

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.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

SERIE DE INFORMES TECNICOS

Nº 120

**GRUPO DE ESTUDIO
SOBRE ECOLOGIA DE LOS MOLUSCOS
HUESPEDES INTERMEDIARIOS
DE LA BILHARZIASIS**

Informe

	Página
1. Distribución de los moluscos huéspedes intermediarios en función de la hidrogeología	4
2. Factores que intervienen en el habitat y condiciones de la proliferación	5
3. Factores estacionales y climáticos que influyen en el ciclo biológico	25
4. Estado actual de los conocimientos ecológicos y su aplicación a la lucha contra la bilharziasis	28
5. Métodos cuantitativos para medir la densidad de las poblaciones de moluscos durante las encuestas y evaluar los resultados de los métodos de lucha	37
6. Sugestiones sobre nuevos estudios ecológicos y fisiológicos de interés para la lucha contra los moluscos	39

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

PALAIS DES NATIONS

GINEBRA

1957

**GRUPO DE ESTUDIO SOBRE ECOLOGIA DE LOS MOLUSCOS
HUESPEDES INTERMEDIARIOS DE LA BILHARZIASIS**

París, 3-9 de octubre de 1956

Miembros

- Dr. William Alves, Director, Malaria and Bilharzia Laboratory, Salisbury, Rhodesia del Sur (*Vicepresidente*)
- Dr. F. S. Barbosa, Jefe, Instituto Ageu Magalhães, Departamento Nacional de Endemias Rurais, Recife, Brasil
- Dr. R. Deschiens, Professeur et Chef de Service, Institut Pasteur, París, Francia
- Dr. Harold W. Harry, Malacologist, Walter Reed Army Institute of Research, Washington, D.C., Estados Unidos de América del Norte
- Dr. Donald B. McMullen, Chief, Department of Medical Zoology, Walter Reed Army Institute of Research, Washington, D.C., Estados Unidos de América del Norte (*Presidente*)
- Dr. Louis J. Olivier, Acting Head, Section of Helminthology, Laboratory of Tropical Diseases, National Institutes of Health (Public Health Service), Bethesda, Md., Estados Unidos de América del Norte
- Dr. Gilbert Ranson, Sous-Directeur du Laboratoire de Malacologie, (Muséum national d'Histoire naturelle, París, Francia (*Relator*))
- Dr. John M. Watson, Profesor de Zoología y Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Bagdad, Irak (*Relator*)
- Dr. Christopher A. Wright, Mollusca Department, British Museum, Londres, Reino Unido

Secretaría

- Dr. N. Ansari, Sección de Enfermedades Endemoepidémicas, División de los Servicios de Enfermedades Transmisibles, OMS (*Secretario*)
- Dr. W. M. Bonne, Director de la División de los Servicios de Enfermedades Transmisibles, OMS
- Sr. J. N. Lanoix, Ingeniero Sanitario, División de Saneamiento del Medio, OMS

GRUPO DE ESTUDIO

SOBRE ECOLOGIA DE LOS MOLUSCOS

HUESPEDES INTERMEDIARIOS

DE LA BILHARZIASIS

Informe

Entre las enfermedades transmisibles que atacan al hombre, la bilharziasis¹ tiene tanta importancia como el paludismo. Contra esta última enfermedad se están emprendiendo campañas eficaces, porque cada día se conocen mejor los hábitos de los mosquitos que actúan de huéspedes intermediarios y porque se pueden emplear mejores insecticidas y métodos de tratamiento más seguros. La lucha contra la bilharziasis, en cambio, apenas ha progresado y la frecuencia de la enfermedad va en aumento, circunstancias que han estimulado las investigaciones para encontrar medidas prácticas susceptibles de mejorar la situación.

Parecería razonable lanzar el ataque dirigiendo una acción contra el huésped intermediario, pero el escaso éxito de ese método ha puesto de manifiesto la insuficiencia de los conocimientos actuales acerca de las relaciones entre el mecanismo de la infección y la ecología del habitat, los ciclos biológicos y los hábitos del molusco.

En esas condiciones se ha reunido el Grupo de Estudio para examinar los datos actualmente disponibles que permitan recomendar métodos prácticos de lucha, y para dar a conocer a los especialistas en la materia y a los servicios de sanidad las condiciones propias de los problemas que se plantean y orientar las investigaciones en ese sentido.

¹ Según dictamen de la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica (*Opinions and declarations of zoological nomenclature*, 1954, Opinion 226 — Supplement to opinion 77 —, vol. 4, págs. 176-200), el nombre genérico a que pertenecen los trematodos de la sangre humana es *Schistosoma* Weinland, 1858, y no *Bilharzia* Meckel von Hemsbach, 1856, ni *Bilharzia* Cobbold, 1859. La Comisión recomendó que, sin embargo, siguiera aplicándose el nombre de bilharziasis a las enfermedades que esos parásitos causan en el hombre, y así se hace en el presente informe.

1. DISTRIBUCION DE LOS MOLUSCOS HUESPEDES INTERMEDIARIOS EN FUNCION DE LA HIDROGEOLOGIA

Los estudios sobre la ecología de los moluscos vectores llevados a cabo en todas las partes del mundo evidencian la correlación existente entre la diversidad, abundancia y volumen de las acumulaciones de agua dulce y la fisiografía de cada región. Los factores hidrogeológicos de más importancia son los siguientes:

1. *Declive del terreno (orografía)*. En terrenos escarpados y montañosos predominan las estructuras de tipo lóxico, en que las aguas son corrientes y las pendientes suelen ser muy pronunciadas, mientras que las estructuras de tipo lenítico, con aguas estancadas, son poco frecuentes, salvo los casos de los embalses artificiales. En zonas llanas se produce con facilidad un habitat lenítico (en pantanos, estanques, lagos, etc.), pero también pueden abundar las situaciones lóxicas, que, en este caso, suelen tener escasa inclinación y pueden combinarse con las leníticas hasta el punto de resultar difícil distinguir las.

2. *Naturaleza del suelo y de las rocas subyacentes (litología)*. El substrato influye en la calidad del agua y en unión del clima local contribuye a determinar la orografía de una región (véase párrafo 4 de esta sección). En terrenos calcáreos, por ejemplo, las aguas contienen iones de bicarbonato y carbonato de calcio en abundancia. Caracterízanse también esas zonas por la relativa frecuencia de estructuras subterráneas de tipo lóxico, en las que se produce la disposición lenítica propia de los pequeños lagos que se forman en las depresiones calcáreas.

3. *Historia geológica*. La historia geológica del lugar puede explicar la naturaleza de ciertas extensiones de agua dulce y motivar excepciones a las características generales antes mencionadas. Así, se forma a veces un habitat lenítico en una comarca montañosa como ocurre en los lagos volcánicos e incluso en los grandes lagos africanos situados en zonas de fallas. Las elevaciones sucesivas del terreno, asociadas a la erosión, pueden, por otra parte, transformar una comarca llana en una serie de terrazas, de las cuales las más bajas serán las únicas en que se observen acumulaciones permanentes de agua dulce (Antillas).

4. *Clima (lluvias y temperaturas locales)*. Las aguas de las regiones próximas al Ecuador están normalmente sometidas a variaciones estacionales de temperatura menos intensas que las de la zona templada, aunque la altitud, que es un factor orográfico, influya también en esas variaciones. El ciclo de las precipitaciones depende asimismo de la latitud, pero la intensidad de las lluvias y sus efectos sobre las acumulaciones de agua dulce, más que por la temperatura, están determinados por la

orografía y la litología. Esa es la razón de que haya comarcas muy lluviosas que sólo están separadas de otras zonas donde las precipitaciones son escasas por una estrecha cadena de montañas o de que ciertos substratos como los de caliza, arenisca o serpentina determinen por su misma porosidad la aridez de terrenos donde las lluvias son frecuentes.

El estudio de esos y otros fenómenos análogos ha permitido clasificar las acumulaciones de agua dulce de las principales zonas infectadas de bilharziasis. En regiones continentales el clima, la historia geológica, la litología y la orografía pueden ser uniformes en muchos millares de kilómetros cuadrados; pero en las islas pequeñas esos factores cambian a veces bastante en distancias de quince o veinte kilómetros para modificar grandemente la disposición del agua dulce. En los estudios sobre la ecología de los moluscos vectores esos criterios pueden aplicarse con provecho a la observación de los caracteres generales de una vasta región, pero también tienen la misma utilidad cuando se trata de determinar la ecología de un pequeño sector.

Las posibilidades de combatir la bilharziasis alterando la intervención de los cuatro factores mencionados son muy escasas. Obsérvese, no obstante, que esos mismos factores han influido sobre la geografía y la ecología del hombre, el cual, por su parte, ha modificado también a veces en gran medida las situaciones del agua dulce, creándolas donde no existían (sistemas de riego), transformando las existentes (embalses) o suprimiéndolas (deseccación de pantanos). Convendrá tener presentes esas condiciones:

- 1) para determinar en una región dada, el lugar en que resulte más provechoso atacar el molusco huésped, y el método que mejor convenga emplear, y
- 2) para evaluar las posibilidades de que la bilharziasis franquee las barreras ecológicas y se establezca en una zona no endémica.

2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL HABITAT Y CONDICIONES DE LA PROLIFERACION

2.1 Factores físicos

2.1.1 Temperatura

Los moluscos que transmiten la bilharziasis parecen tolerar con mucha amplitud las variaciones en la temperatura del habitat. Hablando en general, cabe decir que las condiciones óptimas oscilan entre 22° y 26°C, y que los límites de la temperatura favorable están cerca de los 18°C y un poco por encima de los 32°C, pero que el molusco es capaz de resistir durante bastante tiempo un régimen térmico relativamente extremo desde

algo más del punto de congelación hasta un calor muy superior al de la sangre. Con la sola excepción de *Oncomelania nosophora*, todas las especies vectoras son rápidamente destruidas por la congelación o por temperaturas de unos 50°C. Los moluscos que se deshidratan en parte, durante el letargo estival o invernal, resisten mejor las temperaturas extremas que los que se mantienen en plena actividad. Se observan diferencias por especie y por raza respecto al umbral térmico, a las temperaturas favorables óptima y máxima, a las temperaturas letales superior e inferior y a la duración de la resistencia a tales cambios (véase el cuadro I).

Los datos referentes al factor térmico se basan principalmente en observaciones aisladas, hechas en determinados momentos del día; pero las oscilaciones diurnas y estacionales de la temperatura en las pequeñas acumulaciones de agua estancada son mucho mayores de lo que se había creído, según se ha comprobado recientemente con termógrafos, confirmando así la naturaleza euritérmica de estos moluscos.

Es importante señalar el efecto de las variaciones anuales de la temperatura en la duración del periodo de cría. En algunas zonas, el agua no está bastante caliente para permitir el desove, el desarrollo de los huevos y el crecimiento más que durante el tiempo que necesita una generación. En otras latitudes donde la estación cálida es más larga, pueden sucederse varias generaciones e incluso mantenerse la reproducción todo el año. Así ocurre, por ejemplo, que en el norte del Irak, *Bulinus truncatus* no da más que una generación, al paso que en el centro y el sur del país y en Egipto hay dos o más generaciones anuales. *Australorbis glabratus* prolifera sin interrupción en el nordeste del Brasil. Análoga situación se observa en ciertas especies de *Oncomelania* que se limitan a una generación anual en la parte septentrional de su área de distribución, y se reproducen durante todo el año en las zonas cálidas del sur.

Todavía no pueden hacerse comparaciones rigurosas entre los efectos de las variaciones de temperatura sobre las especies de moluscos de zonas distintas, porque hasta ahora no se aplican métodos uniformes de investigación. Es importante registrar siempre la profundidad a que se ha tomado la temperatura del agua. Los pares termoelectrónicos colocados cerca de la superficie suelen dar lecturas inferiores a las del termómetro de mercurio utilizado en las mismas condiciones, porque este último absorbe calor radiante. En cualquier caso, la temperatura que importa conocer es la del microhabitat del molusco; ésa es la que habrá de tomarse y no la de la acumulación de agua en su conjunto. Respecto a *Oncomelania* es interesante además la temperatura del suelo en la orilla cuando los moluscos salen del agua.

