

Influência do substrato sobre a reprodução de *Subulina octona* (Brugüière) (Mollusca, Subulinidae), sob condições de laboratório

Sthefane D'ávila & Elisabeth Cristina de Almeida Bessa

Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora. Campus Universitário, 36036-330 Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. E-mail: sthefanedavila@hotmail.com

ABSTRACT. Influence of substrate on reproduction of *Subulina octona* (Brugüière) (Mollusca, Subulinidae), under laboratorial conditions. The influence of substrate on reproduction of *Subulina octona* (Brugüière, 1789), reared in sand, clay and humus, was investigated under laboratorial conditions. There were significant differences in onset of sexual maturity, egg production, shell length and aging in each reproductive event, total number of eggs produced and total number of reproductive events. The individuals reared in humus spent more time to reach sexual maturity, as well as to accomplish the subsequent reproductive events. Moreover, produced fewer eggs in the second, third and fourth ovipositions and exhibited a longer interval between the first and second reproductive events. After 120 days of experiment such individuals had produced fewer eggs, and performed fewer reproductive events, when compared with those kept in sand and clay. There was a progressive decline in egg number increase with time. In this study was also observed that *S. octona* of different developmental stages fed on substrate and the molluscs reared in humus consumed less food. This is probably due to the fact that humus is more likely to be taken as food resource. So that, the snails reared in humus tend to consume more substrate and less ration, obtaining less proteins, carbohydrates and calcium than those snails reared in sand and clay. This low intake of ration might have negative effects over reproduction of the snails.

KEY WORDS. Land snail, life cycle, substrate.

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi determinar se o substrato influencia a reprodução de indivíduos da espécie *Subulina octona* (Brugüière, 1789), mantidos em três diferentes substratos: areia, argila e terra vegetal. Foram analisados os seguintes parâmetros: número de ovos produzidos a cada evento reprodutivo, tempo para o alcance da maturidade sexual, idade dos indivíduos a cada evento reprodutivo, intervalo entre eventos reprodutivos, número total de ovos por indivíduo, número total de eventos reprodutivos por indivíduo e aumento do número de ovos de um evento para o subsequente. O substrato influenciou o tempo necessário para o alcance da maturidade sexual, bem como o tempo para a realização dos eventos reprodutivos subsequentes ao primeiro, a produção de ovos, o número total de ovos produzidos e de eventos reprodutivos de *S. octona*. Indivíduos mantidos em caixa com terra vegetal levaram mais tempo para realizar o primeiro, segundo, terceiro e quarto evento reprodutivo, produziram menos ovos, no segundo, terceiro e quarto evento e apresentaram um intervalo maior entre o primeiro e segundo evento.

PALAVRAS CHAVE. Ciclo de vida, moluscos terrestres, ingestão de substrato.

As respostas fisiológicas e comportamentais dos organismos a variáveis ambientais têm sido utilizadas como parâmetros para se avaliar os padrões de ciclo de vida e produtividade em espécies de moluscos (McDONALD 1973, DIMITRIEVA 1975, LEAHY 1980, GOUVEIA & HENRY 1982, 1990, HODASI 1982, AMED & RAUT 1991, RAUT *et al.* 1992).

Diversos fatores afetam o ciclo de vida dos moluscos pulmonados, sendo esses animais particularmente vulneráveis a mudanças no habitat. Dentre esses fatores, a temperatura, a umidade e o substrato são de grande importância, muitas ve-

zes regulando o ritmo de desenvolvimento das populações de moluscos, por afetar a reprodução e a sobrevivência dos indivíduos (CLAMPITT 1973, VAN DER SCHALIE & BERRY 1973, DIMITRIEVA 1975, RICHARDOT 1977a, b, 1978, APPLETON 1978, RAUT & GHOSE 1980, GOUVEIA & HENRY 1990, RAUT *et al.* 1992).

O substrato no qual um molusco pulmonado vive provê a ele umidade, alimento, proteção mecânica, camuflagem e sítios para oviposição. Os moluscos pulmonados selecionam substratos adequados a sua sobrevivência, exibindo preferência por determinadas características químicas, físicas e estrutu-

rais (ELWELL & ULMER 1971, CLAMPITT 1973, NIHEI *et al.* 1981, OUTEIRO *et al.* 1989, ONDINA *et al.* 1998, COOK 2001, VOSS *et al.* 2001). Esse fator ambiental afeta a reprodução e a sobrevivência desses animais. Todavia, ainda permanecem obscuros os aspectos do ciclo de vida e comportamento influenciados pelo substrato.

