



ARTIGO

Influência do substrato sobre aspectos do ciclo de vida de *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Bradybaenidae), sob condições de laboratório

Flávia Oliveira Junqueira^{1*}, Eloá Gomes Arévalo¹ e Elisabeth Cristina de Almeida Bessa¹

Recebido em: 18 de dezembro de 2007 Aceito em: 30 de outubro de 2008

Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/962>

RESUMO: (Influência do substrato sobre aspectos do ciclo de vida de *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Bradybaenidae), sob condições de laboratório). O substrato proporciona aos moluscos terrestres umidade, alimento e proteção. O objetivo do presente trabalho foi verificar o crescimento, a sobrevivência, os aspectos reprodutivos e a alimentação de indivíduos da espécie *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) mantidos em três diferentes substratos durante 180 dias. Para tal, foram utilizados 60 moluscos recém-eclodidos criados em terra vegetal, 60 em areia e 60 em argila. A areia foi o melhor substrato para o desenvolvimento de *B. similaris*, pois nesse substrato os animais apresentaram maior crescimento, maior sobrevivência, iniciaram a oviposição mais cedo, produziram mais ovos e consumiram mais ração. Na argila, os moluscos cresceram menos, iniciaram a oviposição tardiamente e consumiram menos ração; na terra vegetal, os indivíduos apresentaram menor sobrevivência, produziram menos ovos e não ocorreu eclosão dos jovens mantidos neste substrato. O maior crescimento, menor mortalidade e maior produção de ovos dos moluscos mantidos na areia podem ser atribuídos ao maior consumo de ração. Assim, neste estudo foi evidenciada a existência da relação entre substrato e biologia de *B. similaris*.

Palavras chaves: crescimento, desenvolvimento, molusco terrestre, reprodução, sobrevivência.

ABSTRACT: (Influence of substrate on life cycle aspects of *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Bradybaenidae) under laboratory conditions). Substrate provides land snails with moisture, food and protection. The aim of this work was to study the growth, survival, aspects of reproduction and feeding of individuals of *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) kept in three different substrates for 180 days - 60 recently hatched snails in each substrate: vegetable land, sand and clay. Sand was the best substrate for *B. similaris* development, due to the fact that snails raised in this substrate grew larger, had a higher survival rate, began to oviposit earlier, produced more number of eggs and ate more food than those in any of the other substrates. In clay, snails grew less, began to oviposit later and they consumed less food than those kept in vegetable land and sand. In vegetable land, snails showed a lower survival rate, lower eggs production and none of the eggs laid in this substrate hatched. This largest growth, highest survival rate and largest eggs production of animals kept in sand could be attributed to their eating more food. Therefore, in this study we could establish a relationship between substrate and biology of *B. similaris*.

Key words: growth, development, land snail, reproduction, survival.

INTRODUÇÃO

Dentre os moluscos com interesse econômico e parasitológico, destaca-se *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Bradybaenidae). Essa espécie é considerada praga de culturas vegetais (Araújo 1989, Picoral & Thomé 1989) e participa como hospedeiro intermediário de helmintos parasitos, entre eles, os digenéticos *Eurytrema coelomaticum* Giard & Billet, 1882 (Dicrocoeliidae) (Araújo 1989, Pinheiro & Amato 1995), *Postharmostomum gallinum* Witenberg, 1923 (Brachylaemidae) (Alicata 1940, Araújo 1989) e o nematóide *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes, 1971 (Angiostrongylidae) (Rambo *et al.* 1997).

Este molusco é originário da Ásia (região da China) e foi introduzido em outras regiões do mundo pelo comércio de plantas (Almeida & Bessa 2001a). No Brasil é encontrado nos Estados do Amapá, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (Morretes 1949, Oliveira *et al.* 1981, Araújo 1989, Oliveira *et al.* 1992).

Informações sobre biologia e comportamento dos

moluscos de interesse econômico e parasitológico fornecem subsídios para que formas eficazes de manejo e controle dessa espécie sejam implantadas.

Dentre os fatores abióticos que afetam o ciclo de vida dos moluscos terrestres, o substrato apresenta grande importância por constituir uma fonte de umidade, alimento, proteção e camuflagem (Asami & Ohbayashi 1999, Cook 2001, D'ávila & Bessa 2005a, b). Entretanto, ainda permanece obscuro qual o efeito do substrato sobre aspectos da biologia de *B. similaris* como crescimento, mortalidade e reprodução.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a influência dos substratos terra vegetal, areia e argila sobre crescimento, sobrevivência, aspectos reprodutivos e alimentação de indivíduos da espécie *B. similaris*.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante 180 dias, de 12 de fevereiro a 20 de agosto de 2003, foram realizadas observações sobre o grupo experimental, constituído por 180 indivíduos de *B. similaris* recém-eclodidos da mesma geração. Esses

1. Museu de Malacologia, ICB, Universidade Federal de Juiz de Fora. Bairro Martelos, CEP 36.036-990, Juiz de Fora, MG, Brasil

* Autor para contato. E-mail: flaviaojunqueira@yahoo.com.br

animais foram obtidos da criação matriz, formada a partir de moluscos coletados no município de Juiz de Fora (21° 45' 35'' S e 43° 20' 50'' W). Os moluscos foram distribuídos aleatoriamente em três grupos de 60 indivíduos e cada grupo foi mantido em um tipo de substrato: terra vegetal, areia e argila. Cada grupo de 60 moluscos foi criado em três terrários, com 20 indivíduos cada. Os terrários mediam 12cm de diâmetro e 9cm de altura, com uma camada de 2cm de substrato e fechado com tecido de algodão escaline.

Todos os substratos foram esterilizados (120°C/1hora) antes de serem utilizados, inclusive as amostras dos substratos enviados para a análise química que foi realizada pela EMBRAPA/Agrobiologia/ Rio de Janeiro.

