

*English Translation in
Bull. WHO 18(5-6): 965-74, 1958-*

PRUEBAS DE CAMPO DE DIVERSOS MOLUSCOCIDAS (EN ESPECIAL DEL PENTACLOROFENATO SODICO) PARA EL CONTROL DE LOS HUESPEDES ACUATICOS INTERMEDIARIOS DE LA BILHARZIASIS HUMANA*†

WILLARD H. WRIGHT, CHARLES G. DOBROVOLNY, ELMER G. BERRY

Laboratorio de Enfermedades Tropicales, Instituto Nacional de Alergias y Enfermedades Infecciosas, Institutos Nacionales de Higiene, Servicio de Salud Pública de Estados Unidos, Secretaría de Salud Pública, Educación y Bienestar, Bethesda, Md.

Tras haber hecho en Puerto Rico, en la República Dominicana y en Africa Occidental pruebas de campo con pentaclorofenato sódico y otros presuntos moluscocidas, se han llevado a cabo operaciones más amplias, para la evaluación de estos productos en el Brasil (1-3). Además, se organizó posteriormente en Egipto un proyecto piloto de control. La mayoría de las pruebas de campo del Brasil se llevaron a cabo en el Estado de Pernambuco, pero los productos químicos se ensayaron también en ciertos lugares de los Estados de Bahía y Minas Gerais. Las condiciones sumamente variables en que se efectuaron estas pruebas, entre ellas las diferencias de terreno, clases de aguas estancadas y corrientes, ciclos de precipitación pluvial, vegetación, huéspedes intermediarios, métodos de aplicación, etc., proporcionaron oportunidades excepcionales para averiguar el valor relativo de los productos químicos en cuestión. Se ensayaron en el campo un total de 38 productos químicos, entre los cuales el pentaclorofenato sódico (NaPCP) resultó ser el más

efectivo de modo general, teniendo en cuenta su costo y la facilidad de su obtención.

MÉTODOS DE APLICACION DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS EN EL BRASIL

Se utilizaron varios métodos de aplicar productos químicos en circunstancias distintas, a saber: la aplicación en forma de polvo, gránulos, briquetas o bolas colocadas directamente en el agua; el empleo de soluciones en acetona o alcohol, o de suspensiones en agua mediante agentes humectantes; la aplicación de compuestos pulverizados mezclados con material inerte, utilizando para ello un espolvoreador mecánico; la dispersión, a mano, de serrín impregnado de una solución o suspensión del producto químico; la aplicación del producto mediante bombas de rociamiento a motor, y la aplicación constante durante períodos determinados mediante el denominado método de goteo. Aunque ciertas situaciones especiales pueden requerir métodos extraordinarios, estos experimentos enseñaron que, en general, la aplicación del producto químico en forma de briquetas o bolas daba el mejor resultado en aguas corrientes. Se observó que el empleo de polvos no resulta particularmente ventajoso, aunque podía ser conveniente en zonas pantanosas difíciles de tratar por otros medios. El NaPCP es un pronunciado irritante del aparato respiratorio y su aplicación en forma de polvo fue sumamente molesta para los operarios. Fue necesario utilizar soluciones de alcohol o acetona, o agentes humectantes para suspender los productos químicos en el agua en el caso de ciertos compuestos que eran insolubles

* Los estudios examinados en el presente artículo fueron efectuados por varios miembros del personal del Laboratorio de Enfermedades Tropicales y otros colaboradores procedentes de organismos que prestaron su cooperación. En el Brasil figuraron entre éstos, la Oficina Sanitaria Panamericana, el Servicio Nacional de Malaria del Departamento de Salud Pública y su Instituto Aggeu Magalhães. El proyecto de Egipto fue apoyado por el Ministerio de Salud Pública, el Comité Mixto Egipcio-Americano de Salud Pública y la Administración de Cooperación Internacional de la Secretaría de Estado de los Estados Unidos.

† Publicado en inglés en el *Bulletin of the World Health Organization*, Vol. 18, No. 5-6, 1958.

o de baja solubilidad en el agua. El empleo de serrín impregnado de una solución del producto químico no resultó particularmente ventajoso. El método de goteo constante resultó ser conveniente en ciertas circunstancias, como en el caso de Venezuela.¹ Se hizo considerable uso de las bombas de rociamiento para la aplicación de productos químicos en terrenos secos donde habían quedado aislados los caracoles al retirarse las aguas durante la estación seca y también en las orillas de corrientes de agua que se habían tratado por otros métodos.

no se habían observado en ningún área en que se habían efectuado anteriormente pruebas de campo. La Fig. 1 ofrece los datos sobre los resultados del NaPCP en distintos tipos de corrientes de agua e indica también que se logró un mejor control de los caracoles huéspedes en aquellas corrientes y sus orillas que estaban libres de desechos y brozas, ya que de esta manera proporcionaban una protección mínima al escondrijo de los caracoles.