O presente trabalho teve por objetivo verificar se o substrato influencia a reprodução de indivíduos da espécie *Subulina octona* (Bruguière, 1789), mantidos em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Os animais foram mantidos no laboratório, à temperatura ambiente, em caixas plásticas com 14 cm de diâmetro e 9 cm de altura, com três centímetros de substrato, umedecido a intervalos de um dia com 10 ml de água (despejada diretamente sobre o substrato) e alimentados com ração para pinto de corte enriquecida com carbonato de cálcio (na proporção de 3:1) (BESSA & ARAÚJO 1995a, b). A temperatura máxima e mínima e a umidade relativa do ar foram registradas diariamente, por meio de um termo-higrômetro de mercúrio, de leitura direta, da marca Incotermi®. Os substratos utilizados foram: areia com granulometria média (substrato 1); argila (substrato 2, amostras de latossolo vermelho); e terra vegetal (substrato 3, um silte rico em matéria orgânica).

Durante 120 dias, de 22 de novembro de 2001 a 21 de março de 2002 foram realizadas observações sobre o grupo experimental, constituído por 115 indivíduos recém-eclodidos, distribuídos aleatoriamente em 3 caixas diferenciais em função do substrato utilizado, cada caixa com 35 indivíduos. A caixa 1 continha substrato arenoso; a caixa 2, substrato argiloso e a caixa 3, terra vegetal. Foram realizadas observações diárias, registrando-se, para todos os moluscos de cada caixa o número de ovos produzidos a cada evento reprodutivo; o tempo para o alcance da maturidade sexual; a idade dos indivíduos a cada evento reprodutivo; o intervalo entre eventos reprodutivos; o número total de ovos por indivíduo; o número total de eventos reprodutivos por indivíduo; o aumento do número de ovos, de um evento reprodutivo para o subsequente. O parâmetro utilizado para se determinar o estabelecimento da maturidade sexual foi a presença de ovos visíveis por transparência da concha. Os indivíduos maduros foram transferidos para caixas individuais, contendo o mesmo tipo de substrato da caixa de origem. Após a oviposição, os ovos foram contados e realizadas observações diárias até o próximo aparecimento de ovos, que foram novamente contados. Cada aparecimento de ovos foi considerado como sendo um evento reprodutivo.

A análise química do substrato foi realizada pela EMBRAPA/Agrobiologia/ Rio de Janeiro. Para a análise estatística dos dados foi utilizado o teste de análise de variância (One way ANOVA), com intervalo de confiança de 95%, seguido pelos testes de Scheffe (variâncias homogêneas entre os grupos) ou Tamhane (variâncias não homogêneas). Para a verificação da existência de correlação entre variáveis utilizou-se o teste de Spearman.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de realização do estudo a temperatura máxima registrada variou de 21 a 32°C (média de 28,72°C), a temperatura mínima, de 20 a 28°C (média de 24,16°C), e a umidade relativa do ar, de 47 a 96% (média de 73,14%).

Número de ovos produzidos por evento reprodutivo

Está apresentado na tabela I o número de ovos por indivíduo, a cada evento reprodutivo dos indivíduos da caixa 1 (areia), 2 (argila) e 3 (terra vegetal). O teste de correlação de Spearman foi utilizado para se verificar a existência de correlação entre o número de ovos por indivíduo em cada evento reprodutivo e no evento subsequente. Os resultados obtidos para os moluscos de cada substrato são apresentados separadamente e, em seguida, analisados comparativamente.

Caixa 1 (areia). Houve correlação entre o número de ovos produzidos por indivíduo no seu primeiro e segundo eventos reprodutivos ($p < 0,01$; coeficiente de correlação: 0,555; sig.: 0,001); no segundo e terceiro eventos ($p < 0,05$; coeficiente de correlação: 0,3999; sig.: 0,026).

Caixa 2 (argila). Não houve correlação entre o número de ovos produzidos em cada evento e no evento subsequente.

Caixa 3 (Terra vegetal). Houve correlação entre o número de ovos produzidos no segundo e no terceiro evento ($p < 0,01$; coeficiente de correlação: 0,680; sig.: 0,000) e no terceiro e quarto evento ($p < 0,05$; coeficiente de correlação: 0,628; sig.: 0,012).

Análise comparativa

O substrato influenciou o tempo para o alcance da maturidade sexual, bem como o tempo para a realização dos eventos reprodutivos subsequentes ao primeiro. Os indivíduos criados em caixa com terra vegetal levaram mais tempo para realizar o primeiro, segundo, terceiro e quarto evento reprodutivo. O substrato também influenciou a produtividade de *S. octona*. Indivíduos criados em caixa com terra vegetal produziram menos ovos do que os indivíduos criados em caixas com areia e argila, no segundo, terceiro e quarto evento reprodutivo.

