

El control biológico de los moluscos hospedadores intermediarios de los esquistosomas: el ejemplo de la región del Caribe

Jean-pierre Pointier¹.

Oscar Noya².

¹Malacólogo Ecólogo de moluscos Pointier@univ-perp.fr

²Médico Parasitólogo noyao@carmelot.rect.ucv.ve

Correspondencia: Instituto de Medicina Tropical - Facultad de Medicina -
Universidad Central de Venezuela.

Consignado el 31 de Diciembre del 2000 a la Revista Vitae Academia
Biomédica Digital.

RESUMEN

Los agentes biológicos que han sido utilizados para el control de los moluscos hospederos intermediarios de la esquistosomiasis de la región del Caribe, incluyen trematodos esterilizantes y moluscos competidores. Un sólo ensayo de terreno se realizó en una laguna de la isla de Guadalupe, utilizando a *Ribeiroia guadeloupensis*, un trematodo local. El control más eficiente ha sido obtenido con moluscos competidores. El ampullarido *Marisa cornuarietis* fue utilizado con éxito la primera vez en Puerto Rico, y luego en un estanque de la isla de Guadalupe, que constituía un foco selvático de esquistosomiasis. Sin embargo, los moluscos tiaridos, *Tarebia granifera* y *Melanoides tuberculata* han producido los resultados más positivos en las diferentes islas de las Antillas.

INTRODUCCION

El control de los hospederos intermediarios de la esquistosomosis es un componente indispensable de la lucha integrada contra esta parasitosis. Los productos químicos de acción molusquicida han sido y continúan siendo utilizados de forma extensiva, para intentar eliminar al hospedero intermediario. Sin embargo, estos productos son caros y requieren ser aplicados repetidamente con la necesidad de disponer de una compleja y costosa estructura organizativa. Además, la acción de estos productos no es específica y los mismos son tóxicos para otros organismos como peces y crustáceos. Por lo anterior se ha impuesto la búsqueda de otras alternativas al control de moluscos y, entre ellas, el control biológico ha sido el objeto de importantes investigaciones en el transcurso de las últimas dos décadas (ver las revisiones de la O.M.S., 1984; Madsen, 1990; 1995; Pointier y Giboda, 1999; Pointier y Jourdane, 2000). El presente artículo tiene por objetivo exponer los principales resultados que han sido obtenidos en la región del Caribe.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el programa ECOS-Nord. Agradezco la colaboración del Lic. Alfredo Gutiérrez del Instituto Pedro Kourí, La Habana, Cuba.

Proyecto CONICIT/ECOS-NORD 99000228 (V99A05)

LOS MÉTODOS DE LUCHA BIOLÓGICA CONTRA LOS MOLUSCOS

Los agentes biológicos que pueden ser utilizados para el control de los moluscos hospederos intermediarios de los esquistosomas, se clasifican en cuatro grandes categorías: los microorganismos patógenos, los parásitos, los depredadores y los competidores.

Los microorganismos patógenos comprenden los virus, los hongos, los protozoos y las bacterias. Muy poco se conoce sobre los microorganismos patógenos de los moluscos. Ciertas bacterias como *Bacillus brevis* secretan una toxina molusquicida, y se ha descrito que algunos hongos matan los huevos de moluscos. Sin embargo, estos resultados parecen ser de un interés práctico muy limitado. Lo anterior es también aplicable a los protozoos y a los virus, de los cuales se sabe muy poco (ver la revisión de Madsen, 1995).

La posible utilización de los tremátodos parásitos esterilizantes como agentes de control biológico, fue prevista ya desde hace tiempo, pero los ensayos en el terreno son escasos y arcaicos. En la región del Caribe un sólo ensayo sobre el terreno se realizó entre 1976 y 1979 utilizando a *Ribeiroia guadeloupensis*, un tremátodo presente en estado adulto en las ratas y cuyo ciclo de vida comprende dos hospederos intermediarios obligatorios, el molusco *Biomphalaria glabrata* y el pez *Tilapia mossambica* (Nassi, 1978). Los huevos producidos por las ratas de laboratorio sirvieron para una experiencia de campo. Esta experiencia se realizó en una laguna de Guadalupe que albergaba una población de *Biomphalaria glabrata*, cuya dinámica había sido objeto de seguimiento durante un año antes de la introducción del parásito, y la cual se utilizó como referencia. Los huevos del parásito se introdujeron masivamente entre Septiembre de 1976 y Diciembre de 1977. El impacto de estas introducciones se tradujo en la reducción del 93% de la población de *Biomphalaria glabrata* un año después del inicio de la

experiencia y una desaparición completa del hospedero al cabo de un año y medio (Figura 1) (Nassi et al., 1979)