FENOMENOS DE INTERFERENCIA

Existen indudablemente muchos factores que afectan la eficacia de los moluscocidas y algunos de ellos están todavía por evaluar. Por ejemplo, Dobrovolny y Haskins (7) observaron que, en condiciones de laboratorio, el lodo y la luz del sol pueden ser factores importantes para reducir la eficacia de los moluscocidas. En el Brasil hubo indicios de que la eficacia del NaPCP fue reducida en ciertas ocasiones por el lodo, particularmente en aguas de corriente lenta, con profundo lecho de lodo. Sin embargo, esta pérdida de eficacia no se experimentó en Egipto, quizás por la diferente constitución química del suelo o por otros factores. Y, no obstante, en Egipto podía esperarse cierta disipación de la actividad moluscocida a causa de la gran cantidad de cieno que lleva el Nilo, especialmente durante las crecidas del río. De todos modos, no hubo indicios de que estas circunstancias influyeran en la eficacia de dicho producto.

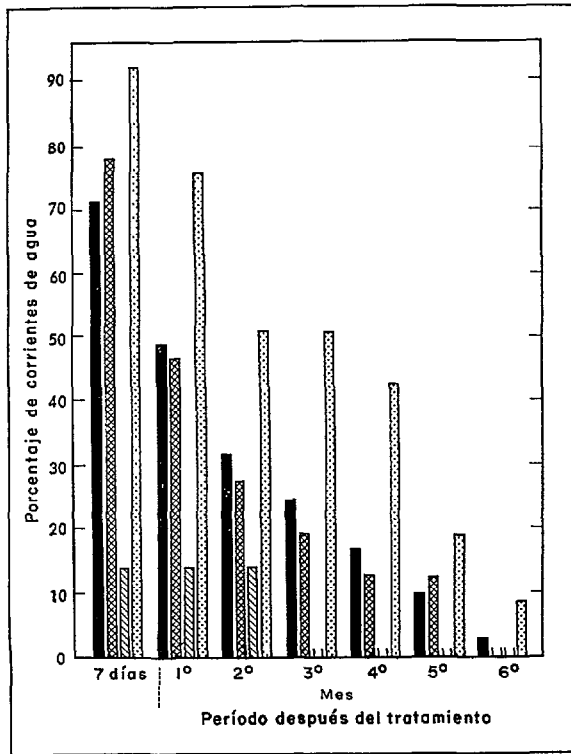
Hoffman y Zakhary (8) comunicaron la influencia de la temperatura del agua en la eficacia del moluscocida con respecto al sulfato de cobre; Kuntz (9) insistió que la misma influencia opera sobre otros moluscocidas. Sin embargo, en el Brasil, no fueron la regla notables variaciones de temperatura en las zonas en que se efectuaron las pruebas, y la eficacia de los productos químicos no resultó afectada por este factor. En Egipto se cierra el canal durante los meses de invierno: por consiguiente, es evidente que las

ECOLOGIA DEL CARACOL EN RELACION CON EL CONTROL MEDIANTE PRODUCTOS QUIMICOS

Es evidente que los resultados anómalos obtenidos con el NaPCP en las primeras pruebas efectuadas en Pernambuco, requerían un estudio especial de la ecología del *Australorbis glabratus* y del *Tropicorbis centimetralis*, moluscos huéspedes intermedios del *Schistosoma mansoni*. En esta zona, hay un marcado contraste entre las estaciones seca y lluviosa a consecuencia del cual muchos de los *habitats* del caracol huésped contienen agua durante un período de cinco a siete meses, y se ven privados de ella durante el resto del año. Olivier y Barbosa (4, 5) mostraron que estos caracoles vectores pueden sobrevivir la estación seca, protegidos por la vegetación y las brozas a ras de tierra, y tornan a multiplicarse en charcas y arroyos cuando vuelven las lluvias. Esta circunstancia explica fácilmente que no se haya logrado un adecuado control de los caracoles. A este respecto, Barbosa y Coelho (6) han hecho observar que los caracoles infectados pueden sobrevivir con sus infecciones intactas después de la estación seca. La capacidad de los caracoles de soportar la sequía les permite también salir del agua y permanecer viables en las orillas cubiertas de vegetación o brozas, para volver luego al agua. Estos obstáculos para el control de los caracoles,

¹ Jove, J. A.; documento de trabajo no publicado WHO/Insecticides/45.