Os moluscos foram alimentados com 1g de ração para codorna de postura em produção, da marca Total?, enriquecido com carbonato de cálcio (na proporção de 3:1), a intervalo de dois dias, servida em recipientes plásticos medindo 26mm de diâmetro e 5mm de altura, segundo metodologia de Bessa & Araújo (1995). Cada substrato foi umedecido com 10 mL de água em dias alternados. As temperaturas máxima e mínima e a umidade relativa do ar foram registradas diariamente durante todo o experimento (Termômetro máxima-mínima e Higrômetro seco-úmido).

Foi verificado para os moluscos criados em cada tipo de substrato o crescimento da concha, a taxa de mortalidade dos moluscos, o tempo mínimo (em dias) para a oviposição, número total de ovos e posturas, o número total de ovos por posturas, o intervalo (em dias) entre posturas, o tempo (em dias) de incubação dos ovos, a taxa de eclosão dos indivíduos e o consumo diário de ração por molusco.

O crescimento dos indivíduos foi avaliado por meio

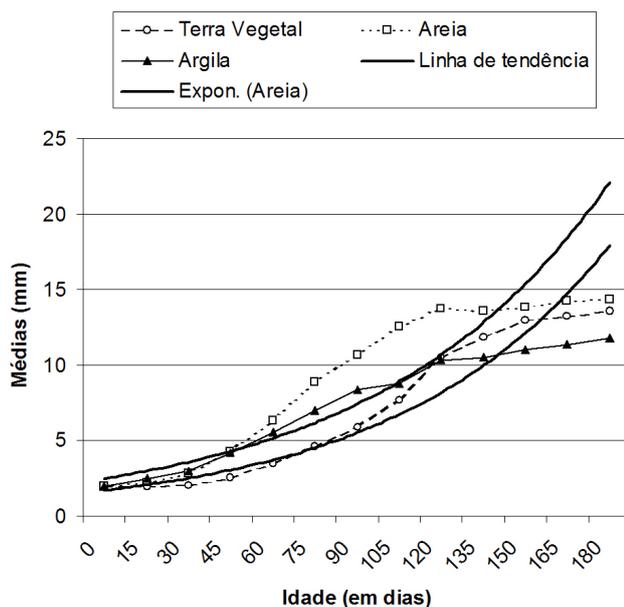


Figura 1. Médias quinzenais do diâmetro (mm) da concha de *Bradybaena similaris* mantida na terra vegetal, areia e argila, durante 180 dias (n=60 para cada tipo de substrato).

de medições quinzenais do diâmetro da concha, com o auxílio de um paquímetro. A taxa de mortalidade dos animais foi avaliada diariamente. Caso fosse encontrado algum indivíduo morto, o mesmo era retirado do terrário. A ração não consumida pelos moluscos foi pesada, diariamente, em balança analítica para se verificar o consumo diário dos animais.

Após a oviposição, todos os ovos foram contados e retirados do terrário. Para conhecer o tempo de incubação dos ovos e a taxa de eclosão dos indivíduos foram acompanhadas 30 posturas realizadas por moluscos criados em cada tipo de substrato: terra vegetal, areia e argila. Os ovos foram distribuídos em terrários plásticos pequenos (8cm de diâmetro e 6cm de altura) contendo uma camada de 2cm do mesmo substrato no qual ocorreu a oviposição. Os ovos de uma mesma postura foram mantidos juntos, no fundo do terrário, cobertos pelo substrato, simulando a postura natural (Almeida & Bessa 2001a, b).

Para verificar o tempo para a ocorrência de eclosão, foram feitas observações diárias, durante 60 dias após a oviposição. Os jovens encontrados foram contados e retirados do terrário.

O efeito do substrato sobre o crescimento dos moluscos foi avaliado utilizando as funções exponenciais e a média geométrica. Em seguida, foi verificada a normalidade das variáveis utilizando o teste de Komogorov-Smirnof ($p < 0,05$) para em seguida utilizar o teste de análise de variância mais apropriado, com intervalo de confiança de 95%. A análise multivariável (regressão linear) relacionou as variáveis independentes: tipos de substratos, temperatura e umidade relativa do ar e as variáveis dependentes: diâmetro de concha dos moluscos e mortalidade.

Para a mortalidade foi realizado o teste de análise de sobrevivência (Log-Rank) ($p < 0,05$). Os dados referentes ao número total de ovos por postura, intervalo entre posturas e consumo de ração dos três grupos foram analisados por testes de análises de variância ($p < 0,05$). E para a verificação da existência de correlação entre o crescimento e o consumo de ração utilizou-se o teste de Spearman ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

As funções exponenciais de crescimento dos moluscos mostraram uma linha de tendência próxima à homogênea para o crescimento dos indivíduos nos três substratos utilizados (na terra vegetal: $R^2=0,9592$, na areia: $R^2=0,8618$ e na argila: $R^2=0,8978$), com três fases de crescimento marcantes (Fig. 1).

Bradybaena similaris, segundo Almeida & Bessa (2001a), apresenta um crescimento lento na fase inicial, rápido na fase seguinte e novamente mais lento na terceira fase. No presente trabalho, os animais criados nos três substratos seguiram essas fases de crescimento (Fig.

Tabela 1. Medidas quinzenais do diâmetro (mm) da concha de *Bradybaena similaris* mantida nos diferentes substratos, durante 180 dias (média, erro padrão da média* e coeficiente de variação**).