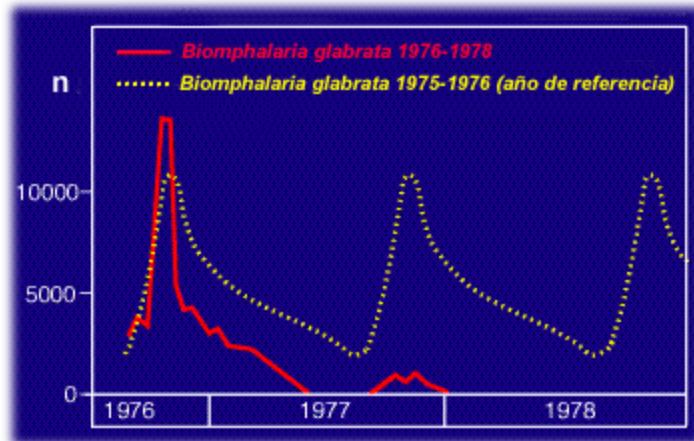


Figura 1
Control biológico de *Biomphalaria glabrata* con el trematóodo esterilizante *Ribeiroia guadeloupensis*

Numerosos depredadores de moluscos hospederos intermediarios de los esquistosomas han sido descritos, y su eventual utilización como medio de control biológico ha sido a menudo implementada. Sin embargo, a pesar de los estudios de laboratorio efectuados sobre numerosos organismos de diversos grupos zoológicos como insectos, crustáceos, hirudíneos o peces, hasta el momento no se ha concretado ninguno ensayo en el terreno (Madsen, 1995)

Otras especies de moluscos, en particular prosobranquios de la familia *Ampullariidae* y *Thiaridae* son competidoras de hospederos intermediarios de esquistosomas. Medio siglo atrás, estos moluscos fueron introducidos accidentalmente en la región del Caribe, donde eliminaron algunas poblaciones locales de *Biomphalaria glabrata*. Después de estas primeras observaciones, se han llevado a cabo programas de control biológico en varias islas antillanas. Detallaremos de aquí en adelante los principales resultados obtenidos sobre el terreno.

LA LUCHA BIOLÓGICA MEDIANTE MOLUSCOS COMPETIDORES

Marisa cornuarietis

Las primeras observaciones de campo sobre fenómenos de competencia fueron realizadas en Puerto Rico entre el ampularido *Marisa cornuarietis* y *Biomphalaria glabrata*, hospedero intermediario de *Schistosoma mansoni* (O.M.S, 1982). *Marisa cornuarietis* se introdujo accidentalmente en esa isla después de la Segunda Guerra Mundial y después de 1952, el impacto de esta especie sobre *B. glabrata* ha sido observado en el medio natural (Olivier-Gonzalez et al., 1956). Seguidamente, se implementaron con éxito varios programas de lucha biológica en lagunas de irrigación (Palmer et al., 1969), lagos artificiales (ovni et al., 1977) así como en algunos cursos de agua (Jobin y Laracuente, 1979).

En Guadalupe, *M. cornuarietis* se introdujo en 1987 en un estanque, el Grand Etang, que constituía un foco selvático de *Schistosoma mansoni*. Este foco se caracterizaba epidemiológicamente por la presencia de poblaciones de ratas negras *Ratus ratus*, con una alta prevalencia de *Schistosoma mansoni*, por poblaciones de *Biomphalaria glabrata*,

medianamente infectadas y por la ausencia de participación del hombre en el ciclo parasitario. *Marisa cornuarietis* es un molusco herbívoro muy voraz. Su introducción en el Grand Etang tuvo como consecuencia la eliminación de una planta flotante, *Pistia stratiotes*, desde 1989. Esta planta constituía el hábitat casi exclusivo de *B. glabrata*. Muestreos realizados en 1990 y 1991 confirmaron la erradicación de *B. glabrata* y del parásito *S. mansoni* en la rata (Figura 2) (Pointier et al., 1991). *Marisa cornuarietis* fue también introducida en las lagunas de Grande-Terre en Guadalupe, donde se constató la misma eficacia que en el foco selvático (Pointier y Theron, 1995).

