

AÇÃO INIBIDORA DE TERMOFOSFATO MAGNESIANO SOBRE A FECUNDIDADE DE PLANORBÍDEOS E SEU POSSÍVEL SIGNIFICADO NO CONTROLE DA ESQUISTOSSOMOSE MANSONI *

Roberto Milward-de-Andrade **
Leonardo Fittipaldi Torga ***

MILWARD-DE-ANDRADE, R. & TORGA, L. F. Ação inibidora de termofosfato magnésiano sobre a fecundidade de planorbídeos e seu possível significado no controle da esquistossomose mansoni. *Rev. Saúde públ., S. Paulo, 15:59-71, 1981.*

RESUMO: A eficácia de termofosfato magnésiano (fertilizante e corretivo do solo) na alimentação de planorbídeos, em laboratório, foi testada ao longo de cinco semanas, verificando-se o crescimento da concha de populações experimentais de *Bimphalaria glabrata* (Say, 1818) e *Helisoma duryi* (Wetherby, 1879). Reversamente observou-se que aquele produto mineral bloqueou a oviposição de ambas as espécies, a partir da segunda semana do experimento, quando proporcionado, isoladamente ou associado, a latoso ou a folhas de alface. Em consequência, supõe-se que sua ampla utilização nas novas áreas de cultivo, obtidas através de métodos modernos de irrigação, poderá, adicionalmente — ao ser carregado pelas chuvas, para ecossistemas lénticos ou lóticos — reduzir as populações pioneiras de diferentes espécies de *Bimphalaria* constituindo-se útil meio de controle da esquistossomose mansoni, em zonas rurais. Ademais, poderá ser eficaz no controle dos hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* que, usualmente, se estabelecem em lagoas de criação de peixes — cuja multiplicação, em áreas tropicais, vem sendo incentivada, quer como atividade econômica alternativa para o pequeno proprietário rural quer como exigência de necessidade nutricional das comunidades humanas mais pobres. Supõe-se, ainda, que o material testado poderá controlar populações de limneídeos, hospedeiros intermediários de *Fasciola hepática*. São sugeridos testes de campo que possam efetivamente comprovar a hipótese levantada, e também estudos destinados ao conhecimento do mecanismo de ação do elemento magnésio no bloqueio da fertilidade de moluscos. Salienta-se a necessidade de pesquisas especiais sobre o efeito de diferentes concentrações de magnésio em ovos e formas juvenis de planorbídeos, bem como sobre miracídios e cercárias (intra-caramujos e livre-natantes) de trematódeos.

UNITERMOS: Esquistossomose mansônica, controle. Planorbídeos, controle.

* Trabalho complementado com auxílio financeiro do CNPq — Projeto PDE/10-02-1.

** Do Laboratório de Ecologia do Centro de Pesquisas "René Rachou"/FIOCRUZ — Caixa Postal 1743 — 30000 — Belo Horizonte, MG — Brasil; da Universidade Federal de Minas Gerais — Belo Horizonte, MG.

*** Da Universidade Católica de Minas Gerais — 30000 — Belo Horizonte, MG (estudante de Biologia).

INTRODUÇÃO

Sob a denominação genérica de termofosfato magnésiano, é comercializado um produto mineral de uso na correção da acidez e na carência tradicional em fósforo dos latossolos (Defelipo e col.² 1978).

O adubo em questão é, industrialmente, obtido pelo processo de desfluorização pelo calor. Assim, o fosfato natural — enriquecido com sílica e magnésio (dolomita) — é derretido em forno elétrico, à temperatura de 1.500°C, e, após, submetido a choque térmico com jato d'água, secado e moído.

O produto final é um pó inodoro, cinza, incapaz de absorver umidade atmosférica. Contém 18% de P₂O₅, 28% CaO, 16,5% de MgO e traços de Co, Cu, Mn, Mo, Fe e SiO₂. É insolúvel na água, apresentando quimicamente pH de 8,0 a 8,5 — porém, fisicamente neutro.

Segundo, ainda, a empresa que o industrializa, torna-se solúvel quando em contato com os ácidos fracos do solo e das raízes das plantas. De seu fósforo, 16,5% é dito como solúvel em ácido cítrico a 2% (1:100).

Com vistas à utilização de substâncias mais apropriadas à criação econômica de planorbídeos, em laboratório — sobretudo, sem o inconveniente usual de indivíduos portadores de conchas frágeis e quebradiças — procedeu-se a testes preliminares com o produto em consideração; todavia, sem perder de vista a possibilidade de se obter resultado diverso do originalmente procurado — face a conhecimento disponível na literatura especializada e orientado, principalmente, no sentido de esclarecer condições ecológicas nas quais usualmente se desenvolvem as populações naturais de planorbídeos (Sioli^{22,26}, 1951, 1953, 1956; Deschiens³, 1954; Milward-de-Andrade^{12,14}, 1954, 1959; Milward-de-Andrade e col.^{15,16}, 1955, 1957; Harrison e col.⁶, 1966; Williams²³, 1970; Thomas e col.²⁷ 23, 29, 1974, 1975; Nduku e Harrison¹⁷, 1976;

Pointier e col.¹⁹, 1977; Leveque e col.⁸, 1978).

