

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Liliane Mara de Oliveira Meireles

**SELEÇÃO ALIMENTAR E INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DIETAS
SOBRE O CRESCIMENTO, A REPRODUÇÃO E A SOBREVIVÊNCIA
DE *Bulimulus tenuissimus* (d' Orbigny, 1835) (MOLLUSCA,
BULIMULIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

Juiz de Fora

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Liliane Mara de Oliveira Meireles

**SELEÇÃO ALIMENTAR E INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DIETAS
SOBRE O CRESCIMENTO, A REPRODUÇÃO E A SOBREVIVÊNCIA
DE *Bulimulus tenuissimus* (d' Orbigny, 1835) (MOLLUSCA,
BULIMULIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração em Comportamento e Biologia Animal).

Orientadora: Profa. Dra. Elisabeth Cristina de Almeida Bessa

Co-orientadora: Msc. Flávia Oliveira Junqueira

Juiz de Fora

2009

**SELEÇÃO ALIMENTAR E INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DIETAS
SOBRE O CRESCIMENTO, A REPRODUÇÃO E A SOBREVIVÊNCIA
DE *Bulimulus tenuissimus* (d' Orbigny, 1835) (MOLLUSCA,
BULIMULIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO**

Liliane Mara de Oliveira Meireles

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Concentração em Comportamento e Biologia Animal).

Aprovada em 18 de fevereiro de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Norma Campos Salgado
Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Museu Nacional

Prof. Dr. Jairo Pinheiro da Silva
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof^a. Dra. Elisabeth Cristina de Almeida Bessa- Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Aos meus pais Luiz Meireles e
Maria Lúcia pelo amor, carinho,
apoio, investimentos e por tudo
que fizeram por mim em todos os
momentos da minha vida!

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado força a continuar a lutar e superar todas as dificuldades encontradas durante essa caminhada!

À Dra. Elisabeth Cristina de Almeida Bessa, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, pela oportunidade de aprender a pesquisar. Obrigada pela paciência, orientação, ensinamentos e por acreditar na minha capacidade.

À Prof. Flávia de Oliveira Junqueira, Centro Universitário do Leste de Minas Gerais, minha co-orientadora, que me auxiliou durante a realização dos experimentos e a elaboração desse projeto.

Ao curso de Pós-graduação em Comportamento e Biologia animal, Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, a todos os professores, funcionários e alunos que se dedicam inteiramente à pesquisa.

Ao Núcleo de Malacologia Prof. Maury Pinto de Oliveira, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, à Cida e a todos que se dedicam ao estudo dos moluscos.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, ao Instituto de Ciências Biológicas e ao Núcleo de Malacologia Prof. Maury Pinto de Oliveira, pelo espaço físico e materiais concedidos para a realização desse trabalho.

À Dra. Juliane Floriano dos Santos, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, pela ajuda nas análises estatísticas e suas valiosas sugestões.

À Dra. Sthefane D'ávila, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, pela amizade, compreensão e colaboração durante esse período.

Aos colegas de laboratório: Lidiane, Tércia, Maria Alice, Raphaela, Nicole, Priscila, Camilla, Patrícia, Emily, Paula, Eloá, Carla e Vinícios pela convivência e apoio.

À Lidiane pela amizade, carinho, ajuda, conversas e experimentos que ela sempre me ajudou a realizar! Muito obrigada por ter sido uma grande colega de laboratório, colaboradora desse trabalho e acima de tudo amiga com quem pude contar nos momentos mais difíceis dessa etapa! Te adoro!

À Maria Alice pela amizade, ajuda, incentivo e colaboração durante todos esses anos de “malaco”, essa conquista é nossa!

À Tércia pela colaboração durante a realização dos experimentos e pela leitura crítica dos capítulos dessa dissertação.

Ao Alexandre pela ajuda nas figuras e fotos desse trabalho. Muito Obrigada! E também por fazer minha amiga Lidiane cada dia mais feliz...

À minha prima Juliana, com quem pude contar não só com sua ajuda médica, mas, sobretudo com sua amizade nos momentos críticos.

Ao meu primo Bráulio, pela convivência, amizade, confiança e cumplicidade. Você é um irmão pra mim!

À meus familiares que sempre me deram incentivo.

Aos meus pais pelo apoio e incentivo. Muito obrigado pela dedicação, amor e paciência!

À minha irmã Lílian pela amizade, cumplicidade e apoio de sempre, especialmente durante os momentos difíceis, nos quais você foi imprescindível!

A meu namorado Jadir pela presença constante, carinho, paciência, dedicação, amor, compreensão e ajuda. Te amo!

RESUMO

A seleção alimentar compreende características ligadas ao alimento, como o paladar e a atratividade, e pode estar relacionado com as condições fisiológicas do molusco. Assim, a alimentação exerce grande influência no desenvolvimento dos moluscos terrestres, podendo interferir na atividade reprodutiva desses animais. Foram objetivos desse estudo verificar a seleção alimentar e a influência de diferentes dietas no crescimento, na reprodução e na sobrevivência de *Bulimulus tenuissimus* em condições de laboratório. Para tal, grupos de moluscos foram alimentados com seis itens alimentares diferentes, batata, chuchu, pepino, cenoura, maçã e ração, os quais foram oferecidos separadamente ou combinados por um período de 210 dias. Foi verificada a seleção pelos alimentos mais macios e com alto teor de cálcio (ração e chuchu), bem como os efeitos benéficos da combinação de dietas no crescimento, fecundidade e sobrevivência dessa espécie, provavelmente, devido ao aumento na disponibilidade de nutrientes.

Palavras-Chave: Alimentação. Crescimento. Molusco terrestre. Reprodução.

ABSTRACT

Food selection includes features related to food, as taste and attractiveness, and may be related to the physiological conditions of the snail. Thus, food exerts great influence on the development of land snails, which can interfere in the reproductive activity of these animals. The objectives of this study were to verify the food selection and the influence of different diets on growth, reproduction and the survival of *Bulimulus tenuissimus* under laboratory conditions. Groups of snails were fed with six different food items, potato, chayote, cucumber, carrot, apple and ration, which were offered separately or combined for a period of 210 days. The food selection was observed by food softer and with higher levels of calcium (ration and chayote) and the beneficial effects of the combination of diets on growth, fecundity and survival of this species, probably due to the increase in the availability of nutrients.

Key-Words: Food. Growth. Land snail. Reproduction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Fotografia 1** Espécime de *Bulimulus tenuissimus*: a) Vista do animal e concha. b) Concha.-16
- Fotografia 2** Grupos experimentais para verificar a palatabilidade.-----29
- Fotografia 3** Grupos experimentais para o estudo da seleção alimentar.-----30
- Fotografia 4** Alimentos não ingeridos por *Bulimulus tenuissimus*. a e f) pepino. b e c) chuchu. d) cenoura. e) ração. f) pepino.-----33
- Gráfico 5** Quantidade de alimento ingerido/molusco por um período de 210 dias (Grupos: Batata, Pepino, Cenoura, Chuchu, Maçã e Ração).-----34
- Gráfico 6** Quantidade de cada item alimentar (batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã) ingerido/molusco do grupo Dieta Natural (DN) por um período de 210 dias.-----35
- Gráfico 7** Quantidade de cada item alimentar (batata, pepino, cenoura, chuchu, maçã e ração) ingerido/molusco do grupo Dieta Combinada (DC) por um período de 210 dias.---35
- Gráfico 8** Quantidade de cada item alimentar (batata, pepino, cenoura, chuchu, maçã e ração) ingerido/molusco, por classe etária e em cada item alimentar, do grupo Dieta Natural (DN) por um período de 210 dias.-----36
- Gráfico 9** Quantidade de cada item alimentar (batata, pepino, cenoura, chuchu, maçã e ração) ingerido/molusco, por classe etária e em cada item alimentar, do grupo Dieta Combinada (DC) por um período de 210 dias.-----37
- Gráfico 10** Relação entre o comprimento da concha (cm) e o ganho de massa corporal (g) de *Bulimulus tenuissimus* de acordo com os diferentes tipos de dieta (Batata, Pepino, Cenoura, Chuchu, Maçã e Ração), em função do tempo.-----49
- Gráfico 11** Taxa de crescimento quinzenal da concha (mm) de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos: Batata, Pepino, Maçã, Cenoura, Chuchu e Ração, durante 210 dias.-----52