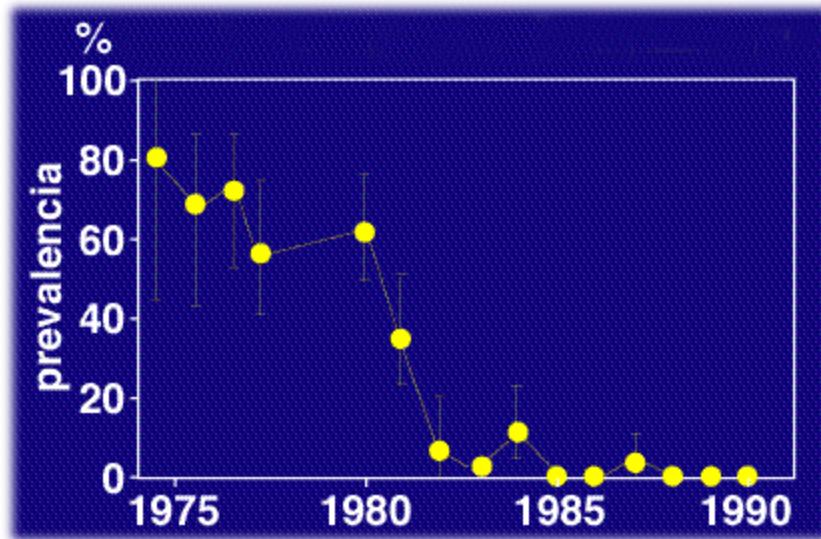


Figura 2
Foco selvático de Guadalupe: prevalencia de *Schistosoma mansoni* en *Rattus rattus*

Paradójicamente, la utilización de *M. cornuarietis* en Venezuela, país de origen de esta especie, no ha producido nunca resultados positivos en los diferentes sitios de transmisión de *S. mansoni*, en aquellas zonas donde se introdujo esta especie. Sin embargo, este ampulárido invadió numerosos lagos artificiales en todo el país donde, asociado con los tiáridos, limitó fuertemente las poblaciones de *Biomphalaria* (Balzán, comunicación personal).

Tarebia granifera

Este molusco es original del sureste de Asia, y se encuentra actualmente expandido por toda la región intertropical. Fue introducido accidentalmente en Texas alrededor de 1935 (Murria y Woopschall, 1965), luego en Florida entre 1940 y 1947 (Abbot, 1952). Seguidamente, se introduce en Puerto Rico alrededor de 1954 (Harry y Aldrich, 1958) donde se hicieron las primeras observaciones sobre el desplazamiento competitivo de *B. glabrata* por esta especie a lo largo de un curso de agua entre 1964 y 1969 (Butlers et al., 1980). Otras observaciones realizadas en esta isla muestran que *T. granifera* es capaz de colonizar numerosos tipos de hábitat tales como arroyos, ríos, canales, charcas, lagos y pantanos permanentes. Este molusco es muy resistente a la polución pero bastante sensible a la desecación y por lo tanto muestra una baja supervivencia en cuerpos de agua temporales. Por otra parte, su crecimiento y su tasa de reproducción son bajos en comparación con *Biomphalaria* (Chaniotis et al., 1980).

En Venezuela, *T. granifera* es encontrada por primera vez en 1970, en un lago artificial cerca de Caracas. Luego, en los años siguientes es vista en otros dos lagos: Ocumarito y Camatagua (Chrosciechowski, 1973). En Camatagua un inventario malacológico realizado en 1963 había

revelado la presencia de varias especies de *Biomphalaria*. En 1974, el lago fue colonizado totalmente por *T. granifera* y ningún ejemplar de *Biomphalaria* pudo ser colectado (Chrosciechowski, comunicación personal). En 1975, los ríos de la región litoral central de Venezuela fueron invadidos por *T. granifera*. Antes de esa fecha, muchos de esos ríos albergaban a *B. glabrata* y constituían sitios de transmisión de *S. mansoni*. Inventarios malacológicos realizados entre 1975 y 1983, y luego en 1990 mostraron la desaparición total de *B. glabrata* de estos ríos y la presencia de importantes poblaciones de tiáridos (Pointier et al., 1994).

Tarebia granifera ha invadido igualmente las demás islas de las Antillas Mayores como son: República Dominicana, Haití y Cuba entre 1965 y 1970 (Jaume, 1972; Ferguson, 1977) y más recientemente las Antillas Menores como Martinica en 1991 (Pointier et al., 1998) y Guadalupe en el 2000 (datos no publicados). Por lo tanto, la expansión de esta especie sigue progresando en la región del Caribe.

Un estudio de introducción de esta especie se realizó en dos localidades diferentes de Cuba y se observó la disminución de algunas especies de *Biomphalaria* allí presentes (Perera et al., 1993). En República Dominicana se observó también este mismo fenómeno (Gómez et al., 1990).

Melanoides tuberculata

Esta especie pertenece a la misma familia de *Tarebia granifera*, y ha sido a menudo confundida en la literatura con esta última. Originaria de África del Este y del Medio Oriente, ha invadido igualmente toda la región intertropical. Su llegada a la región neotropical es un poco tardía ya que se reporta por primera vez en Texas en 1964 (Murray, 1964). Seguidamente, esta especie colonizó los mismos países e islas del Caribe que *T. granifera* (ver la revisión de Pointier y McCullough, 1989).