FIG. 1.—Influencia de los desechos y brozas de las corrientes de agua en la eficacia moluscocida del pentaclorofenato sódico (porcentaje de corrientes libres de caracoles en ocasiones diversas después de la aplicación).



- TODAS LAS CORRIENTES DE AGUA
- ▨ CORRIENTES (AREAS) EN FINCAS IRRIGADAS CON CAMIONES
- ▧ CORRIENTES RELATIVAMENTE LIBRES DE DESECHOS Y BROZAS
- ▩ CORRIENTES Y SUS ORILLAS LLENAS DE DESECHOS DE CAÑA DE AZUCAR Y BROZAS

temperaturas tuvieron poca influencia en la eficacia del NaPCP aplicado en la primavera, en el verno y en el otoño.

TASAS DE DOSIFICACION, CONCENTRACION Y RESULTADOS DE LA APLICACION DEL NaPCP A VARIAS CORRIENTES DEL BRASIL

Durante las pruebas preliminares de campo en Brasil, se utilizó gran número de corrientes de agua para los experimentos. Estas corrientes variaron considerablemente en lo que respecta a volumen, longitud, caudal, turbulencia, contenido de vegetación y abundancia o falta de charcas o aguas estancadas a lo largo de su curso. Como era de esperar, los resultados del

NaPCP variaron considerablemente en cada caso.

Las tasas de dosificación de un moluscocida se pueden juzgar con más precisión después de haber hecho experimentos con él. El complejo representado por el cociente tasas de dosificación/factor tiempo rige el cociente concentración/distancia y, por consiguiente, la eficacia del producto ensayado. En los trabajos experimentales hechos en el Brasil se emplearon distintas tasas de dosificación. En general, los mejores resultados se obtuvieron con la tasa de dosificación que proporciona una concentración comprendida entre 10 p.p.m. y 20 p.p.m. durante 8 horas o más, bien sea por el método de goteo o por la aplicación de briquetas. Las tasas de dosificación calcu-

ladas para proporcionar concentraciones de 20 p.p.m. durante un período de 4 a 8 horas resultaron también convenientes en ciertas circunstancias. En todas las aplicaciones se observó, como era de esperar, alguna pérdida de moluscocida, como indicaron las lecturas de concentración reducida efectuadas por el método de Haskins (10). En el Brasil se encontró un descenso medio del 80 % de la concentración a distintas distancias de la corriente descendiente en aguas cuya velocidad oscilaba entre 0,23 m. y 0,75 m. por segundo, un descenso del 50 % en aguas de una velocidad de 1,20 m. a 1,80 m. por segundo, y un descenso de 20 % en aguas de una velocidad de 2,25 m. o más por segundo. La clase de suelo del cauce de la corriente, la cantidad de vegetación y otros factores influyeron también en la rapidez de la disipación del producto químico. Fue preciso mantener una frecuente vigilancia de la concentración química corriente abajo desde el punto de aplicación, con el fin de conservar la eficacia de la operación. En el nordeste del Brasil se observó que se necesitaban dosis adicionales, por lo común en cada 1.000 pies (300 m.) más abajo del punto de aplicación, si se quería mantener el efecto residual suficiente en el curso bajo de la corriente. Este procedimiento podía aplicarse en los casos en que la tasa de dosificación inicial fue de 10 p.p.m. o más, durante ocho horas, pero no se pudo emplear como fórmula práctica porque las circunstancias de las diversas corrientes variaban considerablemente. El empleo de esta fórmula en Egipto, por ejemplo, habría dado lugar a un cálculo excesivamente elevado de la cantidad de producto químico requerido para destruir los caracoles en los canales de irrigación y desagües de la zona de operaciones.

En el Brasil no se logró erradicar, con una sola aplicación de NaPCP, toda la población de caracoles de cada corriente de agua, pero se obtuvo la completa erradicación durante períodos de hasta 12 meses en algunas en que el producto químico se aplicó de la manera más eficaz.

En el 75 % de las corrientes en que la concentración y dispersión del producto químico fueron suficientes, no se encontraron caracoles vivos durante un período de 2 meses después del tratamiento. Asimismo, durante un período de 4 meses después del tratamiento se observó que en aproximadamente el 40 % de las corrientes examinadas, el número de caracoles había descendido en un 90 % ó más. Se logró controlar la población de caracoles en corrientes donde se procedió a nuevas aplicaciones del moluscocida a intervalos determinados durante períodos de hasta un año. Hay que señalar que la mayoría de las pruebas de campo efectuadas en el Brasil tenían por objeto dar solución a problemas tales como el de la dosificación requerida, el tiempo de exposición, residuos retenidos a diversas distancias del punto de aplicación, los métodos más factibles de aplicación y el efecto de los factores físicos de la corriente sobre la eficacia del moluscocida, a fin de obtener datos suficientes utilizables en amplios programas de control. En tales circunstancias, los experimentos no siempre se hicieron con la idea de obtener un control completo de los caracoles en el agua sometida a tratamiento.