A resposta preliminar obtida — e diversa daquela inicialmente procurada — constituiu ponto de partida para a proposição do que os autores supõem poder ser um novo e talvez útil método de controle de populações naturais dos hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907) e, também, de limneídeos: hospedeiros intermediários de *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758.

Os resultados obtidos são aqui relatados, seguindo-se as ilações que eles sugerem, como anteriormente resumido (Milward-de-Andrade¹¹, 1980).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido ao longo de cinco semanas: iniciando-se às 16 h de 2 de outubro e terminando às 16,20 h de 6 de novembro de 1979.

1. *Seleção prévia dos planorbídeos* — Todos os exemplares utilizados foram previamente selecionados entre indivíduos que, comprovadamente, desovavam com regularidade.

Assim, em copos de vidro, com 100 ml de água de torneira, desclorada, foram distribuídos exemplares, isolados, de ambas espécies utilizadas: *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) e *Helisoma duryi* (Wetherby, 1879), alimentados diariamente com fragmentos de alface: *Lactuca sativa* L.

Ao final de cinco dias (24 a 28 de setembro de 1979) procedeu-se à seleção daqueles indivíduos submetidos ao experimento proposto. Entre os 20 *B. glabrata*, inicialmente utilizados, registrou-se 110 desovas e 1427 ovos. Ou 71,4 ovos/caramujo ou, ainda, 5,5 desovas/caramujo. E, entre os 20 *H. duryi*, detectou-se 43 desovas e 857 ovos. Ou 42,9 ovos/caramujo ou, ainda, 2,2 desovas/caramujo.

Os 19 espécimens férteis, restantes, de cada espécie nomeada, foram transferidos para duas cubas plásticas, e aí mantidos como eventuais substitutos dos que morressem ao longo do experimento. Mas, de qualquer modo, lançando-se mão, sempre, de indivíduos de talhe análogo ao dos mortos.

A seleção prévia mencionada justificou-se como precaução ante o fato, não infrequente, de prolongada supressão de oviposição entre moluscos planorbídeos (dada por motivos que ainda carecem de explicação), particularmente, *Helisoma duryi* (Roney²⁰, 1943; Milward-de-Andrade¹³, 1980).

2. *Planorbídeos utilizados* — Os 20 exemplares iniciais de *B. glabrata* eram pigmentados e tinham, todos eles, 12mm de diâmetro das conchas. Seus ascendentes foram, anteriormente, capturados no Lago da Pampulha, Belo Horizonte, MG. Os 20 exemplares de *H. duryi* eram albinos, também mediam 12mm e descendiam de espécimens recém-introduzidos, da Região Neártica (América do Norte), no Estado de Goiás (Paraense¹⁸, 1976).

3. *Água e recipientes* — A água utilizada era de torneira, porém, desclorada com solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ p.a. Semanalmente, quantidades iguais a 1.800 ml eram colocadas em cada uma das oito cubas plásticas: 20 x 30 x 10 cm, utilizadas como aquários. Ocorreu, pois, renovação periódica da massa líquida. As cubas eram mantidas fechadas com tampas, brancas e opacas, do mesmo material plástico.

4. *Temperatura (°C)* — Ademais do registro regular das máximas e mínimas do ar, anotou-se diariamente — de uma única cuba, tomada como padrão —, entre 16 e 17 h, a temperatura da água e, também, a do ambiente.

5. *Alimento* — Estava constituído por fragmentos de folhas frescas de *Lactuca sativa* e, também, do próprio adubo testado.

A alface foi diariamente renovada. Porém, o adubo — na quantidade de 100 ml (quando isolado ou associado à alface) ou na de 50 ml (quando associado a igual proporção de latossolo) — foi semanalmente substituído.

Para cada cuba utilizada: 1-4 (com bionfalária) e 5-8 (com helisoma), que abrigava sempre cinco exemplares de planorbídeos, tivemos, em termos de alimento, o que se segue:

a) Com *Biomphalaria glabrata* — Cuba-1: apenas alface; cuba-2: alface + adubo; cuba-3: apenas adubo; cuba-4: adubo + latossolo.

b) Com *Helisoma duryi* — Cuba-5: apenas alface; cuba-6: alface + adubo; cuba-7: apenas adubo; cuba-8: adubo + latossolo.

O latossolo foi obtido de formigueiro — estando, pois, constituído de material proveniente do horizonte pedológico "B"; portanto, isento de contaminantes orgânicos comuns ao horizonte "A". Antes de utilizado, foi manual e vigorosamente mesclado ao termosfato magnésiano.

Em cada cuba foi mantido, à superfície d'água, um pequeno retângulo de polietileno (isopor), branco, rugoso, com 6 a 8 cm, para suporte adicional das desovas dos moluscos.

6. *Dados registrados* — Em relação a cada uma das oito cubas então mencionadas, foram anotados os seguintes dados: a) pH da água "nova" e da "velha", determinado através de peagômetro; b) temperatura (°C), da água e do ar; c) mortalidade diária, substituindo-se os caramujos por outros do mesmo porte, pré-selecionados e mantidos nas duas cubas ditas "de reserva"; d) número de desovas; e) número de ovos e de ovos/desova; f) diâmetro final de cada exemplar utilizado, ou seja, crescimento de ambas as espécies em consideração.

RESULTADOS

Temperaturas (°C).