- Gráfico 12** Ganho de massa corporal (g) de *Bulimulus tenuissimus* dos Grupos: Batata, Pepino, Maçã, Cenoura, Chuchu e Ração ao final do experimento.-----52
- Gráfico 13** Relação entre o comprimento da concha (cm) e o ganho de massa corporal (g) de *Bulimulus tenuissimus* de acordo com os diferentes tipos de dieta: Dieta Natural (DN) e Dieta Combinada (DC), em função do tempo.-----54
- Fotografia 14** Comprimento da concha de *Bulimulus tenuissimus* ao fim do experimento. a) Grupo Dieta Combinada. b e c) Grupo Dieta Natural.-----55
- Gráfico 15** Taxa de crescimento quinzenal da concha (mm) de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos Dieta natural (DN) e Dieta combinada (DC), durante 210 dias.-----57
- Gráfico 16** Ganho de massa corporal (g) de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos Dieta Natural (DN) e Dieta Combinada (DC) ao final do experimento.-----57
- Fotografia 17** Indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* do grupo Dieta Natural. a, b, c) Indivíduos com a concha danificada. d,e) Indivíduos com perda total da concha.---59
- Gráfico 18** Taxa de mortalidade de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos: Batata, Pepino, Maçã, Cenoura, Chuchu e Ração, ao final de 210 dias.-----71
- Fotografia 19** Posturas de *Bulimulus tenuissimus*. a) Grupo Ração. b) Grupo Dieta combinada. c) Grupo Chuchu.-----74
- Gráfico 20** Taxa de mortalidade de *Bulimulus tenuissimus* alimentados com Dieta Natural (DN) e Dieta Combinada (DC) ao final de 210 dias.-----75

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Percentuais (%) de cálcio, água e taxa de evaporação (ou absorção de água*) em 100g de alimentos oferecidos aos moluscos. (Percentual de cálcio e água: USDA Nutrient Database for Standard Reference – Ministério da Agricultura / Brasil).-31
- Tabela 2** Percentuais (%) de cálcio, proteína, carboidrato, lipídios e água em 100g de alimentos oferecidos aos moluscos (USDA Nutrient Database for Standard Reference – Ministério da Agricultura / Brasil).-----48
- Tabela 3** Comprimento quinzenal da concha (cm) dos indivíduos de *Bulimulus tenuissimus*, submetidos a diferentes dietas: Batata, Cenoura, Chuchu, Pepino, Maçã e Ração (ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio), por um período de 210 dias (valor médio \pm Desvio Padrão*).-----51
- Tabela 4** Medida quinzenal da massa corporal (g) de indivíduos de *Bulimulus tenuissimus*, submetidos a diferentes dietas: Batata, Pepino, Cenoura, Chuchu, Maçã e Ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio, por um período de 210 dias (valor médio \pm Desvio Padrão*).-----53
- Tabela 5** Comprimento quinzenal da concha (cm) dos indivíduos de *Bulimulus tenuissimus*, submetidos a diferentes dietas (Dieta Natural - batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã; Dieta Combinada - batata, pepino, cenoura, chuchu, maçã e ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio), por um período de 210 dias (valor médio \pm Desvio Padrão*).-----56
- Tabela 6** Medida quinzenal da massa corporal (g) de indivíduos de *Bulimulus tenuissimus*, submetidos a diferentes dietas (Dieta Natural - batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã; Dieta Combinada - batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã e ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio), por um período de 210 dias (valor médio \pm Desvio Padrão*).-----58

- Tabela 7** Percentuais (%) de cálcio, proteína, carboidrato, lipídios e água em 100g de alimentos oferecidos aos moluscos (USDA Nutrient Database for Standard Reference – Ministério da Agricultura / Brasil).-----69
- Tabela 8** Número de ovos por postura de indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* alimentados com Chuchu e Ração por um período de 210 dias (valores mínimo, máximo, moda, média, desvio padrão* e coeficiente de variação**).-----70
- Tabela 9** Intervalo entre posturas dos indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* alimentados com Chuchu e Ração por um período de 210 dias (com valores mínimo, máximo, moda, média, desvio padrão* e coeficiente de variação**).-----71
- Tabela 10** Número de ovos por postura de indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos Dieta Natural (DN) e Dieta Combinada (DC) por um período de 210 dias (valores mínimo, máximo, moda, média, desvio padrão* e coeficiente de variação**).-----72
- Tabela 11** Intervalo entre posturas dos indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos com Dieta Natural (DN) e Dieta Combinada (DC) por um período de 210 dias (valores mínimo, máximo, moda, média, desvio padrão* e coeficiente de variação**).-----73

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
REVISÃO DE LITERATURA.....	16
1 Seleção alimentar de <i>Bulimulus tenuissimus</i> (d' Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae) em condições de laboratório.....	26
2 Efeito da alimentação sobre o crescimento e a massa corporal de <i>Bulimulus tenuissimus</i> (d' Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae) em condições de laboratório.....	45
3 Fecundidade e sobrevivência de <i>Bulimulus tenuissimus</i> (d' Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae) submetidos a diferentes tipos de dieta.....	66
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
REFERÊNCIAS	87
ANEXOS.....	100

INTRODUÇÃO

Os gastrópodes pulmonados terrestres são conhecidos por sua importância econômica e médico-veterinária por atuarem como hospedeiros intermediários de helmintos. Diversas espécies são comestíveis e amplamente comercializadas, enquanto outras são pragas agrícolas de culturas (MEAD, 1979; LEAHY, 1984; AGUDO, 2006).

Dentre os moluscos terrestres destaca-se a família Bulimulidae, que agrupa aproximadamente 144 gêneros e subgêneros e 3000 espécies encontradas principalmente na região Neotropical (OLIVEIRA & ALMEIDA, 1999). A espécie *Bulimulus tenuissimus* (d'Orbigny, 1835) merece destaque por ser a única da família Bulimulidae, até então citada, com potencial parasitológico, podendo atuar como hospedeiro intermediário de helmintos parasitos de animais domésticos (ARAÚJO, 1982; THIENGO & AMATO, 1995). Além disso, é uma espécie com ampla distribuição no território brasileiro, o que evidencia ainda mais sua importância médico-veterinária (LANGE-DE-MORRETES, 1949; SIMONE, 2006).

A literatura, referente aos pulmonados terrestres, enfatiza principalmente aspectos da morfologia, conchiliologia, sistemática e distribuição geográfica. Estudos biológicos e comportamentais desses animais ainda são escassos (ALMEIDA & BESSA, 2001).

O estudo da biologia de espécies de moluscos terrestres é muito importante para o estabelecimento dos sistemas de criação e manejo, bem como o de conservação desses animais. Para isso são imprescindíveis estudos que visem à dinâmica etária, estrutural, fisiológica e climática dos subnichos ecológicos desses indivíduos (CHACÓN, 2000; REYES-TUR & RAMIRES-ÁLVAREZ, 2002).

Dentre os aspectos da biologia dos moluscos destacam-se o crescimento e a reprodução (LEAHY, 1984). O crescimento é dependente de vários fatores, dentre eles: umidade (D'ÁVILA *et al.*, 2004), temperatura (DIMITRIEVA, 1975), alimentação (THOMAS *et al.*, 1975; LEAHY, 1984; MEIRELES *et al.*, 2008), fotoperíodo (SOUTH, 1992), densidade populacional (LAZARIDOU-DIMITRIADOU & DAGUZAN, 1981; ALBUQUERQUE-DE-MATOS, 1989; ALMEIDA & BESSA, 2001; AUFDERHEID *et al.*, 2006) e competição intraespecífica e interespecífica (PEARCE, 1997). Esses fatores podem muitas vezes regular o ritmo de desenvolvimento das populações de moluscos, pois afetam desde o desenvolvimento embrionário até a taxa de eclosão de indivíduos (RAUT *et al.*, 1992; FURTADO *et al.*, 2002).