Se ha pretendido que, desde el punto de vista de las reacciones a la temperatura, no sólo se observan diferencias en las especies sino incluso

**CUADRO I. RELACIÓN ENTRE LOS VECTORES DEL ESQUISTOSOMA
Y LA TEMPERATURA ***

Especie	Temperatura letal inferior y tiempo de exposición	Umbral de la temperatura favorable **	Límites de la temperatura óptima	Límite superior de la temperatura favorable **	Temperatura letal superior y tiempo de exposición	Observaciones
<i>Bulinus truncatus</i>	0°C	18°C	18-28°C (22-26)	28°C	32°C (4 horas) 52°C (unos minutos) 42°C (4 horas)	Adultos
	0°C	18°C	22-28°C	28°C		Formas jóvenes
<i>Australorbis glabratus</i>	0°C	18°C	18-28°C	30°C	42°C (4 horas) 52°C (unos minutos) 32°C (4 horas)	Adultos
	0°C	18°C	20-26°C	30°C		Formas jóvenes
<i>Australorbis glabratus</i>	0°C (12 horas) 7°C (varios días)	?	25-28°C	32°C	42°C (2 horas)	Experimentos de laboratorio
<i>Oncomelania nosophora</i>	Sobreviven en frigorífico durante más de un mes (moluscos deshidratados)	—	20°C (supervivencia) 26°C (reproducción)	30°C aproximadamente	32°C promedio de supervivencia: de 3 a 6 meses	Adultos mantenidos en el laboratorio a las temperaturas indicadas
<i>Oncomelania quadrasii</i>	Sobreviven en las mismas condiciones que la especie anterior de 2 a 4 semanas	—	26°C	—	32°C promedio de supervivencia: 3 a 6 meses	En las mismas condiciones que la especie anterior

* Téngase presente que, salvo indicación en contrario, las cifras se refieren a moluscos en plena madurez. Es indudable que, por lo menos en ciertas especies, los huevos y las formas jóvenes son más sensibles a los cambios de temperatura que los adultos, pero las informaciones reunidas al respecto son todavía insuficientes.

** Son temperaturas favorables las que permiten la movilidad activa y la reproducción del molusco. Fuera de los límites indicados, la reproducción cesa, la actividad disminuye y el molusco busca un refugio.

en las razas geográficas de cada especie, y que los límites de las temperaturas favorables y letales varían también en ciertos casos. Algunos datos parecen confirmar esa tesis, pero las informaciones son todavía insuficientes para llegar a conclusiones definitivas.

2.1.2 *Intensidad de la luz*

Se había creído que el molusco vector de la bilharziasis no podía vivir sin luz ; pero recientemente se ha conseguido en laboratorios criar y mantener *Bulinus truncatus* y *Australorbis glabratus* en una completa oscuridad durante cinco meses por lo menos. Observaciones de *Bulinus truncatus* en Egipto, de *Bulinus tropicus* en Rhodesia, así como de *Bulinus (Physopsis) africanus* y de *Biomphalaria pfeifferi* en Africa del Sur, hechas todas en condiciones naturales, han revelado asimismo en acueductos cubiertos o en cisternas la existencia de colonias proliferantes que viven en una oscuridad casi total. En todos esos casos parece probable que la corriente de agua haya acarreado hasta el habitat las materias de que se nutre el molusco. A la larga es verosímil, sin embargo, que la oscuridad acabe por reducir la población, ya que impide el crecimiento de las algas, alimento de las formas jóvenes, sin que deba excluirse la posibilidad de que estas últimas, a falta de algas verdes unicelulares, puedan alimentarse también con otros organismos unicelulares (algas pardas, bacterias, protozoos, etc.), con hongos o con materias orgánicas en descomposición. Convendría reunir observaciones más completas sobre este punto.

En condiciones naturales ordinarias, manifiéstanse ciertas diferencias específicas de las reacciones a la luz. El habitat de *Australorbis glabratus*, por ejemplo, puede estar expuesto a la luz o no estarlo, pero las preferencias de la especie se inclinan sin duda por la insolación directa. Los bulínidos y planórbidos africanos, en cambio, parecen escoger un habitat ligeramente sombrío y evitar la luz solar directa ocultándose debajo de una hoja o de algún cuerpo flotante. Las reacciones de *Oncomelania* son análogas a las de los planórbidos y bulínidos y, cuando el habitat es bastante húmedo, una gran parte de la actividad del molusco durante el día consiste en evitar la luz intensa.

La mayoría de las observaciones efectuadas hasta ahora son empíricas y no se podrá adelantar en el conocimiento de la cuestión mientras no se mida exactamente la intensidad de la luz y se establezca su correlación con la presencia del molusco.

En el estudio de las observaciones acerca de la influencia de la luz sobre el molusco en su medio natural, conviene no confundir las reacciones directamente provocadas por la intensidad luminosa con los efectos térmicos asociados.

En condiciones naturales, la influencia de la luz solar en el habitat es importante porque determina el crecimiento de la flora y la fauna que proporcionan el mejor alimento para el molusco.

No es imposible que la luz tenga una indispensable acción estimulante sobre las glándulas sexuales de los moluscos y que sea, por tanto, esencial

para el mantenimiento de la actividad y de la reproducción en los adultos y para el desarrollo en los embriones, larvas y formas inmaduras. Si ulteriores investigaciones confirmaran esa hipótesis, se tendría la certeza de que las colonias proliferantes no podrían subsistir mucho tiempo en una completa oscuridad, conclusión de gran importancia práctica para la lucha contra el molusco, ya que justificaría la aplicación de un método consistente en recubrir las acequias o en emplear tuberías en las conducciones de agua para usos agrícolas.

2.1.3 *Movimiento del agua*

Los movimientos del agua en el habitat son beneficiosos para el molusco porque facilitan la oxigenización del medio; pero tienen además otros efectos que pueden clasificarse en las cuatro categorías siguientes:

1. *Acción de las olas.* El oleaje violento suele ser nocivo para el huésped intermediario de la bilharziasis, sobre todo en orillas escarpadas y desprovistas de plantas acuáticas. Por lo general, sus efectos sólo tienen importancia en lagos naturales o artificiales.

2. *Corriente.* Los moluscos que transmiten la bilharziasis prefieren, por lo general, las aguas estancadas o de corriente lenta. La rapidez de la corriente parece ser un impedimento para la formación de colonias proliferantes, sobre todo cuando el agua viene muy cargada de cieno o de otras partículas en suspensión. Pocos son los datos recogidos sobre las velocidades a que una corriente permanente empieza a tener efectos desfavorables, pero hay indicios de que *Bulinus truncatus* no logra establecerse donde la velocidad de la corriente es superior a 15 metros por minuto, y de que *Australorbis glabratus* no se encuentra nunca en corrientes cuyo declive tenga más de 20 mm por metro. Los moluscos pueden resistir corrientes más rápidas de ríos y canales en que la corriente sea intermitente. Cuanto más largos son los periodos intermedios de estancamiento, mayor es la velocidad de corriente que pueden tolerar.

La velocidad del agua en el centro y en la superficie no indica necesariamente las condiciones de la corriente en el fondo o cerca de las márgenes de un río o canal, donde el movimiento suele ser menor. La existencia de ensenadas y hoyas que formen remansos favorece el establecimiento del molusco en aguas que aparentemente son de corriente rápida.

Los moluscos soportan corrientes más rápidas cuando el agua es clara que cuando viene cargada de cieno.

Se ha dicho que hay colonias de moluscos huéspedes en agua corriente aparentemente rápida, lo que requiere confirmación, porque puede tratarse de observaciones erróneas o mal interpretadas, que, en cualquier caso, no precisan la velocidad del agua. No debe excluirse, por otra parte,

la posibilidad de que haya razas geográficas de la misma especie que muestren distinta resistencia a los efectos restrictivos de la corriente.

En relación con ese factor se observan diferencias muy acusadas en las distintas especies. *Biomphalaria boissyi* y *B. pfeifferi*, por ejemplo, encuentran más dificultad para establecerse en aguas de corriente rápida que *Bulinus truncatus* y *B. (Ph.) africanus*, los cuales a su vez se adaptan menos a esa situación que *Neritina nilotica*.

Se ha pretendido que la velocidad de la corriente influye más en las especies de mayor tamaño y en los moluscos viejos que en las especies pequeñas y en los animales jóvenes.

Los factores que contribuyen a favorecer los efectos restrictivos de la velocidad de la corriente son, al parecer, el arrastre del animal, las dificultades opuestas al crecimiento de las plantas acuáticas, el acarreo de los substratos, los obstáculos a la alimentación y reproducción de los moluscos (que pueden verse forzados a retraerse o a permanecer inmóviles para que el agua no se los lleve) y la acción abrasiva del cieno en suspensión.

Por otra parte, la corriente facilita la diseminación de los moluscos, que pueden ser transportados a gran distancia y tener así acceso a otra habitación donde formar nuevas colonias.

3. *Crecidas*. Las crecidas parecen ser siempre perjudiciales para las poblaciones de moluscos, porque, además de tener los mismos efectos desfavorables de las corrientes rápidas, van a veces acompañadas de un descenso pronunciado de la temperatura, que basta para interrumpir la proliferación.

Es frecuente, sin embargo, que algunos moluscos permanezcan en lugares protegidos o se entierren en el barro y sobrevivan a las crecidas.

Las crecidas periódicas tienen ciertos efectos sobre la fluctuación estacional de las poblaciones de moluscos, porque no sólo desalojan o destruyen muchos, sino que entorpecen o suprimen por completo la proliferación.

4. *Agitación*. Se sabe muy poco todavía sobre los efectos de la agitación del agua, pero algunas observaciones evidencian que los moluscos adultos vectores de la bilharziasis sólo resisten durante un periodo de tiempo limitado la agitación violenta producida por bombas y esclusas y que sobreviven trasladándose aguas abajo a un lugar más tranquilo.

La agitación menos intensa pero más continua producida en el agua por el paso de animales o embarcaciones parece impedir en ciertos casos el establecimiento y la proliferación de las colonias.

2.1.4 Fluctuación del nivel del agua y desecación

Cuando los moluscos que transmiten la bilharziasis (sobre todo *Biomphalaria* spp.) quedan, a consecuencia de un descenso del nivel del agua, en terreno seco, apenas se esfuerzan por volver a su medio habitual, a pesar de que conservan actividad suficiente para ello, y de que pueden morir por desecación, por efecto del calor del sol, o presa de animales predadores (aves no acuáticas, roedores salvajes, cerdos, etc.) que en condiciones normales no los alcanzarían; una gran proporción de moluscos muere, en efecto, en tales condiciones. La mortalidad depende en parte de lo que dure la exposición y de la rapidez con que baje el nivel del agua. La sombra y la humedad relativa de la atmósfera influyen también. La exposición prolongada, el descenso rápido del nivel del agua, la insolación y la baja humedad relativa son factores que tienden a aumentar la mortalidad y a acelerar la muerte. Los cambios bruscos y periódicos del nivel del agua podrían ser un medio práctico y eficaz para combatir a los moluscos acuáticos en ciertos tipos de acequias y depósitos de agua de riego.

Algunas variedades de las especies vectoras que han sido bien estudiadas en el laboratorio y en la naturaleza ofrecen gran resistencia al efecto letal de la desecación. En experimentos de laboratorio se ha conseguido con frecuencia que sobrevivan moluscos mantenidos fuera del agua durante periodos de tres a once meses. Se trata de especies de África y de América del Sur que en la naturaleza viven en charcas temporales que en la estación cálida se secan durante varios meses, lo que fuerza a los moluscos al letargo estival. Muchos mueren durante la temporada seca pero sobrevive el número suficiente para repoblar el habitat cuando vuelve a inundarse.

La desecación es menos nociva para los adultos de *Oncomelania* spp. que para los moluscos acuáticos, pero influye sobre la oviposición, y los huevos depositados cerca de la superficie del agua son muy sensibles a sus efectos. Las crecidas y la subida del nivel del agua estimulan la postura en esa especie. Los huevos de otras especies de moluscos huéspedes son también menos resistentes a la desecación que los adultos. La misma falta de reacción de los moluscos que quedan en seco por un cambio en el nivel del agua se observa en ciertas especies que no intentan enterrarse para evitar la desecación, a pesar de que en sus movimientos normales sobre un substrato blando puedan por accidente hundirse total o parcialmente en el barro. Hay motivos, por otra parte, para pensar que una penetración profunda bajo tierra puede llegar a ser mortal para *Australorbis glabratus*. La circunstancia de que algunos moluscos resistan a la desecación basta para impedir que, salvo en condiciones muy particulares, pueda emplearse eficazmente ese procedimiento para destruirlos.

En climas secos y cálidos el método da resultados satisfactorios cuando se aplica a acequias limpias revestidas de cemento ; no ocurre lo mismo con las acequias de tierra, a no ser que los periodos secos sean frecuentes y prolongados en relación con los periodos de nivel montante. Es probable que la desecación destruya más vectores cuando es rápida que cuando es lenta. Algunos moluscos logran sobrevivir si caen en las grietas que forma el barro o si están protegidos por la vegetación u otros materiales que les proporcionen sombra y refugio donde subsistir durante largos periodos mientras el agua no llega otra vez hasta ellos. La desecación como medida molusquicida es naturalmente más eficaz cuando el nivel del agua en el subsuelo es bajo y escasa la humedad relativa ; pero conviene tener presente que ciertas condiciones microclimáticas pueden determinar en la proximidad inmediata de los moluscos una humedad relativa mucho más alta que la de la atmósfera general.