As mínimas e máximas do ar, diariamente registradas, oscilaram entre os seguintes valores extremos: 21,5° e 28,5°C, respectivamente.

As amostras de água "novas" tiveram como valores médios semanais: 25,5° (1ª semana), 25,5° (2ª), 23,5° (3ª), 26,5° (4ª) e 25,5°C (5ª).

Considerando todas as anotações diárias, a temperatura média das águas "novas" foi de 25,3°; das "velhas", 25,9°C. Ocorrendo, pois, variação média de apenas 0,6°C.

pH

Os seus valores, para cada cuba, foram determinados duas vezes por semana: ou seja, das águas "novas" (após introduzidas nas cubas, que continham alimento) e das águas "velhas" (uma semana depois de abrigarem os planorbídeos, alimentos e dejeções).

No caso das cubas com *B. glabrata*, o pH médio das águas "novas" oscilou de 6,78 a 7,78; o das "velhas", de 6,52 a 7,58. Registrou-se, portanto, diferença para menos, entre os valores iniciais e os finais.

Ou seja, $6,78:6,52 = 0,26$; e $7,78:7,58 = 0,20$.

Para as quatro cubas com *H. duryi*, foram anotados, respectivamente, os valores médios de 6,74 (mínimo) a 7,94 (máximo), para as águas "novas"; e 6,50 (mínimo) a 7,70 (máximo), para as águas "velhas", semanalmente.

As diferenças foram, portanto, análogas às anteriormente nomeadas: 0,24, em ambos os casos.

Mortalidade.

Ao término das cinco semanas do experimento, haviam sido substituídos 65% (13) dos exemplares de *B. glabrata* inicialmente utilizados.

Daquele total, 11 (55%) encontravam-se em contacto com o termofosfato magnesiano testado (cubas 2, 3 e 4).

No caso de *H. duryi*, o total de substituições não ultrapassou a 4 (20%) espécimens; porém, 1 (5%) deles pertencia à população alimentada exclusivamente com alface (cuba-5).

Os dados que se seguem esclarecem a marcha dos acontecimentos registrados: substituições, por cuba, em função do tempo de observações (5 semanas):

a) *B. glabrata*

CUBA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	Total
1 (alface)	0	0	2	0	0	2
2 (+ adubo)	0	0	2	2	0	4
3 (adubo)	0	0	0	2	1	3
4 (+ latossolo)	0	0	0	1	3	4
	—	—	—	—	—	—
Total	0	0	4	5	4	13

b) *H. duryi*

5 (alface)	0	0	0	1	0	1
6 (+ adubo)	0	0	0	0	0	0
7 (adubo)	0	0	1	0	0	1
8 (+ latossolo)	0	0	1	0	1	2
	—	—	—	—	—	—
Total	0	0	2	1	1	4

Observa-se, pois, que nas duas primeiras semanas não foi registrada mortalidade de planorbídeos. E, nas três primeiras, não pereceu também nenhuma bionfalária alimentada apenas com adubo (cuba-3) ou com este produto associado a latossolo (cuba-4). Também não morreu nenhum dos helisomas alimentados com alface + adubo (cuba-6).

Crescimento dos planorbídeos.

Entre bionfalárias, apenas 2 (15,4%) dos 13 indivíduos substituídos conservavam o

mesmo diâmetro inicial: 12mm. Os outros 11 mostraram variações: 13-16mm.

Quanto à helisoma, 2 (50%) conservaram o mesmo talhe: 12mm; os outros 2 (50%) substituídos tinham 14mm de diâmetro.

Os diâmetros (mm) dos planorbídeos substituídos, segundo as cubas nas quais se encontravam e as ocasiões (semanas) mencionadas, eram os seguintes:

a) *B. glabrata*

CUBA	3ª	4ª	5ª	Total
1	12, 15	—	—	2
2	12, 14	14, 16	—	4
3	—	13, 15	14	3
4	—	15	13, 14, 15	4
Totais	4	5	4	13

b) *H. duryi*

5	—	14	—	1
6	—	—	—	0
7	12	—	—	1
8	12	—	14	2
Totais	2	1	1	4

Tem-se, pois, que a taxa de crescimento não se mostrou proporcionalmente maior com o avançar do tempo. Pois, p. ex., na cuba-3 os dois mortos (4ª semana) tinham 13 e 15mm, respectivamente; e o que pereceu na 5ª semana tinha 14mm.

Considerando os 20 exemplares de cada espécie nomeada, vivos no último dia do experimento, verificou-se que o diâmetro médio de cada população de cinco exemplares (cubas 1-4 e 5-8) — vale dizer, de acordo com o alimento proporcionado — era da seguinte grandeza:

CUBA	<i>B. glabrata</i>	CUBA	<i>H. duryi</i>
1	14,2	5	13,4
2	14,8	6	12,8
3	13,8	7	12,8
4	15,2	8	12,75

Chama atenção o fato de as populações de bionfalária terem aumentado o diâmetro de 1,8 a 3,2mm, enquanto as de helisoma cresceram de 0,75 a 1,4mm. Talvez se explique pela circunstância de, normalmente, as conchas de helisomas serem mais altas e robustas que as de bionfalárias.

Relacionando-se, por outro lado, o ganho em diâmetro com o alimento proporcionado, pode-se verificar que, em todos os casos, as populações foram beneficiadas.