El primer ensayo de lucha biológica, usando a *Melanoides tuberculata*, se realizó en la isla de Santa Lucía en 1978. Una cepa proveniente de la isla vecina de Dominica, fue introducida ese año en varios sitios de transmisión de *S. mansoni*. Esos sitios, bien conocidos en Santa Lucía, comprendían zonas cenagosas cultivadas e irrigadas por pequeños arroyos y fuentes. Dos años después de su introducción, *M. tuberculata* había colonizado ampliamente todo el área y había eliminado las poblaciones de *B. glabrata* (Prentice, 1983)(Figura 3). Despues de este primer éxito, *M. tuberculata* fue introducida en otras zonas de la isla entre 1981 y 1986 (Calender, comunicación personal). Un inventario malacológico realizado en 1992 mostró que la mayor parte del sistema hidrográfico había sido invadido por *M. tuberculata* y que las poblaciones de *B. glabrata* habían disminuido significativamente (Pointier, 1993).

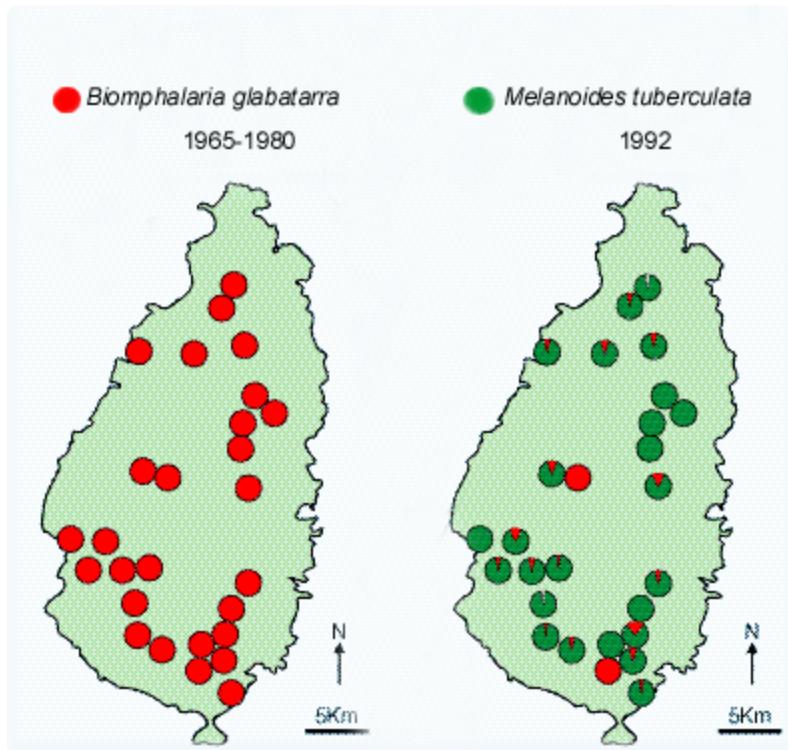


Figura 3
Control de *Biomphalaria glabrata* con *Melanoides tuberculata*
en la isla de Santa Lucia. Situación en 1992

En 1983, persistía la transmisión residual de *S. mansoni* en berreras de Martinica. Se intentó entonces un primer ensayo de lucha biológica utilizando *M. tuberculata* en un grupo de berreras de la región de Saint-Pierre. En menos de dos años, el competidor había eliminado las poblaciones de *B. glabrata* y de *B. straminea*, que se encontraban en esas berreras (Pointier et al., 1989) (Figura 4).

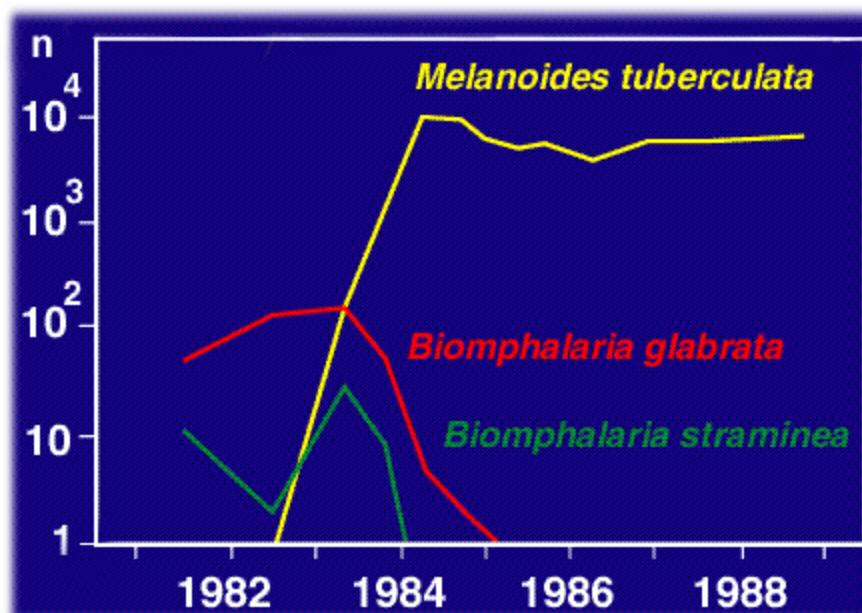


Figura 4
Control biológico de *Biomphalaria* spp con *Melanoides tuberculata*
en una berrera de Martinica