Se ha comprobado en trabajos recientes que las especies y variedades de moluscos presentan una resistencia muy distinta a la desecación. Esas diferencias parecen ser de origen genético. La selección natural en un habitat donde la desecación se repite con regularidad produce genotipos muy resistentes a la sequedad. Observaciones hechas en el nordeste del Brasil indican que las formas maduras de *Schistosoma mansoni* mueren rápidamente en el huésped *Australorbis glabratus* cuando éste entra en el letargo estival por causa de la desecación ; pero el parásito en una fase inmadura puede sobrevivir en muchos moluscos y, en cuanto el agua vuelva al habitat, terminar su desarrollo y producir cercarias infecciosas. El fenómeno requiere un estudio más completo, ya que es evidente que ciertas variedades dentro de la misma especie vectora han de tener distinto potencial de transmisión según la capacidad del huésped infectado para sobrevivir a la sequedad.

2.1.5 Profundidad del agua

Por lo general, los moluscos acuáticos que transmiten la bilharziasis viven en aguas poco profundas cerca de la orilla. Las especies anfibias pueden encontrarse también en suelos húmedos, en las plantas acuáticas o en otras superficies próximas al agua. Es raro que lleguen en la naturaleza a profundidades superiores a un metro y medio o dos, lo cual parece obedecer, más que a un efecto directo de la presión hidrostática, a la circunstancia de que las condiciones de nutrición y refugio de los moluscos sólo suelen concurrir en la proximidad de la superficie. La absorción de la luz por las capas superiores del agua, sobre todo cuando ésta es cenagosa, limita la presencia de las algas verdes y de la vegetación con raíces a una profundidad de dos metros en la mayor parte de los tipos de habitat natural del molusco, el cual por la necesidad de buscar ali-

mento y refugio permanece en esos niveles. De los experimentos hechos con *Bulinus truncatus* y *Australorbis glabratus* resulta que ambas especies pueden permanecer durante periodos considerables de tiempo a profundidades de diez metros, siempre que artificialmente se les proporcione alimento y que se les proteja contra los animales de presa. En cualquier caso, las especies de moluscos que viven normalmente cerca del fondo en aguas profundas apenas intervienen en la transmisión de la bilharziasis, porque el fototropismo positivo de los miracidios del esquistosoma mantiene a estos últimos cerca de la superficie.

Se ha afirmado que los moluscos huéspedes acuáticos necesitan aire atmosférico para respirar y que, como han de subir a la superficie de vez en cuando para obtenerlo, no pueden vivir en aguas profundas. Trabajos recientes indican que se ha exagerado la importancia de ese factor y que, si la tensión de oxígeno es alta, la pseudobranquia basta durante mucho tiempo para extraer del agua el oxígeno necesario.

Es posible que los moluscos jóvenes tengan menos aptitud que los adultos para vivir en aguas profundas.

2.2 Factores químicos

2.2.1 Salinidad

El contenido mineral del agua ejerce influencia marcada en las colonias de moluscos cuando se acerca a la concentración límite, pero antes de llegar a ese punto hay un amplio margen de tolerancia. El volumen total de las disoluciones tiene menos importancia que la proporción de los componentes salinos. Acaso haya concentraciones límites mínimas y máximas de determinados sólidos disueltos que no se conocen bien, aunque en cualquier caso sea muy raro encontrarlas en la naturaleza. Las diferencias de tolerancia entre las especies son considerables, de suerte que los datos obtenidos sobre una de ellas pueden ser inaplicables a otras. No se observan, por ejemplo, inhibiciones de *Australorbis glabratus* como efecto del contenido en cloruro sódico del agua hasta que la concentración no llega a 6000 partes por millón, mientras que *Bulinus truncatus* experimenta graves trastornos antes de las 4000 partes. La concentración máxima es mucho más baja en los moluscos jóvenes que en los adultos.

Para la formación de la concha es indispensable un minimum de calcio, pero como el molusco obtiene los componentes minerales de la concha extrayéndolos de los alimentos o ingiriéndolos directamente, la cantidad necesaria no ha de faltarle aun cuando su concentración en el agua sea muy baja. Se ha observado en moluscos terrestres que los amibocitos transportan partículas de carbonato cálcico desde la glándula digestiva

hasta el manto. Se ha observado también que muchas especies de moluscos medran durante largos periodos en aguas cuyo contenido en cal es inferior a 10 partes por millón.

Respecto a otras sales minerales, muchos investigadores han comprobado que las variaciones en el habitat natural no tienen ningún efecto sobre el desarrollo y la vida de los moluscos. Será necesario, sin embargo, conocer mejor las fluctuaciones diurnas y estacionales de la concentración de sales minerales antes de que pueda llegarse a conclusiones definitivas.

Ciertas sales minerales son tóxicas para los moluscos. Además de las que, como las de cobre, sirven ya de molusquicidas, pueden citarse las de bario, de níquel y de zinc, entre las que les producen graves trastornos e incluso la muerte. Una concentración subletal de esas sustancias puede causar desórdenes reversibles que se manifiestan por una forma de parálisis. Se sabe muy poco sobre el efecto de los oligoelementos en la vida de los moluscos. Acaso esté relacionada con ese efecto la toxicidad que tiene para el molusco el agua de los canales de cemento recién contruidos.

Los aumentos súbitos del contenido en cloruros, incluso cuando no se producen más que muy de tarde en tarde, pueden ser tan letales para los huevos o los moluscos jóvenes que impidan el establecimiento de una colonia en las proximidades de los estuarios sometidos a la acción de las mareas. Proyécese esa situación en las orillas del estuario del Chat El-Arab, en el fondo del golfo Pérsico, donde no aparece *Bulinus truncatus* en una gran distancia hacia el interior, porque ciertas mareas elevan periódicamente el contenido en cloruros desde la concentración normal de 400 a 800 hasta cerca de 5000 partes por millón. La explicación del fenómeno está en que el escaso caudal del río se combina con los fuertes vientos del sur que vienen del golfo Pérsico y con unas mareas excepcionalmente altas que llevan muy adentro el agua del mar. *Bulinus truncatus* abunda, en cambio, más al norte, fuera ya del alcance de estas invasiones del agua salada.

Deberán emprenderse investigaciones sobre el efecto de los oligoelementos en los moluscos y sobre ciertos problemas bioquímicos como los que plantean la existencia y la acción de las hormonas, los factores de crecimiento y los productos de descomposición de las proteínas.

2.2.2 Equilibrio iónico

En general, las concentraciones de iones diversos son bajas en aguas donde escasean los sólidos disueltos y proporcionalmente más altas cuando la cantidad de sólidos disueltos es mayor.

De los estudios efectuados hasta ahora parece inferirse que no hay una vinculación importante entre la relación calcio-magnesio y la distribución de los moluscos huéspedes.

En ciertos tipos de habitat de *Australorbis glabratus* la proporción de sales de ácidos débiles (bicarbonatos y carbonatos) en comparación con las de ácidos fuertes (cloruros y sulfatos) se sitúa por debajo de tres a uno cuando se expresan esos iones en equivalentes por millón. En otros lugares donde el agua está exenta de moluscos, la misma relación está por encima de cuatro a uno. Pueden hacerse observaciones análogas respecto a otras especies de moluscos huéspedes.

Ciertos hechos mueven a pensar que las bajas concentraciones de iones de metales pesados, como el cobre y el zinc, pueden ser un factor limitativo en aguas que contienen escasa cantidad de sólidos disueltos, pero que, cuando la cantidad total de sólidos disueltos es mayor, esas mismas concentraciones no tienen a veces ningún efecto.

2.2.3 Concentración de iones de hidrógeno

Observaciones hechas en la naturaleza y en el laboratorio parecen sin casi ninguna excepción indicar que los moluscos vectores de la bilharziasis toleran muy diversos valores del pH en las aguas de su habitat.¹ Se ha encontrado el huésped intermediario (véase el cuadro II) en acumulaciones naturales de agua, cuyo pH variaba de 4,8 a 9,8; dentro de dichos límites, la fluctuación de ese factor no parece tener efecto alguno sobre la densidad de las poblaciones ni ejercer influencia diferente según las especies.

Experiencias de laboratorio han demostrado que *Bulinus truncatus*, *Biomphalaria adowensis* y *Australorbis glabratus* pueden criarse en aguas cuyo pH está comprendido entre 4 y 10. Respecto a *Oncomelania* spp. se han registrado valores del pH que oscilan entre 6,2 y 7,8 en el agua y entre 4,6 y 7,2 en el suelo, de donde parece inferirse que esas especies son menos tolerantes que las acuáticas. Adviértase, sin embargo, que dichas cifras se han obtenido sobre todo a base de observaciones aisladas y los datos de que se dispone llevan a pensar que el valor del pH en las acumulaciones naturales de agua pasa por grandes fluctuaciones en el curso de 24 horas. Sería interesante a ese respecto poder llegar a conclusiones que se apoyaran en una observación continua del habitat durante un periodo de tiempo considerable. Sin desconocer que es buena norma limnológica la de registrar los niveles del pH en el estudio del molusco

¹ Análogas observaciones se han hecho respecto al pH del suelo en el habitat de *Oncomelania*.

CUADRO II. VALORES DEL PH EN EL HABITAT DE LOS MOLUSCOS

Especies	Límites del pH	Lugar
<i>Bulinus truncatus</i>	7,8-8,6	Africa del Norte
<i>Bulinus (Bulinus)</i> sp. <i>Bulinus forskalii</i> <i>Bulinus (Physopsis)</i> sp. <i>Biomphalaria ruppellii</i>	7,1-7,8 8,0 (5,9-6,0) 8,0 7,8-8,0 Variaciones diurnas en una laguna cerca del lago Nô: 8,3-8,7 Tolerancia general al pH en los vectores de esquistosomas en Sudán: 6,0-9,0	Sudán
<i>Bulinus</i> spp. y <i>Biomphalaria</i> spp. <i>Bulinus</i> sp. y <i>Biomphalaria</i> sp.	8,6 7,0-8,2	Africa del Sur
<i>Oncomelania</i> sp.	4,6-7,2 en el suelo 6,2-7,8 en el agua	Filipinas
<i>Bulinus truncatus</i> <i>Bulinus strigosus</i> <i>Biomphalaria adowensis</i> <i>Australorbis glabratus</i>	Todas estas especies proliferan en el laboratorio entre 4,8 y 9,8	Laboratorio
<i>Biomphalaria</i> sp. <i>Bulinus (Bulinus)</i> sp. <i>Bulinus (Physopsis)</i> sp.	6,2-8,9	Rhodesia
<i>Bulinus truncatus</i>	Por debajo de 6,3, mortalidad elevada Por encima de 7,9, desfavorable	Irak
<i>Australorbis glabratus</i>	6,0-9,1 (óptimo 7,0-8,0)	Puerto Rico
<i>Tropicorbis paparyensis</i>	6,7-7,6 (el valor 5,0 del pH durante largos periodos parece ser letal)	Brasil
<i>Bulinus (Physopsis) jousseaumei</i> <i>Bulinus guernei</i> <i>Bulinus senegalensis</i> <i>Bulinus forskalii</i> <i>Biomphalaria gaudi</i>	6,0-6,7 6,5 6,0-6,5 6,0-7,0 (normalmente alrededor de 6,5) 6,0-6,7	Gambia

acuático, hay que convenir en que el interés de tales observaciones es dudoso. Son muchos los factores del medio, como la presencia de plantas acuáticas, la composición química del agua, etc., que influyen en el valor del pH, y que individual o colectivamente pueden por sí mismos tener más importancia que el grado de acidez o de alcalinidad que produzcan.

2.3 Contaminación

Con la palabra contaminación se designan diversas formas de infección del agua y es necesario precisar el sentido que se le dé en cada caso. A los fines de la presente sección se puede hacer la clasificación siguiente :

- 1) Contaminación por materias orgánicas en descomposición :
 - a) materias orgánicas de origen animal
 - b) materias orgánicas de origen vegetal
- 2) Contaminación por excrementos (heces y orina)
 - a) heces y orina humanas
 - b) heces y orina animales
- 3) Contaminación por desechos industriales

La contaminación por materias orgánicas en descomposición es un fenómeno corriente en las acumulaciones de agua dulce, pero su frecuencia en la proximidad de los lugares habitados es mucho mayor por la costumbre de arrojar al agua los desechos de origen animal (huesos, pieles, carnes, etc.), y vegetal (mondaduras y desperdicios de hortalizas, fruta averiada, etc.). La contaminación de esa clase es muy favorable para la existencia del molusco vector, que encuentra en ella un abundante suplemento de su alimentación. Algunos especialistas pretenden que también existe en el habitat natural una estrecha y directa correlación entre la presencia del molusco y la de materias orgánicas pútridas de origen vegetal.