Para bionfalária, o aumento médio variou de 1,8mm (cuba-3: apenas adubo) a 3,2mm (cuba-4: adubo + latossolo). Nessa última cuba detectou-se o maior dos exemplares: 19mm; os outros quatro indivíduos mediam 13 (1), 14 (1) e 15mm (2), respectivamente.

Os diâmetros das bionfalárias variaram de 12 a 16mm (cuba-1); 12 a 17mm (cuba-2) e 12 a 15 (cuba-3).

Entre os helisomas, os indivíduos que mais cresceram contavam apenas com fragmentos frescos de alface (cuba-5). E os que tiveram menor ganho médio dispunham de adubo associado a latossolo (cuba-8).

Igual aumento médio (0,8mm) foi registrado entre os indivíduos que dispunham de apenas termofosfato magnesiano (cuba-7) ou deste produto associado à alface (cuba-6).

Desovas e ovos depositados.

Na análise dos dados obtidos (Tabelas 1 e 2), deve-se ter presente o fato das substituições dos indivíduos que morreram no decurso do experimento.

A Tabela 1 registra o número de desovas e ovos, ao longo das cinco semanas e segundo o tipo de alimento proporcionado. É de se observar a redução progressiva da oviposição quando *B. glabrata* contava com alface + adubo: 308 (35,7%) ovos na 1ª semana e 86 (10%) na 5ª e última semanas (cuba-2).

Diferença significativa pode, também, ser observada comparando-se o controle (cuba-1) com os mencionados dados da cuba-2 (alface + adubo). No primeiro caso, tem-se 101 (71,6%) desovas e 2.082 (70,7%) ovos; no segundo, 40 (28,4%) e 862 (29,3%), respectivamente.

Na ausência de alimento verde (alface) a interrupção da oviposição processou-se mais vigorosamente. Assim, nas cubas 3 e 4 foram registradas apenas 5,2% (8) e 3,9% (6) desovas; ou 4% (129) e 3,9% (126) ovos, respectivamente. E todos eles quase exclusivamente na primeira semana do experimento.

Saliente-se que as populações das cubas 1 e 2 permaneceram estáveis nas duas primeiras semanas; o mesmo ocorrendo com as das cubas 3 e 4, nas três primeiras semanas do experimento. Isto é, durante o tempo mencionado não houve substituições ou morte de exemplares.

Os dados registrados para *H. duryi* assemelham-se aos de *B. glabrata*. Podendo-se, entretanto, supor que helisoma seria talvez um pouco mais sensível ao termofosfato que bionfalária (Tabela 1, b).

Comparativamente, a população-controle de *B. glabrata* (cuba-1) mostrou-se mais prolífera que sua análoga de *H. duryi* (cuba-5). De fato, no primeiro caso, anotou-se 101 (51,3%) desovas e 2.082 (56,9%) ovos; no segundo, 96 (48,7%) e 1.574 (43,1%), respectivamente.

Diferença, porém, mais significativa pode-se verificar comparando as populações das cubas 2 e 6: ambas com alface + adubo. Ou seja, 40 (65,6%) e 21 (34,4%) desovas, e 862 (70,9%) e 354 (29,1%) ovos, respectivamente, para bionfalária e helisoma.

Desovas/caramujo e Ovos/caramujo.

Os parâmetros mencionados salientam melhor os resultados e as diferenças de fecundidade, segundo os alimentos proporcionados.

Assim, *B. glabrata* liberou 21 desovas/caramujo quando utilizou exclusivamente alface (cuba-1). Porém, quando este alimento encontrava-se associado à termofosfato magnesiano, ovipôs apenas 8 desovas/caramujo. Naquelas condições, o número de ovos/caramujo decresceu de 416,4 para 172,4. Os demais dados, como também para *H. duryi*, podem ser apreciados a seguir:

a) <i>B. glabrata</i>		Cuba Desovas/caramujo Ovos/caramujo	
1	21,0	416,4	
2	8,0	172,4	
3	1,6	25,8	
4	1,2	25,2	
b) <i>H. duryi</i>			
5	19,2	314,8	
6	4,2	70,8	
7	1,0	14,0	
8	1,0	7,6	

T A B E L A 1

Desovas e ovos depositados por *B. glabrata* e *H. duryi*, segundo o tipo de alimento disponível, em laboratório, durante cinco semanas. Belo Horizonte, 2/outubro a 6/novembro/1979.

a) *B. glabrata*

Semana	Desovas: Ovos, segundo o alimento			
	Alface (C-1)	Alface + Adubo (C-2)	Adubo (C-3)	Adubo + Latossolo (C-4)
1	14:261	13:308	7:104	6:126
2	27:525	6:138	0: 0	0: 0
3	27:636	6:122	0: 0	0: 0
4	9:198	11:172	0: 0	0: 0
5	24:462	4: 86	1: 25	0: 0
Totais: N°	101:2082	40:862	8:129	6:126
%	65,2:65,1	25,8:26,9	5,2:4,0	3,9:3,9

b) *H. duryi*

	(C-5)	(C-6)	(C-7)	(C-8)
1	19: 381	10:196	4:50	2:20
2	22: 375	5: 91	0: 0	1: 5
3	19: 331	2: 9	1:20	1: 3
4	20: 272	2: 30	0: 0	0: 0
5	16: 215	2: 28	0: 0	1:10
Totais: N°	96:1574	21:354	5:70	5:38
%	75,6:77,3	16,5:17,4	3,9:3,4	3,9:1,9

Nota: Os números entre parênteses referem-se às cubas utilizadas.