Todas las demás berreras que habían sido encuestadas en la isla fueron luego tratadas de la misma forma y en 1990, las poblaciones de *B. glabrata* y de *B. straminea* habían casi

desaparecido de ese tipo de hábitat (Pointier y Guyard, 1992)(Tabla 1). Paralelamente a este programa específico de lucha biológica, un seguimiento malacológico regular mostró que casi todos los cursos de agua de la isla habían sido invadidos progresivamente por *M. tuberculata*, mientras que las poblaciones de *B. glabrata* y de *B. straminea* devenían rápidamente en especies raras (Schlegel et al., 1997). En el año 2000 no fue posible encontrar *B. glabrata* en Martinica, mientras que *B. straminea* devino una especie poco común (datos no publicados).

Berreras	Especies	Introducción de <i>thiaridae</i>	Estado del control en 1990	Estado del control en 1996
Roxelane 1	<i>Bg + Bs</i>	1983	Desaparición	Algunos <i>Bs</i>
Roxelane 2	<i>Bg + Bs</i>	1983	Desaparición	Algunos <i>Bs</i>
Roxelane 3	<i>Bs</i>	1984	Desaparición	Desaparición
Roxelane 4	<i>Bs</i>	1984	Algunos <i>Bs</i>	Algunos <i>Bg</i>
Pointe la Mare 1	<i>Bg + Bs</i>	1983	Algunos <i>Bg + Bs</i>	Algunos <i>Bs</i>
Pointe la Mare 2	<i>Bg + Bs</i>	1983	Algunos <i>Bg + Bs</i>	Algunos <i>Bs</i>
Pointe la Mare 3	<i>Bg + Bs</i>	1983	Algunos <i>Bg + Bs</i>	Algunos <i>Bs</i>
Pointe la Mare 4	<i>Bg + Bs</i>	1983	Algunos <i>Bg + Bs</i>	Algunos <i>Bs</i>
Pointe la Mare 5	<i>Bg + Bs</i>	1983	Algunos <i>Bs</i>	Desaparición
Roches Carrées	<i>Bg + Bs</i>	1986	Algunos <i>Bg</i>	Abandono de los cultivos
Haut Roches Carrées	<i>Bg + Bs</i>	Accidental	Algunos <i>Bg + Bs</i>	Desaparición
Rivière l'Or 1	<i>Bg + Bs</i>	1984	Desaparición	Desaparición
Rivière l'Or 2	<i>Bs</i>	Accidental	Desaparición	Desaparición
Hôtel des Plaisirs	<i>Bg</i>	1986	Algunos <i>Bg</i>	Desaparición
Ressource Bassignac	<i>Bs</i>	1986	Abandono de los cultivos	Abandono de los cultivos
Rivière falaise	<i>Bg + Bs</i>	Accidental	Desaparición	Abandono de los cultivos
Habitation Pécoul	<i>Bs</i>	Accidental	Abandono de los cultivos	Abandono de los cultivos
Romanet 1	<i>Bg + Bs</i>	1986	Algunos <i>Bs</i>	Algunos <i>Bs</i>
Romanet 2	<i>Bg</i>	1986	Algunos <i>Bg</i>	Abandono de los cultivos
Romanet 3	<i>Bg</i>	1986	Desaparición	Desaparición
Rivière des Pères	<i>Bg + Bs</i>	1986	Algunos <i>Bg</i>	Algunos <i>Bs</i>
Bois de l'Union	<i>Bs</i>	1986	Desaparición	Abandono de los cultivos

Tabla 1
Situación del control biológico de *Biomphalaria* spp.
en berreras de Martinica con *Melanoides tuberculata*