Los autores están casi todos de acuerdo en que la contaminación moderada por excrementos humanos favorece el establecimiento de grandes poblaciones de moluscos huéspedes. En la mayor parte de los casos es imposible precisar si ese efecto obedece a las heces o a la orina por la dificultad de disociar la acción de esas dos clases de excrementos ; pero recientes investigaciones practicadas en Gambia han permitido comprobar la marcada influencia positiva que en las poblaciones del molusco huésped tienen las aguas contaminadas solamente con orina. Todavía no se ha puesto en claro el mecanismo de esa influencia. Cabe la posibilidad de que los excrementos aporten uno o varios factores de crecimiento que

ejerzan un influjo directo y estimulante sobre la reproducción o el desarrollo de los moluscos. Pero también es posible que el efecto sea indirecto y obedezca a la acción fertilizante de ciertas sustancias del excremento sobre la microflora de que se alimentan los moluscos jóvenes. Un cierto grado de contaminación por excrementos animales parece ser también a veces favorable. Quizá haya una relación específica entre los excrementos del huésped definitivo y el crecimiento y desarrollo del huésped intermediario en el caso de otras especies de esquistosomas. En confirmación de esa hipótesis pueden aducirse algunas observaciones efectuadas en esquistosomas parásitos de los patos salvajes de Norteamérica así como el favorable efecto del excremento de los bovinos en *Bulinus (Physopsis) globosus*, (huésped intermediario de *Squistosoma bovis* en Africa del Sur), y la circunstancia de que, cuando las ratas — huéspedes reservorios de *Squistosoma mansoni* en el nordeste del Brasil — defecan en el agua, los moluscos huéspedes (*Australorbis glabratus*) se congregan para alimentarse de las heces. Cualquiera que sea su mecanismo, es indudable que el efecto favorable de la contaminación por el excremento humano y animal sobre los moluscos tiene como consecuencia el desarrollo, en la proximidad de las habitaciones humanas, de poblaciones de huéspedes intermediarios más numerosas que en otros lugares.

La contaminación química producida sobre todo por los desechos industriales evacuados en embalses y corrientes de agua parece ser casi siempre perjudicial para el molusco huésped, que suele estar ausente de las aguas así contaminadas.

Los conocimientos reunidos hasta ahora sobre el particular se basan en observaciones sueltas y fortuitas, y convendría que, en lo sucesivo, los investigadores tuvieran en cuenta la posibilidad de utilizar criterios cuantitativos de contaminación. Entre los métodos que se han propuesto a esos efectos, pueden citarse los siguientes :

1. Medición de las modificaciones químicas ocasionadas por la contaminación

1) Necesidad de oxígeno

a) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Este método exige el empleo de aparatos que es incómodo transportar y tiene escasa utilidad cuando no pueden enviarse a un laboratorio de análisis las muestras de agua pocas horas después de recogidas.

b) Reducción del permanganato potásico

La titulación del agua que se examina por medio de una solución decinormal de permanganato potásico permite determinar el contenido de oxígeno que hay en el agua y, por tanto, el grado de contaminación. Aunque este método ha sido criticado, se emplea mucho para examinar el agua del mar y es útil con fines comparativos.

2) *Análisis químico de las sustancias inorgánicas cuya concentración aumenta a consecuencia de ciertas clases de contaminación*

a) *Contenido de cloruros*

Los ingenieros de los servicios de alcantarillado emplean con frecuencia este método.

b) *Contenido de amoníaco y otros compuestos nitrogenados*

La utilidad de estos métodos consiste en englobar las sustancias proteínicas presentes.

2. Índices bióticos

1) *Determinación aproximada de las zonas bióticas*

Se trata de observar la sucesión de los principales organismos de agua dulce, procediendo aguas abajo desde el origen de la contaminación intensa. (Es probable que este método sea más útil que los análisis químicos para el personal de operaciones, pero, antes de aplicarlo, conviene efectuar encuestas limnológicas fundamentales, pues los organismos de agua dulce que se encuentran en las distintas zonas varían de una parte del mundo a otra.)

2) *Identificación del plancton*

Las formas de plancton de agua dulce, que son muy distintas según el grado de contaminación, pueden utilizarse como índice al respecto. Se ha descrito este método en el informe del Grupo de Estudio sobre Normas Internacionales Aplicables al Agua Potable, que se reunió en junio de 1956;¹

« Examen biológico

El examen biológico del agua constituye un medio útil y sensible para descubrir rápidamente una contaminación producida por aguas residuales, desechos orgánicos y sustancias tóxicas. Tiene aplicación muy apropiada cuando se trata de descubrir en los canales de distribución cualquier contaminación debida a una conexión entre los conductos de agua potable y otras canalizaciones que contengan agua contaminada. Las técnicas ideadas son muchas y se basan en la sensibilidad del plancton de agua dulce a los efectos destructivos de las sustancias contaminadoras. La mayor parte de los microorganismos que forman ese plancton son indicadores muy sensibles por su escasa tolerancia a las concentraciones de las sustancias contaminadoras. El examen biológico o microscópico permite así medir el grado de contaminación.

Método

Recójase una muestra de 500 a 1000 ml, que se concentrará y examinará lo más pronto posible, sin recurrir a ningún método de conservación. Cuéntense, por medio de las técnicas establecidas, los diversos organismos unicelulares, dividiéndolos en dos grupos :

A = organismos con clorofila

B = organismos sin clorofila

¹ Documento de trabajo inédito MH/AS/200.56 (puntos 4.6, Examen biológico y 4.6.1, Método)

Calcúlese a continuación el índice biológico de contaminación (IBC), con arreglo a la siguiente fórmula :

$$IBC = \frac{B}{A + B} \times 100$$

Valor del IBC: 0-8 = agua limpia
 8-20 = agua ligeramente contaminada
 20-60 = agua contaminada
 60-100 = agua muy contaminada

Este índice, que puede obtenerse en muy poco tiempo, permite saber en seguida el grado de contaminación. Como fuente de información tiene un valor comparable al de la medición de la densidad de los microorganismos coliformes y al de las diversas pruebas químicas de la contaminación. »

2.4 Factores biológicos

2.4.1 Animales predadores y enemigos naturales

Es dudoso que los animales de presa y los enemigos naturales lleguen por sí solos a ser un medio eficaz para combatir los moluscos, pero en condiciones favorables contribuyen sin duda a reducir sus poblaciones. Es importante estudiar en cada caso los efectos ecológicos a largo plazo de la introducción de especies enemigas en un nuevo habitat. Los experimentos de laboratorio han permitido reunir interesantes informaciones sobre algunas de las que atacan a los moluscos de agua dulce, pero con frecuencia las condiciones naturales son distintas y hace falta conocer mejor las preferencias alimentarias de las especies depredadoras en la naturaleza. Entre los animales cuyo empleo se ha recomendado como medio de combatir al molusco vector de la bilharziasis, merecen mención los siguientes :

- 1) Las ratas de agua (como *Microtus amphibius*);
- 2) Algunos ánades (no todas las especies comen moluscos);
- 3) Las tortugas acuáticas (algunas de cuyas especies se alimentan en la naturaleza exclusivamente de moluscos);
- 4) Las salamandras;
- 5) Los sapos *Griffus* (como *Xenopus* spp.);
- 6) Diversos peces (como, *Gambusia* spp., *Lebistes clarias*, y *Tilapia massambica*);
- 7) Muchas especies de insectos acuáticos y, entre otras, las larvas de dípteros, lampíridos, distícidos y odonados, y los belostómidos adultos;

8) Los crustáceos (como los cangrejos de los géneros *Astacus* y *Cambarus*, los cangrejos de agua dulce de la familia *Potamonidae* y los ostrácodos del género *Cypridopsis*);

9) Las sanguijuelas carnívoras de diversas especies;

10) Ciertos ciliados y otros moluscos, sobre todo los de las especies *Marisa*, *Ampullaria*, *Physa* y *Limnaea*, que destruyen a veces las huevas de los moluscos vectores.

La mayor parte de las informaciones reunidas hasta ahora sobre esa cuestión proceden de experimentos de laboratorio, y será necesario hacer nuevos estudios en condiciones naturales. En Filipinas los servicios de sanidad han empleado experimentalmente el ánade para erradicar *Oncomelania* spp. aunque sin éxito. En ciertos lugares de África y de las Antillas, los campesinos crían patos en abundancia, pero es dudoso que con ello contribuyan verdaderamente a la profilaxis natural de la bilharziasis. Convendría tener detalles más completos sobre la eficacia de ese método de lucha contra los moluscos.

Habría que practicar encuestas cuantitativas sobre el volumen de vectores que pueden consumir las especies predatoras. En cualquier caso y aun suponiendo demostrado que alguna de esas especies o de otras, en las que todavía no se haya pensado, se alimentara exclusiva o casi exclusivamente de una especie de molusco huésped, no podría inferirse de ello que el efecto de su intervención redujera de manera permanente la población de moluscos, ya que la acción recíproca de ambos adversarios puede tener por consecuencia la modificación alternativa y periódica del número de individuos de cada una de las dos especies, sin llegar en ningún momento a la erradicación completa de la presa.

2.4.2 Parásitos y enfermedades

Son escasísimas las informaciones reunidas sobre los parásitos y las enfermedades de los moluscos huéspedes y sobre la influencia que esos factores tengan en la importancia numérica de la población. De vez en cuando las colonias son, sin duda alguna, atacadas por infecciones de origen vírico o bacteriano, pero la cuestión está todavía mal investigada. Convendrá proseguir esos estudios, porque los agentes microbiológicos de destrucción ejercen probablemente una acción más específica y, en consecuencia, más eficaz que los macrobiológicos.

Según recientes observaciones, la introducción de *Bacillus pinottii* en el habitat de los moluscos que transmiten la bilharziasis provoca la muerte de estos últimos. Aunque todavía no se tenga la certeza de que ese bacilo origine una infección en los moluscos, los resultados obtenidos hasta ahora deben servir de estímulo a los investigadores para que busquen

bacterias y virus susceptibles de producir ese efecto y de convertirse así en un arma poderosa en la lucha contra la bilharziasis.

Se han observado algunos raros casos de micosis en ciertos moluscos de agua dulce; hay especies de hongos parásitos que invaden la cavidad pulmonar y les causan la muerte; pero todavía no se ha estudiado la aplicación de esa posibilidad a los moluscos vectores. No se sabe nada útil sobre las infecciones producidas por protozoarios.

Ciertos grupos de trematodos como los equinostomas son más patógenos que otros, porque tienden a invadir los órganos reproductores y la glándula digestiva del molusco, lo que reduce su capacidad de reproducción u origina su muerte. En el Japón se ha introducido a título experimental la infección por trematodos en la lucha contra *Bithynia*, huésped intermedio de *Clonorchis sinensis*. El mismo método podría ensayarse en las campañas contra las infecciones por esquistosomas.

Deben proseguirse activamente las investigaciones sobre la posibilidad de encontrar otros microorganismos patógenos que ataquen al molusco. Son muchas las perspectivas que ofrece ese camino y deben explorarse más a fondo. Quizá la infección de una población de moluscos no baste para su completa erradicación, pero su número quedará probablemente muy reducido.

2.4.3 Preferencias alimentarias

En general, los moluscos acuáticos son omnívoros, sin que, al parecer, tengan preferencia marcada por ningún alimento. Los moluscos jóvenes, cuyo aparato masticatorio es todavía minúsculo y está poco desarrollado, se ven reducidos a alimentarse de organismos unicelulares y de partículas orgánicas blandas y muy pequeñas. Las crías parecen preferir las algas verdes unicelulares. Los moluscos de más edad se alimentan en parte de materias vegetales y en parte de la microflora del medio. Los moluscos de agua dulce atacan raramente los tejidos sanos de las plantas acuáticas vivas y parecen marcar con ello una preferencia por las materias vegetales parcialmente descompuestas. También atacan a veces materias orgánicas en descomposición de origen animal; los planórbidos lo hacen con más frecuencia que los bulínidos. La facultad que tiene y aprovecha el molusco de alimentarse con casi todas las materias orgánicas que encuentra explica en buena parte la correlación del volumen de la colonia con la presencia de desechos y la contaminación humana o animal del hábitat.

Se observan diferencias específicas en la elección de alimentos. Todas las especies vectoras son omnívoras, pero preferentemente fitófagas. *Oncomelania* spp. parece escoger los alimentos ricos en celulosa; los bulínidos tienden a ser casi exclusivamente herbívoros, mientras que los

planórbidos no hacen ninguna distinción entre los alimentos de origen animal y los vegetales.

Un hecho que indica la preferencia por las materias vegetales que han empezado a descomponerse es que las hojas frescas de palmera no atraen a los mismos moluscos, que, para alimentarse, se congregan en torno a las que se han caído al agua cuando, después de unos días, están ya en vías de descomposición. Nada permite afirmar que el molusco ataque las hojas sanas y frescas de las plantas acuáticas mientras encuentra otro alimento.