T A B E L A 2

Desovas e ovos depositados por *B. glabrata* e *H. duryi*, durante cinco semanas, em laboratório, segundo o tipo de alimento proporcionado. Belo Horizonte, 2/outubro a 6/novembro/1979.

a) *B. glabrata*

Alimento	Oviposições			
	Desovas		Ovos	
	Nº	%	Nº	%
Alface	101	65,1	2.082	65,2
Alface + Adubo	40	25,8	862	26,9
Adubo	8	5,2	129	4,0
Adubo + Latossolo	6	3,9	126	3,9
Totais	155	100,0	3.199	100,0

b) *H. duryi*

Alface	96	75,5	1.574	77,3
Alface + Adubo	21	16,5	354	17,4
Adubo	5	3,9	70	3,4
Adubo + Latossolo	5	3,9	38	1,9
Totais	127	100,0	2.036	100,0

c) *B. glabrata*

Alface	101	71,6	2.082	70,7
Alface + Adubo	40	28,4	862	29,3
Totais	141	100,0	2.944	100,0

d) *H. duryi*

Alface	96	82,1	1.574	81,6
Alface + Adubo	21	17,9	354	18,4
Totais	117	100,0	1.928	100,0

Observa-se, pois, que o termofosfato magnesiano exerceu ação bloqueadora da ovogênese de ambas as espécies em consideração.

Sem embargo, o adubo mostrou-se aparentemente capaz de alimentar regularmente e, também, promover o crescimento das conchas daqueles moluscos.

Ademais, não foi possível atribuir ao pro-

duto mineral testado qualquer responsabilidade pelas taxas de mortalidade registradas no decurso do experimento relatado.

Por outro lado, considerando a técnica de processamento industrial do adubo (sujeição à temperatura de 1.500°C) admite-se, em princípio, afastada interferência de contaminante, como eventual ou suposto agente do bloqueio nomeado.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A ilação possível, com vistas à utilização prática do conhecimento aqui relatado, deve ser precedida de considerações relacionadas, em primeiro termo, ao ambiente físico ou habitat dos planorbídeos e, em segundo, a importância ou significado do elemento magnésio para o ser vivo. Ressaltando-se, finalmente, as circunstâncias nas quais o adubo magnésiano poderá, secundária ou adicionalmente, concorrer para o controle da esquistossomose e, eventualmente, da fasciolose.

Qualidade e concentração dos numerosos elementos dissolvidos nas águas naturais correlacionam-se, fundamentalmente, às características geofísicas e climatológicas do meio. Assim, a biocenose de qualquer ecossistema aquático estará, sempre e necessariamente, vinculada às propriedades físico-químicas da massa líquida que, em último termo, regulará a qualidade, a densidade e a periodicidade dos organismos — sem embargo da importância dos fatores intrínsecos que regulam a estrutura e o funcionamento das diferentes comunidades.

Em sentido amplo, porém, a natureza pedológica do substrato não parece influir na distribuição dos planorbídeos (Deschiens³, 1954). Salvo, entretanto, quando o tipo dos sedimentos implica alterações ou pobreza de sais inorgânicos dissolvidos na água, como demonstrou Sioli,^{21,23,26} 1951, 1953, 1956) em estudos pioneiros realizados na Região Amazônica.

Dessa forma, a presença e a densidade das populações de planorbídeos numa área ou região maior dependerão da natureza química da água dos biótopos e, em particular, do balanço das concentrações dos diferentes íons disponíveis — cuja incorporação pode ocorrer somente nas partes moles do molusco (p. ex., P, K, Ti, Cr, Co, Ni e Ba) ou, simultaneamente, nelas e nas conchas (p. ex., Na, Mg, Al, Si, Ca, V, Mn, Fe, Cu e Sr), como revelado por aná-

lise espectrográfica (Milward-de-Andrade e Paulini¹⁵, 1957).

Com efeito, já foram também demonstradas maior frequência de ocorrência e densidades mais altas de *B. glabrata* em águas de maior dureza total, segundo faixa de variação de 6,0 a 260,0 ppm CaCO₃; porém, simultaneamente, com dureza magnésica inferior a 50,0 ppm CaCO₃, em mais de 92% das determinações (Milward-de-Andrade,^{12,14} 1954, 1959; Milward-de-Andrade e col¹⁶, 1955).

Em verdade, na forma de bicarbonato, o teor de magnésio é usualmente pequeno nas águas doces, malgrado Mg constitua cerca de 2,1% da crosta terrestre — como, p. ex., magnesita (MgCO₃) e dolomita (MgCO₃.CaCO₃), com 28,7% e 13,8%, respectivamente, de magnésio.

A espécie *B. glabrata* já foi assinalada em biótopos naturais com até 510 mg/l de MgCl₂. A letalidade manifesta-se a 2 g/l (Deschiens³, 1954), reduzindo-se a oviposição com 410 a 763 mg/l de MgCl₂ (Leveque e col.⁵, 1978).