O conteúdo energético, a composição e disponibilidade dos nutrientes, estrutura e textura do alimento, bem como a digestibilidade e capacidade de absorção desse alimento pelo trato digestório podem afetar a taxa de crescimento, o sucesso reprodutivo e a

sobrevivência dos moluscos (THOMAS *et al.*, 1983; MCSHANE *et al.*, 1994; FOSTER *et al.*, 1999).

O comportamento alimentar dos moluscos terrestres pode ser afetado por mecanismos homeostáticos que são diretamente dependentes do estado nutricional do animal. Esses indivíduos ajustam à quantidade de item alimentar ingerido de acordo com o valor nutricional dos alimentos recentemente consumidos. Assim, esses animais podem desenvolver preferência por um determinado item alimentar, como resultado da deficiência de nutrientes em sua dieta (COOK *et al.*, 2000).

Foram objetivos desse trabalho observar a seleção alimentar e a palatabilidade de *B. tenuissimus* em condições de laboratório, bem como investigar a influência da dieta sobre o crescimento, ganho de massa corporal, aspectos reprodutivos e taxa de mortalidade dessa espécie.

REVISÃO DE LITERATURA

A espécie *Bulimulus tenuissimus*

A espécie *Bulimulus tenuissimus* é um representante da subfamília Bulimulinae, a qual está amplamente distribuída por toda América do Sul, podendo ainda ser encontrada nas Américas do Norte e Central, Austrália e Índia (BREURE, 1979). No Brasil, esta espécie pode ser encontrada em todo o território (LANGE-DE-MORRETTES, 1949; ARAÚJO, 1982, SIMONE 2006) (Figura 1).



Fotografia 1: Espécime de *Bulimulus tenuissimus*: a) Vista do animal e concha. b) Concha.

Essa espécie merece destaque devido a sua importância médico-veterinária, pois atua como hospedeiro intermediário de helmintos parasitos de animais domésticos como *Davainea proglottina* (Davaine, 1860), *Tanaisia bragai* (Santos, 1934) e *Postharmostomum gallinum* Winteberg, 1923, todos parasitos de aves domésticas. Ainda atuam como hospedeiros de *Raillietina bonini* (Mégrin, 1889) e *Brachylaemus mazzantti* (Travassos, 1927), ambos helmintos de pombos (*Columba livia*) (Gmelin, 1789) (ARAÚJO, 1982; THIENGO & AMATO, 1995). Vale destacar que tais moluscos foram encontrados naturalmente infectados.

A caracterização anatômica e histológica dessa espécie foi realizada por BARROS-ARAÚJO *et al.* (1960) e REZENDE & LANZIERE (1964).

Bulimulus tenuissimus apresenta padrão indeterminado de crescimento, ou seja, há investimento no crescimento, uma vez iniciada a fase adulta, o que implica no aumento do sucesso reprodutivo (SILVA *et al.*, 2008).

É uma espécie ovípara, hermafrodita e capaz de realizar autofecundação, embora obtenha baixo sucesso reprodutivo através desse processo (BARROS-ARAÚJO *et al.*, 1960; SILVA *et al.*, 2008). A eclosão de jovens ocorre em média 24 dias após a oviposição e em taxas inferiores quando comparada com outras espécies de moluscos terrestres (ALMEIDA & BESSA, 2001; D'ÁVILA & BESSA, 2005). SILVA *et al.* (2008) sugeriram que a espécie apresenta sazonalidade reprodutiva.

MEIRELES *et al.* (2008) observaram que a alimentação exerce influência direta sobre o ciclo de vida dessa espécie. Foi verificado por essas autoras que quando esses animais foram alimentados com dieta mista (ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio e alfaca) promoveu maior crescimento e sobrevivência desses animais. Tais autoras demonstraram também que os indivíduos de *B. tenuissimus* criados em isolamento, independente da alimentação oferecida, atingiram um tamanho corporal maior do que os animais mantidos agrupados. Sugere-se assim que a densidade populacional pode afetar a biologia da espécie.

Sistema digestório

Todos os hábitos alimentares possíveis são encontrados entre os gastrópodes e a morfologia e fisiologia do sistema digestório variam amplamente. As maiorias dos gastrópodes são herbívoras, dentre eles alguns prosobrânquios marinhos e de água doce, os moluscos operculados terrestres, grande diversidade de opistobrânquios, e a maioria dos pulmonados como *B. tenuissimus* (RIBEIRO-COSTA & ROCHA, 2002).

O molusco generalizado é um micrófago pastador que usa sua rádula para raspar substratos duros e remover algas microscópicas, outros organismos e detritos. O intestino é adaptado para separar e processar a mistura de partículas orgânicas e minerais finas. Tal dieta requer um trato digestório complexo, capaz de selecionar do material particulado as partículas que não têm valor alimentar, daquelas que têm, descartando as primeiras e digerindo e absorvendo as últimas. Singular entre os moluscos é o uso de áreas de seleção ciliadas, externas e internas, para esse propósito (RUPPERT *et al.*, 2005).

Muitos moluscos, tais como comedores de suspensão ou micrófagos pastadores, também se alimentam de uma mistura de partículas orgânicas e partículas minerais e muitos retêm características do trato digestório generalizado. Muitos outros moluscos, entretanto, são herbívoros ou carnívoros que possuem nutrição macrófaga, ingerindo grandes porções de material orgânico. Espécies macrófagas têm sistemas digestórios diferentes, mais simples, nos quais a seleção de partículas minerais e orgânicas não é necessária (RUPPERT *et al.*, 2005).

O trato digestório consiste na região anterior, mediana e posterior. A região anterior (boca, cavidade bucal, faringe) e a posterior (reto e ânus), como derivadas da ectoderme, são revestidas por cutícula, mas a região intermediária (esôfago, estômago, ceco digestivo, intestino) é de origem endodérmica, sem cutícula (RUPPERT *et al.*, 2005).

Embora não haja um gastrópode típico em termos de hábito alimentar e morfologia do trato digestório, é possível reconhecer várias características que são comuns à maioria ou a todos os gastrópodes. O trato digestório consiste em um canal bucal, boca, glândulas salivares, esôfago, estômago, glândula digestiva, intestino, reto e ânus. Uma rádula é geralmente empregada na alimentação; a digestão extracelular é sempre presente, pelo menos parcialmente. Com poucas exceções, as enzimas para a digestão extracelular são produzidas pelas glândulas salivares, bolsas esofágicas, cecos digestivos ou por uma combinação dessa estruturas. O estômago é o local da digestão extracelular e os cecos digestivos são os locais de absorção e de digestão intracelular, caso ocorra esse tipo de digestão (DIMITRIADIS, 2001).

A rádula, que se encontra no canal bucal, é uma estrutura cuticular de origem ectodérmica e que consiste em uma membrana flexível provida de numerosos dentes dispostos transversal e longitudinalmente. Por um longo tempo, a dentição da rádula foi usada principalmente para a taxonomia de gastrópodes. Estudos têm sido desenvolvidos enfocando a histologia e função do canal bucal, no qual o papel da rádula é essencial durante o processo de alimentação (MACKENSTEDT & MÄRKEL, 2001). A rádula tem como principais funções a raspagem e coleta de alimentos (RIBEIRO-COSTA & ROCHA, 2002).

Alimentação

Os moluscos terrestres são tradicionalmente conhecidos como herbívoros generalistas, se alimentando de uma grande variedade de plantas encontradas no ambiente. Estes animais são capazes de alimentar-se de várias espécies de plantas, ajustando sua dieta à disponibilidade dos itens alimentares encontrados no meio (IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999).

SPEISER (2001) descreve o comportamento alimentar dos gastrópodes terrestres como sendo composto por três passos principais: encontrar o alimento por quimiorrecepção à distância (pré-ingestão); provar o alimento, contato inicial com os tentáculos inferiores e lábios (ingestão) e sentir o gosto durante a ingestão (pós-ingestão). Todos esses passos, aliados aos efeitos pós-ingestão dos alimentos, influenciam a aquisição de aversões ou preferências alimentares pelos moluscos.

O comportamento alimentar dos moluscos pode ser influenciado pelas plantas. Determinadas espécies de plantas oferecem, além do alimento, proteções contra predadores,

sítios para oviposição, lugares para descansar e se esconder dos predadores, também proporciona microclimas particularmente favoráveis para desenvolvimento dos moluscos. Estes fatores podem influenciar a escolha do molusco por determinada espécie de planta como alimento (IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999; SPEISER, 2001).