El conocimiento de los hábitos alimentarios de las diversas especies de vectores puede ser importante para determinar la forma de emplear los venenos que actúan por vía digestiva. Se ha observado, por ejemplo, que *Tropicorbis centrimetralis* tiende a alimentarse en el fondo del agua. *Oncomelania* se alimenta, por el contrario, en el suelo húmedo, por encima del nivel del agua y consume también en aguas poco profundas los microorganismos que encuentra en vegetales vivos y muertos. Todavía son insuficientes las informaciones generales reunidas sobre los hábitos alimentarios del molusco y convendría mucho proseguir las investigaciones al respecto.

2.4.4 Vegetación

Las plantas acuáticas constituyen un elemento favorable, pero no indispensable en el habitat del molusco huésped. Los bulínidos parecen depender algo más que los planórbidos de la existencia de una vegetación acuática; pero ambas especies subsisten en medios faltos de ella, siempre que dispongan de otros alimentos.

Entre otras plantas que parecen favorables para los moluscos acuáticos figuran las siguientes: *Nymphaeaceae*, *Potamogeton*, *Pistia* y *Myriophyllum*. Las plantas de hoja grande ofrecen superficie adecuada para la postura de los huevos y para el desarrollo de las algas verdes unicelulares que constituyen uno de los alimentos predilectos del molusco. La microflora y la microfauna propias de las hojas de esas plantas tienen, sin duda alguna, más importancia como alimento que la misma planta.

Las plantas acuáticas ofrecen, además, abrigo y protección contra la luz solar intensa y contra los efectos mecánicos de las corrientes rápidas. En un habitat expuesto a una fuerte insolación, los planórbidos y bulínidos suelen encontrarse ocultos en la superficie inferior de las hojas, donde puede haber una diferencia de temperatura de dos o tres grados en comparación con la de otros sitios menos protegidos. La tensión de oxígeno acaso sea, en cambio, más fuerte, sobre todo debajo de hojas que, como

las del nenúfar, carecen de cutícula. La cara inferior de las hojas constituye, pues, un microhabitat predilecto.

Algunas especies de *Oncomelania* necesitan, por sus hábitos anfibios, una vegetación emergente o una vegetación que crezca en la orilla, inmediatamente al lado del agua. Esas plantas dan sombra al habitat y su transpiración refresca el aire y condiciona el medio para los moluscos que salen del agua. Las partes de las plantas acuáticas que se desprenden y caen al fondo contribuyen con su descomposición a formar un substrato conveniente y proporcionan alimento suplementario al molusco.

En algunos casos, el transporte de oxígeno hacia la raíz de esas plantas ofrece a las especies acuáticas un microhabitat situado cerca del fondo y provisto de una elevada tensión de oxígeno. Los moluscos de dichas especies (por ejemplo, *Bulinus forskalii*) suelen estacionarse junto a las raíces de las plantas o cerca de ellas y están así menos expuestos a que los infecten los miracidios que normalmente se encuentran en la superficie. Ahí está quizá la explicación de que *Bulinus forskalii*, que puede ser vector de la bilharziasis, casi nunca aparezca infectado en la naturaleza. Una cuestión que requiere estudio es la relación entre las distintas especies de algas unicelulares y el crecimiento de las crías del molusco, porque puede ocurrir que ciertas especies de algas sean más favorables que otras. Se ha comprobado que los moluscos jóvenes medran cuando pueden encontrar diatomeas o clorofíceas, pero que les desagradan las cianofíceas y mueren cuando no tienen otro alimento que esas algas.

Ciertas plantas son nocivas para los moluscos; entre las que, según se ha observado, están en ese caso pueden mencionarse las especies siguientes: *Saponaria*, *Balanites*, *Eucalyptus*, *Tephrosia* y *Schwartzia*. Los extractos de algunas de ellas llegan a ser letales para ciertas especies de moluscos huéspedes.

Es necesario emprender nuevas investigaciones, desde el doble punto de vista de la botánica y de la zoología, sobre la relación entre las distintas especies de plantas y asociaciones de plantas que se encuentran en el agua o a la orilla y la presencia de las diversas especies de moluscos acuáticos.

2.5 Condiciones de proliferación

La proliferación de los moluscos huéspedes (la postura de huevos, la fase larvaria y el crecimiento) requiere una asociación de factores, mal conocidos todavía, que probablemente ejercen influencia decisiva sobre la presencia y la distribución de los moluscos. Para que la población se perpetúe en un habitat, será necesario que esos factores — constantes fisiológicas de la reproducción — concurren de cuando en cuando en el

lugar. Otros factores del medio, que parecen estar relacionados con la presencia o la ausencia de los moluscos, tienen probablemente importancia secundaria. De nada servirá a la especie que un adulto pueda sobrevivir en determinadas circunstancias ecológicas si las condiciones favorables a la proliferación no reaparecen periódicamente en el micromedio.

El desove, el desarrollo embrionario y la vida de las formas jóvenes del molusco huésped no parecen, pues, posibles más que dentro de límites relativamente estrechos de ciertos factores del medio, que se reproducen periódicamente en la naturaleza según ciclos climáticos o estacionales o que se obtienen en los medios artificialmente estables del laboratorio. Se trata de un problema todavía mal conocido, a pesar de las investigaciones hechas sobre algunas de estas constantes de la reproducción, por ejemplo, en *Australorbis glabratus* y *Bulinus truncatus*. Los experimentos se han referido sobre todo al estudio de la temperatura, de la intensidad de la luz, del contenido de minerales que tenga el agua y de las necesidades alimentarias, pero será necesario proseguir las investigaciones en el habitat natural.

3. FACTORES ESTACIONALES Y CLIMATICOS QUE INFLUYEN EN EL CICLO BIOLÓGICO

Los factores estacionales y climáticos tienen efectos profundos sobre el ciclo biológico del molusco huésped intermediario. Importa tener presente que en el habitat se producen siempre variaciones estacionales, pero que esas variaciones son en algunos casos más pronunciadas que en otros. A consecuencia de ello se hace necesario proseguir durante un largo periodo de tiempo cualquier estudio ecológico para determinar con exactitud los cambios estacionales. Cuando sea posible, convendrá extender esa clase de estudios a diferentes localidades de una misma zona endémica porque las variaciones estacionales pueden ser distintas en extensiones de agua de naturaleza diversa, incluso dentro de una comarca relativamente pequeña.

Los ciclos de lluvias son uno de los factores climáticos más importantes en la vida de las colonias. Las crecidas causadas por la lluvia suelen serles perjudiciales, ya que arrastran al molusco, alteran su ambiente y, a veces, provocan un descenso de temperatura que es suficiente para interrumpir su reproducción, pero, por otra parte, facilita su dispersión y su establecimiento en un nuevo habitat. La retirada de las aguas puede, además, suscitar condiciones muy favorables para la reproducción. Una lluvia constante mantiene los niveles del agua, con la consiguiente uniformidad en las condiciones de vida de los moluscos. La lluvia cíclica, en cambio,

determina cambios periódicos en los niveles de agua, que tienen repercusiones en el ciclo vital y en el volumen de la población. El grado de humedad relativa de la atmósfera, que influye mucho en la supervivencia de los moluscos anfibios y acuáticos cuando están privados de agua, depende en gran medida del régimen de lluvias, el cual se relaciona asimismo con el estado de las aguas subterráneas, cuyo alto nivel es muy favorable para el vector.

Las variaciones del nivel del agua no sólo dependen de las precipitaciones, sino de los sistemas de riego, de la temperatura y de la evaporación, factores todos ellos que tienen importancia en la vida del molusco por varios motivos: además de influir en el desove sobre todo de las especies anfibias (*Oncomelania* spp.), y en la alimentación de los moluscos, el descenso del agua puede dejarlos al descubierto, situación en la que muchos de ellos son destruidos por desecación o por el ataque de los animales de presa o de rapiña, mientras que la elevación del agua suele favorecer la incubación y el desarrollo de las crías, como en el caso de *Oncomelania* spp. En el Japón, donde el ciclo del nivel del agua es anual, no hay al año más que una generación de moluscos que transmiten la bilharziasis. En Filipinas, por el contrario, su reproducción es continua en las zonas en que el nivel del agua se mantiene constante o casi constante, y su ausencia, completa, en las que pasan por una estación seca.

Los ciclos reproductivos y las variaciones periódicas de la población dependen no sólo de las lluvias y del nivel del agua, sino de la temperatura y de factores desconocidos, cuya intervención está por ahora mal esclarecida. Lo que cabe decir en todo caso es que, en zonas donde la temperatura, la lluvia y el nivel del agua son constantes, no se producen cambios cíclicos de importancia y sólo se observan a veces ligeras variaciones irregulares o esporádicas. La reproducción en esas zonas se mantiene durante todo el año. Donde hay lluvias estacionales y cambios regulares del nivel del agua o de la temperatura, los ciclos de la reproducción y las oscilaciones de la población del molusco huésped pueden ser pronunciados, sobre todo por efecto de la influencia que tienen estos factores en el desove. Los ciclos de la reproducción y las oscilaciones de la población se traducen naturalmente en fluctuaciones estacionales de la capacidad de transmisión del vector y, por consiguiente, del riesgo de infección en el hombre. No se tienen datos concluyentes sobre otros ciclos de reproducción y de población independientes de la fluctuación periódica de los factores del medio, sin perjuicio de que puedan observarse cambios irregulares en la población que no se relacionan con el curso de las estaciones.

Respecto al desove y al desarrollo del huevo, se han recogido muy pocas informaciones en América del Sur y en África Central y Meridional; pero las investigaciones practicadas en el Norte de África y en el Oriente Medio patentizan que la mayor postura en el molusco huésped se sitúa

en la estación cálida del año y que, a menudo, alcanza dos momentos de intensidad máxima al principio y al final del verano. Se diría, pues, que el factor que más favorable influencia tiene en la producción de los huevos es la temperatura, pero conviene recordar que, según la opinión de algunos autores, el ritmo estacional de la postura no obedece sólo en la naturaleza a la temperatura, sino que puede estar relacionado también con el régimen de las crecidas. En Filipinas, donde la temperatura es prácticamente constante, el desove del molusco que transmite la bilharziasis (*Oncomelania quadrasi*) está influído por una subida del nivel del agua. La temperatura afecta asimismo la duración del periodo de incubación. En el Norte de Africa, el desarrollo del huevo de *Bulinus* requiere tres semanas durante los meses de diciembre, enero y febrero, mientras que en agosto y septiembre bastan diez días. Las diferencias específicas son notables en cuanto se refiere al lugar de desove. *Oncomelania quadrasi* pone de preferencia los huevos al nivel del agua o por encima de él, en soporte sólido, que puede ser, por ejemplo, una cáscara de coco; *O. nosophora*, en cambio, suele ponerlos en el agua y escoge en general el suelo como substrato.

Durante las primeras semanas las crías necesitan condiciones ecológicas muy favorables. Los moluscos jóvenes son menos resistentes que los adultos a la desecación, a los cambios de temperatura y a las altas concentraciones de cloruro sódico y de otras sales, y no pueden subsistir sin una microflora que contenga algas verdes unicelulares, diatomeas, bacterias, etc. En lugares donde la estación cálida está muy marcada, las crías salidas de los huevos en la primera parte de la temporada llegan a la madurez antes de que empiece el tiempo más frío, pero las que salen más tarde no alcanzan la madurez sexual hasta la estación cálida siguiente. Tan notables variaciones estacionales no se observan cuando el clima es más uniforme. Ciertas especies (*Oncomelania quadrasi*), en condiciones de temperatura uniforme durante todo el año acusan una correlación entre los índices de reproducción y las precipitaciones.

La duración de la vida de adulto en el molusco huésped acuático no excede normalmente de doce a quince meses, mientras que en las especies anfibias oscila entre seis meses y tres años. Sobre su comportamiento y actividad influyen, hasta cierto punto, los ciclos climáticos estacionales. Ciertas formas se aletargan durante la estación cálida seca cuando se vacían las acumulaciones de agua en que viven. Otras hibernan durante la estación fría al descender la temperatura por debajo del umbral de actividad. No están de acuerdo los autores respecto a la ocultación del molusco en el lodo por inclinación propia cuando el habitat está desecándose. Se considera más probable que en la naturaleza se produzca el fenómeno en el caso de los bulínidos, observado en el laboratorio, que en el de los planórbidos o de *Oncomelania* spp., porque para estos últimos las observaciones de laboratorio indican que puede no ocurrir. Según

resulta de trabajos recientes, en el Brasil hay por lo menos dos razas ecológicas distintas de *Australorbis glabratus* que difieren mucho en su resistencia a la desecación, circunstancia que probablemente se relaciona con los cambios climáticos estacionales propios de las zonas donde viven esas formas. No estará de más mencionar aquí que no hace mucho se ha demostrado por primera vez la existencia de una diapausa en la infección de *Australorbis glabratus* por *Schistosoma mansoni*. Cuando se sacan del agua los moluscos de dicha especie menos de veinte días después de haber sido expuestos a la infección, el desarrollo de esta última se interrumpe y no se reanuda hasta que los moluscos vuelven a estar en el agua. Hay indicios de que, en cuanto se acerca el aletargamiento, se reduce sensiblemente el tamaño de las glándulas sexuales y aumenta el número de gránulos de glicógeno en *Bulinus* (*Physopsis*).

