puede guardar relación con la mejora de las pre-

¹ WAYNE, R. S. Collaborative study of the determination of malathion in formulations and technical materials by gas-liquid chromatography, *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* (en prensa).

² Documento de trabajo inédito PDS/EC24/77.23.

³ Documento de trabajo inédito PDS/EC24/77.13.

paraciones a fin de dar mayor estabilidad al malatión en las aplicaciones sobre el terreno.

7. Triclorfón

Triclorfón técnico (especificación WHO/SIT/13.R1)

El Comité convino en cambiar la descripción del producto de « polvo cristalino blanco o amarillento » a « polvo cristalino blanco ». También acordó sustituir las palabras « punto de solidificación » por « punto de fusión », con límite inferior de 77°C ; elevar la pureza mínima del 95,0 % al 97,0 % ; reducir la acidez máxima del 0,7 % al 0,3 %, y reducir el contenido máximo de agua del 1,0 % al 0,4 %. Todos estos valores concuerdan con las especificaciones de la FAO.

8. Fentión

Fentión técnico (especificación WHO/SIT/15) y soluciones concentradas de fentión para emulsiones (especificación WHO/SIF/28.R1)

El Comité fue informado de que los actuales procedimientos de fabricación del fentión técnico proporcionan una mayor pureza que antes, y convino en que la pureza mínima se eleve del 90,0 % al 94,0 % en peso. También decidió limitar el contenido de agua al 0,2 % en lugar del 0,5 %, teniendo en cuenta que el fentión técnico es susceptible de descomposición hidrolítica ; se decidió también suprimir la frase « materia sólida insoluble en acetona ».

El Comité convino en elevar la acidez máxima del 0,3 % al 0,6 % para las soluciones concentradas de fentión para emulsiones.

9. Diclorvos

Diclorvos técnico (especificación WHO/SIT/16)

El Comité examinó las especificaciones y tuvo en cuenta las sugerencias de tres fabricantes. Acordó, en vista de la mejora en las técnicas de fabricación, que el contenido mínimo de producto activo sea elevado del 93,0 % al 95,0 % en peso, que la acidez máxima (expresada como H₂SO₄) se eleve del 0,1 % al 0,2 % en peso, y que el contenido máximo de agua se eleve del 0,02 % al 0,05 % en peso. Además, la especificación llevará una nota al pie de página indicando que « El diclorvos es higroscópico y que, en consecuencia, la muestra deberá tomarse de manera que la entrada de vapor de agua sea reducida al mínimo ». En vista de que

ninguna muestra contiene materia sólida insoluble en acetona, se acordó suprimir esta frase.

10. Fenitrotión

Fenitrotión técnico (especificación WHO/SIT/17), polvos de fenitrotión para dispersiones acuosas (especificación WHO/SIF/29) y soluciones concentradas de fenitrotión para emulsiones (especificación WHO/IS/3.0043-2)

El Comité examinó varios cambios de las especificaciones propuestas por los fabricantes y recomendó que :

- 1) En la descripción del fenitrotión técnico se sustituyan las palabras « color tostado » por « amarillo a pardo ».
- 2) El contenido máximo de agua se reduzca al 0,1 % en peso en el fenitrotión técnico.
- 3) No se introduzca cambio alguno en el actual método de determinación de fenitrotión por titulación. El Comité no adoptó un nuevo método colorimétrico propuesto por la industria, por no haber sido objeto de una evaluación comparativa.
- 4) Los requisitos referentes a materia sólida insoluble en acetona y a peso específico sean suprimidos en la especificación para el fenitrotión técnico.
- 5) El requisito de alcalinidad se reduzca del 0,5 % al 0,2 % en la especificación de polvos de fenitrotión para dispersiones acuosas.

El Comité examinó un informe sobre un método de cromatografía de gas-líquido para el análisis del fenitrotión técnico y de los polvos de fenitrotión para dispersiones acuosas. Aunque ese procedimiento permite obtener una precisión excelente, el Comité no recomendó su adopción por no tener la seguridad de que se dispondrá de un patrón de referencia.