Idade (dias)	Substratos					
	Terra vegetal ¹		Areia		Argila	
	Méd. ¹ ± EM*	CV (%)**	Méd. ¹ ± EM*	CV (%)**	Méd. ¹ ± EM*	CV (%)**
00	1,94 ± 0,02	8,29	1,94 ± 0,02	8,51	1,93 ± 0,02	7,16
15	1,99c ± 0,02	8,85	2,22b ± 0,06	18,68	2,44a ± 0,08	25,91
30	2,06c ± 0,03	9,32	2,79a ± 0,10	26,24	2,95b ± 0,15	38,37
45	2,60c ± 0,11	28,07	4,27a ± 0,21	35,33	4,15b ± 0,31	52,51
60	3,52c ± 0,19	36,37	6,29a ± 0,33	37,38	5,54b ± 0,46	55,00
75	4,60c ± 0,33	43,85	8,90a ± 0,42	33,03	6,96b ± 0,54	50,19
90	5,86c ± 0,47	48,10	10,68a ± 0,47	30,35	8,32b ± 0,56	41,47
105	7,68c ± 0,65	50,24	12,58a ± 0,44	24,38	8,81b ± 0,58	40,28
120	10,46b ± 0,68	35,72	13,75a ± 0,36	17,80	10,35c ± 0,54	31,29
135	11,88b ± 0,67	29,64	13,60a ± 0,33	16,54	10,51c ± 0,55	31,47
150	12,99b ± 0,66	26,69	13,85a ± 0,30	14,44	11,01c ± 0,49	25,73
165	13,23b ± 0,64	25,44	14,28a ± 0,27	12,68	11,32c ± 0,49	25,15
180	13,54b ± 0,58	22,85	14,37a ± 0,26	12,42	11,77c ± 0,45	22,14

1. Médias seguidas de letras mostram o ranking de crescimento sendo a>b>c, segundo teste de Kruskal-Wallis (p<0,05).

1), que também foi observado para o molusco terrestre *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny, 1835) (Subulinidae) (Almeida & Bessa 2001b).

Os moluscos mantidos na areia, após os 60 dias, adquiriram um crescimento mais rápido que os moluscos criados na argila seguidos pelos mantidos na terra vegetal. E aos 135 dias, os animais criados na terra vegetal cresceram mais do que os da argila. Após o pico de crescimento, os indivíduos mantidos na areia estabilizaram o crescimento aos 120 dias, os criados na argila aos 135 dias e os mantidos na terra vegetal aos 150 dias (Fig. 1).

Segundo Santos (1994), *B. similaris* atinge 17,0mm, Thomé *et al.* (1996) verificaram crescimento até 15,0mm e Almeida & Bessa (2001a) observaram que o maior diâmetro de concha de indivíduos dessa espécie foi 14,5mm. O diâmetro máximo da concha encontrado no presente estudo foi 18,6mm para os indivíduos aos 180 dias criados na terra vegetal, dado diferente ao encontrado pelos outros autores.

Almeida & Bessa (2000) relataram que houve maior crescimento, sem diferença significativa, dos indivíduos de *B. similaris* criados na terra vegetal em terrários (com a mesma dimensão do utilizado no presente estudo) com 10 indivíduos do que os criados em terrários com 20 indivíduos. Assim, o baixo número de moluscos criados na terra vegetal no final do experimento (Fig. 2) e, conseqüentemente, menor competição e maior quantidade de alimento disponível, podem explicar o elevado diâmetro dos animais observados neste trabalho.

Os diferentes substratos influenciaram o crescimento de *B. similaris*. Através da média geométrica das medidas quinzenais de crescimento dos animais observou-se, ao final do experimento, que os indivíduos criados na areia apresentaram um maior crescimento (G=7,42mm), seguido pelos mantidos na argila (G=6,33mm) e os criados na terra vegetal (G=5,51mm) (Fig. 1).

A normalidade dos dados foi testada e verificou-se que os valores da observação não eram normais (p<0,000),

utilizou-se, assim, o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Os indivíduos recém-eclodidos utilizados no experimento não apresentaram diferença significativa no diâmetro da concha, segundo o teste Kruskal-Wallis (H=0,134, p=0,935).

Os moluscos mantidos na argila apresentaram, significativamente, maior diâmetro da concha seguidos dos criados na areia e na terra vegetal aos 15 dias de vida (H=18,774, p=0,000). Já dos 30 aos 105 dias, o diâmetro da concha dos indivíduos mantidos na areia foi significativamente maior seguido dos criados na argila e na terra vegetal (30 dias: H=45,940, p=0,000; 45 dias: H=38,761 p=0,000; 60 dias: H=32,181, p=0,000; 75 dias: H=35,340, p=0,000; 90 dias: H=34,351, p=0,000; 105 dias: H=39,558, p=0,000) (Tab. 1, Fig. 1).

Dos 120 aos 180 dias, os animais mantidos na areia apresentaram maior diâmetro da concha seguido dos criados na terra vegetal e na argila (120 dias: H=33,164, p=0,000; 135 dias: H=25,353, p=0,000; 150 dias: H=20,725, p=0,000; 165 dias: H=25,075, p=0,000; 180 dias: H=23,038, p=0,000) (Tab. 1, Fig. 1).

No presente trabalho, como todos os moluscos criados nos três tipos de substratos foram sujeitos às mesmas condições ambientais, formulou-se a hipótese de que a influência destes fatores (temperatura e umidade relativa do ar) se daria de forma igual para todos. Durante o período do experimento, a média da temperatura mínima foi 21,09°C ± 0,23 (amplitude de 14°C a 29°C), da temperatura máxima foi 24,50°C ± 0,23 (de 18°C a 33°C) e da umidade relativa do ar foi de 70,83% ± 0,72 (de 44% a 95%).

Portanto, a equação de regressão foi estabelecida $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$, onde Y é o diâmetro da concha quinzenal, X₁ é a média das temperaturas mínima e máxima quinzenal, X₂ é a média da umidade relativa do ar quinzenal e os coeficientes β_0 , β_1 e β_2 são os parâmetros da equação.

De forma geral, considerando todos os moluscos, a equação da regressão multivariada foi $Y = 58,264 -$

$1,483X_1 - 0,223X_2$, $R^2=0,801$. Já para os animais mantidos na terra vegetal a equação foi $Y=64,382-1,524X_1-0,308X_2$, $R^2=0,809$, para os criados na areia foi $Y=63,829-1,711X_1-0,208X_2$, $R^2=0,911$ e para os mantidos na argila foi $Y=46,581-1,214X_1-0,153X_2$, $R^2=0,907$.