Primeiro evento reprodutivo

A análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$), seguida pelo teste de Tamhane, mostrou não haver diferença significativa entre as médias do número de ovos por indivíduo, neste evento. Os indivíduos das caixas 1 (areia) e 2 (argila) atingiram a maturidade sexual mais cedo do que aqueles da caixa 3 (terra vegetal) (F: 14,38; sig.: 0,000 e 0,004, respectivamente) (Tab. II). Não houve correlação entre idade e número de ovos produzidos neste evento, para nenhum dos três tratamentos.

BESSA & ARAÚJO (1995c) observaram que moluscos da espécie *S. octona* alimentados apenas com alface (*Lactuca sativa* Linnaeus) levaram mais tempo para atingir a maturidade sexual, do que moluscos alimentados com alface e ração para pintos de corte enriquecida com carbonato de cálcio.

BESSA & ARAÚJO (1995b), verificaram que indivíduos da espécie *S. octona*, mantidos agrupados e isolados levaram de

Tabela I. Número de ovos produzidos, em cada evento reprodutivo de indivíduos de *Subulina octona*, mantidos em caixa com areia, argila e terra vegetal, por 120 dias.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
Caixa com areia					
Número de ovos no 1º evento	1	4	2,55	1,05	41,03
Número de ovos no 2º evento	4	7	5,05	0,77	15,34
Número de ovos no 3º evento	4	8	5,90	0,87	14,73
Número de ovos no 4º evento	4	7	6,16	0,91	14,86
Número de ovos no 5º evento	4	7	6,21	0,97	15,68
Caixa com argila					
Número de ovos no 1º evento	1	6	2,28	1,05	46,22
Número de ovos no 2º evento	2	6	4,40	0,97	22,22
Número de ovos no 3º evento	4	7	5,80	0,87	15,07
Número de ovos no 4º evento	4	8	6,23	0,89	14,40
Número de ovos no 5º evento	5	7	6,12	0,61	10,10
Caixa com terra vegetal					
Número de ovos no 1º evento	1	4	2,10	0,91	43,49
Número de ovos no 2º evento	2	5	3,70	0,86	23,46
Número de ovos no 3º evento	4	6	4,80	0,70	14,73
Número de ovos no 4º evento	4	6	5,53	0,63	11,56

Tabela II. Idade (dias), durante o primeiro, segundo, terceiro e quarto evento reprodutivo de indivíduos de *Subulina octona*, mantidos em diferentes substratos.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
Primeiro evento reprodutivo					
Caixa1 (areia)	45	65	50,47	5,06	10,03
Caixa 2 (argila)	45	69	52,81	7,08	13,41
Caixa 3 (terra vegetal)	48	69	59,17	7,32	12,38
Segundo evento reprodutivo					
Caixa1 (areia)	51	84	67,54	8,05	11,92
Caixa 2 (argila)	61	119	73,32	11,01	12,61
Caixa 3 (terra vegetal)	69	105	87,25	10,47	12,00
Terceiro evento reprodutivo					
Caixa1 (areia)	64	119	87,37	13,01	14,89
Caixa 2 (argila)	74	118	89,62	13,31	14,85
Caixa 3 (terra vegetal)	84	119	106,39	9,80	9,21
Quarto evento reprodutivo					
Caixa1 (areia)	74	119	102,38	10,51	10,27
Caixa 2 (argila)	95	122	110,54	8,08	7,31
Caixa 3 (terra vegetal)	105	119	117,92	3,88	3,29

38-50 dias (43 dias, em média) para alcançar a maturidade sexual. No presente estudo, os indivíduos da caixa 1 (areia) tinham 46-69 dias de vida (50 dias, em média), da caixa 2 (argila), de 46-69 dias (52 dias, em média) e da caixa 3 (terra vegetal), de 48-69 dias (59 dias em média), ao primeiro apareci-

mento de ovos. A maturidade mais tardia dos indivíduos do presente estudo, em comparação àquela dos indivíduos observados por BESSA & ARAÚJO (1995b), pode ser explicada em função da maior umidade relativa do ar durante os estudos desenvolvidos por eles. A médias da umidade relativa do ar, observa-

das pelos autores nunca foram menores que 75% e a média máxima observada foi próxima a 90%. Neste estudo, foram observadas umidades relativas do ar de 47 a 96% (média de 73,14%). As temperaturas observadas nos dois estudos foram semelhantes. FURTADO *et al.* (2004) observaram que a temperatura e a umidade relativa do ar afetaram a produção de gametas por *Bradybaena similis* Férussac, 1821 (Xanthonychidae).

Segundo evento reprodutivo

Os indivíduos das caixas 1 (areia) e 2 (argila), realizaram o segundo evento reprodutivo mais cedo e produziram mais ovos que os indivíduos da caixa 3 (terra vegetal) (Tab. II).

A análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$), seguida pelo teste de Scheffe, mostrou haver diferença significativa (F: 30,64; sig.: 0,000) entre as médias de idade dos indivíduos da caixa 1 (areia) e 3 (terra vegetal) e entre os indivíduos das caixas 2 (argila) e 3 (terra vegetal), no segundo evento reprodutivo. Houve diferença significativa também entre as médias do número de ovos produzidos pelos indivíduos das caixas 1 e 2, 1 e 3 e 2 e 3 (F: 18,00; sig.: 0,013; 0,000 e 0,011, respectivamente).

Não houve correlação entre idade e número de ovos produzidos pelos indivíduos das três caixas.

Terceiro evento reprodutivo

Os indivíduos da caixa 3 (terra vegetal) apresentaram, no terceiro evento reprodutivo, idade mais avançada e menor número de ovos, quando comparados àqueles das caixas 1 (areia) e 2 (argila) (Tab. II).

A análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$) seguida pelo teste de Scheffe, mostrou ser significativa (F: 15,61; sig.: 0,000) a diferença entre as médias de idade dos indivíduos das caixas 1 e 3 e entre os indivíduos das caixas 2 e 3. Também foi significativa a diferença entre as médias do número de ovos produzidos pelos indivíduos das caixas 1 e 3 e das caixas 2 e 3 (F: 14,15; sig.: 0,029 e 0,000, respectivamente).

Quarto evento reprodutivo

Os indivíduos da caixa 1 (areia) realizaram o quarto evento reprodutivo mais cedo do que os indivíduos das caixas 2 (argila) e 3 (terra vegetal). Os indivíduos da caixa 3 apresentaram idade mais avançada que os indivíduos das caixas 1 e 2 e produziram menos ovos que os indivíduos da caixa 2 (Tab. II).

A análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$), seguida pelo teste de Tamhane, mostrou ser significativa a diferença entre as médias de idade dos indivíduos das caixas 1 e 2, 1 e 3 e 2 e 3 (F: 13,51; sig.: 0,033; 0,000 e 0,003, respectivamente). A análise de variância, seguida pelo teste de Scheffe mostrou ser significativa a diferença entre as médias do número de ovos produzidos pelos indivíduos das caixas 2 e 3 (F: 3,74; sig.: 0,032).

Não houve correlação entre idade e número de ovos produzidos para nenhum dos tratamentos.

Intervalo entre eventos reprodutivos

A tabela III traz os intervalos entre eventos reprodutivos dos indivíduos das caixas 1 (areia), 2 (argila) e 3 (terra vegetal).

A análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$), seguida pelo teste de Scheffe, mostrou haver diferença significativa entre as médias de intervalo (em dias) entre o primeiro e segundo eventos reprodutivos dos indivíduos das caixas 1 e 3 e das caixas 2 e 3 (F: 14,46; sig.: 0,000 e 0,001, respectivamente).

BESSA & ARAÚJO (1995a) verificaram que o intervalo entre oviposturas de *S. octona* mantida isolada por 182 dias variou de 7-31 dias, sendo que 76% dos intervalos situaram-se entre 7-15 dias. No presente estudo, os intervalos observados apresentaram amplitude maior. Os indivíduos criados em caixa com areia exibiram intervalo entre oviposturas de 7-45 dias, aqueles mantidos em argila, de 7-50 dias e em terra vegetal, de 13-51 dias.

No presente estudo, foi observado que *S. octona*, em diferentes estágios de desenvolvimento, ingeria substrato regularmente, sendo possível ver o substrato no trato intestinal, por transparência da concha, e reconhecê-lo pela coloração. Os moluscos mantidos na caixa com terra vegetal foram observados ingerindo substrato, em cavidades formadas pelos mesmos, não tendo utilizado essas cavidades para a realização de ovipostura ou enterramento. Foi possível observar a movimentação do aparelho bucal e, por transparência do corpo, o transporte do substrato na porção anterior do trato digestório. A ração fornecida aos animais não esteve em contato com o substrato, supondo-se que a ingestão accidental durante a alimentação é pouco provável. Essas observações levam a crer que a ingestão de substrato faz parte do comportamento alimentar de *S. octona*.

Segundo CHEVALIER *et al.* (2001), a ingestão de substrato por *Helix aspersa* Müller (Helicidae) pode ser explicada pela atividade sazonal de escavar, relacionada à oviposição e à estivação, mas pode ter ainda uma função nutricional.

Análises das fezes de indivíduos da espécie *B. similis*, mantidos sob condições de laboratório, em caixas com humus ou areia, mostraram que os indivíduos ingeriram substrato (ASAMI & OBAYASHI 1999). Se os nutrientes do solo podem ser assimilados pelos moluscos, então substratos diferentes influenciam de maneira diversa a nutrição e o comportamento alimentar desses animais e, conseqüentemente, seu crescimento e reprodução.