O regime alimentar de um animal, do ponto de vista qualitativo e quantitativo, é de grande importância para a biologia, ecologia e para a conservação da flora. A maior parte dos organismos escolhe o alimento dentre uma grande variedade de alimentos disponíveis e o efeito desta seleção tem um papel considerável. A escolha alimentar realizada pelos herbívoros tem dois aspectos. O primeiro é o animal que intervém em grande parte na determinação da qualidade e da quantidade de alimento ingerido. Outro aspecto é o vegetal que possui mecanismos de defesa contra os herbívoros, pois estes podem alterar a reprodução e a sobrevivência das plantas ao longo do tempo (OTCHOUMOU *et al.*, 2005).

A disponibilidade de um grande número de produtos que possam compor inúmeras alternativas em dietas, sem alterar seu valor nutricional, é um dos fatores fundamentais para o sucesso da produção animal, mantendo seus padrões de qualidade e eficiência (PACHECO *et al.*, 2000).

Discorrendo sobre formulações de dietas para *Helix aspersa* (Müller, 1774) (Helicidade), CUELAR *et al.* (1986) justificam que sem dietas secas e com concentrações específicas para helicídios, não é possível desenvolver uma helicicultura produtiva. Citam como componentes de formulações para dietas: farinha de milho, farelo de trigo, alfafa desidratada, carbonato de cálcio, fosfato bicálcico, farinha de cevada, complemento vitamínico mineral e melão de beterraba; propondo fórmulas distintas para engorda e reprodução.

O cálcio constitui um fator limitante no crescimento dos moluscos terrestres devido a sua função como componente principal na formação da concha. Entretanto, não se conhecem os níveis adequados desse nutriente nas dietas destinadas a estes animais que possam promover melhor desenvolvimento (PEREA, 2004).

Estudo realizado sobre o efeito da adição de carbonato de cálcio na dieta de *H. aspersa* durante o estágio juvenil, sob condições de laboratório, demonstrou que os moluscos alimentados com 22,5 % desse nutriente obtiveram maior crescimento e menor taxa de mortalidade do que aqueles tratados com 12,5 % (PEREA *et al.*, 2004).

HAYASHI *et al.* (1998) avaliaram a utilização de diferentes níveis de cálcio em dietas para *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) (Achatinidae) na fase de crescimento, indicando o nível de 6 % de cálcio como o mais adequado. MONNNEY (1994) observou que indivíduos de *A. fulica* que receberam ração com 16 % de proteína bruta (PB) associada a vegetais tiveram

crescimento mais elevado e atingiram a maturidade reprodutiva mais rapidamente que animais alimentados somente com ração ou vegetais.

De modo geral, os criadores de *escargot* têm utilizado rações empíricas (HAYASHI *et al.*, 2004), normalmente à base de farelos de trigo, soja e milho ou concentrados de rações para aves misturados a milho e fontes de cálcio e fósforo, seja para os indivíduos recém nascidos, na fase de crescimento ou para reprodutores (RODRIGUES, 1991; FERRAZ, 1999; SOARES *et al.*, 2002).

As exigências nutricionais dos animais estão relacionadas à sua fase de desenvolvimento, estado fisiológico, manejo e nível de produção desejada. A determinação das necessidades qualitativas e quantitativas dos nutrientes essenciais para as diversas fases de desenvolvimento das diferentes espécies é de fundamental importância para a adequada formulação de rações completas de modo a se obter bom desempenho, baixo custo e rentabilidade nas criações. Dessa forma, para o desenvolvimento ainda melhor da heliocultura e aumento da rentabilidade, deve-se buscar a determinação das exigências nutricionais assim como os níveis de utilização de alimentos convencionais e alternativos para as distintas fases de desenvolvimento das espécies mais utilizadas (Hayashi *et al.*, 2004).

Trabalho realizado com o gastrópode terrestre *Bradybaena similares* (Férussac, 1821) (Bradybaenidae), como modelo experimental para estudos em laboratório utilizou dois tipos de alimentos que constituíam de vegetais e ração. Os alimentos mais aceitos por esses animais foram alface (*Lactuca sativa*), couve (*Brassica oleracea*), cenoura (*Daucus carota*), repolho (*Brassica oleracea*) e ração para pintos de corte misturada com carbonato de cálcio na proporção de 3:1 (ALMEIDA, 2004).

MANSUR & MACHADO (1994) estudaram a influência da dieta sobre o ganho de massa corporal de lesmas recém-nascidas da espécie *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) (Veronicellidae) por um período de 65 dias em condições de laboratório. Os moluscos alimentados com ração mais alface obtiveram ganho de massa corporal superior quando comparado com os alimentados apenas com ração ou alface.

Trabalho realizado sobre a biologia de *S. linguaeformis* e *Sarasinula plebeia* (Fischer, 1868) (Veronicellidae) demonstrou que a sobrevivência dos animais pode ser influenciada pelo alimento. A alimentação dessas espécies se baseava em alface, couve, cenoura e ração que consistiu de uma mistura de farinha de milho, farinha de trigo e ração para frango em crescimento na proporção 1: 1: 1. A alta taxa de sobrevivência desses animais durante o experimento (dois anos) foi atribuída aos cuidados com a alimentação (MANSUR & THOMÉ, 1994).

BESSA & ARAÚJO (1996) observaram a influência da alimentação com ração concentrada no desenvolvimento de *Subulina octona* (Bruguère, 1789) (Subulinidae) em condições de laboratório. Nesse experimento, os espécimes de *S. octona* alimentados com ração concentrada mais alface alcançaram maior comprimento da concha e atingiram a maturidade sexual aos 42 dias do experimento, já os animais alimentados somente com alface além do menor crescimento da concha, não alcançaram a maturidade sexual durante todo o estudo.

BRANDOLINI & GOMES (2002) observaram a influência da alimentação sobre alguns aspectos da biologia do molusco terrestre *Leptinaria unilamelata* (d' Orbigny, 1835) (Subulinidae). A alimentação constituía de ração para aves em crescimento; ração para codornas em postura inicial; vegetais (chuchu, pepino, cenoura e repolho); ração para aves em crescimento mais vegetais; e ração para codornas em postura inicial mais vegetais. Os moluscos alimentados com ração para codornas em postura inicial apresentaram maior crescimento da concha e quando oferecida combinada com vegetais propiciou o menor coeficiente de mortalidade e a maior produção de filhotes.

Estudos recentes e parecidos com o presente trabalho foram realizados com a finalidade de investigar o consumo alimentar de jovens e adultos de *Archachatina marginata* (Swainson, 1821) (Achatinidae) em condições de laboratório. No primeiro experimento (com escolha), os animais foram alimentados com alface (*Lactuca sativa*), cenoura (*Daucus carota*), batata (*Solanum tuberosum*), maçã (*Malus pumila*) e cálcio, simultaneamente. No outro experimento (sem escolha) cada grupo de animais, recebeu um único item alimentar. No experimento com escolha, houve maior consumo de batata, seguido pela maçã, alface e cenoura. No experimento sem escolha a alface foi a mais consumida, enquanto que a batata promoveu o melhor crescimento. O consumo de cálcio favoreceu o crescimento da concha nesses animais (EGONMWAN, 2007).

Dessa forma, estudos que visam determinar as exigências nutricionais das diferentes espécies de moluscos terrestres, assim como a utilização dos diferentes alimentos disponíveis para a elaboração de dietas, são de grande valia para a criação de moluscos em laboratório.

Preferência alimentar

A preferência alimentar determina o alimento que será ingerido pelo animal e pode estar relacionada com as condições fisiológicas do molusco. O conceito de “preferência alimentar” frequentemente compreende duas características ligadas ao alimento: o paladar e a atratividade (IGLESIAS & CASTILEJO, 1999). A escolha dos alimentos pelos moluscos também

é influenciada pela qualidade e composição do alimento e pela quantidade e acessibilidade desse alimento pelo animal (CHATFIELD, 1976; IGLESIAS & CASTILEJO, 1999).