Os coeficientes de regressão estandarizados foram, para os moluscos criados nos três substratos, $\beta_1 = -0,882$, $\beta_2 = -0,292$, para os mantidos na terra vegetal, $\beta_1 = -0,861$, $\beta_2 = -0,384$, para os criados na areia, $\beta_1 = -0,951$, $\beta_2 = -0,255$ e, para os mantidos na argila, $\beta_1 = -0,948$, $\beta_2 = -0,263$.

Através da análise multivariada verificou-se a influência da temperatura e da umidade relativa do ar no crescimento dos moluscos e, ao observar os valores estandarizados, foi constatado que a umidade influenciou mais do que a temperatura ($\beta_1 < \beta_2$). E como o efeito destes dois fatores foi semelhante para os indivíduos criados nos três tipos de substratos, podemos concluir que as condições ambientais influiriam de forma igual os moluscos mantidos nos diferentes substratos.

Assim como foi verificado no presente trabalho, indivíduos de *Subulina octona* (Brugüière 1789) (Subulinidae), molusco terrestre, criados em terra vegetal apresentaram menor comprimento de concha aos 15 e 30 dias quando comparados aos mantidos em areia e argila (D'ávila & Bessa 2005b), demonstrando o efeito do substrato no crescimento dos moluscos.

Mortalidade

A mortalidade dos indivíduos criados na terra vegetal foi alta, seguida da argila e da areia. No final do estudo, a mortalidade foi 53,33% para os da terra vegetal, 45,00% para os da argila, e 23,33% para os da areia (Fig. 2).

Pela análise de sobrevivência, a mortalidade observada foi significativamente diferente entre os moluscos criados na terra vegetal e na areia ($\chi^2=6,9731$, $p=0,0083$). Entretanto, não ocorreu diferença significativa entre os indivíduos mantidos na terra vegetal e na argila ($\chi^2=0,7310$, $p=0,3926$) e com os criados na areia e na argila ($\chi^2=3,0565$, $p=0,0804$).

Assim como foi verificado o efeito das variáveis temperatura e umidade no crescimento dos moluscos, também formulou-se a hipótese que esses dois fatores influenciariam na mortalidade de forma igual para os moluscos criados nos três substratos.

Portanto, a mesma equação de regressão multivariada foi estabelecida, onde Y é o número de indivíduos vivos quinzenalmente. A equação geral foi $Y = -33,314 + 2,563X_1 + 0,238X_2$, $R^2=0,542$; para os moluscos mantidos na terra vegetal foi $Y = -67,117 + 3,290X_1 + 0,403X_2$, $R^2=0,881$, para os criados na areia foi $Y = -10,093 + 1,345X_1 + 0,115X_2$, $R^2=0,911$ e para os mantidos na argila foi $Y = -42,918 + 3,055X_1 + 0,195X_2$, $R^2=0,952$.

Ao observar os valores estandarizados (para todos os moluscos, $\beta_1=0,739$, $\beta_2=0,151$, para os mantidos na terra vegetal, $\beta_1=0,935$, $\beta_2=0,252$, para os criados na

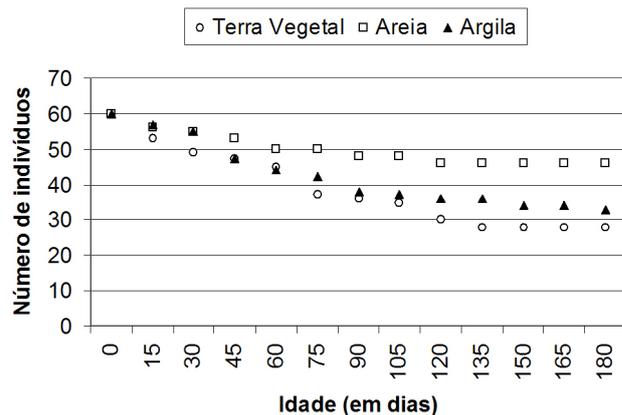


Figura 2. Número de indivíduos de *Bradybaena similaris* observados quinzenalmente, mantidos na terra vegetal, areia e argila, durante

180 dias. Para os criados na areia, $\beta_1=0,959$, $\beta_2=0,181$ e, para os mantidos na argila, $\beta_1=0,983$, $\beta_2=0,139$, foi constatado que a temperatura influenciou mais do que a umidade ($\beta_1 > \beta_2$), verificando que esses dois fatores atuaram de forma igual na mortalidade dos moluscos dos três substratos.

Vale ressaltar que observações realizadas em laboratório, demonstraram que indivíduos dessa espécie morrem mais, quando comparados com os subulinídeos (Bessa & Araújo 1995, Almeida & Bessa 2001b, D'ávila & Bessa 2005a, b).

Aspectos reprodutivos

Início da oviposição e crescimento da concha após o aparecimento de ovos

A Tabela 2 demonstra os resultados obtidos para o início da oviposição e o diâmetro da concha nessa etapa da vida de *B. similaris*. A diferença entre o tempo mínimo para o aparecimento de ovos em indivíduos criados na areia e os mantidos na argila e na terra vegetal foi de dois e 56 dias, respectivamente. E entre os da argila e da terra vegetal foi de 54 dias.

Segundo Almeida & Bessa (2001a), o tempo mínimo para o início da produção de ovos de *B. similaris* mantidos agrupados em terra vegetal foi de 78 dias. Furtado *et al.* (2002, 2004) trabalhando com a mesma espécie criada em terra vegetal, verificaram um tempo mínimo de 94 dias para a primeira postura de indivíduos agrupados. Estes resultados foram bastante diferentes do encontrado no presente estudo para os indivíduos mantidos na terra vegetal (157 dias).