La fluctuación en las poblaciones adultas de moluscos huéspedes intermedios puede obedecer, pues, a los cambios estacionales de temperatura o a las crecidas (en el Oriente Medio y el Norte de Africa), o a las sequías estacionales (en el Nordeste del Brasil y en Africa Oriental, Central y Meridional).

Las informaciones que han señalado una notable fluctuación en la población de moluscos huéspedes, que parece independiente de los cambios estacionales e incluso de cualquier otro cambio ecológico, requieren confirmación.

En la densidad de la población intervienen muchos factores ecológicos que no son ni estacionales ni climáticos, a los que ya se ha hecho referencia en la Sección II (página 5).

Como los moluscos huéspedes de diferentes especies procedentes de regiones geográficas distintas pueden criarse con éxito en condiciones de laboratorio normalizadas y uniformes, ciertos factores básicos asociados al ciclo vital deben de concurrir en cada habitat.

4. ESTADO ACTUAL DE LOS CONOCIMIENTOS ECOLOGICOS Y SU APLICACION A LA LUCHA CONTRA LA BILHARZIASIS

4.1 Molusquicidas ¹

En pequeñas extensiones de agua corriente o estancada (pozos, estanques, arroyos y sistemas de riego aislados) los molusquicidas actuales bastan para erradicar sin gasto excesivo los moluscos pulmonados que

¹ El Grupo de Estudio recomienda la sustitución de la palabra « moluscocida » por « molusquicida » para atenerse a los precedentes etimológicos y a la misma construcción de la palabra « insecticida ».

transmiten la bilharziasis. La reducción del número de vectores pulmonados sin llegar a su erradicación es probablemente todo lo que puede esperarse o intentarse en acumulaciones de agua algo más importantes, como estanques, lagos, arroyos y sistemas de riego de dimensiones menos reducidas, pero que no comuniquen tampoco con otras extensiones de agua. En ciertas zonas sigue siendo imposible por ahora combatir en condiciones económicas a los vectores pulmonados mediante el empleo de molusquicidas. En ese caso están los lagos, ríos, embalses y sistemas de riego de más importancia. Los conocimientos actuales sólo permiten la erradicación económica del molusco que transmite la bilharziasis oriental en comarcas de poca extensión, pero en algunas de las principales zonas endémicas ni siquiera bastan para reducir el número de vectores.

Cuando procede emplear molusquicidas, los conocimientos ecológicos son útiles para indicar el producto químico que mejor conviene y el lugar, el momento, el método y los intervalos de su aplicación. Todavía se conoce mal la ecología de la mayor parte de los moluscos, pero se dispone ya de alguna información.

El estado actual de los conocimientos ecológicos permite aprovechar los siguientes datos para combatir a los moluscos con molusquicidas químicos :

1. Las observaciones sobre los caracteres de los ciclos vitales de los moluscos indican que :

- a) parece muy conveniente operar cuando vuelve a anegarse un habitat seco, ya que entonces la reproducción de los vectores pulmonados suele ser rápida, la población es pequeña y los moluscos no han llegado todavía a la madurez ;
- b) la gran capacidad de reproducción de los vectores pulmonados puede obligar a repetir el tratamiento con frecuencia y a hacer verificaciones separadas por breves intervalos a fin de augurar la eficacia de la operación ;
- c) no todos los molusquicidas corrientes en las concentraciones habituales destruyen los huevos, por lo que puede ser necesaria la repetición del tratamiento, y
- d) los moluscos del género *Oncomelania* en su fase inicial acuática son sensibles a los molusquicidas, por lo que deberá aplicarse el tratamiento durante el periodo de reproducción activa.

2. Las observaciones sobre el comportamiento del molusco y sus características indican que :

- a) en el caso de las especies resistentes a la desecación, algunos moluscos escaparán al tratamiento cuando éste se haga antes de que el agua

alcance el nivel máximo ; conviene asimismo no depurar las acequias antes del tratamiento, porque la limpieza puede apartar algunos moluscos de la exposición a los molusquicidas sin destruirlos ;

b) en el caso de los moluscos no resistentes a la desecación, el nivel del agua en el momento del tratamiento tiene menos importancia, y la aplicación puede hacerse antes de que las aguas hayan alcanzado el nivel máximo, con el consiguiente ahorro del producto químico ;

c) los moluscos que se entierran en el lodo blando pueden protegerse así contra ciertos agentes químicos ;

d) los moluscos pueden salir del agua o enterrarse en el lodo para evitar los efectos del molusquicida, pero las condiciones ecológicas en que se producen esas reacciones defensivas requieren un estudio más detenido ;

3. Las observaciones sobre las condiciones del habitat indican que :

a) las sustancias contenidas en el agua influyen a veces en la acción del producto químico ; las materias orgánicas, por ejemplo, se combinan con el cobre, y el cieno atenúa los efectos molusquicidas del cobre y del pentaclorofenato de sodio.

b) la vegetación y las irregularidades de las márgenes pueden entorpecer la distribución de los productos químicos solubles.

c) como las corrientes de agua arrastran los productos químicos, habrá que añadir nuevas dosis durante un cierto periodo y hacer a ese fin las oportunas mediciones de la concentración.

En vista de la insuficiencia de las informaciones sobre el momento más favorable en el ciclo vital del molusco para el empleo de los molusquicidas, se ha tratado de idear métodos de aplicación susceptibles de producir una acción persistente, sea incorporando las sustancias tóxicas a ladrillos hechos con diversos materiales, sea reteniéndolas en el cieno del fondo. También se ha ensayado la dispersión en el agua de molusquicidas insolubles para que el molusco los absorba con su alimento. La cuestión requiere información complementaria, ya que hasta ahora la experiencia no ha dado resultados concluyentes.

Entre las sustancias que parecen ser muy tóxicas para el molusco y, al mismo tiempo, relativamente inocuas para el hombre y los animales domésticos, puede mencionarse el carbonato de bario, que todavía no ha sido objeto de experimentación práctica en gran escala.

Se ha sugerido asimismo la posibilidad de ensayar impregnaciones de molusquicidas en trampas hechas con hojas de palma, o el empleo de tabletas molusquicidas de sustancias atractivas para el molusco.

En términos generales, puede decirse que, mientras la incidencia de la infección en los moluscos sea baja, bastará una reducción moderada de la población para que disminuya mucho la enfermedad, pero que, cuando es alta, no se logra combatir satisfactoriamente la enfermedad sin una acción muy enérgica contra el molusco.

En el caso de *Oncomelania* spp., los moluscos inmaduros son más susceptibles a la acción de los molusquicidas que los huevos o los adultos. La temporada de reproducción de *O. nosophora* en el Japón es limitada. Esa doble circunstancia ha permitido aplicar eficaces técnicas molusquicidas que reducen radicalmente las poblaciones de dicha especie. El uso de molusquicidas de efecto persistente tiene más importancia en la lucha contra los adultos de *Oncomelania* spp. porque sus hábitos los sustraen de vez en cuando a la influencia del molusquicida disuelto en el agua. La aplicación de molusquicidas insolubles en las orillas de los arroyos y de las aglomeraciones de agua infestadas es quizás más efectiva contra los adultos que el uso de molusquicidas solubles.

Queda todavía mucho por averiguar acerca de las complejas relaciones existentes entre los molusquicidas, los moluscos y el medio ambiente. Convendría sobre todo investigar más a fondo los problemas siguientes :

1) Acción y vicisitudes de los molusquicidas en el medio, sin excluir el efecto fisiológico determinante de la muerte de los moluscos ;

2) influencia de la temperatura, de la insolación y de otros factores ecológicos en el efecto letal de los molusquicidas. Se ha comprobado, por ejemplo, que el cobre ionizado es más eficaz en aguas que contienen pequeñas cantidades de sustancias sólidas disueltas ;

3) efecto persistente de los molusquicidas y manera de perfeccionar su aplicación en la práctica. Obtención de nuevos molusquicidas más eficaces ;

4) determinación del momento y de la concentración que permitan hacer una aplicación óptima de los molusquicidas a las diferentes variedades de moluscos huéspedes ;

5) determinación exacta de las fases del ciclo vital, durante las cuales es más eficaz la aplicación de los molusquicidas en las diferentes especies, y efecto de los molusquicidas sobre las diferentes fases del ciclo vital ;

6) manifestaciones de resistencia a los molusquicidas, fenómeno que todavía no se ha observado, pero cuya posibilidad no debe excluirse en vista de los efectos que han producido los insecticidas modernos en los mosquitos vectores del paludismo ;

7) efecto de los molusquicidas sobre otros organismos, y en especial sobre los hombres, los animales domésticos, los peces y las plantas de cultivo ;

- 8) posibilidad de emplear otras sustancias suplementarias para incrementar en forma económica la eficacia de los molusquicidas ;
- 9) efecto que tengan otras sustancias disueltas en el agua sobre la acción de los molusquicidas, y
- 10) determinación del grado de reducción de la población de moluscos que se requiere en cada caso particular para combatir la enfermedad con eficacia.

4.2 Medidas de saneamiento

Bastaría evitar cualquier contaminación del agua corriente o estancada con los excrementos o basuras para reducir considerablemente las poblaciones del molusco huésped. Las letrinas y las instalaciones adecuadas para la eliminación de los desechos sin duda alguna son una medida capital, cuya eficacia depende por supuesto de que sean efectivamente utilizadas.

También contribuirían a reducir las poblaciones de moluscos el relleno o la desecación de todas las acumulaciones innecesarias de agua y las medidas para evitar que se formaran remansos en las acequias de riego y en las zanjas de avenamiento. Cuando se trate de sistemas hidráulicos en servicio para la irrigación o para otros fines que cuentan con grandes depósitos públicos, convendrá, siempre que sea posible, limitar el acceso de los habitantes. Para ello será necesario disponer de otras fuentes de aprovisionamiento de agua potable destinada a los usos domésticos. Los gastos de construir una piscina separada de cualquier otra acumulación de agua, revestida en lo posible de cemento y provista de agua limpia que contenga cloro, quedarían compensados por el ahorro de los que lleva consigo el tratamiento de los niños infectados. En climas cálidos los niños necesitan bañarse y, si no disponen de un lugar seguro para ello, es natural que lo hagan en canales u otras acumulaciones de agua infestada.

4.3 Medidas relacionadas con la instalación y funcionamiento de los sistemas de riego

Las observaciones hechas en distintas partes del mundo sobre el establecimiento de colonias proliferantes de moluscos bulínidos y planórbidos en canales de riego permiten recomendar ciertas medidas de ingeniería para combatir al molusco, que parecen susceptibles de limitar o reducir las colonias. Entre ellas pueden mencionarse las siguientes :

4.3.1 Corriente rápida en las canalizaciones

Un promedio constante de velocidad del agua, cuando menos de veinte a veinticinco metros por minuto, reduce las probabilidades de que

se establezcan colonias proliferantes de moluscos huéspedes acuáticos en las canalizaciones abiertas y limpias, e incluso puede llegar a eliminarlos por completo.

4.3.2 *Supresión de hierbas acuáticas*

Cuando en cualquier clase de acequias y canales de riego y avenamiento se evita la presencia de vegetación acuática, el establecimiento de colonias de moluscos es muy poco probable.

4.3.3 *Desección*

La desección completa de las acequias, sobre todo si se hace a intervalos frecuentes, deja quizá subsistir algunos moluscos, pero entorpece tanto la vida y la reproducción de las colonias que su número se reduce y, si los periodos de sequía son bastante frecuentes o prolongados, pueden llegar incluso a desaparecer, especialmente en las canalizaciones revestidas. Esta es la razón de que en el valle del Tigris y del Eufrates los canales terminales de distribución estén casi siempre exentos de moluscos. Para determinar la frecuencia y periodicidad más favorables hacen falta todavía investigaciones experimentales en regiones de clima diferente.

4.3.4 *Recubrimiento de las acequias o instalación de tuberías para conducir el agua de riego*

Las colonias de moluscos que transmiten la bilharziasis no se mantienen de modo permanente en las canalizaciones cubiertas, y menos en las tuberías instaladas para distribuir el agua de riego, siquiera parezcan indicar lo contrario algunos observaciones experimentales. Verdad es que el agua sale de las tuberías por las bocas de riego y pasa a las acequias que la distribuyen en campos y jardines, pero como unas horas o a lo sumo un día bastan para que la tierra la absorba o el calor la evapore, los moluscos no tienen tiempo de establecerse. La rotación de los riegos rara vez permite una circulación del agua bastante frecuente para que se formen charcas permanentes. Los jardines y huertas de las inmediaciones de Heliópolis en Egipto y en Masbah-Hindiyah, suburbio de Bagdad, reciben el agua de riego en esas condiciones y están completamente exentos de moluscos, a pesar de lo abundantes que son las colonias de *Bulinus truncatus* en zonas adyacentes, donde se distribuye el agua por medio de acequias abiertas en la tierra.