Esses animais são tradicionalmente conhecidos como herbívoros generalistas e associações específicas entre gastrópodes e espécies de plantas foram reportadas por BEYER & SAARI (1978) e por SOUTH (1992), embora isso possa estar mais relacionado ao microclima que a planta oferece e sua maior disponibilidade do que com a preferência alimentar. Determinadas espécies de plantas oferecem, além do alimento, proteção contra predadores e sítios para oviposição e repouso. Estes fatores podem influenciar a escolha do molusco por determinada espécie de planta como alimento (IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999; SPEISER, 2001).

FRANTZ & MOSSMANN (1989) observaram que a preferência por determinado vegetal não significa necessariamente que este forneça o suprimento nutricional adequado e estimule um bom desenvolvimento do molusco, mas sim a sua maior disponibilidade.

Os gastrópodes terrestres possuem pouca capacidade visual (AUDESIRK & AUDESIRK, 1985; SPEISER, 2001; CHASE, 2002; ATKINSON, 2003). Desse modo, a alimentação é precedida pela exploração direta dos recursos alimentares através dos tentáculos e lábios, o que indica que esses animais dependem de pistas olfativas e gustativas para explorar o ambiente antes da ingestão de alimentos (SOUTH, 1992).

Diferentes métodos têm sido utilizados para avaliar, experimentalmente, a palatabilidade de plantas. Espécies vegetais são muitas vezes testadas em “experimentos sem escolha”, onde os consumidores não têm alternativas de alimentação (BRINER & FRANK, 1998; GRANADO & CABALLERO, 2001). Em outros casos, várias espécies vegetais são testadas simultaneamente, “experimentos com escolha”, onde os consumidores podem escolher entre dois ou mais itens alimentares (GRIME *et al.*, 1968; ELGER & BARRAT-SEGRETAIN, 2004).

De um ponto de vista conceitual, experimentos “com escolha” são geralmente recomendados para avaliar as preferências alimentares dos consumidores e os experimentos “sem escolha” servem para avaliar a palatabilidade dos itens alimentares (SPEISER, 2001). O experimento de palatabilidade é semelhante aos trabalhos com espécies generalistas que podem receber um único item alimentar, enquanto trabalhos sobre preferência alimentar são mais semelhantes às condições naturais dos moluscos em campo, com abundância de gêneros alimentícios de diferentes palatabilidades.

A atratividade está relacionada com a habilidade dos moluscos terrestres de se orientarem até o alimento através do olfato. Em experimentos de laboratório com o gastrópode terrestre *Cepaea nemoralis* (Linné, 1758) (Helicidae) foi evidenciada uma forte atração desses animais pelo odor da planta *Urtica dioica* Linné, 1758 (Urticaceae) (GRIME *et al.*, 1970; FARKAS & SHOREY, 1976; GALLOIS & DAGUZAN, 1989).

Vários gastrópodes mostram aumento da preferência por um odor após o reencontro desse odor em uma nova experiência alimentar. Trabalhos mais detalhados sobre esse comportamento verificaram que o reencontro resulta em uma melhor capacidade de se localizar a fonte de odor (TEYKE, 1995).

UNGLESS (1998) observou que variações de odores alimentares podem alterar os movimentos dos tentáculos. Se a um molusco for apresentado um novo odor de alimento, os tentáculos posteriores permanecerão na posição vertical e se esse for autorizado a se alimentar, os tentáculos posteriormente ficarão mais inferiores, em direção ao alimento (PESCHEL *et al.*, 1996).

O paladar dos moluscos é determinado pela comparação entre o consumo de diferentes itens alimentares (IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999; OTCHOUMOU *et al.*, 2005). Já a atratividade é experimentalmente verificada através de testes de escolhas (TEYKE, 1995; CHEVALIER *et al.*, 2000; PETERS *et al.*, 2000).

TEYKE (1995) avaliou a atratividade dos moluscos adultos da espécie *Helix pomatia* (Linné, 1758) (Helicidae) por dois tipos de alimento, cenoura e batata. Os indivíduos foram colocados equidistantes aos alimentos mas moveram em diferentes direções. Dos indivíduos que tiveram o primeiro contato com a cenoura, 75% moviam-se em direção a este alimento, ingerindo-o. No caso dos animais que tiveram contato com a batata, 67% aprenderam a localizar a batata. A ingestão de cenoura ou batata apenas após o contato inicial sugere que *H. pomatia* não possui uma predisposição aos alimentos testados e que a escolha do alimento é fortemente influenciada por uma experiência prévia (TEYKE, 1995).

A preferência alimentar dos moluscos é influenciada pela composição química das plantas e especialmente pelos metabólitos secundários. A ação dos químicos pode ser tóxica e/ou causar impedimento na ingestão do alimento pelos animais (CHEVALIER *et al.* 2000). Os moluscos usam quimiorreceptores e o paladar para realizar suas escolhas alimentares (SPEISER, 2001).

O efeito na concentração de alcalóide quinolizidine na escolha alimentar da espécie *H. aspersa* foi investigado por CHEVALIER *et al.* (2000). Os autores forneceram à indivíduos adultos de *H. aspersa* a planta *Lupinus albus* Linné (Fabaceae) com três diferentes quimiotipos (amargo, intermediário e doce) que diferem entre si pela concentração de alcalóide. Após quatro a seis dias de experimento, foi verificada a rejeição à planta amarga em favor das plantas intermediária e doce, respectivamente. Após o sexto dia, a planta doce foi mais ingerida do que a amarga. A planta amarga tem uma concentração de alcalóide elevada, o que pode ter influenciado na rejeição do molusco a esta variedade, pois ocorre um aumento

de alcalóide em plantas injuriadas. Outra hipótese levantada é a aversão ao condicionamento da ingestão.

As espécies de plantas predadas pelos moluscos em condições naturais podem variar de acordo com a sua disponibilidade. Em campo, indivíduos da espécie *H. aspersa* foram observados alimentando-se de diferentes espécies de plantas. As seguintes plantas foram as mais frequentes na dieta dos moluscos nas três localidades estudadas por: *Fragaria vesca* Linné (Rosaceae), *Mentha suaveolens* Ehrhard (Lamiaceae), Poaceae, *Ranunculus repens* Linné (Ranunculaceae) e *Urtica dioica* LINNÉ (Urticaceae). Entretanto, a comparação entre a disponibilidade das diferentes espécies de plantas e a contribuição das plantas na dieta alimentar dos moluscos comprovou a preferência de *H. aspersa* por *U. dioica*. Análises químicas revelaram que a planta *U. dioica* possui alta quantidade de proteínas e cálcio. A forte preferência de *H. aspersa* por *U. dioica* pode ser explicada pelo alto valor nutricional da planta como alimento ou pela disponibilidade da planta no habitat do molusco (INGLESIAS & CASTILLEJO, 1999).

A dieta natural de *H. aspersa* foi estudada, em duas populações, analisando as fezes. *Picris echioides*, *Carduus tenuifloris*, *Urtica dioica*, *Galium molugo* (Dicotiledôneas) e Poaceae (Monocotiledônea) foram os principais recursos alimentares das populações estudadas. Apesar da Poaceae possuir o maior valor energético, não houve diferença no consumo em relação aos demais itens alimentares. A textura, os minerais e os conteúdos orgânicos da Poaceae podem ter sido responsáveis pela preferência alimentar dos moluscos (CHEVALIER *et al.*, 2001).

Um experimento foi conduzido para determinar a preferência alimentar de duas espécies, com distribuição restrita à Austrália, de *Meridolum* sp. (Camaenidae, Eupulmonata). Nos experimentos foram oferecidos diferentes tipos de vegetação encontrada em seu habitat natural, bem como duas espécies comerciais de fungo. Os experimentos demonstraram que esses moluscos preferiram os fungos às espécies vegetais (PUSLEDNIK, 2002).

Existem poucos estudos que examinam diferenças na utilização de recursos entre as diferentes classes etárias para uma mesma espécie ou entre espécies próximas. Para quantificar essa diferença, foi comparado o consumo de recurso por massa, em dois estágios de vida de *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) (Ampullariidae) e de *Pomacea insularum* (d' Orbigny, 1837) (Ampullariidae). O consumo por massa de *Lactuca sativa longifolia* (alface romana) pelos indivíduos jovens, de ambas as espécies, foi superior ao dos adultos. Isso possibilita o sucesso desses animais em colonizar novas áreas (BOLAND *et al.*, 2008).