A análise química dos substratos utilizados neste estudo mostrou que a terra vegetal é mais rica em nutrientes minerais, apresentando as maiores concentrações de cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e potássio (K) (Tab. IV). A terra vegetal apresenta, ainda, material vegetal em decomposição, sendo igualmente mais rica em celulose. Os minerais supracitados e a celulose são nutrientes importantes da dieta de moluscos terrestres. As características estruturais desse substrato são favoráveis ao enterramento dos ovos e dos próprios moluscos, e possuem boa capacidade de retenção de água. A menor produtividade dos moluscos mantidos em caixa com terra vegetal não podem ser explicados pelo conteúdo de micronutrientes deste substrato. A textura e capacidade de retenção de água também não justificam tais resultados, uma vez que a produ-

Tabela III. Tempo para o alcance da maturidade sexual e intervalo (dias) entre eventos reprodutivos de indivíduos de *Subulina octona*, mantidos em diferentes substratos, por 120 dias.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
Tempo para o alcance da maturidade sexual					
Caixa 1 (areia)	46	65	50,47	5,06	10,03
Caixa 2 (argila)	46	69	52,56	7,17	13,65
Caixa 3 (terra vegetal)	48	69	59,17	7,32	12,38
Intervalo entre o 1º e o 2º evento					
Caixa 1 (areia)	9	36	18,21	5,80	31,89
Caixa 2 (argila)	15	50	20,87	7,75	37,17
Caixa 3 (terra vegetal)	15	51	28,81	9,74	33,82
Intervalo entre o 2º e o 3º evento					
Caixa 1 (areia)	7	45	21,51	10,93	50,81
Caixa 2 (argila)	7	36	19,25	9,43	49,12
Caixa 3 (terra vegetal)	13	35	21,87	6,63	30,33
Intervalo entre o 3º e o 4º evento					
Caixa 1 (areia)	10	27	19,61	3,88	19,79
Caixa 2 (argila)	14	31	19,95	6,23	31,25
Caixa 3 (terra vegetal)	14	35	16,15	5,98	37,04

Tabela IV. Análise química dos substratos.

	pH	Al	Cmole/dm ³			mg/dm ³	
			Ca + Mg	Ca	Mg	P	K
Substrato 1 (areia)	6,3	0,0	1,0	-	-	6,0	15,0
Substrato 2 (argila)	4,7	0,5	0,6	-	-	1,0	11,0
Substrato 3 (terra vegetal)	6,7	0,0	14,6	7,7	6,9	230,0	2236,0

vidade dos moluscos criados em caixa com areia e daqueles criados em caixa com argila foram muito similares, apesar das diferenças estruturais destes substratos.

Observações a campo e em laboratório indicaram que a localização preferencial de *S. octona* é sob o solo, parcialmente ou totalmente enterrada. Os moluscos coletados em uma horta, para a formação das criações matrizes utilizadas neste estudo, foram todos encontrados enterrados no solo. Diferentemente de outras espécies encontradas no local, *B. similis* e *Sarassinula linguaeformis* Semper, 1885 (Veronicellidae), *S. octona* nunca foi encontrada em associação com os vegetais cultivados nesta horta. Do mesmo modo, os animais criados em laboratório permaneciam enterrados a maior parte do tempo. DUTRA (1980) também encontrou *S. octona* no solo e sob ramos e raízes que recobriam o solo.

A maioria das espécies de gastrópodes terrestres é micrófaga, alimentando-se de microorganismos associados a vegetais em decomposição, sendo o solo um dos componentes da dieta de arionídeos, limacídeos, agriolimacídeos e helicídeos

(CHATFIELD 1976, SPEISER 2001). A íntima associação com o substrato, exibida por *S. octona*, pode ser indicativo de um hábito alimentar detritívoro, sendo provável que, no ambiente, esse molusco se alimente preferencialmente de material vegetal em decomposição e do próprio solo.

Durante os experimentos, foi observado, dia a dia, durante a troca de ração, um menor consumo de ração pelos indivíduos da caixa 3 (terra vegetal). É provável que a terra vegetal forneça condições semelhantes ao habitat preferencial dos moluscos em ambiente natural e seja mais propícia à utilização como recurso alimentar. Dessa forma, os moluscos criados em terra vegetal tenderam a consumir mais substrato e menos ração do que aqueles criados em areia e argila, obtendo quantidade menor de proteínas, carboidratos e cálcio, o que pode ter influenciado sua reprodução (MANSUR & MACHADO 1994, BESSA & ARAÚJO 1995c).