Vale destacar que Almeida & Bessa (2001a) realizaram o experimento no período de janeiro a setembro de 1999, cuja variação da umidade relativa do ar foi de 62% a 98% e média de 87,6%. O estudo de Furtado *et al.* (2004) foi realizado entre outubro de 2000 e julho de 2001, com variação da umidade relativa do ar de 52% a 96% e média de 78,3%. No presente trabalho, a umidade variou de 44% a 95%, com média de $70,83\% \pm 0,72$, ou seja, menor que nos dois outros experimentos citados.

Ao estudar a gametogênese de *B. similaris*, Furtado

Tabela 2. Tempo mínimo (em dias) para o aparecimento de ovos e o diâmetro (mm) da concha na primeira postura (média e erro padrão da média*) para os indivíduos de *Bradybaena similaris* mantidos nos diferentes substratos, durante 180 dias.

Substratos	Tempo mínimo para aparecimento de ovos (em dias)	Diâmetro (mm) da concha
		Méd. ± EM*
Terra Vegetal	157	13,0 ± 0,7
Areia	101	12,6 ± 0,4
Argila	103	8,8 ± 0,6

et al. (2004) relatam que produção de gametas pode ser afetada pela temperatura e a umidade relativa do ar.

Indivíduos do molusco terrestre *Subulina octona* (Bruguière, 1789) mantidos na areia e na argila iniciaram a produção de ovos primeiro do que os da terra vegetal (D'ávila & Bessa 2005a). Esses dados concordam com os observados nesse experimento para *B. similaris*. Porém, Asami & Ohbayashi (1999) observaram que indivíduos de *B. similaris* mantidos em húmus começaram a oviposição antes dos criados na areia. Todavia, o húmus é um substrato diferente dos utilizados no presente estudo.

Os indivíduos de *B. similaris* mantidos na terra vegetal apresentaram média de diâmetro da concha maior no momento do aparecimento dos primeiros ovos, seguido da areia e da argila. Apesar dos moluscos criados na areia terem iniciado a produção de ovos primeiro, as médias do diâmetro da concha dos animais mantidos na areia e na terra vegetal foram muito próximas no início da oviposição (Tab. 2).

De acordo com Almeida & Bessa (2001a), no momento do aparecimento dos primeiros ovos, a média do diâmetro da concha dessa espécie mantida agrupada e criada em terra vegetal foi de 10,9mm. No presente estudo, a média foi de 13,0mm ± 0,7 para os moluscos criados no mesmo tipo de substrato. Essas médias diferentes encontradas nos dois trabalhos corroboram a existência de um crescimento heterogêneo para essa espécie, o que dificulta a determinação do início da oviposição de *B. similaris* apenas pelo diâmetro da concha.

A terceira fase de crescimento dos moluscos mantidos nos três substratos, a qual houve uma diminuição e estabilização do crescimento, ocorreu após o aparecimento dos primeiros ovos (Fig. 1). O mesmo foi observado para *B. similaris* por Almeida & Bessa (2001a). Também foi verificada essa diminuição no crescimento em outras espécies de moluscos terrestres, como *Achatina achatina* (Linné, 1758) (Achatinidae) (Hodasi 1979, 1982), *Leptinaria unilamellata* (Almeida & Bessa 2001b) e *Subulina octona* (Bessa & Araújo 1995, D'ávila & Bessa 2005b).

No crescimento determinado, após o nascimento do

animal, toda energia excedente é direcionada para o crescimento, até que a fase reprodutiva se inicie. Assim, ao início da produção de ovos, o crescimento cessa e toda energia excedente é direcionada para a reprodução. Diferentemente, o crescimento indeterminado continua após o início da reprodução, durante toda a vida do animal, ou desacelera-se e finalmente cessa (Cichon 1999, D'ávila & Bessa 2005b). No presente trabalho, o crescimento indeterminado com desaceleração após o aparecimento de ovos foi a estratégia seguida por *B. similaris*, assim como foi também a estratégia escolhida por *Subulina octona* (D'ávila & Bessa 2005b).

Posturas

Os indivíduos mantidos na areia produziram mais ovos (2293 ovos em 70 posturas no total), seguidos pelos moluscos criados na argila (1968 ovos em 80 posturas) e na terra vegetal (555 ovos em 13 posturas).

O tipo de substrato pode afetar a produção de ovos de *B. similaris*. Foi o que observaram Asami & Ohbayashi (1999). Segundo esses autores, os moluscos criados na areia produziram aproximadamente duas vezes mais ovos por dia do que os mantidos em húmus.

Indivíduos de *S. octona* criados na terra vegetal produziram menos ovos e realizaram menos eventos reprodutivos do que os indivíduos mantidos na areia e na argila (D'ávila & Bessa 2005a). Nossos dados estão de acordo com os encontrados pelos autores acima citados.

As posturas produzidas pelos indivíduos mantidos na terra vegetal tiveram uma maior variação no número de ovos por postura, seguidos pelos indivíduos criados na areia e na argila (Tab. 3).

Almeida & Bessa (2001a) também encontraram um alto coeficiente de variação no número de ovos por postura, o qual variou de um a 38 ovos/postura realizados pelos indivíduos de *B. similaris* mantidos em terra vegetal. Leahy (1984) comentou que cada postura de *B. similaris* possui, em média, 12 ovos, mas esporadicamente verifica-se um número maior.

Foi testada a normalidade do número total de ovos por postura e como apresentaram-se normais ($p > 0,05$),

Tabela 3. Número total de ovos por postura de indivíduos de *Bradybaena similaris*, mantidos nos diferentes substratos, durante 180 dias (valores mínimos, máximos, média, erro padrão da média* e coeficiente de variação**).

Substratos	Nº total de ovos/ postura			
	Mínimo	Máximo	Média ¹ + EM*	CV (%)**
Terra Vegetal	11	92	42,69a ± 6,08	51,35
Areia	05	64	32,76a ± 1,64	41,79
Argila	01	60	24,56b ± 1,17	42,51

1. Médias seguidas de letras desiguais diferem significativamente de acordo com o teste de Tamhane ($p < 0,05$).

Tabela 4. Intervalo (dias) entre posturas para indivíduos de *Bradybaena similaris*, mantidos nos diferentes substratos, durante 180 dias (valores mínimos, máximos, média, erro padrão da média* e coeficiente de variação**).