Em laboratório, PETERS *et al.* (2000) testaram se o consumo alimentar da espécie *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) sofreria alteração ao fornecer ao molusco a

possibilidade de escolher o alimento. Os autores observaram que o consumo aumentou 270% quando o molusco pode escolher o alimento. O animal consumiu mais quando lhe foram oferecidas várias fontes alimentares do que quando teve apenas uma fonte alimentar disponível. Ao contrário do esperado, os moluscos consumiram poucos legumes e ervas e preferiram alimentar-se de plantas não leguminosas quando puderam escolher o tipo de alimento.

Outro estudo em laboratório sobre a preferência alimentar de molusco foi realizada por OTCHOUMOU *et al.* (2005) que testaram o alimento preferido de *Achatina achatina* (Linné, 1758) (Achatinidae) em laboratório, além de fazer um inventário das espécies vegetais não cultivadas consumidas pelo animal. O molusco consumiu uma grande variedade de plantas, mas as espécies vegetais preferidas foram *Cecropia peltata* Linné (Moraceae) e *Laportea aestuans* Linné (Urticaceae), independente da idade do animal. A análise química destas espécies vegetais demonstrou que as plantas contêm mais de 80% de água e que a taxa de cálcio compreende entre 2,50 e 6,80%.

A análise fecal é o melhor método para estudar as escolhas alimentares dos gastrópodes em condições naturais (SPEISER, 2001). A vantagem da análise fecal é que fornece informações sobre a alimentação dos moluscos sem perturbá-los durante o processo de alimentação. A desvantagem é que algumas plantas só podem ser identificadas até o gênero ou família, enquanto outras não podem ser identificadas caso percam estruturas anatômicas distintas (SPEISER & ROWELL-RAHIER, 1991).

Capítulo 1

SELEÇÃO ALIMENTAR DE *Bulimulus tenuissimus* (d' Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

RESUMO

A seleção alimentar compreende características ligadas ao alimento, como o paladar e a atratividade, e pode estar relacionada com as condições fisiológicas do molusco. Foram objetivos deste estudo verificar a palatabilidade e a seleção alimentar de *Bulimulus tenuissimus* em condições de laboratório. Para tal, grupos de moluscos foram alimentados com vegetais (batata, chuchu, pepino, cenoura e maçã) e ração para aves de corte enriquecida com carbonato de cálcio, separada ou simultaneamente, por um período de 210 dias. Verificou-se o consumo de todos os itens alimentares oferecidos durante o experimento, bem como a seleção pelos alimentos mais macios e com alto teor de cálcio (chuchu e ração) por essa espécie.

Palavras chave: alimentação, palatabilidade e Stylommatophora.

INTRODUÇÃO

Os moluscos terrestres em geral vivem em florestas úmidas, alimentando-se de matéria vegetal viva ou morta; algumas poucas linhagens tornaram-se carnívoras secundariamente. Apresentam importância para o homem como alimento e agentes de reciclagem nos ecossistemas. Algumas espécies são consideradas pragas agrícolas enquanto outras são fontes de importantes substâncias medicinais e de pesquisa, sendo também utilizadas no controle biológico de outras pragas. Apesar da alta diversidade e importância ecológica, os moluscos terrestres têm sido pouco estudados. Em face do alto grau de endemismo das espécies e da rápida degradação de seus habitats, muitas espécies estão sendo extintas antes mesmo de serem conhecidas (SIMONE, 1999; THOMÉ, 2006).

Bulimulus tenuissimus é uma espécie de gastrópode terrestre nativa, hermafrodita, que apresenta ampla distribuição geográfica (SIMONE, 2006), porém ainda pouco estudada (MEIRELES *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2008). Essa espécie se destaca por ter participação no ciclo de vida de helmintos parasitos (THIENGO & AMATO, 1995) e por atuar como praga de vegetais cultivados (AGUDO, 2006).

Os moluscos terrestres apresentam diferentes níveis de preferência alimentar em campo (PALLANT, 1969, 1972; DAN, 1978; SPEISER & ROWELL-RAHIER, 1991; IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999). Entretanto, muitos autores têm determinado a seleção alimentar dos moluscos em laboratório (GAIN, 1891; DUVAL, 1971, 1973; WINK, 1984; BRINER & FRANK, 1998). Não há uma metodologia única para esse tipo de experimento, podendo-se oferecer um único tipo de alimento ou uma escolha entre dois ou mais recursos alimentares (SPEISER, 2001).

A oferta de um único item alimentar indica se o alimento é palatável, enquanto a escolha simultânea entre diferentes tipos de alimentos indica preferência alimentar. A primeira situação é mais representativa em sistemas de monocultura, enquanto a escolha entre diferentes tipos de alimento simula condições de habitats naturais (IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999; SPEISER, 2001).

O objetivo desse trabalho foi observar palatabilidade e a seleção alimentar de *B. tenuissimus* em condições de laboratório, visando à melhoria nos métodos de controle, bem como o manejo e conservação dessa espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção de Moluscos, local e período dos experimentos

Os animais utilizados nesse trabalho foram obtidos na criação matriz do Laboratório de Moluscos do prédio de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, entre os meses agosto de 2007 e fevereiro de 2008.

Os animais utilizados nesse trabalho estão depositados na coleção de malacologia Prof. Maury Pinto de Oliveira da Universidade Federal de Juiz de Fora (número de registro 8364/8365/8366).

Acondicionamento dos Moluscos

Os animais foram mantidos em terrários plásticos de 14,0 cm de diâmetro e 9,0 cm de profundidade, fechados com tecido de algodão (voal) e elástico de escritório, para facilitar a aeração. Como substrato foi utilizada terra vegetal esterilizada (120°C/ 1 hora) borrifada com água da torneira em intervalos de um dia para manter a umidade (BESSA & ARAÚJO, 1995). A renovação dos alimentos foi realizada em intervalos de um dia.

O trabalho foi realizado em condições laboratoriais de fotoperíodo, temperatura e umidade relativa do ar. Foram registradas diariamente a temperatura média (°C) e a umidade relativa do ar (%) (Termômetro máxima-mínima e Higrômetro seco-úmido) (Inconterm® Industria de Termômetro Ltda).

Experimento 1 - Determinação da Quantidade de Alimento Utilizada nos Experimentos