ASAMI & OBAYASHI (1999), observaram que o tipo de substrato afeta a produção de ovos por *B. similis*. Indivíduos criados em areia produziram aproximadamente duas vezes mais

Tabela V. Número total de eventos reprodutivos e número total de ovos produzidos por indivíduos de *Subulina octona*, mantidos em diferentes substratos, por 120 dias.

	mínimo	máximo	média	desvio padrão	coeficiente de variação (%)
Número total de ovos produzidos					
Caixa 1 (areia)	8	30	19,54	6,06	31,03
Caixa 2 (argila)	1	28	20,54	5,83	28,38
Caixa3(terra vegetal)	2	24	13,17	4,92	37,34
Número total de eventos reprodutivos					
Caixa 1 (areia)	2	5	4,02	0,99	24,80
Caixa 2 (argila)	1	5	4,30	0,91	21,33
Caixa 3(terra vegetal)	1	5	3,35	0,86	25,90

Tabela VI. Aumento do número de ovos de um evento reprodutivo para o subsequente, em indivíduos de *Subulina octona*, mantidos em diferentes substratos, por 120 dias.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação (%)
Aumento do número de ovos, do evento 1 para o evento 2					
Caixa 1 (areia)	1	4	2,50	0,89	35,6
Caixa 2 (argila)	0	4	2,06	1,16	53,3
Caixa 3 (terra vegetal)	0	4	1,61	1,13	70,1
Aumento do número de ovos, do evento 2 para o evento 3					
Caixa 1 (areia)	0	2	0,93	0,73	78,4
Caixa 2 (argila)	0	3	1,53	1,00	65,3
Caixa 3 (terra vegetal)	0	2	1,16	0,62	53,4
Aumento do número de ovos, do evento 3 para o evento 4					
Caixa 1 (areia)	0	2	0,60	0,76	126,6
Caixa 2 (argila)	0	2	0,85	0,70	82,3
Caixa 3 (terra vegetal)	0	2	0,66	0,61	92,4

ovos por dia do que os indivíduos criados em humus. Os autores não identificaram que propriedades dos substratos afetaram a reprodução dos moluscos.

NIHEI *et al.* (1981) criaram moluscos da espécie *Oncomelania nosophora* Robson, 1915. (Pomatiopsidae) em diferentes substratos, coletados na baía de Kofu, no Japão. A fecundidade dos moluscos diferiu grandemente entre as amostras. Solo de pântano, litosol e solo de cinzas vulcânicas foram improdutivos. Materiais com textura de areia ou argila e conteúdo de humus menor que 0,5% ou maior que 6,8% também não foram favoráveis. Não foram produzidos ovos em solos sem humus, sendo a ovipostura máxima observada em solos com 2,6% de humus. O tamanho das partículas do solo também influenciou a reprodução dos moluscos: a produção de ovos ocorreu apenas em solos com partículas de 10-37 µm ou menores que 10mm. Os autores concluíram que a ocupação do habitat por *O. nosophora* é limitada por características edáficas e que os solos mais adequados à reprodução desses moluscos são aqueles com textura de areia-lodo (solo aluvial com matéria orgânica; cinza

vulcânica e areia, na proporção 10:10:80, com conteúdo de argila de 16%) e com 2,6% de humus.

Número total de ovos produzidos e de eventos reprodutivos por indivíduo

O substrato influenciou o número total de ovos produzidos e de eventos reprodutivos por indivíduo. Os indivíduos criados em caixa com terra vegetal produziram menos ovos e realizaram menos eventos reprodutivos, ao final de 120 dias de experimento, quando comparados aos indivíduos criados em caixas com areia e argila (Tab. V).

A análise de variância (ANOVA, $p < 0,05$), seguida pelo teste de Scheffe, mostrou que a diferença entre as médias do total de ovos produzidos pelos indivíduos das caixas 1 (areia) e 3 (terra vegetal) e 2 (argila) e 3 (terra vegetal) foi significativa (F: 14,85; sig.: 0,000 e 0,002, respectivamente), bem como a diferença entre as médias do número total de eventos reprodutivos por indivíduo, das caixas 1 e 3 e das caixas 2 e 3 (F: 6,97; sig.: 0,044 e 0,002, respectivamente).

Houve correlação significativa, nos três tratamentos, entre o número total de ovos produzidos e o número total de eventos reprodutivos por indivíduo; entre o tempo para o alcance da maturidade sexual e o número total de ovos produzidos por indivíduo, bem como entre o tempo para o alcance da maturidade sexual e o número total de eventos reprodutivos por indivíduo.