Substratos	Intervalo entre posturas (dias)			
	Mínimo	Máximo	Média ± EPM*	CV (%)**
Terra Vegetal	01	11	4,11 ± 1,02	74,45
Areia	01	19	3,96 ± 0,57	100,00
Argila	01	13	3,75 ± 0,37	72,54

utilizou-se o teste ANOVA. A análise demonstrou haver diferença significativa ($F=15,042$, $p=0,000$) entre o número de ovos por postura realizada pelos indivíduos mantidos na argila e na terra vegetal (teste de Tamhane: diferença entre as médias: 18,13, $p=0,035$) e entre os da argila e da areia (teste de Tamhane: diferença entre as médias: 8,50, $p=0,000$). Essa variação entre o número de ovos por postura demonstra que o tipo de substrato pode afetar a produção de ovos dos moluscos. Entretanto, não há relatos na literatura sobre número de ovos por postura em diferentes substratos o que dificulta uma comparação com esses resultados.

Verificou-se, em todos os substratos, um maior número de ovos quando *B. similaris* estava com mais de 120 dias de vida. A temperatura (média da mínima de $21,09^{\circ}\text{C} \pm 0,23$ e média da máxima de $24,50^{\circ}\text{C} \pm 0,23$), a umidade relativa do ar (média de $70,83\% \pm 0,72$) e também os tipos de substratos utilizados devem ter interferido na oviposição tardia, assim como na produção de ovos.

O aumento da produtividade com o tempo pode estar relacionado com o a presença de oócitos. Furtado *et al.* (2002, 2004) verificaram, através de exame histológico, espermatozoides e oócitos no ovoteste de *B. similaris* aos 70 dias de vida. Entretanto, do 90º dia até o 180º dia, quando os moluscos estavam maduros, a presença de oócitos tornou-se mais expressiva.

O intervalo entre as posturas dos moluscos criados nos diferentes substratos foi bastante próximo, não existindo diferença significativa entre os intervalos de posturas dos indivíduos criados nos três substratos (dados não normais ($p<0,01$), teste Kruskal-Wallis: $H=0,7130$, $p=0,7001$) (Tab. 4). Os dados do presente trabalho estão de acordo com o encontrado por Almeida & Bessa (2001a) para *B. similaris* criados agrupados em terra vegetal.

Tempo de incubação dos ovos e taxa de eclosão dos indivíduos

Os indivíduos de *B. similaris* criados na terra vegetal realizaram oviposição, porém das 30 posturas separadas para se verificar o período de incubação dos ovos, não ocorreu eclosão dos filhotes. Assim, mais 10 posturas foram separadas e também não houve a eclosão dos

filhotes.

O tempo mínimo para eclosão dos jovens foi de 17 dias para os moluscos criados na areia e 18 dias para os mantidos na argila; o tempo máximo foi 51 e 35 dias para os indivíduos da areia e da argila, respectivamente; e o tempo médio foi 22,91 dias $\pm 0,45$ e 23,82 dias $\pm 0,51$ para os da areia e argila, respectivamente. O período máximo de incubação dos ovos dos animais da areia foi maior quando comparados com os dos indivíduos da argila, porém o tempo médio de incubação foi próximo aqueles dos moluscos criados na argila.

Os resultados encontrados estão compatíveis com os reportados por outros autores que trabalharam com *B. similaris* mantidos em terra vegetal. Oliveira *et al.* (1971) observaram período de incubação entre 11 e 27 dias, enquanto Santos (1994) e Thomé *et al.* (1996) encontraram eclosões entre 18 e 25 dias. Para Leahy (1984) a média de tempo de incubação dos ovos foi de 15 dias, com variações razoáveis de mais dois ou três dias. Já Almeida & Bessa (2001a) observaram tempo médio de eclosão de 23,69 dias, com o período de incubação que variou de 14 a 35 dias.

Segundo Leahy (1984), o tempo de incubação dos ovos de *B. similaris* passou de 15 para 42 dias, ou seja, 27 dias a mais que o normal em condições adversas, nos quais a umidade e a temperatura estavam mais baixas que 80% e 23°C a 25°C , respectivamente. No presente trabalho, a umidade relativa do ar (média de $70,83\% \pm 0,72$) pode ter influenciado a eclosão tardia dos filhotes.

Houve uma alta taxa de eclosão dos filhotes de *B. similaris* mantidos na areia (81,13%) e nos criados na argila (83,33%). Essa alta taxa de eclosão também foi observada por Almeida & Bessa (2001a) para a mesma espécie mantida na terra vegetal (81,22%). Do mesmo modo, Leahy (1984) observou uma alta taxa de eclosão (entre 75% a 80%) para essa espécie criada em terra vegetal.

Sobre a não eclosão dos filhotes de *B. similaris* criados em terra vegetal no presente estudo, talvez as propriedades da terra como a elevada concentração de nutrientes tenha interferido no desenvolvimento dos ovos. A análise química dos substratos utilizados nesse trabalho demonstrou que a terra vegetal é mais rica em nutrientes

Tabela 5. Análise química dos substratos terra vegetal, areia e argila.

Substrato	pH	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K	Carbono (%)	Matéria orgânica (%)
		Cmol ₀ dm ³			mg dm ³				
Terra Vegetal	7,4	0,0	15,5	7,6	7,9	565,0	2828,0	3,36	5,69
Areia	6,5	0,0	10,5	0,6	0,9	25,0	22,0	0,27	0,46
Argila	5,1	0,0	0,6	--	--	4,0	5,0	0,15	0,26

minerais, apresentando altas concentrações de cálcio, magnésio, potássio, fósforo, carbono e matéria orgânica em comparação com a areia e a argila (Tab. 5). Os autores citados acima que trabalharam com essa espécie não mencionaram as propriedades do substrato.