TENTATIVAS DE CONTROLAR LOS CARACOLES EN TERRENOS SECOS

La capacidad del molusco acuático, huésped intermediario, de retener su viabilidad fuera del agua durante la estación seca en el nordeste del Brasil, capacidad que fue determinada por Olivier y Barbosa (1955a, 1955b), es un importante factor que complica el control de los caracoles, y dio lugar a una serie de experimentos para determinar si en tales circunstancias se puede lograr el exterminio de los caracoles. En estos experimentos se empleó NaPCP, sulfato de cobre y dinitro-*o*-ciclohexilfenol, solos o en ciertas combinaciones.

Todos los tratamientos en dosis menores de 100 g. por m.² resultaron ineficaces aun aplicando las soluciones con bombas a

motor. A una tasa de 100 g. por m.², sólo el NaPCP resultó ser eficaz contra los *Tropicorbis centimetralis*, que en su letargo estival permanecían ocultos en suelos secos debajo de una espesa capa de hierba.

Después de las primeras lluvias, todos los compuestos ensayados sobre el terreno resultaron más eficaces contra los caracoles ocultos en esos suelos. El NaPCP y el dinitro-o-ciclohexilfenol, aplicados a pequeñas dosis de hasta 25 g. por m.², un día después de las primeras lluvias fuertes, resultaron 100 % efectivos contra los *Australorbis glabratus* y los *T. centimetralis* albergados debajo de la hierba y en suelos húmedos. En condiciones comparables, se encontraron caracoles vivos después del tratamiento con sulfato de cobre en dosis tan elevadas como 100 g. por m.². Una semana después de fuertes lluvias el NaPCP en dosis tan reducidas como 2 g. por m.², había destruido visiblemente todos los caracoles en los lotes de terreno húmedo en que se efectuaron las pruebas. Con estos experimentos se llegó a la conclusión de que no sería práctico atacar los caracoles que se habían quedado en terreno seco al retirarse las aguas en la estación seca, si bien se podrían destruir con relativa facilidad inmediatamente después de las primeras lluvias fuertes.

CONTROL DE LOS CARACOLES EN AGUAS ESTANCADAS

De los 38 compuestos que se enviaron al campo después de la selección en el laboratorio, 23 resultaron totalmente eficaces para destruir a los caracoles en aguas estancadas. A los efectos de determinar el

valor relativo de los tres compuestos que más se utilizaron, a saber, el sulfato de cobre, el dinitro-o-ciclohexilfenol (sal de dicitlohexilamina) y pentaclorofenato sódico, se efectuaron con estos compuestos experimentos comparables en aguas estancadas. En estos experimentos se observó que 2 p.p.m. de NaPCP destruían a todos los caracoles, mientras que no se consiguió otro tanto con 20 p.p.m. de sulfato de cobre y 15 p.p.m. de sal de dicitlohexilamina.

COSTO DE LAS OPERACIONES MOLUSCOCIDAS

Con el fin de determinar el costo neto de la aplicación de ciertos moluscocidas durante los experimentos de campo del Brasil, se tomó nota de los gastos hechos. El costo total incluía los gastos de mano de obra, medición y mapas de la zona, encuestas sobre los caracoles, transporte y moluscocidas. En el cuadro No. 1 se presenta un análisis de los datos recogidos y se muestra que el NaPCP puede aplicarse a un costo menor que el del sulfato de cobre (CuSO₄) o una mezcla de NaPCP y sulfato de cobre. Naturalmente, las cifras varían según los países o zonas.

EXPERIMENTOS EN EGIPTO

A petición de la Administración de Cooperación Internacional, E.U.A., el Laboratorio de Enfermedades Tropicales supervisó y facilitó los planes y cierto personal para un proyecto piloto de control en Egipto, en el que se utilizó exclusivamente pentaclorofenato sódico. Se eligió la zona de Warraq El-Arab, situada a 10 Km. al noroeste de El Cairo, que abarca una extensión aproximada de 25 Km.², con una población de unos

CUADRO No. 1.—Tasas de aplicación y costos por metro cuadrado de los compuestos moluscocidas aplicados en Pernambuco, Brasil.