El Comité recomendó que se establezca una especificación provisional relativa a las soluciones concentradas de fenitrotión para emulsiones y que se publique en la próxima edición del manual de la OMS titulado *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública*. También recomendó que se proceda al perfeccionamiento y a la evaluación comparativa del método de análisis por cromatografía de gas-líquido.

11. Propoxur

Propoxur técnico (especificación WHO/SIT/18) y polvos de propoxur para dispersiones acuosas (especificación WHO/SIF/30)

El Comité convino en que en la descripción del producto técnico se sustituyan las palabras « amarillo claro » por « blanco a gris ». Se acordó también elevar la pureza mínima del 95,0 % al 97,0 % en peso, elevar el punto de fusión mínimo de 87,0°C a 88,5°C, y reducir el contenido máximo de agua del 0,5 % al 0,2 % en peso. Previo examen de los métodos de análisis, el Comité opinó que no convenía introducir cambio alguno hasta que un ensayo comparativo haya demostrado la idoneidad de nuevos métodos. El Comité, aun percatándose de que el producto técnico puede contener isopropoxifenol como impureza, estimó que los cambios recomendados en cuanto a pureza mínima y punto de fusión mínimo ayudarán a garantizar la alta calidad del producto. Si surgiese algún nuevo método de análisis más específico, éste habrá de comprender un procedimiento de determinación de esa impureza fenólica.

El Comité examinó el párrafo « 1.2.4 Acidez o alcalinidad » que figura en la especificación relativa a los polvos para dispersiones acuosas, y convino en limitar la alcalinidad máxima al 0,2 % en vez del 0,3 %. También recomendó la inclusión de la siguiente nota de pie de página : « La acidez máxima se aplica sólo a los productos que no contengan un estabilizante ácido ».

12. Temefós

Temefós técnico (especificación WHO/SIT/19), soluciones concentradas de temefós para emulsiones (especificación WHO/SIF/31) y soluciones concentradas de temefós al 20 % para emulsiones destinadas a la lucha contra los simúlidos (WHO/IS/3.0786)

El Comité examinó un nuevo método de cromatografía de capa fina para la separación previa a la determinación del producto activo en el temefós técnico y en las diferentes preparaciones de temefós. Aunque ese nuevo método no ha sido objeto de ensayos comparativos, el Comité estimó que constituía una mejora respecto al método actual de separación por cromatografía en columna, y recomendó su inclusión en la especificación relativa al temefós técnico y a las diversas preparaciones de temefós. Se examinó un método de cromatografía de gas-líquido, pero se estimó que se halla en fase de perfeccionamiento, por lo que no es apto para su uso en especificaciones. El Comité tomó nota de que está en

preparación un método de cromatografía en fase líquida de alto rendimiento, que pudiera ser útil para futuras especificaciones.

El Comité examinó la especificación provisional referente a soluciones concentradas de temefós para emulsiones destinadas a la lucha contra los simúlidos, especificación que ha venido empleándose desde hace dos años para la compra de productos utilizados en el Programa de lucha contra la oncocercosis en la cuenca del río Volta. Se consideró que el tipo y la estabilidad de la emulsión y los procedimientos para su medición están lo bastante adelantados para justificar el establecimiento de especificaciones, pero que deben proseguir los trabajos para obtener una mejor correlación entre las mediciones efectuadas en el laboratorio y la eficacia de la preparación sobre el terreno.

El Comité tomó nota de que la preparación de temefós al 1 % en gránulos de arena se utiliza ampliamente para combatir las larvas de mosquito, y estimó que convendría establecer especificaciones provisionales.