Para *B. pfeifferi*, espécie africana, foi demonstrado que uma relação Mg/Ca elevada (12,4) tem efeito inibidor sobre a fecundidade, que é totalmente bloqueada, em laboratório, ao atingir 19,7 (Harrison e col.⁶, 1966).

Porém, segundo Leveque e col.⁶, "*B. glabrata* suporte d'autant mieux les fortes teneurs en Magnesium que le rapport Mg/Ca est faible. L'effet inhibiteur n'apparaît qu'à une valeur de ce rapport d'environ 30. Ce chiffre est beaucoup plus élevé que celui constant pour *B. pfeifferi* (12,4) et souligne bien la plus grande plasticité physiologique de *B. glabrata*".

Se é verdade, pois, que o elemento magnésio bloqueia a fecundidade de moluscos planorbídeos, ignora-se, por outra parte, o mecanismo de sua ação.

Sabe-se de longa data que o magnésio é o segundo cátion mais abundante nos

líquidos celulares. Sua essencialidade às várias etapas enzimáticas do metabolismo de carboidratos é reconhecida, sendo sua carência acompanhada por perturbações estruturais e funcionais em diferentes animais: ratos, carneiros, bois, entre outras (Goodman e Gilman⁴, 1973).

Sua redução no serum provoca, experimentalmente, hiperemia, irritabilidade neuromuscular progressiva e tetania, reversível com a administração do cátion (Warren e col.³¹, 1968).

A ocorrência de Mg na matéria viva só pode ser bem compreendida quando relacionado aos elementos Na, K e Ca.

A hipermagnesemia redundando na depressão do sistema nervoso central e da união neuromuscular periférica, no homem (Del-Castillo Eugbaek², 1954). O animal anestesiado pelo Mg volta normalmente à consciência alguns segundos após a administração venosa de Ca. Porém, segundo autores, não há explicação aceitável para a narcose pelo Mg e para o antagonismo do Ca. A intoxicação por Mg é rara, caracterizando-se por queda abrupta da pressão arterial e pela paralisia respiratória (Shils²¹, 1969; MacIntyre¹⁰, 1963).

O elemento é importante constituinte do esqueleto de equinodermas e crustáceos. Naqueles animais e em moluscos a concentração do cátion Mg é muito variável: o fluido extracelular aproxima-se da composição do meio externo. Wacker e Vallee³⁰ (1958) observam que Mg deve influir em quase todos os processos vitais, assinalando que fosfatases e pirofosfatases alcalinas são ativadas, e também fosfatase do ácido prostático; sendo ele imprescindível onde quer que difosfotiamina seja necessária.

O magnésio é essencial à molécula de clorofila, na qual teria papel similar ao do ferro na hemoglobina. O adulto médio (70 kg) tem cerca de 2.000 mEq de Mg, 60.000 de Ca, mais de 5.500 de Na e 3.000 mEq de K (Widdowson e col.³⁷, 1951). O sangue total contém 2-4 mg/100

ml (1,7-3,4 mEq/l); e, nos músculos (21mg/100g), supõe-se que o magnésio funcione como ativador de muitas enzimas do sistema glicolítico, no metabolismo dos carboidratos (Harper,⁵ 1973).

Várias oleoginosas, soja e alimentos do mar são ricos em Mg: 100 a 400 mg/100g; também grãos integrais, ervilhas e feijões crus e secos: 100 a 200 mg de Mg/100g (McCance e Widdowson⁹, 1960).

Na agricultura, óxido e sulfato de magnésio são crescentemente utilizados — corrigindo a acidez e fertilizando solos deficientes para o cultivo de batatas e frutos cítricos, principalmente.

Nos dias atuais, no Brasil, esforços são postos na ampliação de cultivares, ganhos através de modernos projetos de irrigação: vales dos rios São Francisco, Jequitinhonha, entre outros. Vem sendo incentivada, sobretudo, a piscicultura intensiva como atividade econômica alternativa e, também, para atender inquestionáveis deficiências nutricionais dos camponeses: Nordeste e Sudeste, em particular.

Pois bem, em ambos os casos: canais de irrigação e lagoas de piscicultura, o aumento das massas líquidas estimulam o aumento das áreas de transmissão da esquistossomose mansoni — sem que atenção adequada e estudos aconselháveis sejam, direta ou indiretamente, diligenciados pelas agências financiadoras, nacionais e internacionais (Banco Mundial, Banco Interamericano de Desenvolvimento, entre outros), de tais projetos.

De fato, aquelas massas hídricas retidas: ou de escoamento moroso: lagos artificiais, canais de irrigação, lagoas de criação de peixes e açudes, despontam às centenas como ecossistemas apropriados à colonização pioneira de planorbídeos, hospedeiros intermediários de *Schistosoma mansoni*.

Em outros termos, a já precária situação sanitária do camponês tende a se agravar, enquanto àqueles projetos — necessários,

por certo — não forem incorporadas indispensáveis medidas de caráter profilático.

Os novos cultivares ou áreas irrigadas reclamarão, por certo, corretivos e adubos. As lagoas e açudes de piscicultura carecerão de águas mais eutróficas, férteis em plâncton: organismos indispensáveis à alimentação de certas espécies indispensáveis à fauna ictíca terminal (carnívoros).