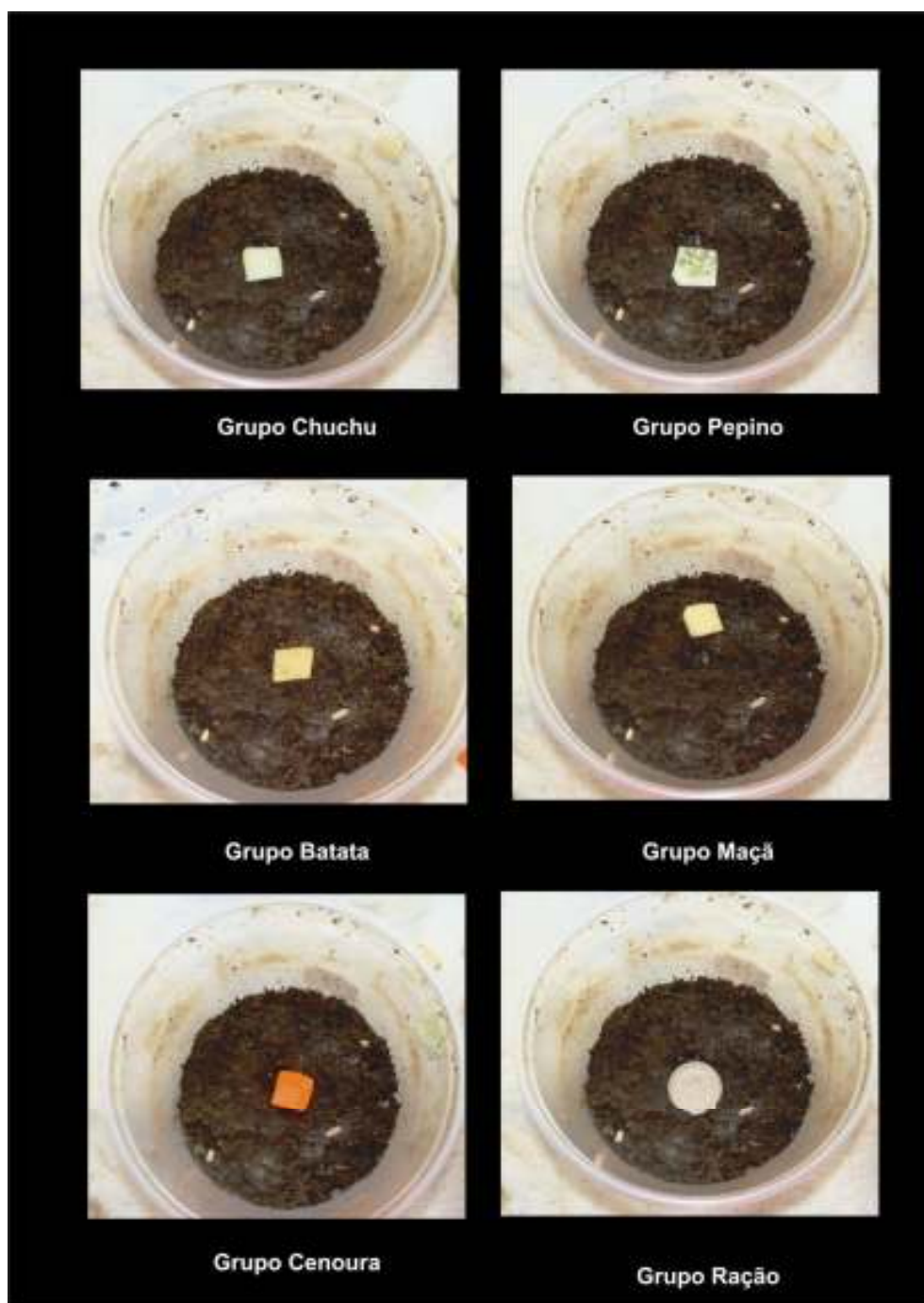
Para determinar a quantidade necessária de alimento em cada tratamento, realizou-se um experimento com 180 moluscos adultos (com um ano de vida) (comprimento total 20 mm \pm 2,0) de *B. tenuissimus*, separados em três grupos de 30 indivíduos (com duas repetições), e oferecidos 1g, 3g e 6g de ração, respectivamente, durante 30 dias. A intervalos de um dia foi feita a pesagem da ração (balança de precisão Bosch SAE 200) (magnificância = 10⁻⁴ g), não consumida pelos animais.

A ração para aves em crescimento foi peneirada e enriquecida com carbonato de cálcio na proporção de 3:1 (OLIVEIRA *et al.*, 1968; BESSA & ARAÚJO, 1996) e oferecida em recipiente plástico com 3,0 cm de diâmetro.

Experimento 2 - Experimento de Seleção Alimentar

Palatabilidade

Realizou-se um experimento com a finalidade de observar qual item alimentar foi o mais consumido pelos animais. Para isso, 360 animais recém-eclodidos foram separados em seis grupos de 30 indivíduos (com duas repetições) e cada grupo recebeu uma das seguintes dietas durante 210 dias: Grupo Batata→ batata *Solanum tuberosum* Linné, 1758 (Solanaceae); Grupo Pepino→ pepino *Cucumis sativus* Linné, 1758 (Cucurbitaceae); Grupo Cenoura→ cenoura *Daucus carota* Linné, 1758 (Apiaceae); Grupo Chuchu→ chuchu *Sechium edule* Swartz, 1800 (Cucurbitaceae); Grupo Maçã→ maçã *Malus domestica* Borkhausen, 1793 (Rosaceae) e Grupo Ração→ ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio (Fotografia 2).



Fotografia 2: Grupos experimentais para verificar a palatabilidade.

Seleção Alimentar

Para verificar a seleção alimentar, 120 moluscos recém-eclodidos foram separados em dois grupos de 30 indivíduos (com duas repetições) e alimentados, cada grupo, com uma das seguintes dietas durante 210 dias: Dieta Natural (DN)→ batata, pepino, cenoura, chuchu e

maçã; e Dieta Combinada (DC)→ batata, pepino, cenoura, chuchu, maçã e ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio (Fotografia 3).



Fotografia 3: Grupos experimentais para o estudo da seleção alimentar.

Análise dos Experimentos de Seleção Alimentar

Para verificar a seleção alimentar, os alimentos oferecidos foram quantificados utilizando balança de precisão a fim de observar quais foram os mais consumidos. Também foi verificado o consumo alimentar entre as diferentes classes etárias e em cada tipo de alimento entre as classes etárias (CARTER *et al.*, 1979; COOK & RADFORD, 1988).

Os moluscos foram separados em três classes etárias: 0 a 70 dias (Classe 1); 71 a 140 dias (Classe 2) e 141 a 210 dias (Classe 3), respectivamente.

A cada renovação dos alimentos foi feita a pesagem dos alimentos para verificar a quantidade exata do consumo de cada item alimentar. Um grupo controle, sem animais, foi montado para cada tratamento, contendo somente vegetais ou ração, a fim de comparar a perda ou ganho de água desses alimentos em relação aos grupos experimentais e estabelecer o consumo efetivo.

A quantidade de alimento oferecida neste estudo foi determinada pelo Experimento 1. Cada vegetal foi cortado de forma padronizada, com 1cm² de área, variando em espessura. A mesma quantidade de ração foi utilizada e acondicionada em recipientes plásticos.

$$\text{Consumo efetivo} = \text{Peso Controle} - \text{Peso Grupos Experimentais}$$

A tabela I demonstra os percentuais de cálcio e água dos alimentos oferecidos aos animais durante o estudo. A taxa de evaporação ou absorção de água (no caso da ração) foi obtida com base no grupo Controle.

Tabela I – Percentuais (%) de cálcio, água, e taxa de evaporação (ou absorção de água*) em 100g de alimentos oferecidos aos moluscos. (Percentual de cálcio e água: USDA Nutrient Database for Standard Reference – Ministério da Agricultura / Brasil).

Alimentos (100 g)	Cálcio	Água	Evaporação
Batata	0,030	83,0	31
Pepino	0,016	95,0	75
Cenoura	0,033	88,0	55
Chuchu	0,017	95,0	49
Maçã	0,006	86,0	39
Ração*	25,000	0,0	5

Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados pelo programa BioEstat 4.0, utilizando o teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) para comparar os dados encontrados nos diferentes tratamentos, como: a determinação da quantidade de alimento utilizada nos experimentos, a quantidade de alimento ingerida por molusco e a seleção alimentar.