13. Especificaciones provisionales para nuevos insecticidas

Bromofós

El Comité recomendó que se publicase la especificación WHO/IS/1.0658-3 relativa al bromofós técnico, con los cambios siguientes :

- 1) El material debe describirse como « polvo blanco o de color crema claro ».
- 2) El método utilizado para determinar la acidez será el WHO/M/3.¹
- 3) El resumen del método deberá decir : « Se disuelve la muestra en ácido acético glacial y se oxida con una solución normalizada que contenga una mezcla de bromuro y bromato potásicos. El exceso de bromato se determina por titulación con una solución normalizada de tiosulfato de sodio ».
- 4) La solución de bromuro potásico deberá suprimirse de la lista de reactivos especiales.
- 5) Se revisará el texto del procedimiento para que diga así : « Se pesan con exactitud unos 0,065 g de la muestra y se introducen en un matraz de 300 ml. Añadir . . . a la muestra. Agregar 20,0 ml de solución normalizada de bromato-bromuro a razón de 0,1 mol/l. Tapar el frasco y dejar reposar la solución en la oscuridad a la temperatura ambiente

¹ Los métodos señalados con números de referencia en este informe se describen detalladamente en : *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública*, 4ª edición, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1974.

durante 15 minutos, agitándola de vez en cuando. Añadir 20 ml ... de reactivos ».

6) Se suprimirá la sección 2.2 referente a la acidez.

El Comité recomendó que se publicase la especificación relativa a los polvos de bromofós para dispersiones acuosas (WHO/IS/2.0658-3), con los siguientes cambios :

1) La acidez, determinada por el método WHO/M/3, no deberá pasar del 0,3 %.

2) El resumen del método dirá así : « Se suspende la muestra en ácido acético glacial y se oxida con solución normalizada de bromato-bromuro. El bromato en exceso se determina por titulación con una solución normalizada de tiosulfato de sodio ».

3) La solución de bromuro potásico deberá suprimirse de la lista de reactivos.

4) El texto del procedimiento deberá decir : « Se pesan con exactitud unos 0,065 g de la muestra y se introducen en un matraz de 300 ml. Añadir ... hasta la disolución completa. Agregar 20,0 ml de solución normalizada de bromato-bromuro a razón de 0,1 mol/l. Tapar el frasco y dejar reposar la solución en la oscuridad a la temperatura ambiente durante 15 minutos, agitándola de vez en cuando. Añadir ... de reactivos ».

El Comité recomendó que se publicase la especificación WHO/IS/3.0658-3 relativa a la solución concentrada de bromofós para emulsiones, con los siguientes cambios :

1) La acidez, determinada por el método WHO/M/3, no deberá pasar del 0,3 % y se suprimirá el párrafo 2.4 referente a la determinación del ácido libre.

2) En el procedimiento analítico se incluirá un método revisado de separación por paso a través de una columna de gel de sílice.

Al recomendar que se establezcan esas especificaciones para el bromofós, el Comité reconoció que el método de análisis no es específico y que deberán efectuarse investigaciones para obtener un método más específico, que habrá de ser sometido a un ulterior ensayo comparativo.

Yodfenfós

El Comité examinó las especificaciones provisionales relativas al yodfenfós técnico, WHO/IS/1.1211-2, y a los polvos de yodfenfós para dispersiones acuosas, WHO/IS/2.1211-2, y consideró ciertos cambios propuestos por el fabricante. El Comité recomendó la publicación de esas especificaciones, con los siguientes cambios :

1) El contenido en sustancia activa del yodfenfós técnico será como mínimo del 93 %, en vez del 94 %, no se mencionará el punto de fusión y el peso máximo de la materia sólida insoluble en acetona será del 0,5 % en vez del 0,3 %

2) En la advertencia que figura en los envases, tanto del yodfenfós técnico como de los polvos de yodfenfós para dispersiones acuosas, se deberá advertir que la ingestión del contenido puede ser peligrosa. También se advertirá al usuario que no respire la pulverización, y que después del trabajo se lave concienzudamente las manos y demás zonas cutáneas expuestas.

El Comité recomendó el ensayo de un procedimiento de cromatografía de gas-líquido para la determinación de la sustancia activa, con el fin de reemplazar eventualmente el método no específico que figura en las nuevas especificaciones.