4.3.5 *Disposición adecuada de los desagüaderos*

La base de los desagüaderos queda muchas veces por debajo de la tubería de alimentación o del canal de evacuación, con lo que se producen,

a menudo, aglomeraciones de agua permanentemente estancada, que permiten el establecimiento de los moluscos. Ese habitat desaparece cuando se construyen los desagüaderos a un nivel igual o un poco superior al del canal de evacuación, sobre todo si el fondo es de cemento. También se ha pensado en instalar balsas de sedimentación con suelo de grava, para impedir la retención de las aguas estancadas cuando se desecan las canalizaciones.

4.3.6 *Avenamiento de las acequias*

Conviene tomar disposiciones para la evacuación completa del agua en todas las acequias y canales de los sistemas de riego, procediendo, si es necesario, sección por sección, a fin de llevar a buen término las operaciones de limpieza, porque la desecación reduce las colonias de moluscos y puede ser particularmente letal para las formas jóvenes.

4.3.7 *Trazado de los canales de riego*

Las acequias y canales de riego de cualquier clase que sean han de estar contruidos de manera que el fondo presente un declive continuo y sin depresiones. Es indispensable que en ningún punto de su trazado pueda acumularse el agua en condiciones que favorezcan el desarrollo de los moluscos cuando baja el nivel.

4.3.8 *Aplicación de filtros a las bocas de riego*

La colocación de tela mecánica en las bocas de riego no basta para impedir el acceso de los moluscos a las acequias. La pequeña dimensión de las formas muy jóvenes, que pueden medir sólo medio milímetro, requiere mallas tan finas que los filtros se obstruyen rápidamente con residuos y entorpecen el paso del agua. La precaución no evita, por otra parte, que los moluscos lleguen fácilmente hasta los puntos más distantes del sistema, ya que los puede transportar el barro que se adhiere a los pies de los hombres, al cuerpo de las aves acuáticas o de los búfalos, a las raíces de árboles en curso de trasplante, etc.

4.3.9 *Revestimiento de las acequias*

Se ha comprobado que el revestimiento de las acequias contribuye eficazmente a crear un medio desfavorable para las colonias de moluscos, a condición de que presente una superficie dura, como ocurre por ejemplo, con el hormigón, el ladrillo o la mampostería. Es importante que sea lo más liso posible y que no tenga grietas en que pueda crecer la vegetación acuática. También conviene que las paredes revestidas de las acequias sean escarpadas para mantener una corriente uniforme en todo el curso

y reducir al mínimo los lugares de poca profundidad, que son los más favorables para el molusco. En las campañas contra *Oncomelania nosofora* el revestimiento de las acequias ha sido una medida eficaz.

4.3.10 Colectores de evacuación

Las probabilidades de que se establezcan colonias proliferantes de moluscos en las vías de evacuación son menores cuando la corriente de avenamiento, que, en general, es relativamente débil, se concentra en colectores revestidos y construidos con declive uniforme, lo que dificulta el crecimiento de las plantas acuáticas arraigadas en el fondo y facilita la limpieza.

4.4 Regulación de las corrientes de agua

Los efectos de la regulación de las corrientes de agua en las colonias de bulnidos y planórbidos varían según las circunstancias. A veces, la canalización de las corrientes en obras de desecación reduce o incluso hace desaparecer las poblaciones de moluscos, pero puede al propio tiempo facilitar su establecimiento en piscinas u otras acumulaciones de agua, donde antes no los hubiera. Cada caso requiere un estudio particular.

En general, los trabajos destinados a ensanchar, profundizar y rectificar los cursos de agua para fines de navegación son favorables, porque suprimen muchas situaciones que sirven de habitat al molusco y reducen sus poblaciones.

La construcción de presas para evitar las inundaciones, para producir energía eléctrica o para embalsar el agua destinada a usos domésticos y de riego tiene efectos que varían también según las circunstancias, ya que la sumersión trastorna en muchos lugares el habitat de los moluscos y la desecación suprime las charcas que favorecen su reproducción, mientras que la formación de grandes embalses puede facilitar en sus márgenes la aparición de un nuevo habitat. Cuando esas obras, como ha ocurrido a veces en el Irak, llevan consigo la desaparición de charcas y esteros que estaban muy infestados y la conversión de zonas pantanosas en tierras de cultivo, sus efectos son muy beneficiosos.

En ciertos lugares al sur de Africa Central, la construcción de presas para contener la erosión ha favorecido el acceso del molusco a un nuevo habitat.

En el caso de *Oncomelania* spp., los principios son los mismos pero los cambios en los cursos de agua tienen menor alcance. Pueden citarse entre otros la construcción repetida de presas provisionales en pequeñas corrientes de agua para facilitar la pesca, los encharcamientos dispuestos

para el baño de los búfalos y los pequeños diques con que se inundan los arrozales. Esas y otras desviaciones análogas impiden que el agua siga cauces bien trazados, ablandan el lecho de la corriente, disminuyen su velocidad y favorecen el crecimiento de las hierbas semiacuáticas y de otras plantas que contribuyen todavía más a que el agua se estanque en condiciones muy favorables para ofrecer un habitat inmejorable a *Oncomelania*.

4.5 Modificaciones en las prácticas de la agricultura y la piscicultura

En ciertas regiones, las prácticas de la agricultura y de la piscicultura tienen gran influencia en la vida del molusco huésped, pero no es fácil introducir en ellas las modificaciones necesarias para combatirlo.

La cosecha de invierno en Irak, formada principalmente por trigo y cebada, no pone a los campesinos en contacto con las vías de agua infestadas, ya que, durante la temporada en que crecen las plantas, el molusco está en hibernación o permanece relativamente inactivo, mientras que, cuando los campos descansan en la estación cálida en que los moluscos son más activos, las acequias están secas. Los cultivos de verano, que consisten principalmente en dátiles y arroz, se prestan, por el contrario, a la infestación en gran escala de las acequias, porque las cosechas se desarrollan en la temporada de actividad de los moluscos. Es imposible, sin embargo, pensar en dedicar todos los campos a cultivos de invierno.

En Filipinas, recientes trabajos experimentales han puesto de manifiesto que la modificación de los métodos de cultivo puede provocar una reducción considerable de las colonias de *Oncomelania* spp. En la mayor parte de los sectores endémicos del archipiélago, el arroz se produce, por lo general, durante los meses húmedos del año. Los búfalos hollan la alta vegetación de esas zonas pantanosas en el suelo encharcado, donde se planta el arroz que no es objeto luego de ninguna labor hasta que, en el momento de la recolección, se cortan las espigas y se abandonan confundidos los tallos de arroz, los juncos y la maleza en los campos encenagados.

Durante las primeras faenas, las colonias de moluscos se reducen mucho pero, como no tarda en serles el medio favorable, la repoblación es rápida. A menudo, se dejan los campos en barbecho durante un año o dos, con lo que las condiciones siguen siendo excelentes para la proliferación del molusco. La producción de arroz con arreglo a esas prácticas es relativamente baja.

En Leyte se han ensayado en parcelas experimentales métodos de cultivo del arroz empleados en zonas más productivas; comprenden el

riego y el avenamiento con zanjas bien construidas, las labores durante el crecimiento de la planta, la desecación de las parcelas cuando el grano está maduro, el corte de los tallos a unos pocos centímetros por encima de la tierra y su transporte para la trilla. Las parcelas así trabajadas producen casi el doble que las parcelas testigo y la población de moluscos queda reducida aproximadamente en un 80 %. Otra ventaja es que, si se dispone de agua de riego y se emplean abonos, las tierras pueden cultivarse por ese procedimiento casi ininterrumpidamente y dar dos o tres cosechas anuales, en vez de una sola, que a veces incluso no se obtiene más que cada dos o tres años.

El cultivo del arroz en campos inundados puede contribuir en ciertas circunstancias al incremento de las poblaciones del molusco huésped y favorecer y extender su habitat. A fin de remediar ese estado de cosas cabe fomentar el cultivo del arroz en tierras altas.

Cada día se recomienda más el desarrollo de la piscicultura en Africa para mejorar la ración de proteínas en la dieta de la población indígena. La ecología de los estanques dedicados a ese fin hace de ellos un excelente criadero de moluscos acuáticos, puesto que entre las condiciones requeridas para la propagación de los peces están la escasa profundidad del agua, la presencia de una macrovegetación y una microvegetación adecuadas y la fertilización periódica con estiércol. En evitación de tales peligros, es preciso, pues, adoptar precauciones para impedir la contaminación de los estanques por el hombre. Se ha comprobado en Leyte, además, que la transformación de un habitat pantanoso en estanque dedicado a la piscicultura reduce notablemente la población de *Oncomelania quadrasi*.

5. METODOS CUANTITATIVOS PARA MEDIR LA DENSIDAD DE LAS POBLACIONES DE MOLUSCOS EN EL CURSO DE LAS ENCUESTAS Y EVALUAR LOS RESULTADOS DE LOS METODOS DE LUCHA

Entre los muchos aspectos que han de tenerse presentes al estudiar la ecología de cualquier especie figuran la distribución geográfica y local, los hábitos relacionados con la reproducción, las necesidades alimentarias, las causas de muerte, los movimientos y los modos de dispersión. Conviene además reunir informaciones sobre el volumen y la estructura de la población, sobre todo cuando se trata de especies contra las que se ha de proceder. Con frecuencia importa asimismo conocer los movimientos de la población como medio indirecto de abordar algunos de los mencionados problemas.

Cuando se trata de hacer el estudio de una población, se requiere siempre o casi siempre el examen de una muestra porque la población total es demasiado extensa para que pueda ser objeto de una investigación completa. La determinación del método o de los métodos que se empleen al efecto es de suma importancia, ya que si la muestra no es representativa, dará una imagen deformada de la realidad.

Las condiciones ideales que debería reunir son : *a)* indicar con exactitud la densidad o el volumen de la población ; *b)* incluir moluscos de todos los tamaños procedentes de todos los sectores del habitat ; *c)* perturbar lo menos posible el habitat ; *d)* reducir lo menos posible la población, y *e)* requerir un equipo sencillo.

La índole de las informaciones que se trate de obtener determinará en parte el grado de precisión del método que se escoja. El estudio crítico de una población requiere procedimientos más delicados que la observación aproximada de sus cambios cuantitativos.

Se han empleado diversos métodos. Cada uno de ellos tiene sus ventajas, sus inconvenientes y su aplicación, particulares a determinadas situaciones. Los cálculos de la densidad relativa de la población son más fáciles que los recuentos de la población total y tienen casi la misma utilidad. Los factores personales son decisivos ; en cualquier caso, el esmero, el discernimiento y, sobre todo, una larga práctica parecen indispensables. Ninguno de los métodos conocidos es perfecto.

Los usados o recomendados para la selección de muestras hasta ahora son los siguientes :

<i>Método de selección de muestras</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>
1. Evaluación (cálculo estimativo de la densidad de la población visible)	Fácil y rápido	Poco preciso
2. Recuento de los moluscos recogidos por unidad de tiempo	Fácil y rápido ; muy preciso cuando lo repite el mismo operador ; altera poco el habitat	Requiere operadores bien adiestrados y cuidadosos
3. Recuento por unidad de superficie :	Rápido, fácil y preciso	Prescinde de los moluscos enterrados en el lodo o en el suelo
<i>a)</i> sólo del cieno o del suelo	Conviene en el caso de moluscos anfibios	Difícil cuando existe vegetación
<i>b)</i> exhaustivo (recolección de todos los moluscos mediante la extracción de una parte del habitat)	Preciso ; indica la población total	Lleva tiempo y es inaplicable en muchos casos ; destruye una parte del habitat ; no sirve cuando la densidad es baja

<i>Método de selección de muestras</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>
4. Proporcional (por el método de marca y suelta)	No se ha ensayado con el molusco huésped	
5. Trampas hechas con hojas de palma	Fácil y rápido; descubre los moluscos cuando la densidad es baja	Su uniformación es difícil
6. Recuento de cada extracción con red. tamiz o barredera normalizados	Rápido y fácil	

Los instrumentos necesarios para la recolección de muestras son los siguientes :

- a) barredera o salabardo (bastidor de metal provisto de un lienzo o tela metálica);
- b) tamiz de metal;
- c) instrumento para recoger muestras del fondo;
- d) instrumento para recoger muestras de plantas acuáticas;
- e) trampa de hojas de palma.