	NaPCP		CuSO ₄		Mezcla de NaPCP y CuSO ₄			
	Gramos por m. ²	Costo \$ EUA	Gramos por m. ²	Costo \$ EUA	Gramos por m. ²	Costo \$ EUA	Gramos por m. ²	Costo \$ EUA
Dosis mínima eficaz.....	1	0,0006	10	0,0026	3	0,0011+	10	0,260
Dosis máxima requerida.....	7		25		9	—	20	—
Dosis media.....	2,9	0,0018	18	0,0047	6	0,0022	11	0,0254

50.000 habitantes. Antes de proceder a la primera aplicación del moluscocida se levantó un detallado mapa de la zona, se efectuaron las debidas encuestas sobre los caracoles y se obtuvo un índice de la infección de bilharziasis correspondiente a los escolares comprendidos en la edad de 6 años a 10 cumplidos.

Se proyectaron tres aplicaciones de NaPCP durante el primer año. La primera de ellas se efectuó el 20 de octubre de 1954. En total, se necesitaron 6.500 libras (2,9 toneladas métricas) del producto químico para proporcionar un residuo de 10 p.p.m. en la toma principal de aguas, o sea el canal de Sawahil, que tiene una longitud de 22 Km. Se necesitaron otras 5.500 libras (2,5 toneladas métricas) para tratar los 160 Km. restantes de los canales secundarios y terciarios y los desagües. Se hicieron aplicaciones en seis puntos distintos. Se eliminó la densa vegetación (principalmente *Eichhornia crassipes* y *Panicum repens*) por medio de un recogedor accionado desde un tractor. Ciertos lugares de agua estancada fueron rociados con una solución de este producto, por medio de una manguera de incendios, capaz de producir una concentración de 10 p.p.m.

Se logró una estrecha vigilancia de la dosificación mediante la lectura frecuente de la concentración de NaPCP en el punto de aplicación y después a 1 Km. aguas abajo. En sucesivas aplicaciones de este moluscocida se encontró que la concentración de 10 p.p.m. de NaPCP se mantenía a distancias asombrosas, que, en efecto, llegaron hasta 22 Km., o sea toda la longitud del canal de Sawahil. Seis semanas después de la aplicación del producto químico, se encontró todavía un residuo de 10 p.p.m. en los desagües de irrigación. Por consiguiente, parece ser que, en las sucesivas operaciones en el sistema de riegos de Egipto, no haría falta aplicar moluscocidas a intervalos tan frecuentes.

Desde el 20 de octubre de 1954, en que se aplicó por primera vez este producto, al 26 de diciembre del mismo año, fecha de la

clausura de invierno de los canales, no se encontró ningún caracol vivo en toda la zona. La vigilancia de los caracoles estuvo a cargo de un grupo de cuatro individuos debidamente adiestrados, que dedicaron todo el tiempo a la búsqueda de esos moluscos en la zona, examinando las trampas de hojas de palma colocadas en los canales y desagües y empleando con frecuencia redes de inmersión.

El 4 de febrero de 1955 se abrieron de nuevo los canales. El día 9 del mismo mes se recogieron cuatro especímenes de *Bulinus truncatus* en las trampas de hoja de palma tendidas en la parte alta del canal de Sawahil. En otras observaciones durante el mes de febrero se encontraron 165 caracoles en la mitad superior de dicho canal; sin embargo no se encontró ninguno en los últimos 8 Km. donde anteriormente se había observado la mayor densidad de estos moluscos. La nueva población de caracoles procedía sin duda del canal de Zumor, que abastece al canal de Sawahil.

A los efectos de evitar la reinfestación de los canales secundarios y terciarios, así como de los desagües, se procedió a una segunda aplicación de 5.500 lb. (2,5 toneladas métricas) de este producto químico el 17 y 18 de marzo de 1955. Entre esta última fecha y el 15 de septiembre del mismo año se encontró pequeña cantidad de caracoles en 13 lugares distintos de la zona de Warraq El-Arab, en que se llevó a cabo el proyecto. Estos lugares fueron sometidos a nuevo tratamiento mediante la aplicación de pequeñas cantidades de NaPCP que, en total, pesaban 1.540 lb. (0,7 toneladas métricas). El 15 de septiembre de 1955 se observó que la crecida anual del Nilo había claramente arrastrado hacia el canal de Sawahil la vegetación acuática que contenía huevos de *B. truncatus*. A continuación de esta observación, se recogieron 230 especímenes, todos los cuales, con excepción de uno, eran jóvenes. Se volvió a someter a tratamiento el sistema del canal de Sawahil el 6 de octubre de 1955, empleando un total de 8.666 lb. (3,93 tone-

ladas métricas) de NaPCP, que se aplicaron en cinco puntos del canal. Después de este tratamiento no se encontraron caracoles en la zona hasta la reapertura de los canales en febrero de 1956. En los últimos días de este mes se encontraron cuatro caracoles en el canal de Sawahil en el punto donde penetra en la zona de experimentación. A continuación, durante los meses de marzo y abril del mismo año, prosiguió la invasión, habiéndose encontrado un total de 44 caracoles, uno de ellos a una distancia de 17 Km. a lo largo del canal. Estos hallazgos indicaron la necesidad de un tratamiento adicional del sistema de riego, tratamiento que se está llevando a cabo en el momento de redactar el presente trabajo.