Clorpirifós

Se examinaron las especificaciones provisionales relativas al clorpirifós técnico (WHO/IS/1.0971-2) y a las soluciones concentradas de clorpirifós para emulsiones (WHO/IS/3.0971-2). El Comité recomendó que se adoptasen para su publicación, pero estimó que debía incluirse únicamente el método de análisis por cromatografía de gas-líquido.

Otras especificaciones provisionales

Se examinaron las especificaciones provisionales relativas al clorfoxim técnico (WHO/IS/1.1197-2), a los polvos de clorfoxim para dispersiones acuosas (WHO/IS/2.1197-2), a las soluciones concentradas de clorfoxim para emulsiones destinadas a la lucha contra los simúlidos (WHO/IS/4.1197-1), al metilpirimifós técnico (WHO/IS/1.1424-1), a los polvos de metilpirimifós para dispersiones acuosas (WHO/IS/2.1424-1), y a las soluciones concentradas de metilpirimifós para emulsiones (WHO/IS/3.1424-1), pero se estimó que la información disponible no bastaba para que el Comité pudiera recomendar que se aceptase su publicación. El

Comité consideró que esas especificaciones deberán seguir siendo provisionales, y se utilizarán en esa forma en toda adquisición de productos. Cuando se haya adquirido más experiencia, podrán ser examinadas de nuevo.

El Comité examinó las especificaciones provisionales relativas a los polvos de triclorfón para dispersiones acuosas (WHO/IS/4.0800), a los polvos de fentión para dispersiones acuosas (WHO/IS/2.0002-1), a las soluciones concentradas de diclorvos para emulsiones (WHO/IS/3.0014-2) y al metilclorpirifós (WHO/IS/1.1155-1 y 3.1155-1), pero al serle notificado que el empleo de esas formulaciones en salud pública no ha aumentado, recomendó que se mantengan por ahora como especificaciones provisionales. El Comité tomó nota de que prosiguen los trabajos sobre nuevas preparaciones de metilclorpirifós encapsulado y de que, cuando se hayan obtenido, serán objeto de las especificaciones provisionales correspondientes.

Se recomendó la supresión de las especificaciones provisionales para el dicaptón, el Landrin y el Mobam, porque esos insecticidas ya no se fabrican ni se trabaja en su perfeccionamiento.

14. Especificaciones que ya no son necesarias

Dieldrina técnica (WHO/SIT/6.R3), polvos de dieldrina para dispersiones acuosas (WHO/SIF/3.R3) y soluciones concentradas de dieldrina para emulsiones (WHO/SIF/6.R4)

El Comité reconoció que las preparaciones a base de dieldrina siguen utilizándose en salud pública, en particular en campañas contra la mosca tsetsé. Sin embargo, estimó que el riesgo de contaminación del medio ambiente es tal que convendrá suprimir esas especificaciones en la nueva edición de «Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública».

DETERMINACION DEL ISOMALATION EN LOS POLVOS DE MALATION
PARA DISPERSIONES ACUOSAS

1. Resumen del método

Se añade cloroformo a una muestra de polvos de malatión para dispersiones acuosas, con objeto de disolver la sustancia activa y la totalidad del isomalatión que podría hallarse presente. Se agrega a la solución un patrón interno y se inyecta una parte alícuota en un cromatógrafo de gas-líquido. Se determina la relación entre la respuesta del isomalatión y la del patrón interno. Por comparación con la respuesta de un patrón que contenga una cantidad conocida de isomalatión, se obtiene el porcentaje de isomalatión presente en la muestra.

2. Aparatos especiales ¹

Cromatógrafo de gas-líquido. El aparato estará diseñado para uso con columnas de vidrio y estará equipado de un sistema de inyección en columna, de un detector de gran sensibilidad de ionización de flama, de un electrómetro con una sensibilidad mínima de 10^{-11} amperios y con una deriva inferior al 1 % por hora y de un registrador de gráfico con una escala de 1 mV. Es también conveniente que el aparato esté dotado de un amplificador de estado sólido con transistor de efecto de campo, y de un integrador digital electrónico o de una calculadora electrónica para medir las superficies de los picos. El integrador tendrá mandos independientes para seleccionar sensibilidades de pendiente de modo que puedan elegirse los puntos de integración inicial y final. El empleo de un sistema automatizado de inyección de la muestra aumenta sensiblemente la precisión de la determinación.