El caso de Guadalupe es diferente al de Martinica. *M. tuberculata* se descubrió por primera vez en esa isla en 1979. Durante los años siguientes, esta fue introducida en varios canales y cañadas de Basse-Terre que eran sitios de transmisión de la parasitosis y ocasionó la desaparición progresiva de *B. glabrata* (Pointier y Theron, 1995). Por el contrario, no se tuvo éxito al implementar un ensayo de lucha biológica en 1984 en zonas cenagosas situadas detrás de la region de manglar de Grande-Terre (Pointier et al., 1993). En efecto, en ese tipo de habitat *M. tuberculata* y *B. glabrata* pueden coexistir sin que se observe exclusión alguna. La explicación de este fenómeno está en relación con el hecho de que las zonas cenagosas son muy heterogéneas y están sometidas a períodos irregulares de desecación e inundación. En este tipo de hábitat, *B. glabrata*, que tiene un ciclo de vida corto, un crecimiento y una tasa de reproducción elevadas, posee una ventaja adaptativa con respecto a *M. tuberculata*, que tiene un ciclo de vida más largo con una tasa de crecimiento más lenta y una tasa de reproducción mucho más baja (Pointier et al., 1991). *Melanoides tuberculata* no cuenta, por tanto, con el tiempo necesario para alcanzar densidades suficientemente elevadas para que ocurran los fenómenos de competencia, como ocurre en el caso de los cuerpos de agua permanentes de Santa Lucía, Martinica o la Basse-Terre de Guadalupe (Figura 5). El éxito de la lucha biológica depende del tipo de hábitat donde esta será aplicada.

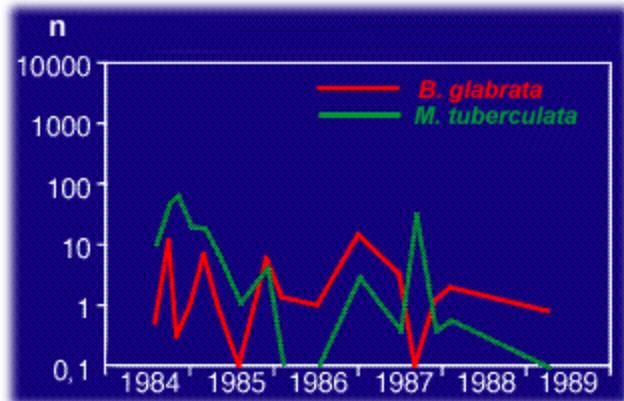


Figura 5
Ensayo de control biológico en el foco de manglar de Guadalupe

En Cuba, un estudio a largo plazo realizado en el lago Hanabanilla demostró un reemplazo de diferentes especies de pulmonados como consecuencia del aumento de las densidades de *M. tuberculata* y *T. granifera* a partir de la aparición de estas especies en ese lago (Perera et al., 1995) (Figura 6).

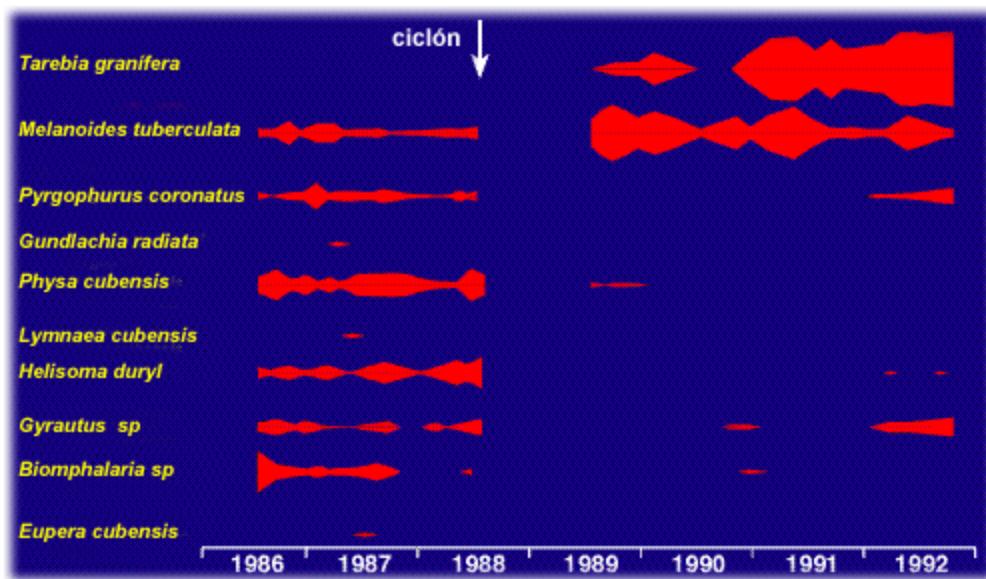


Figura 6
Variaciones en las densidades de los moluscos del lago de Hanabanilla, Cuba entre 1986 y 1992. Se observa el reemplazo de los pulmonados por los tiaridos después del ciclón de 1988

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

En la región del Caribe sólo los moluscos competidores han producido resultados positivos en cuanto al control biológico contra los hospederos intermediarios de la esquistosomiasis mansoni. Sin embargo, estos resultados dependen estrechamente del tipo de hábitat considerado. Numerosos factores intervienen en este tipo de lucha, y sólo un correcto conocimiento de la biología de los organismos que se utilizan (competidores y moluscos blanco) así como de la ecología del medio acuático, permitirá, desarrollar un programa de lucha con alta probabilidad de éxito.