El 1° de julio de 1956, el Ministerio de Salud Pública de Egipto se hizo cargo del proyecto, que se tiene el propósito de que continúe hasta transcurridos 5 años, a fin de evaluar el efecto de un solo método de control, es decir el uso de moluscocidas, sobre la prevalencia de la infección en la población de la zona. Durante este período se seguirá haciendo el examen anual de los escolares.

El estudio de la prevalencia seguirá basándose en el examen de una sola muestra de heces y orina de cada niño. Se admite que este método de encuesta, antes que exacto, puede producir grandes errores de tal modo que la verdadera cifra de prevalencia puede ser de un 20 a un 30 % mayor que la indicada por una encuesta basada en un solo examen. Sin embargo, se considera que los resultados reflejarán el éxito o el fracaso del método de aplicación de los moluscocidas. Durante el período de cinco años, no se utilizará otro método de control ni se administrará ningún tratamiento, a menos que éste sea indispensable para individuos gravemente infectados.

La primera encuesta sobre la prevalencia de la bilharziasis se efectuó en la zona de Warraq El-Arab durante el invierno de 1953, o sea 9 meses antes de la primera aplicación de NaPCP. La encuesta de 1954

CUADRO No. 2.—Prevalencia de *S. haematobium* y *S. mansoni* en los escolares de la zona de Warraq El-Arab antes, durante y después de la primera aplicación de pentaclorofenato sódico.*

Año	<i>Schistosoma haematobium</i>			<i>Schistosoma mansoni</i>		
	Número de niños examinados	Número de positivos	Porcentaje de positivos	Número de niños examinados	Número de positivos	Porcentaje de positivos
1953	1.447	582	40,22	1.437	72	5,01
1954	2.582	989	38,30	2.496	110	4,41
1955	2.746	884	32,19	2.657	79	2,97

* Datos basados en un solo examen de heces y de orina.

se llevó a cabo a continuación de la primera aplicación del producto en octubre del mismo año. La mayor parte de las infecciones de bilharziasis se adquieren sin duda durante los meses de verano; por consiguiente, no se esperaba una importante disminución de las tasas de la enfermedad. La encuesta de 1955 se efectuó en octubre y noviembre de ese año. El cuadro No. 2 presenta los datos de tres encuestas e indica que hubo un importante descenso de la prevalencia del *Schistosoma haematobium* y del *Schistosoma mansoni*.

TRATAMIENTO DEL SISTEMA DEL CANAL DE ZUMOR

A principios de la primavera de 1955, el gobierno egipcio solicitó la extensión del proyecto al sistema contiguo del canal de Zumor, que abarca más de 1.800 Km. de canales y desagües. Igualmente quedaba incluida una superficie de 38 Km.² en el Subra Mant, región paralela al sistema del canal de Zumor. El objeto de este experimento era distinto del perseguido con el proyecto de Warraq El-Arab, pues se esperaba determinar mediante él hasta qué punto un solo tratamiento de un gran canal principal controlaría los caracoles de toda la zona de riego. El canal de Zumor recibe las aguas del canal de Giza. Con este objeto, se introdujo un total de 21.588 libras (9,79 toneladas métricas) de NaPCP en este canal de Giza en Abu-Roba, 14,5

Km. al sur de la toma del canal de Zumor; se aplicó esta cantidad con el fin de mantener una concentración de 10 p.p.m. durante 8 horas. Se colocó una cantidad suficiente de bolsas de 100 lb. de NaPCP en cestas de alambre y se suspendieron de un puente en un lugar en que el canal de Giza tiene una anchura de 85 pies (26 m.) con un promedio de profundidad de 8,5 pies (2,6 m.) y un caudal de 1,66 pies por segundo.

A las diez horas de haberse aplicado el tratamiento, una concentración de 10 p.p.m. había llegado a los canales secundarios a 14,5 Km. de Abu-Roba. Diecisiete horas más tarde, la concentración observada a 30 Km. del punto de aplicación era todavía de 10 p.p.m. Se había logrado la total erradicación de los caracoles en todos los lugares de la zona, con la excepción de canales secundarios y terciarios aislados, donde la dosis había sido incompleta porque los campesinos habían levantado algunas presas temporales o por causa de otros factores, tales como el hecho de que la dirección o velocidad de la corriente impidió la recepción del producto químico en una concentración suficiente. Así, pues, a causa de la naturaleza del terreno o de otros factores, no bastó en esa ocasión, una sola aplicación al canal principal para erradicar los caracoles de una zona que comprendía 1.800 Km. de canales y desagües.