Columna de cromatografía. La columna será un tubo de vidrio al borosilicato de 183 cm de longitud, 2 mm de diámetro interno y 6 mm de diámetro externo, plegado de manera que se ajuste al cromatógrafo.

Material de llenado de la columna. Chromosorb W HP (malla de 100/120) tratado con OV-210 al 7,5 %.

Fibra de vidrio tratada con silano.

3. Reactivos especiales

*Patrón de isomalatión.*² Solución que contiene una cantidad conocida de isomalatión (unos 20 mg/g) disuelta en malatión purificado por recristalización, con adición de tiodisuccinato de tetraetilo para comprobar la resolución.

Patrón interno. 1,3-difenoxibenceno.

4. Preparación de soluciones normalizadas

Solución del patrón interno. Preparar una solución de 4 g/l de patrón interno en cloroformo de calidad para análisis. Esta solución permanece estable durante 4 sema-

¹ Se puede obtener asesoramiento sobre proveedores de aparatos especiales dirigiéndose al Servicio de Preparación y Uso Inocuo de Plaguicidas, Organización Mundial de la Salud, 1211 Ginebra 27, Suiza.

² Se pueden pedir muestras al Servicio de Preparación y Uso Inocuo de Plaguicidas, Organización Mundial de la Salud, 1211 Ginebra 27, Suiza.

nas si se conserva en frío y en un recipiente herméticamente cerrado. Antes de utilizar la solución, déjese que vuelva a la temperatura ambiente.

Solución de patrón de isomalatión. Pesar con exactitud una muestra de 1,5 g aproximadamente del patrón de isomalatión e introducirla en un matraz graduado de 25 ml. Añadir 2,0 ml de solución de patrón interno y completar hasta 25 ml con cloroformo. La cantidad de isomalatión (en mg) contenida en la muestra se obtiene multiplicando el peso en gramos de esta última por su contenido de isomalatión (en mg/g).

5. Preparación y acondicionamiento de la columna de cromatografía

Pasar una corriente de nitrógeno seco por la columna para eliminar la humedad. Llenar la columna con una solución de 50 g/l de dimetildiclorosilano en tolueno y dejar reposar durante 5 minutos. Vaciar la columna, enjuagar con tolueno y enjuagar de nuevo varias veces con metanol hasta que el líquido de enjuagado dé reacción neutra con el papel de tornasol.

Fijar un embudo de 8 cm en el orificio de salida del tubo de vidrio plegado previamente. Mientras se golpea el tubo con una varita de madera, agregar poco a poco el material de relleno preparado, hasta que el extremo de salida del tubo quede lleno hasta 1,5 cm aproximadamente del orificio. Colocar entonces el embudo en el orificio de entrada de la columna. Insertar en el orificio de salida de la columna una pequeña torunda de fibra de vidrio tratada con silano y conectar una bomba de vacío de potencia moderada a dicho orificio. Continuar añadiendo lentamente el material de relleno, mientras se golpea con la varita de madera, hasta que el tubo quede lleno a unos 2 cm del orificio de entrada. Introducir una pequeña torunda de fibra de vidrio en el orificio de entrada, comprimiendo la torunda sólo lo necesario para mantener en su sitio el material de relleno.

La columna se acondicionará durante 15 horas por lo menos (durante la noche) a 250°C. Esta etapa se realizará sin estar conectado el orificio de salida de la columna al detector, pero con el gas portador fluyendo al ritmo recomendado.