Da questão assim posta, cre-se, a utilização ampla e necessária de termofosfato magnésiano atenderia, de um lado, o objetivo primário, i.e., adubação dos novos cultivares. De outro, ao ser arrastado pelas chuvas, o fertilizante propiciará aumento da produtividade primária dos ecossistemas aquáticos: favorecendo, conseqüentemente, a piscicultura. E, por fim, adicionalmente, o corretivo magnésiano se constituirá em barreira ou fator de controle das populações naturais de bionfalárias e de limnédeos — conseqüentemente, da esquistossomose e da fasciolose.

Valerá, pois, investigar. Testar a hipótese que se estriba, fundamentalmente, na atividade anti-conceptiva do termofosfato magnésiano, específica em relação aos moluscos nomeados.

Supõe-se, ainda, que resultados particularmente efetivos seriam alcançados em

focos isolados ou em massas de água que se dispõem em acidentes geográficos especiais: ilhas, por exemplo.

Necessário será também verificar a eventual capacidade de bloqueio do Mg quando utilizado sobre ovos e formas evolutivas juvenis de planorbídeos, e sua persistência ao longo do tempo. E sua ação sobre o trematódeo intra-caramujo, e sobre cercárias e miracídios livrenatantes.

Obviamente, os estudos aí não se esgotariam. Valendo lembrar, p. ex., que recentemente foi detectada lisozima (mucopéptido N-acetilmuramidrolase EC 3.2.1.17) na glândula digestiva e em extratos cefalopodiais de *B. glabrata*, cuja atividade pode ser inibida por $MgCl_2$, $CaCl_2$ ou por altas (25 mM) concentrações de NaCl, KCl e LiCl, enquanto baixas concentrações (5 mM) aumentam a atividade da enzima (Kassim e Richards ⁷, 1978).

Indagações em outros campos poderão ser formuladas. Por exemplo, em relação a outros componentes da biocenose aquática como um todo. Os mais importantes representantes do necton: os peixes, mereceriam atenção especial face o aumento das concentrações de Mg dissolvidas na água e a quantidade do cátion eventualmente retida ou acumulada pelo animal.

MILWARD-DE-ANDRADE, R. & TORGA, L. F. Ação inibidora de termofosfato magnesiano sobre a fecundidade de planorbídeos e seu possível significado no controle da esquistossomose mansoni. *Rev. Saúde públ.*, S. Paulo, 15:59-71, 1981.

MILWARD-DE-ANDRADE, R. & TORGA, L. F. [The inhibiting action of magnesium thermophosphate on the fecundity of planorbids and the possible significance of this in controlling *Schistosoma mansoni*] *Rev. Saúde públ.*, S. Paulo, 15:59-71, 1981.

ABSTRACT: The efficacy of magnesium thermophosphate (a soil corrective and fertilizer) was tested as food for laboratory planorbids for a period of five weeks, during which time the shell growth of *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) and *Helisoma duryi* (Wetherby, 1879) experimental populations was observed. Surprisingly, this mineral product blocked the oviposition of both species from the second week on, when added to the latosol either isolatedly or associatedly. Consequently, magnesium phosphate, when widely used in new agricultural areas obtained through modern irrigation methods, may be carried to lentic and lotic ecosystems by rain and reduce the pioneer populations of different *Biomphalaria* species, thus constituting a useful means of Schistosomiasis mansoni control in rural areas. Moreover, it may also be effective in the control of the *Schistosoma mansoni* intermediate hosts that usually live in fish-breeding ponds whose increase in number is often encouraged as an alternative economic activity for the small rural owner or as a means for meeting nutritional requirements. This material may also control limnaeid populations, which are *Fasciola hepatica* intermediate hosts. Specific field tests that may actually demonstrate these hypotheses, as well as studies aiming to find out how the magnesium element blocks the mollusks' fertility, are suggested. The need for further research on the action on the eggs and young forms of planorbides and on miracidia cercariae (free and intra-snail) of trematodes, of different magnesium concentrations is pointed out.

UNITERMS: *Schistosoma mansoni*, control. Planorbidae.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DEFELIPO, B. V. et al. Adubos fosfatados na correção da acidez do solo. *Seiva*, Viçosa, MG, 38(86): 41-50, 1972.
2. DEL-CASTILLO, J. & ENGBAER, L. Nature of neuromuscular block produced by magnesium. *J. Physiol.*, London, 124: 370-84, 1954.
3. DESCHIENS, R. Incidence de la minéralisation de l'eau sur les mollusques vecteurs des bilharzoses: conséquences pratiques. *Bull. Soc. Path. exot.*, 47: 915-29, 1954.
4. GOODMAN, L. S. & GILMAN, A. *As bases farmacológicas da terapêutica*. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 1973.
5. HARPER, H. A. *Manual de química fisiológica*. São Paulo, Atheneu, 1973.
6. HARRISON, A. D. et al. The effect of a high magnesium to calcium ratio on the egg-laying rate of an aquatic planorbid snail, *Biomphalaria pfeifferi*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 60:212-4, 1966.
7. KASSIN, O. O. & RICHARDS, C. S. *Biomphalaria glabrata*: Lysozyme activities in the hemolymph, digestive gland and headfoot of the intermediate host of *Schistosoma mansoni*. *Exp. Parasit.*, 46: 218-24, 1978.
8. LEVEQUE, C. et al. Influence de quelques facteurs du milieu sur la fécondité de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) (Mollusca, Planorbidae) dans les conditions du laboratoire. *Ann. Parasit.*, Paris, 53: 393-402, 1978.