COMPARACION DE GASTOS EN LAS CONDICIONES DE EGIPTO

El Ministerio de Salud Pública de Egipto sólo aplica sulfato de cobre en lugares en que el caracol huésped suelta realmente cercarias; por consiguiente, los objetivos, así como el método de aplicar el pentaclorofenato sódico, fueron distintos, y las comparaciones resultan difíciles. Sin embargo, si sólo se hubiese aplicado CuSO_4 en los sectores de los canales y desagües de la zona de Warraq El-Arab en que se encontraron caracoles infectados, se habrían empleado 11,8 toneladas métricas (13 toneladas americanas) de moluscocida. En un período de seis semanas se habría aplicado un segundo

tratamiento empleando la misma cantidad de producto químico, a los efectos de atacar los caracoles recién salidos de los huevos. Antes de aplicar este compuesto, habría sido necesario eliminar la densa vegetación, con lo cual habría que añadir £ E 192 (\$552,96) al costo total. Toda la zona se trató con NaPCP, empleando únicamente 5,4 toneladas métricas (6 toneladas americanas) de este moluscocida. Dado que se requiere aproximadamente la misma cantidad de mano de obra para tratar la zona con cualquiera de los dos productos químicos, se puede establecer una comparación del costo de ambos compuestos en los siguientes términos:

Sulfato de Cobre

26 toneladas americanas a razón de £E93 por tonelada (\$267,84)	£E2.418	(\$6.963,84)
Costo del desbroce anterior al tratamiento	£E 192	(\$ 552,96)
Total	£E2.610	(\$7.516,80)

Pentaclorofenato sódico

6 toneladas americanas a razón de £E240 por tonelada (\$691,20)	£E1.440	(\$4.147,20)
---	---------	--------------

CONCLUSIONES

La gran experiencia obtenida con el pentaclorofenato sódico en circunstancias diferentes demuestra que los factores del medio tienen mucha importancia en el control de la bilharziasis mediante el empleo de moluscocidas, y que no se puede recomendar ninguna fórmula que sea de aplicación general. Para obtener los mejores resultados es preciso realizar un minucioso estudio preliminar de los hábitos de los moluscos huéspedes intermediarios, del terreno, de la naturaleza de las corrientes de agua, del tipo de vegetación, clases de suelo, etc. Sólo después de un estudio de esta naturaleza se podrán elegir los métodos

adecuados de aplicación del producto químico y las tasas de dosificación requeridas.

En el caso más favorable es evidente que el empleo de moluscocidas constituye sólo una de las diversas armas para atacar a la bilharziasis. Parece ser que, en muchas zonas, para poder vencer a la enfermedad, habrá que recurrir a todos los métodos de control disponibles.

AGRADECIMIENTO

En relación con la labor efectuada en el Brasil, expresamos nuestro agradecimiento al Dr. Fred L. Soper, Director de la Oficina Sanitaria Panamericana, y a los miembros de su personal, especialmente al Dr. Kenneth O. Courtney, Representante de la Zona V, Río de Janeiro, y a los doctores Mario Pinotti y Manoel Ferreira, Directores del Servicio Nacional de Malaria, que estimularon constante-

mente la labor. La base del programa estuvo en el Instituto Aggeu Magalhães, a cuyo Director, Dr. Frederico Simões Barbosa, y personal a sus órdenes expresamos el mayor reconocimiento por su cordial cooperación. En cuanto a Egipto, damos nuestras expresivas gracias al Dr. Nur El Din Tarraf, Ministro de Salud Pública, por su interés y por el apoyo prestado; al Dr. A. Halawani, Director del Departamento de Enfermedades Endémicas, por su cooperación, y a los doctores Salah El-Din Attia y Anthony Donovan, del Comité Mixto Egipcio-Americano de Salud Pública, por la yuda que prestaron en la planificación y en las operaciones. Por último, queremos hacer constar que la labor no se habría podido llevar a cabo sin la experta ayuda técnica y la supervisión del Sr. Clinton S. Smith, de los ingerieros egipcios Sres. Tewfik Said Nasr y Abdel M. el Hameed Hammadi, y del Sr. Tonsy Sharawy, que estuvo a cargo de la encuesta sobre la prevalencia de la enfermedad entre los escolares.