Conectar el orificio de salida de la columna al detector y regular el aparato con arreglo a las condiciones que más abajo se describen. Dejar que el aparato se equilibre e inyectar después partes alícuotas de 3 µl de la solución de patrón de isomalatión hasta que se obtenga una respuesta constante del detector, esto es, hasta que por lo menos tres inyecciones consecutivas den relaciones de respuesta (véase la definición en la sección 9) que concuerden con menos del 2 % de discrepancia.

6. Condiciones para la cromatografía de gas-líquido

Se indican a continuación los parámetros típicos de funcionamiento de un cromatógrafo automático de gas-líquido.

Temperaturas

Horno	175°C ¹
Entrada de inyección	190°C
Detector de ionización de llama	280°C

¹ Cuando pasa una muestra por la columna, la temperatura del horno debe estar programada de modo que alcance los 240°C después de la aparición del tiodisuccinato de tetraetilo, con objeto de eliminar un componente secundario, el ditio-disuccinato de tetraetilo. Al cabo de varios minutos a 240°C, se puede volver el horno a la temperatura de 175°C para empezar la cromatografía de la muestra siguiente.

<i>Caudal de gases</i>	
Hidrógeno	30 ml/min
Aire	300 ml/min
Gas portador (helio o nitrógeno)	30 ml/min

7. Comprobación de la resolución

Es indispensable que la eficacia de la columna de cromatografía de gases sea suficiente para resolver parcialmente los diaestereoisómeros del tiodisuccinato de tetraetilo. Se estimará satisfactoria la resolución cuando la distancia entre el vértice de los picos del tiodisuccinato de tetraetilo y el surco que los separa sea por lo menos del 10 % de la altura de esos picos. La medición se hará en el cromatograma de la solución de patrón de isomalatión.

8. Preparación y análisis de la muestra

Pesar con exactitud una muestra de 1,5 g aproximadamente de malatión e introducirla en un frasco de tapón de rosca de 30 ml. Añadir 2,0 ml de solución de patrón interno y unos 25 ml de cloroformo. Agitar para disolver el malatión, dejar que las fases se separen y filtrar una parte de la solución que sobrenada, que servirá para el análisis por cromatografía de gases.

Inyectar dos partes alícuotas de 3 μ l de la solución de patrón de isomalatión. La relación de respuesta se obtiene dividiendo la superficie del pico de isomalatión por la superficie del pico del patrón interno. Las diferentes relaciones de respuesta deberán concordar con menos del 2 % de discrepancia. Si ése no es el caso, inyectar otras dos partes alícuotas de la solución. Si esas dos inyecciones no dan una relación de respuesta situada en los límites de precisión requeridos, ello indica que el aparato no funciona correctamente, y este problema hay que resolverlo antes de proseguir los análisis. Calcular el promedio de las relaciones de respuesta obtenidas con las dos muestras de solución de patrón de isomalatión.

Inyectar dos partes alícuotas (3 μ l cada una) de la solución de ensayo. Calcular las relaciones de respuesta. Los criterios de precisión indicados para la operación precedente son también aplicables en este caso. Calcular el promedio de las relaciones de respuesta de las dos muestras de la solución de ensayo.

9. Cálculo

Por cada inyección de muestra :

$$\text{Sea } R = \text{relación de respuesta} = \frac{\text{superficie del pico de isomalatión}}{\text{superficie del pico del patrón interno}}$$

Entonces el contenido de isomalatión (en g/100 g de muestra)

$$= \frac{R_2 \times P_1 \times 100}{R_1 \times P_2 \times 100}$$

donde : R_1 = promedio de la relación de respuesta de la solución de patrón de isomalatión

R_2 = promedio de la relación de respuesta de la solución de ensayo

P_1 = peso del isomalatión en la muestra (mg)

P_2 = peso de la muestra tomada (g).