9. McCANCE, R. A. & WIDDOWSON, E. M. *The composition food*. London, Her Majesty's Stationary Office, 1960. (Great Britain Med. Res. Council Sp. Rep. Ser).
10. MacINTYRE, I. An outline of magnesium metabolism in health and disease. A review. *J. chron. Dis.*, 16: 201-15, 1963.
11. MILWARD-DE-ANDRADE, R. Ação inibidora do adubo "Yoorin" sobre a fecundidade de *Biomphalaria glabrata* e *Helisoma duryi*. (Mollusca, Planorbidae). In: Congresso Brasileiro de Parasitologia, 5ª, Rio de Janeiro, 1980. Resumos. Rio de Janeiro, 1980. p. 158.
12. MILWARD-DE-ANDRADE, R. Alguns dados hidroquímicos de criadouros de planorbídeos no Distrito Federal. *Rev. bras. Malar.*, 6:573-5, 1954.
13. MILWARD-DE-ANDRADE, R. Comportamento de *Helisoma duryi* (Wetherby, 1879) submetidos à inédia. (Mollusca, Planorbidae). *Rev. bras. Biol.*, 1980. [no prelo]
14. MILWARD-DE-ANDRADE, R. Ecologia. *Rev. bras. Malar.*, 11: 171-217, 1959.
15. MILWARD-DE-ANDRADE, R. & PAULINI, E. Nota sobre a composição elementar de *Australorbis glabratus* (Say, 1818). coletados em Belo Horizonte e Neves, Estado de Minas Gerais, Brasil. *Rev. bras. Malar.*, 9: 559-63, 1957.
16. MILWARD-DE-ANDRADE, R. et al. Contribuição para o conhecimento dos criadouros de planorbídeos, na área do Distrito Federal. I — Variação de diferentes fatores químicos de suas águas. *Rev. bras. Malar.*, 7: 103-30, 1955.
17. NDUKU, W. K. & HARRISON, A. D. Calcium as limiting factor in the biology of *Biomphalaria pfeifferi* (Krauss). *Ann. trop. Med. Parasit.*, 49: 143-70, 1976.
18. PARAENSE, W. L. A natural population of *Helisoma duryi* in Brazil. *Malacologia*, 15: 369-76, 1976.
19. POINTIER, J. P. et al. Principaux facteurs régissant la densité des populations de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), mollusque vecteur de la schistosomose en Guadeloupe (Antilles françaises). *Ann. Parasit. hum. comp.*, 52: 277-323, 1977.
20. RONEY, H. B. The effect of temperature and light on oxygen consumption and rate of development of *Helisoma*. *Ecology*, 24: 218-43, 1943.
21. SHILS, M. E. Experimental human magnesium depletion. *Medicine*, Baltimore, 48: 61-85, 1969.
22. SIOLI, H. Alguns resultados e problemas da limnologia amazônica. *Bol. tecn. Inst. Agron. Norte*, 24: 3-44, 1951.
23. SIOLI, H. Estudo preliminar das relações entre a geologia e a limnologia da zona Bragantina (Pará). *Bol. tecn. Inst. Agron. Norte*, 24: 67-76, 1951.
24. SIOLI, H. *The only focus of endemic bilharziosis (Schistosoma mansoni) in the Amazon Region: observation on the ecology of the vector Tropicorbis (Obstrutio) paparyensis F. Baker and their practical importance*. Geneva, World Health Organization, 1956. (WHO/Biol. Ecol./1).
25. SIOLI, H. Schistosomiasis and limnology in the Amazon Region. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 2: 700-7, 1953.
26. SIOLI, H. Sobre a sedimentação na várzea do baixo Amazonas. *Bol. tecn. Inst. Agron. Norte*, 24: 45-65, 1951.
27. THOMAS, J. D. & LOUGH, A. The effect of external calcium concentration on the rate of this ion by *Biomphalaria glabrata* (Say). *J. anim. Ecol.*, 43: 861-71, 1974.
28. THOMAS, J. D. et al. The chemical ecology of *Biomphalaria glabrata* (Say) the snail host of *Schistosoma mansoni*: the search for factors in media conditioned by snails with their growth and reproduction. *J. appl. Ecol.*, 12: 421-36, 1975.
29. THOMAS, J. D. et al. The effects of calcium in the external environment on the growth and natalis rate of *Biomphalaria glabrata* (Say). *J. anim. Ecol.*, 43: 839-60, 1974.
30. WACKER, W. E. C. & VALLEE, B. L. Magnesium metabolism. *New Engl. J. Med.*, 259: 481-8, 475-82, 1958.
31. WARREN, E. C. et al. Magnesium metabolism. *New Engl. J. Med.*, 278: 658-63, 712-7, 772-6, 1968.
32. WIDDOWSON, E. M. et al. Chemical composition of human body. *Clin. Sci.*, 10: 113-25, 1951.
33. WILLIAMS, N. V. Studies on aquatic pulmonate snails in Central Africa. 1. Field distribution in relation to water chemistry. *Malacologia*, 10: 153-64, 1970.

Recebido para publicação em 17/06/1980

Aprovado para publicação em 12/09/1980