REFERENCIAS

- (1) Wright, W. H., y Dobrovolny, C. G.: *Pub. Health Rep. (Wash.)*, 68:1156, 1953.
- (2) Dobrovolny, C. G., y Barbosa, F. S.: *Pub. Avulsas Inst. Aggeu Magalhães*, 2:121, 1953.
- (3) Dobrovolny, C. G., y Dobbin, J. E., Jr.: *Rev. Bras. Malar.*, 1:19, 1955.
- (4) Olivier, L., y Barbosa, F. S.: *Pub. Avulsas Inst. Aggeu Magalhães*, 4:79, 1955.
- (5) Olivier, L., y Barbosa, F. S.: *Pub. Avulsas Inst. Aggeu Magalhães*, 4:105, 1955.
- (6) Barbosa, F. S., y Coelho, M. V.: *Pub. Avulsas Inst. Aggeu Magalhães*, 4:51, 1955.
- (7) Dobrovolny, C. G., y Haskins, W. T.: *Science*, 117:501, 1953.
- (8) Hoffman, D. O., y Zakhary, R.: *Science*, 114:521, 1951.
- (9) Kunts, R. E.: *Lebanese Med. Jour.*, 46, 1952.
- (10) Hasking, W. T.: *Pub. Health Rep. (Wash.)*, 66:1047, 1951.

FIELD TRIALS OF VARIOUS MOLLUSCICIDES (CHIEFLY SODIUM PENTACHLOROPHENATE) FOR THE CONTROL OF AQUATIC INTERMEDIATE HOSTS OF HUMAN BILHARZIASIS (*Summary*)

Field trials for the destruction of molluscan intermediate hosts of bilharziasis through the use of molluscicides have been conducted in Brazil and in Egypt. The authors, reporting on the results in this article, indicate that of the 38 products used in these trials, sodium pentachlorophenate proved to have the greatest overall effectiveness in relation to cost and availability.

In certain regions of Brazil where the operations were carried out, the application of this chemical in the form of briquettes and balls

gave the best results in running water, save in certain particular cases. Spray pumps were used to spread the molluscicide on ground uncovered by recession of waters during the dry season. The best results were obtained in the small streams whose banks were free of waste and rubbish that harbor the snails. There is some indication that the efficacy of the molluscicides is reduced by mud, particularly in slow-flowing streams with a deep mud bottom. The dosages to be used vary depending upon the constitution of the soil, which has a bearing on the percentage

of loss in the activity of the substance. Doses that ensure a concentration of 10-20 p.p.m. for a minimum of 8 hours are considered satisfactory. On the average, to maintain that concentration it was necessary to apply an additional dose at each 300-meter mark below the point of last application. In 75 per cent of the streams in which the concentration and dispersion of the chemical were adequate, no living snails were found for a period of 2 months after treatment. For a 4-month period following treatment, a snail reduction of 90 per cent was observed in 40 per cent of the streams under survey. The capacity of aquatic molluscan intermediate hosts to retain their viability out of water during the dry season in northeastern Brazil led to a series of new field trials. All treatments applied to dry ground at rates lower than 100 g/m.² by means of power sprays were ineffective, a fact that makes this operation impracticable. On the other hand, the molluscicides proved to be effective after heavy rainfalls. A pentachlorophenate concentration of 2 g/m.² applied after the first heavy rainfall was sufficient to destroy the molluscs, even those hidden under vegetation.

In Egypt, one of the most interesting field trials was the disinfestation of the Zumor Canal, which receives its waters from the Giza Canal. It was hoped that massive treatment of a large canal would destroy the molluscs throughout the area served by the canal and its drains. A

total of approximately 10,000 kgs. of pentachlorophenate was used. Ten hours after the treatment was applied, a concentration of 10 p.p.m. was observed 14.5 kms. from the point of application, and 17 hours later that concentration was again observed at 30 kms. Total snail eradication was secured in all parts of the area, with the exception of isolated secondary and tertiary canals, where that concentration could not be maintained, either because of the velocity of flow or because of temporary dams thrown up by farmers. Thus, owing to these factors, a single application to the primary canal was not, in this instance, sufficient to ensure complete disinfestation over an area involving 1,800 kms. of canals and drains.

Environmental factors are of extreme importance in the employment of molluscicides in bilharziasis control, and no one formula can be recommended for universal use. For the best results, there should be a careful preliminary study of the habits of the molluscan intermediate hosts, the terrain, the nature of the water courses, types of vegetation, etc. Suitable methods of applying the chemical can be selected only after such a study. Under the best of conditions, the employment of molluscicides is only one of the several weapons for attacking bilharziasis. It seems probable that in many areas it will be necessary to utilize all available control methods if the disease is to be conquered.