BESSA & ARAÚJO (1995b) observaram que o número total de eventos reprodutivos de 32 indivíduos da espécie *S. octona*, isolados durante 154 dias, variou de 6-9 e o número total de ovos produzidos de 32-56. Os moluscos observados por BESSA & ARAÚJO (1995b), apresentaram intervalos entre posturas expressivamente mais baixos que os exibidos pelos moluscos observados neste estudo, o que justifica a maior produção de ovos, ao final de 154 dias de experimento. As condições de manutenção dos moluscos no estudo conduzido por esses autores foram muito semelhantes às do presente estudo sendo as diferenças nos intervalos entre posturas possivelmente em função das diferentes características climáticas dos locais onde se realizaram os dois estudos.

Aumento do número de ovos produzidos, por indivíduo, de um evento reprodutivo para o subsequente

Foi observada uma tendência para a desaceleração do aumento do número de ovos produzidos pelos indivíduos submetidos aos três tratamentos (Tab. VI). O número de ovos por indivíduo tendeu a aumentar, mas esse aumento tornou-se menos expressivo com a sucessão dos eventos reprodutivos. Não houve diferença significativa entre os valores médios de aumento do número de ovos produzidos a cada evento reprodutivo, pelos indivíduos das três caixas. Além da tendência à desaceleração da produção de ovos, foi observada, nos três tratamentos, uma tendência para uma maior homogeneidade (menor variação em relação à média) no número de ovos produzidos pelos indivíduos, com o passar do tempo e a sucessão dos eventos reprodutivos. Essa tendência é evidenciada pela diminuição progressiva dos coeficientes de variação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo evidenciam que, sob condições experimentais, o substrato influencia a reprodução de *Subulina octona*, sendo provável que as diferenças observadas entre os moluscos criados em terra vegetal e aqueles criados em areia e argila tenham ocorrido em função de um maior consumo de substrato em detrimento do consumo de ração por aqueles moluscos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Dra. Adriana Aquino, Embrapa/Agrobiologia, Rio de Janeiro, que realizou a análise química dos substratos empregados neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMED, M. & S.K. RAUT. 1991. Influence of temperature on the growth of the pestiferous land snail *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae). **Walkerana**, Ann Arbor, **5** (13): 33-62.
- APPLETON, A. 1978. Review of literature on abiotic factors influencing the distribution and life cycles of bilharziasis intermediate host snails. **Malacological Review**, Ann Arbor, **11**: 1-25.
- ASAMI, T. & K. OBAYASHI. 1999. Effects of oviposition substrate on lifetime fecundity of terrestrial pulmonate *Bradybaena similis*. **Journal of Conchology**, Ireland, **36** (5): 3-9.
- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1995a. Oviposição, tamanho de ovos e medida do comprimento da concha em diferentes fases do desenvolvimento de *Subulina octona* (Brugüière) (Pulmonata, Subulinidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **12** (3): 647-654.
- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1995b. Ocorrência de autofecundação em *Subulina octona* (Brugüière) (Pulmonata, Subulinidae) em condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **12** (3): 719-723.
- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1995c. Influência da alimentação com ração concentrada no desenvolvimento de *Subulina octona* Brugüière, 1789 (Mollusca: Subulinidae) em condições de laboratório. **Boletim do Instituto de Ciências Biológicas**, Juiz de Fora, **47**: 21-27.
- CHATFIELD, J.E. 1976. Studies on food and feeding in some european land molluscs. **Journal of Conchology**, Ireland, **29**: 5-20.
- CHEVALIER, L.; C. DESBUQUOIS; J. LELANNIC & M. CHARRIER. 2001. Poace in the natural diet of the snail *Helix aspersa* Müller (Gastropoda, Pulmonata). **Life Sciences**, Paris, **324**: 979-987.
- CLAMPITT, P.T. 1973. Substratum as a factor in the distribution of pulmonate snails in Douglas Lake, Michigan. **Malacologia**, Ann Arbor, **12** (2): 379-399.
- COOK, A. 2001. Behavioral Ecology, p. 447-488. In: G.M. BARKER (Ed.). **The biology of terrestrial molluscs**. New Zeland, CABI publishing, 558p.
- DIOMETRIEVA, E.F. 1975. The influence of temperature and moisture of the upper soil layer on the hatching intensity of the slug *Deroceras reticulatum* Müller. **Malacological Review**, Ann Arbor, **10**: 32-45.
- DUTRA, A.V.C. 1980. Aspectos da ecologia e da reprodução de *Leptinaria unilamellata* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Subulinidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **5** (4): 581-591.
- ELWELL, A.S. & M.J. ULMER. 1971. Notes on the biology of *Anguispira alternata* (Stylommatophora: Endodontidae). **Malacologia**, Ann Arbor, **11** (1): 199-216.
- FURTADO, M.C.V., E.C.A. BESSA & M.C.M.N. CASTAÑON. 2004. Ovoteste de *Bradybaena similis* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae): histologia e produção de gametas. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, **6** (1): 7-18.