Consumo de ração

Os indivíduos criados na areia se alimentaram mais de ração do que aqueles mantidos em outros substratos: em média, $0,0090 \pm 0,0057$ g cada indivíduo por dia. Enquanto os criados na terra vegetal se alimentaram, em média, $0,0054 \pm 0,0041$ g por indivíduo/dia e, os da argila, em média, $0,0050 \pm 0,0020$ g por indivíduo/dia. Até os 45 dias de vida dos moluscos, não foi possível verificar diferença no peso da ração diariamente, em função do baixo consumo. Portanto, a observação do consumo de ração foi analisada dos 45 aos 180 dias de vida dos indivíduos. Não houve diferença significativa entre o consumo de ração dos moluscos mantidos nos diferentes substratos dos 45 aos 180 dias (ANOVA: $F=2,539$, $p=0,100$).

O período entre 90 e 105 dias foi a época em que ocorreu maior consumo de ração dos moluscos criados na areia. Eles consumiram toda ração oferecida: em média, $0,1901$ g por indivíduo/dia, o que pode ser correlacionado com um aumento elevado no diâmetro de concha dos moluscos nesse período. Após os 105 dias, ocorreu uma diminuição no consumo de ração e um pequeno crescimento da concha dos moluscos (Tab. 1, Fig. 1).

A época em que ocorreu maior consumo de ração pelos moluscos mantidos na terra vegetal foi o período entre 120 e 135 dias: em média, $0,0102$ g por indivíduo/dia. O período entre 105 e 120 dias foi a época que ocorreu maior consumo dos criados na argila, em média, $0,0068$ g por indivíduo/dia, fato que também pode estar relacionado com um grande aumento no diâmetro de concha desses moluscos nesse período (Tab. 1, Fig. 1).

O teste de Spearman demonstrou que existe correlação entre o diâmetro da concha e o consumo de ração dos indivíduos criados na terra vegetal ($r=0,750$, $p=0,020$) e entre o diâmetro da concha e consumo de ração dos mantidos na argila ($r=0,700$, $p=0,036$).

Análise das fezes dos indivíduos de *B. similaris* criados em húmus e em areia, mostrou que os moluscos ingeriram substrato (Asami & Ohbayashi 1999). O mesmo foi verificado para *S. octona* por transparência da concha e por observações do animal realizando o ato de ingerir substrato (D'ávila & Bessa 2005b). Segundo Speiser (2001), partículas de terra são encontradas em fezes de gastrópodes terrestres no campo.

Apesar de não ter sido observado no presente estudo, é possível que *B. similaris* tenha ingerido substrato, conforme foi verificado por Asami & Ohbayashi (1999) para essa espécie. Entretanto, esses autores relatam que ocorreu pouca ingestão de substrato.

Na terra vegetal foram encontrados, em maiores concentrações do que nos outros substratos, minerais

(Tab. 5), os quais são nutrientes importantes da dieta de moluscos terrestres. Porém, Asami & Ohbayashi (1999) comentam que provavelmente o tipo de substrato não tenha fornecido diferentes fontes nutricionais, já que nesse experimento citados os indivíduos de *B. similaris* ingeriram alimentos ricos em carboidratos, proteínas animais e carbonato de cálcio.

A ração, utilizada no presente trabalho, além de possuir proteínas, carboidratos e 0,6% de cálcio, foi enriquecida com 33,3% de carbonato de cálcio. Assim, essa ração é um alimento rico em cálcio, componente essencial na biologia dos moluscos, uma vez que é componente principal da concha de *B. similaris* (Moreira *et al.*, 2003).

Desse modo, é possível que o cálcio e as demais substâncias presentes na ração tenham influenciado o crescimento dos moluscos, como já foi observado por Oliveira *et al.* (1968) para o molusco terrestre *Lamellaxis gracilis* (Hutton, 1834) (Subulinidae) e por Bessa & Araújo (1996) para *S. octona*. Segundo Hanssen (1989), o acesso ao suplemento de proteínas, gorduras, vitaminas, sais minerais e carboidratos, convertidos em força energética pelo processo metabólico, traduzem em crescimento e reposição de desgaste físico aos moluscos terrestres em laboratório.

De acordo com D'ávila & Bessa (2005b), *S. octona* criada na terra vegetal consome menos ração do que quando mantida na areia e na argila. No presente trabalho, indivíduos de *B. similaris* mantidos na terra vegetal também consumiram menos ração do que os criados na areia. Esse menor consumo de ração e, conseqüentemente, menor consumo de cálcio, deve ter influenciado no crescimento, sobrevivência e aspectos da reprodução dos moluscos mantidos na terra vegetal quando comparados com os criados na areia (Figs. 1, 2, Tab. 2).

Do mesmo modo, os animais mantidos na argila consumiram menos ração, apresentaram crescimento menor, baixa sobrevivência, iniciaram a oviposição tardiamente e produziram menos ovos quando comparados com os criados na areia (Figs. 1, 2, Tab. 2).

REFERÊNCIAS

- ALICATA, J.E. 1940. The life cycle of *Postharmostomum gallinum*, the cecal fluke of poultry. *Journal of Parasitology*, 26(2): 135-143.
- ALMEIDA, M.N. & BESSA, E.C.A. 2000. Efeito da densidade populacional sobre o crescimento e a reprodução de *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae) e *Leptinaria unilamellata* (D'orbigny) (Mollusca, Subulinidae). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2(1): 97-104
- ALMEIDA, M.N. & BESSA, E.C.A. 2001a. Estudo do crescimento e da reprodução de *Bradybaena similaris* (Férussac) (Mollusca, Xanthonychidae) em laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(4): 1115-1122.
- ALMEIDA, M.N. & BESSA, E.C.A. 2001b. Estudo do crescimento e da reprodução de *Leptinaria unilamellata* (D'orbigny) (Mollusca, Subulinidae) em laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(4): 1107-1113.
- ARAÚJO, J.L.B. 1989. Moluscos de importância econômica no Brasil.