**CAMBIOS RECOMENDADOS EN LOS METODOS INCLUIDOS
EN LAS ESPECIFICACIONES ¹**

1. Prueba visual de suspensibilidad de los polvos de DDT al 75 % para dispersiones acuosas (método WHO/M/2.R1)

El Comité fue informado de que al efectuar esta prueba resulta especialmente difícil evaluar el pequeño volumen (4 ml) de sedimento que se encuentra en el fondo de la probeta graduada. El Comité recomendó que en la descripción del método se incluyan instrucciones para calibrar el volumen de 4 ml. Considerando que podría ser útil extender esta prueba a la evaluación rápida de la suspensibilidad de otros polvos para dispersiones acuosas, el Comité hizo suya la recomendación formulada en la 19ª reunión del Comité de Expertos en Insecticidas, de que prosigan los trabajos para averiguar la idoneidad del método respecto de otros productos, ajustando para ello la concentración inicial y el volumen del sedimento.

2. Prueba para determinar la estabilidad de una emulsión (método WHO/M/13)

Las especificaciones relativas a soluciones concentradas para emulsiones requieren que las emulsiones para esta prueba se preparen diluyendo 5 ml de concentrado en agua hasta completar 100 ml. La repetibilidad y reproducibilidad de la prueba con esta dilución son satisfactorias. No obstante, en lo que respecta al volumen requerido, el Comité estimó que debía decirse claramente que la prueba no es adecuada para emulsiones de dilución superior a 5 ml/100 ml, porque los volúmenes de nata o de sedimento no pueden medirse con exactitud y la preparación de esas emulsiones diluidas no es reproducible.

3. Método revisado de Stepanow (cloro orgánico total) (método WHO/M/16)

Habiendo recomendado modificaciones en el procedimiento para determinar el cloro orgánico en las especificaciones relativas al DDT y

¹ *Especificaciones para plaguicidas utilizados en salud pública*, 4ª edición, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1974.

al metoxicloro, el Comité estimó que debían introducirse cambios análogos en el método WHO/M/16. Recomendó además que se suprimiese la determinación del cloro inorgánico en el análisis de los polvos de HCH para dispersiones acuosas, de los polvos de HCH para aplicación en seco y de las soluciones concentradas de HCH para emulsiones. Se recomendó también suprimir el factor *f*.

4. Agua patrón para las pruebas de suspensibilidad y emulsificabilidad

El Comité tomó nota de que en las pruebas sobre suspensibilidad de los polvos para dispersiones acuosas y sobre estabilidad de las emulsiones de concentrados para emulsiones se emplea tanto agua destilada como agua dura patrón (dureza de 342 mg/l calculada como carbonato cálcico). La inclusión de una prueba en agua destilada, decidida por el Comité de Expertos en Insecticidas en 1965, con el fin principal de vigilar la calidad de los agentes tensioactivos presentes en los polvos dispersados en agua de lluvia, ha sido criticada: se alega que el agua destilada no existe en la Naturaleza y que la prueba, en consecuencia, es demasiado severa. Teniendo en cuenta trabajos ulteriores con soluciones concentradas de temefós para emulsiones a 200 g/kg destinadas a la lucha contra los simúlidos, y en los que se utilizó una dilución de 10 : 1 del agua dura patrón para reproducir las condiciones naturales, el Comité recomendó que se sustituya en la especificación el agua destilada por agua blanda patrón diluyendo una parte de agua dura patrón en 9 partes de agua destilada.

5. Métodos que no son ya necesarios

El Comité recomendó que las especificaciones para rodenticidas sean publicadas por separado (véase la sección 1.5 del informe). Por ello, la prueba de toxicidad para rodenticidas (método WHO/M/14) no es ya necesaria y debe suprimirse. También recomendó que se utilice para la determinación del malatión la cromatografía de gas-líquido, en lugar del método colorimétrico. Por lo tanto, la preparación de la sal potásica del ácido 0,0-dimetilditiofosfórico (método WHO/M/20) no es ya necesaria y debe suprimirse. El Comité recomendó que se suprima también el método del cloro hidrolizable para la determinación del contenido de HCH (método WHO/M/17), porque ahora no se recomienda ya como otro método factible para el análisis del HCH y de sus formulaciones.