- GOUVEIA, L. & R. HENRY. 1982. The effects of different light regimes on the behaviour and biology of *Achatina* (*Achatina*) *achatina* (Linné). **Journal of Molluscan Studies**, Londres, **48**: 283-293.
- GOUVEIA, L. & R. HENRY. 1990. Efeito do tamanho e temperatura no consumo de oxigênio de *Lymnaea collumella* Say, 1817 (Mollusca, Gastropoda). **Ciência & Cultura**, São Paulo, **42** (5-6): 397-402.
- HODASI, J.K.M. 1982. The effects of different light regimes on the behaviour and biology of *Achatina* (*Achatina*) *achatina* (Linné). **Journal of Molluscan Studies**, Londres, **48**: 283-293.
- LEAHY, W. 1980. Aspectos adaptativos de *Bradybaena similaris* Ferussac, 1821 (Mollusca, gastropoda, Pulmonata) submetido ao jejum e dessecação. **Boletim de Fisiologia Animal**, São Paulo, **5**: 47-55.
- MCDONALD, S.C. 1973. Activity patterns of *Lymnaea stagnalis* (L.) in relation to temperature conditions: a preliminary study. **Malacological Review**, Ann Arbor, **6**(1): p.59.
- MANSUR, G.G. & M.P. MACHADO. 1994. Nota preliminar sobre três tipos de dietas para a alimentação de *Sarassinula linguaeformis* (Semper, 1885) (Gastropoda, Veronicellidae) em condições de laboratório. **Biociências**, Porto Alegre, **2** (1): 71-74.
- NIHEI, N.; S. ASAMI & H. TANAKA. 1981. Geographical factors influencing the population numbers and distribution of *Oncomelania nosophora* and the subsequent effect on the control of shistosomiasis japonica in Japan. **Social Science and Medicine**, Glasgow, **15**: 149-157.
- ONDINA, P.; S. MATO; J. HERMINA & A. OUTEIRO. 1998. Importance of soil exchangeable cations and aluminium content on land snail distribution. **Applied Soil Ecology**, Ohio, **9**: 229-232.
- OUTEIRO, A.; P. ONDINA; T. RODRIGUES & J. CASTILLEJO. 1989. Autoecological study of *Punctum* (*P.*) *pygmaeum* (Drad., 1801) (Gastropoda, Pulmonata) in the Sierra de O. Cowel, Lugo, Spain. **Revue d'Écologie et de Biologie du Sol**, Paris, **26** (4): 515-525.
- RAUT, S.K. & K.C. GHOSE. 1980. Factors influencing gestation length in two land snails, *Achatina fulica* e *Macrochlamys indica*. **Malacological Review**, Ann Arbor, **13**: 33-36.
- RAUT, S.K.; M.S. RHAMAN & S.K. SAMANTA. 1992. Influence of temperature on survival, growth and fecundity of the freshwater snail *Indoplanorbis exustus* (Deshayes). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, **87** (1): 15-19.
- RICHARDOT, M. 1977a. Ecological factors inducing estivation in the freshwater limpet *Ferissia waltieri* (Basomatophora: Ancyliidae). I. Oxygen content, organic matter content and pH of the water. **Malacological Review**, Ann Arbor, **10** (1-2): 159-170.
- RICHARDOT, M. 1977b. Ecological factors inducing estivation in the freshwater limpet *Ferissia waltieri* (Basomatophora: Ancyliidae). II. Photoperiod, light intensity and water temperature. **Malacological Review**, Ann Arbor, **10** (1-2): 171-179.
- RICHARDOT, M. 1978. Ecological factors inducing estivation in the freshwater limpet *Ferissia waltieri* (Basomatophora: Ancyliidae). III. Density levels and food supply. **Malacological Review**, Ann Arbor, **11** (1-2): 113-119.
- SPEISER, B. 2001. Food and feeding behaviour, p. 259-288. In: G.M. BARKER (Ed.). **The Biology of terrestrial molluscs**. New Zeland, CABI publishing, 558p.
- VAN DER SCHALIE, H. & E.G. BERRY. 1973. The effects of temperature on growth and reproduction in aquatic snails. **Malacological Review**, Ann Arbor, **6** (12): 60.
- VOSS, M.; A. UTETCH & W. WÜNNEMBERG. 2001. The dependence of thermopreferendum in *Helix pomatia* L. on air temperature. **Journal of Thermal Biology**, Durhan, **26**: 155-158.

Recebido em 20.IV.2004; aceito em 17.II.2005.