- I. Xanthonychidae: *Bradybaena similis* (Férussac, 1821). (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora). *Revista Brasileira de Zoologia*, 6(4): 583-592.
- ASAMI, T. & OHBAYASHI, K. 1999. Effects of oviposition substrate on lifetime fecundity of the terrestrial pulmonate *Bradybaena similis*. *Journal of Conchology*, 36(5): 1-9.
- BESSA, E.C.A. & ARAÚJO, J.L.B. 1995. Ovoposição, tamanho de ovos e medida do comprimento de *Subulina octona* (Brugüiere) (Pulmonata, Subulinidae) em condições de laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia*, 12(3): 647-654.
- BESSA, E.C.A. & ARAÚJO, J.L.B. 1996. Influência da alimentação com ração concentrada no desenvolvimento de *Subulina octona* Brugüiere, 1789 (Mollusca: Subulinidae) em condições de laboratório. *Boletim do Instituto de Ciências Biológicas*, 47: 21-27.
- CICHON, M. 1999. Growth after maturity as a suboptimal strategy. *Acta Oecologica*, 20 (1): 25-28.
- COOK, A. 2001. Behavioural ecology: on doing the right thing, in the right place at the right time. In: BARKER G. M. (ed.) *The Biology of Terrestrial Molluscs*. New Zealand: CABI Publishing. 558p.
- D'ÁVILA, S. & BESSA, E.C.A. 2005a. Influência do substrato sobre a reprodução de *Subulina octona* (Brugüiere) (Mollusca, Subulinidae), sob condições de laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22 (1): 194-204.
- D'ÁVILA, S. & BESSA, E.C.A. 2005b. Influência do substrato sobre o crescimento de *Subulina octona* (Brugüiere) (Mollusca, Subulinidae), sob condições de laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22 (1): 205-211.
- FURTADO, M.C.V., BESSA, E.C.A. & CASTAÑON, M.C.M.N. 2002. Histological characterization of ovotestis of *Bradybaena similis* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae) in different development phases, kept isolated or in groups, under laboratory conditions. *Revista Brasileira de Zoociências*, 4(2): 299-300.
- FURTADO, M.C.V., BESSA, E.C.A. & CASTAÑON, M.C.M.N. 2004. Ovoteste de *Bradybaena similis* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae): histologia e produção de gametas. *Revista Brasileira de Zoociências*, 6(1): 7-17.
- HANSEN, J. E. 1989. *Criação prática de escargots*. São Paulo: Nobel. 113p.
- HODASI, J.K.M. 1979. Life-history studies of *Achatina (achatina) achatina* (Linné). *Journal of Molluscan Studies*, 45: 328-339.
- 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*, 48: 283-293.
- LEAHY, W.M. 1984. Comportamento e características anatomofuncionais da reprodução em *Bradybaena similis* (Molusco Pulmonado). *Ciência e Cultura*, 36(8): 1389-1392.
- MOREIRA, C.S.D.R., GOMES, E.M., CHAGAS, G.M. & PINHEIRO, J. 2003. Calcium changes in *Bradybaena similis* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae) under starvation. *Revista Brasileira de Zoociências*, 5(1): 45-54.
- MORRETES, F.L. 1949. Ensaio de catálogo dos moluscos do Brasil. *Arquivos do Museu Paranaense*, 7:5-216.
- OLIVEIRA, M.P., ALMEIDA, E.L., VEIRA, I. & OLIVEIRA, M.H.R. 1968. *Comunicação nº1. Criação de moluscos em terrário e aquários (Uma experiência em laboratório)*. Juiz de Fora; Esdeva. 15 p.
- OLIVEIRA, M.P., VIEIRA, I. & OLIVEIRA, M.H.R.. 1971. Sobre *Bradybaena similis* Férussac (Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora, Fruticolidae) copula y funcionamiento del oviducto durante el periodo de fecundacion y formacion del huevo. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*, 3(21): 155-161.
- OLIVEIRA, M.P., REZENDE, G.J.R. & CASTRO, G.A. 1981. *Catálogo dos moluscos da Universidade Federal de Juiz de Fora*. Juiz de Fora: Editora da Universidade Federal de Juiz de Fora. 520p.
- OLIVEIRA, M.P., SÁ, R.C.S. & BESSA, E.C.A.. 1992. *Moluscos catálogo*. Juiz de Fora; Editora da Universidade Federal de Juiz de Fora. 156p.
- PICORAL, M. & THOMÉ, J.W. 1989. Sobre a anatomia do sistema genital de *Bradybaena similis* (Férussac, 1821) (Pulmonata, Stylommatophora, Bradybaenidae) ocorrentes em Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*84(4): 435-439.
- PINHEIRO, J. & AMATO, S.B. 1995. *Eurytrema coelomaticum*: Influence of the infection on the reproduction and nucleic acids contents in the albumen gland and ovotestis of *Bradybaena similis*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 90 (5): 635-638.
- RAMBO, P.R., AGOSTINI, A.A. & GRAFF-TEIXEIRA, C. 1997. Abdominal angiostrongylosis in Southern Brazil - prevalence and parasitic burden in mollusc intermediate hosts from eighteen endemic foci. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 92 (1): 9-14.
- SANTOS, O. 1994. Presencia de *Bradybaena similis* (Férussac, 1821) en el Uruguay. *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*, 7 (66-67):376-378.
- SPEISER, B. 2001. Food and feeding behaviour. In: Barker, G. M. (ed.) *The Biology of Terrestrial Molluscs*. New Zealand: CABI Publishing. 558p.
- THOMÉ, J.W., SILVA, A.V. & SANTOS, D.D. 1996. Manual de aulas práticas de zoologia: estudo morfo-anotômico de um molusco sigmuretra. *Cadernos EDIPUCRS, Série Zoologia*, 12(2): 1-25.