Actualmente, las introducciones de moluscos exóticos se multiplican en la región del Caribe por causa del aumento de intercambios comerciales y en particular del comercio de plantas acuáticas relacionado con la piscicultura. Este fenómeno involucra a especies susceptibles de jugar el papel de hospedero intermedio de parásitos, como los planorbídos (por ejemplo *Biomphalaria straminea*) o los lymnaeidos (por ejemplo *Lymnaea columella*) o bien moluscos, que por el contrario pueden contribuir a la eliminación de las poblaciones de esos hospederos como ampollarídos o thiarídos. Las invasiones más espectaculares que se han observado durante los últimos años, son las de *Tarebia granifera* y *Melanoides tuberculata*. Estas dos especies continúan colonizando las Antillas Mayores y Menores, así como los países de la región del Caribe como Venezuela, Colombia, México, etc. Estas dos especies, de muy alta capacidad de dispersión, son capaces de colonizar la mayor parte de los cuerpos de agua donde pueden contribuir de manera significativa, a la disminución de las poblaciones de *Biomphalaria*, lo cual está estrechamente ligado al tipo de hábitat. Esta situación parece hoy irreversible, y deberá permitir un control adecuado de especies responsables de la esquistosomiasis en la región del Caribe.

BIBLIOGRAFÍA

1. Butlers JM ; Ferguson FF ; Palmer JR ; Jobin WR. Displacement of a colony of *Biomphalaria glabrata* by an invading population of *Tarebia granifera* in a small stream in Puerto Rico. Caribbean Journal of Science. 1980, 16 : 73-79.
2. Chaniotis BN ; Butlers JM ; Ferguson FF ; Jobin WR. Bionomics of *Tarebia granifera* (Gastropoda : Thiaridae) in Puerto Rico, an asiatic vector of *Paragonimus westermani*. Caribbean Journal of Science. 1980, 16 : 81-90.
3. Chrosciechowski P. Un caracol en busca de nueva residencia. Lago. 1973, 39 : 813-814.
4. Ferguson FF. The role of biological agents in the control of schistosome-bearing snails. US Department of Health and Welfare, Publication of the Health Services. Pp 107.
5. Gómez JD; Vargas M; Malek EA. Biological control of *Biomphalaria glabrata* by *Thiara granifera* under laboratory conditions. Tropical Medicine and Parasitology. 1990, 41: 43-45.
6. Gutiérrez A ; Perera G ; Yong M ; Ferrer JR ; Sánchez J. Distribución y posible competencia entre *Melanoides tuberculata* y *Tarebia granifera* en el lago Hanabanilla, Cuba. Revista Cubana de Medicina Tropical. 1995, 45(2) : 93-99.
7. Harry HW ; Aldrich DV. The ecology of *Australorbis glabratus* in Puerto Rico. Bulletin of the World Health Organization. 1958, 18 : 829-832.
8. Jaume ML. Nuevo género y especie de molusco fluvial para la fauna malacológica cubana (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae). Circulares del Museo y Biblioteca de Zoología de la Habana. 1972: 1523-1525.
9. Jobin WR ; Brown RA ; Velez SP ; Ferguson FF. Biological control of *Biomphalaria glabrata* in major reservoirs in Puerto Rico. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1977, 26 : 1018-1024.
10. Jobin WR ; Laracuente A. Biological control of schistosome transmission in flowing water habitats. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1979, 28 : 916-917.
11. Madsen H. Biological methods for the control of freshwater snails. Parasitology Today, 1990, 6 : 237-241.