NOTA : Los autores deben dar las siguientes indicaciones : a) el método que han empleado ; b) el juicio que les merece ; c) si han devuelto los moluscos a su habitat, y d) la medida en que este último se haya perturbado.

6. SUGESTIONES SOBRE NUEVOS ESTUDIOS ECOLOGICOS Y FISIOLÓGICOS DE INTERES PARA LA LUCHA CONTRA LOS MOLUSCOS

La eficacia de las medidas aplicadas para combatir a los moluscos depende en buena parte de que se conozca bien la ecología de la especie. Es evidente que una información precisa sobre las condiciones de vida de los moluscos, y especialmente sobre las diversas fases de su desarrollo (desove, eclosión y vida de las formas jóvenes), permitirá estudiar la aplicación de medidas eficaces y prácticas.

El progreso de las investigaciones ecológicas ha llegado ya a un punto en que la labor de los investigadores aislados no basta para emprender estudios prácticos en gran escala, y se hace muy deseable la cooperación entre los especialistas de distintas disciplinas. Variará ésta, naturalmente, según la índole de los problemas planteados y los lugares del mundo en donde hayan de emprenderse los trabajos y acaso deba ser internacional, porque son pocos los países que disponen de todos los expertos cuya

colaboración pueda juzgarse indispensable. Entre esos especialistas cabe mencionar los siguientes :

- 1) Un epidemiólogo muy experimentado en cuanto se refiera a las investigaciones sobre la bilharziasis ;
- 2) Un malacólogo igualmente interesado en los problemas ecológicos y taxonómicos, que tenga experiencia de unos y otros ;
- 3) Un botánico especializado en plantas acuáticas ;
- 4) Un parasitólogo que haya recibido formación en zoología ;
- 5) Un limnólogo ;
- 6) Un químico capacitado para hacer todos los análisis del agua, del suelo o de las plantas que sean necesarios ;
- 7) Un bioquímico experimentado en química fisiológica, que pueda encargarse de investigar los problemas relacionados con el crecimiento y la fisiología del molusco, y
- 8) Un especialista en regulación de corrientes de agua, que tenga conocimientos de salud pública.

Las investigaciones deberán practicarse simultáneamente en el laboratorio y en la naturaleza. Los puntos que requieren estudio más urgente son los siguientes :

- 1) Biología de los moluscos en diferentes tipos de habitat, dedicándose atención especial al ciclo biológico, al crecimiento, al desarrollo, a la reproducción y a las variaciones de la población ;
- 2) Comparación entre la ecología de las situaciones favorables y la de las desfavorables, para explicar la distribución de los moluscos y averiguar cómo puede lograrse que la habitación llegue a serles desfavorable ;
- 3) Biotopo y climax en lugares de transición entre las zonas en que predomina la bilharziasis urinaria y zonas en que predomina la bilharziasis intestinal como, por ejemplo, en Ubangui Chari, Madagascar y otros territorios ;
- 4) Obtención de nuevos molusquicidas químicos :
 - a) que tengan acción persistente ;
 - b) que estén hechos a base de elementos cuya toxicidad para el molusco en dosis ínfimas sea conocida, como el cobre, el níquel y el zinc, y
 - c) que se presenten en forma de compuestos tóxicos insolubles mezclados a sustancias que atraigan al molusco.

Entre los problemas especiales que también requieren investigación, pueden mencionarse los siguientes :

- 1) Investigaciones bacteriológicas encaminadas al desarrollo de infecciones en el molusco y acaso de fermentos acuáticos que le sean nocivos ;
- 2) Investigaciones sobre la posibilidad de introducir asociaciones zoofíticas desfavorables para el molusco :
- 3) Adaptabilidad de los miracidios de esquistosomas a nuevos huéspedes intermediarios ;
- 4) Absorción fisiológica de distintos iones (utilización de isótopos radiactivos) ;
- 5) Trabajos taxonómicos relacionados con la ecología (hibridación) ;
- 6) Hábitos de alimentación con referencia a los venenos ingeridos por vía digestiva ;
- 7) Movimiento de las poblaciones de moluscos en las corrientes de agua (empleo de trazadores radiactivos) ;
- 8) Variaciones estacionales y regionales del ciclo vital a fin de determinar el momento óptimo para el tratamiento molusquicida.

Los conocimientos ecológicos pueden, en fin, aplicarse en el curso de experimentos piloto para la utilización racional del agua en zonas en que la bilharziasis es hiperendémica : se podría emprender, por ejemplo, el estudio y la construcción de redes de canalizaciones en sectores limitados de cultivo donde unas acequias estuvieran provistas de revestimiento y otras abiertas en la tierra y hubiera además conducciones cubiertas sometidas todas ellas a un régimen alternante de riego y desecación con cualesquiera otras instalaciones que se consideraran más satisfactorias. Se tendría así ocasión de proceder a un análisis técnico y económico de los métodos ensayados y de recoger observaciones cuantitativas sobre la fauna de moluscos. Los resultados obtenidos podrían compararse con la situación existente en las zonas testigo sin deducir conclusiones mientras los experimentos no se hubieran prolongado durante un periodo suficientemente largo.

SERIE DE INFORMES TECNICOS DE LA OMS

Desde enero de 1950, se han venido publicando en francés y en inglés, en la *Serie de Informes Técnicos*, los informes sobre los trabajos llevados a cabo por los diversos organismos que tienen por misión el asesoramiento técnico de la Organización : comités y subcomités de expertos de la OMS, comités mixtos constituidos con otras instituciones especializadas, y otros grupos consultivos o de estudio.

A partir de enero de 1955, esos informes se publican asimismo en español de manera regular. Varios informes publicados con anterioridad a esa fecha fueron traducidos y editados por la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP), que actúa de Oficina Regional de la OMS para las Américas.

Informes publicados por la OMS		Precio		
		s. d.	\$	Fr. s.
92.	(1955) Higiene de los Marinos Segundo Informe del Comité Mixto OIT/OMS (20 páginas)	1/9	0,30	1,—
93.	(1955) Formación Profesional de Parteras Primer Informe del Comité de Expertos (24 páginas)	1/9	0,30	1,—
94.	(1955) Alcohol y Alcoholismo Informe de un comité de expertos (15 páginas)	1/9	0,30	1,—
95.	(1955) Drogas Susceptibles de Engendrar Toxicomanía Quinto Informe del Comité de Expertos (17 páginas)	1/9	0,30	1,—
96.	(1955) Estandarización Biológica Octavo Informe del Comité de Expertos (20 páginas)	1/9	0,30	1,—
97.	(1955) Nutrición Cuarto Informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos (64 páginas)	3/6	0,60	2,—
98.	(1955) Legislación en materia de Asistencia Psiquiátrica Cuarto Informe del Comité de Expertos en Salud Mental (27 páginas)	1/9	0,30	1,—
99.	(1955) Higiene de la Carne Primer Informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos (56 páginas)	3/6	0,60	2,—
100.	(1955) Amputaciones y Prótesis Informe de una conferencia sobre protética (58 páginas)	3/6	0,60	2,—
101.	(1956) La Vacunación contra la Poliomielitís Examen preliminar (44 páginas)	1/9	0,30	1,—
102.	(1956) Drogas Toxicomanígenas Sexto Informe del Comité de Expertos (23 páginas)	1/9	0,30	1,—
103.	(1956) Conferencia sobre Paludismo en las Regiones del Pacífico Occidental y del Asia Sudoriental (Segunda Conferencia sobre Paludismo en Asia) Informe (50 páginas)	1/9	0,30	1,—
104.	(1956) Higiene de los Alimentos Cuarto Informe del Comité de Expertos en Saneamiento del Medio (32 páginas)	1/9	0,30	1,—
105.	(1956) Comité de Expertos en Enfermería Psiquiátrica Primer Informe (48 páginas)	1/9	0,30	1,—
106.	(1956) Comité de Expertos en Tracoma Segundo Informe (23 páginas)	1/9	0,30	1,—
107.	(1956) Conferencia Mixta FAO/OMS sobre Aditivos Alimentarios Informe (15 páginas)	1/9	0,30	1,—
108.	(1956) Comité de Expertos en Estandarización Biológica Noveno Informe (20 páginas)	1/9	0,30	1,—

	Precio		
	s. d.	\$	Fr. s
109. (1956) Comité de Expertos en Formación Profesional y Técnica del Personal Médico y Auxiliar Tercer Informe (21 páginas)	1/9	0,30	1,—
110. (1957) Comité de Expertos en Insecticidas Sexto Informe (100 páginas)	3/6	0,60	2,—
111. (1957) Grupo Consultivo sobre Veterinaria de Salud Pública Informe (30 páginas)	1/9	0,30	1,—
112. (1957) Lucha Antituberculosa — Planes para intensificar la coordinación entre los países europeos Informe de un grupo de estudio (15 páginas)	1/9	0,30	1,—
113. (1957) Diagnóstico de la Leptospirosis y Tipificación de las Leptospiras Informe de un grupo de estudio (13 páginas)	1/9	0,30	1,—
114. (1957) Toxicidad de los Plaguicidas para el Hombre Informe de un grupo de estudio (56 páginas)	3/6	0,60	2,—
115. (1957) Administración de los Servicios de Higiene Maternoinfantil Segundo Informe del Comité de Expertos en Higiene Maternoinfantil (32 páginas)	1/9	0,30	1,—
116. (1957) Comité de Expertos en Drogas Toxicomanígenas Séptimo Informe (16 páginas)	1/9	0,30	1,—
117. (1957) Grupo de Estudio sobre Aterosclerosis y Cardiopatía Isquémica Informe (45 páginas)	1/9	0,30	1,—
118. (1957) Los Accidentes de la Infancia — La observación de los hechos como fundamento de las medidas preventivas Informe de un grupo consultivo (46 páginas)	1/9	0,30	1,—
119. (1957) Grupo de Estudio sobre la Enseñanza de la Pediatría Informe (22 páginas)	1/9	0,30	1,—
120. (1957) Grupo de Estudio sobre Ecología de los Moluscos Huéspedes Intermediarios de la Bilharziasis Informe (41 páginas)	1/9	0,30	1,—
121. (1957) Comité de Expertos sobre la Rabia Tercer Informe			<i>En prensa</i>
122. (1957) Función de los Hospitales en los Programas de Protección de la Salud Primer Informe del Comité de Expertos en Organización de la Asistencia Médica (37 páginas)	1/9	0,30	1,—
123. (1957) Comité de Expertos en Paludismo Sexto Informe (93 páginas)	3/6	0,60	2,—
124. (1957) Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Higiene de la Leche Primer Informe (62 páginas)	3/6	0,60	2,—
125. (1957) Comité de Expertos en Insecticidas Séptimo Informe (35 páginas)	1/9	0,30	1,—
126. (1957) Prevención de la Fiebre Reumática Segundo Informe del Comité de Expertos en Enfermedades Reumáticas (30 páginas)	1/9	0,30	1,—
127. (1957) Comité de Expertos en Estandarización Biológica Décimo Informe (37 páginas)	1/9	0,30	1,—
128. (1957) Los Servicios de Laboratorio de Salud Pública Primer Informe del Comité de Expertos en Métodos de Laboratorio de Salud Pública (54 páginas)	3/6	0,60	2,—

	Precio		
	s. d.	\$	Fr. s.
129. (1957) Principios Generales que Regulan el Empleo de Aditivos Alimentarios Primer informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Asitivos Alimentarios	1/9	0,30	1,—
130. (1957) Epilepsia Juvenil Informe de un grupo de estudio			<i>En preparación</i>
131. (1957) Asistencia Médica y Social a los Toxicómanos Informe de un grupo de estudio	1/9	0,30	1,—
132. (1957) Conferencia sobre Paludismo para las Regiones del Mediterráneo Oriental y de Europa Informe	1/9	0,30	1,—
133. (1957) Comité de Expertos en Estadísticas Sanitarias Quinto informe	1/9	0,30	1,—
134. (1957) El Hospital Psiquiátrico, Centro de Acción Preventiva en Salud Mental Quinto informe del Comité de Expertos en Salud Mental	1/9	0,30	1,—
135. (1957) Comité Mixto OIT/OMS sobre Higiene del Trabajo Tercer informe	1/9	0,30	1,—
136. (1957) Comité de Expertos en Vacuna Antiamarilica Primer informe			<i>En preparación</i>
137. (1957) Medición del Nivel de Salud Informe de un grupo de estudio	1/9	0,30	1,—
138. (1957) Uso de las Especificaciones para Preparaciones Farmacéuticas Informe de un grupo de estudio	1/9	0,30	1,—
139. (1957) Conferencia Africana sobre Bilharziasis Informe			<i>En preparación</i>
140. (1957) Conferencia sobre Formación de los Médicos Generales en Salud Pública Informe	1/9	0,30	1,—
141. (1957) Quimioterapia y Quimioprofilaxis en la Lucha Antituberculosa Informe de un grupo de estudio			<i>En preparación</i>