12. Madsen H. Methods for biological control of schistosome intermediate hosts, an update. Proceedings of 'A status of Research on Medical Malacology in Relation to Schistosomiasis in Africa', Zimbabwe, August 1995 : 347-376.
13. Murray HD. *Tarebia granifera* and *Melanoides tuberculata* in Texas. American Malacological Union Incompany, :15-16.
14. Murray HD ; Woopschall LJ. Ecology of *Melanoides tuberculata* (Müller) and *Tarebia granifera* (Lamarck) in South Texas. American Malacological Union Incompany, 1965 : 25-26.
15. Nassi H. Données sur le cycle biologique de *Ribeiroia marini guadeloupensis* n. ssp., Trématode stérilisant *Biomphalaria glabrata* en Guadeloupe. Entretien du cycle en vue d'un contrôle éventuel des populations de mollusques. *Acta Tropica*, 1978, 35 : 41-56.
16. Nassi H ; Pointier JP ; Golvan YJ. Bilan d'un essai de contrôle de *Biomphalaria glabrata* en Guadeloupe à l'aide d'un Trématode stérilisant. *Annales de Parasitologie*, 1979, 54(2): 185-192.
17. Oliver-Gonzalez J ; Bauman PM ; Benenson AS. Effect of the snail *Marisa cornuarietis* on *Australorbis glabratus* in natural bodies of water in Puerto Rico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 1956, 5 : 290-296.
18. Perera G ; Yong M ; Ferrer JR. Biological control of snail intermediate hosts by competitor thiariid snails in Cuba. *Journal of Medical and Applied Malacology*. 1993, 5 : 97-101.
19. Perera G ; Yong M ; Ferrer JR ; Gutiérrez A ; Sánchez J. Ecological structure and factors regulating the population dynamics of the freshwater snail populations in Hanabanilla Lake, Cuba. *Malacological Review*. 1995, 28 : 63-69.
20. Palmer JR ; Colon AZ ; Ferguson FF ; Jobin WR. The control of schistosomiasis in Patillas, Puerto Rico. *Public Health Report*, 1969, 84 : 1003-1008.
21. Pointier JP. The introduction of *Melanoides tuberculata* (Mollusca : Thiaridae) to the island of Saint-Lucia (West Indies) and its role in the decline of *Biomphalaria glabrata*, the snail intermediate host of *Schistosoma mansoni*. *Acta Tropica*. 1993, 54: 13-18.
22. Pointier JP; Giboda M. The case for biological control of snail intermediate hosts of *Schistosoma mansoni*. *Parasitology Today*, 1999, 15 (10): 395-397.
23. Pointier JP ; Guyard A. Biological control of the snail intermediate hosts of *Schistosoma mansoni* in Martinique, French West Indies. *Tropical Medicine and Parasitology*. 1992, 43: 98-101.
24. Pointier JP; Jourdane J. Biological control of the snail hosts of schistosomiasis in areas of low transmission: the example of the Caribbean area. *Acta Tropica*, 2000, 77 : 53-60.
25. Pointier JP ; McCullough F. Biological control of the snail hosts of *Schistosoma mansoni* in the Caribbean area using *Thiara* spp. *Acta Tropica*. 1989, 46: 147-155.
26. Pointier JP ; Théron A. Ecology and control of the snail intermediate hosts of trematodes in an heterogenous environment: the *Biomphalaria glabrata* model in the insular focus of Guadeloupe. *Research and Reviews in Parasitology*, 1995, 55(2):121-133.
27. Pointier JP ; Guyard A ; Mosser A. Biological control of *Biomphalaria glabrata* and *B. straminea* by the competitor snail *Thiara tuberculata* in a transmission site of schistosomiasis in Martinique, French West Indies. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*. 1989, 83(3): 263-269.
28. Pointier JP ; Toffart JL ; Lefèvre M. Life tables of freshwater snails of the genus *Biomphalaria* (*B. glabrata*, *B. alexandrina*, *B. straminea*) and of one of its competitor *Melanoides tuberculata* under laboratory conditions. *Malacologia*. 1991, 33(1-2): 43-54.

29. Pointier JP ; Incani RN ; Balzan C ; Chroschiechowski P ; Prypchan S. Invasion of the rivers of the littoral central region of Venezuela by *Thiara granifera* and *Melanoides tuberculata* (Mollusca, Prosobranchia, Thiaridae) and the absence of *Biomphalaria glabrata*, snail host of *Schistosoma mansoni*. *The Nautilus*. 1994, 107(4): 124-128.
30. Pointier JP ; Samadi S ; Jarne P ; Delay B. Introduction and spread of *Thiara granifera* (Lamarck, 1822) into Martinique island, French West Indies. *Biodiversity and Conservation*. 1998, 7: 1277-1290.
31. Pointier JP ; Théron A ; Borel G. Ecology of the introduced snail *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) in relation to *Biomphalaria glabrata* in the marshy forest zone of Guadeloupe, French West Indies. *The Journal of Molluscan Studies*. 1993, 59: 421-428.
32. Pointier JP ; Théron A ; Imbert-Establet D ; Borel G. Eradication of a sylvatic focus of *Schistosoma mansoni* using biological control by competitor snails. *Biological Control*, 1991, 1: 244-247.
33. Prentice MA. Displacement of *Biomphalaria glabrata* by the snail *Thiara granifera* in field habitats in St Lucia, West Indies. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*. 1983, 77 : 51-59.
34. Schlegel L ; Pointier JP ; Petitjean-Roget V ; Nadeau Y ; Blateau A ; Mansuy JM. Le contrôle de la schistosomose intestinale en Martinique. *Parasite*. 1997, 3(4): 217-225.
35. W.H.O. Data sheet on the biological control agent. WHO/VBC/82.837, 1982. Pp 11.
36. W.H.O. Report of an informal consultation on research on the biological control of snail intermediate hosts. TDR/VBC-SCH/SI 1984-3. pp 39.