RESULTADOS

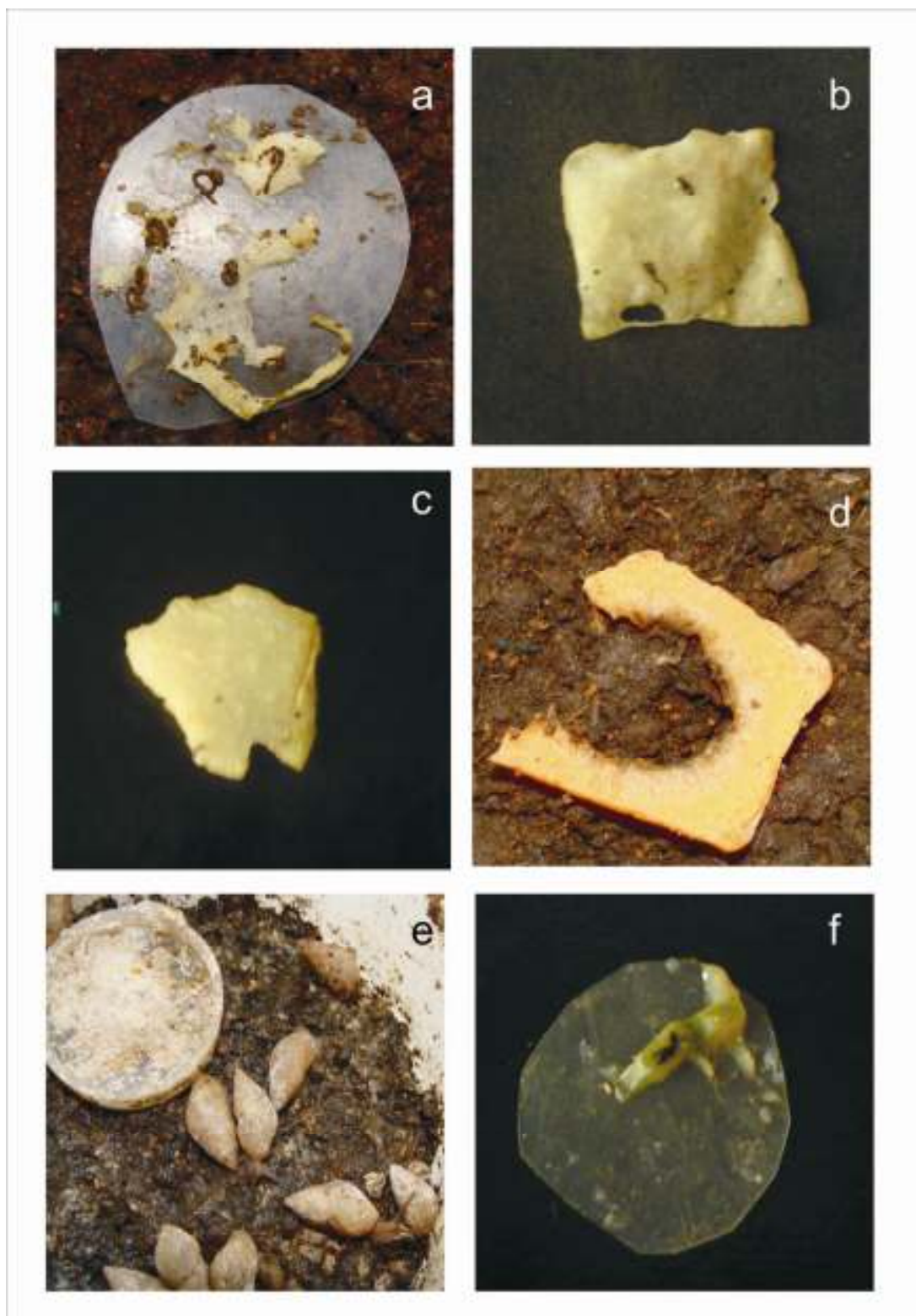
Durante o período de realização dos experimentos a temperatura máxima variou de 22-29°C, a temperatura mínima de 18-25°C e a umidade relativa do ar de 79-92%. Como não foi verificada diferença significativa entre as repetições de cada tratamento, ($H=22,0$; $p= 0,5$) e ($Z= 12,0$; $p= 0,6$), nos respectivos experimentos, os resultados foram analisados como um grupo único.

Experimento 1 - Determinação da Quantidade de Alimento Utilizada nos Experimentos

Os indivíduos alimentados com 1g de ração ingeriram $0,38g \pm 0,207$; os que receberam 3g, $0,62g \pm 0,320$; já os moluscos alimentados com 6g de ração ingeriram $0,39g \pm 0,280$ durante o período desse experimento. Como não houve diferença significativa ($H=3,66$; $p= 0,16$) na quantidade média de alimento ingerido por molusco, foi utilizado 1g de cada item alimentar nos experimentos abaixo.

Palatabilidade

Nesse estudo, os animais consumiram todos os tipos de alimentos que foram oferecidos (Fotografia 4). A média de recurso alimentar mais consumido/molusco durante todo o período foi de $2,72g \pm 0,342$ para o chuchu, seguido pelo pepino $2,67g \pm 0,256$, ração $2,15g \pm 0,324$, cenoura $2,12g \pm 0,294$, batata $1,98g \pm 0,421$ e maçã $1,98g \pm 0,316$ (Gráfico 5). Entretanto não houve diferença significativa na quantidade de cada item alimentar ingerido por molusco ($H=3,46$; $p= 0,63$).



Fotografia 4: Alimentos não ingeridos por *Bulimulus tenuissimus*. a e f) pepino. b e c) chuchu. d) cenoura. e) ração. f) pepino.

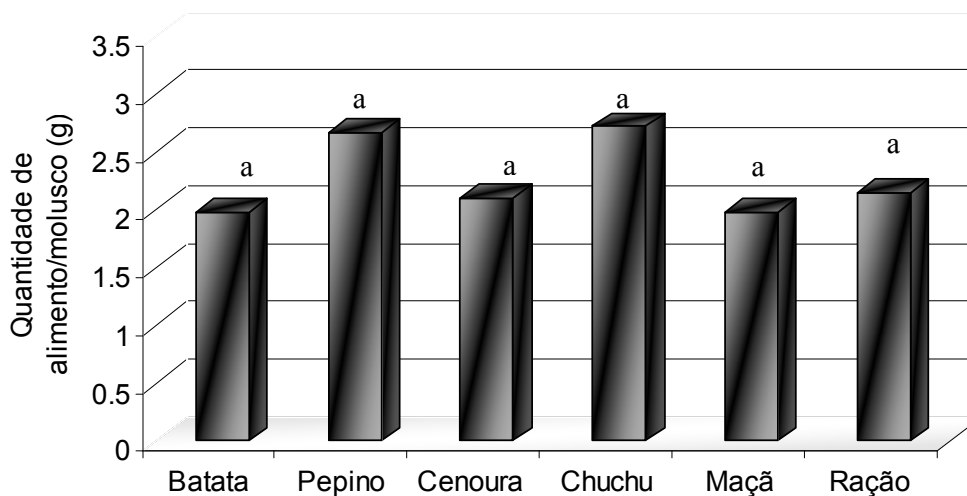


Gráfico 5: Quantidade de alimento ingerido/molusco por um período de 210 dias (Grupos: Batata, Pepino, Cenoura, Chuchu, Maçã e Ração).

Letras iguais não diferem significativamente entre si segundo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Experimento 2 - Experimento de Seleção Alimentar

Seleção Alimentar

Os animais do grupo DN (Dieta Natural) consumiram todos os tipos de alimentos que foram oferecidos (Gráfico 6). A média de recurso alimentar mais consumido/molusco durante todo o período foi $2,91g \pm 0,265$ para o chuchu, seguido pela maçã $2,65g \pm 0,367$, pepino $2,32 \pm 0,135$, cenoura $2,12 \pm 0,386$ e batata $1,60g \pm 0,361$. Entretanto não houve diferença significativa na quantidade de cada item alimentar ingerido por molusco ($H=2,25$; $p=0,68$).

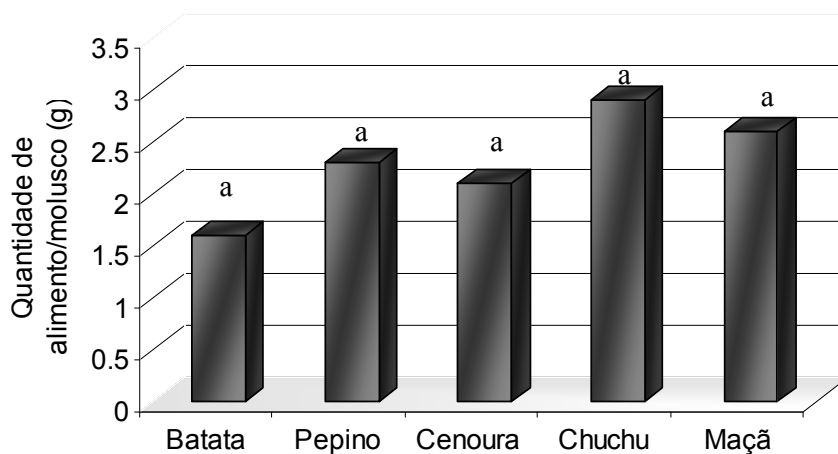


Gráfico 6: Quantidade de cada item alimentar (batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã) ingerido/molusco do grupo Dieta Natural (DN) por um período de 210 dias.

Letras iguais não diferem significativamente entre si segundo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Os animais do grupo DC (Dieta Combinada) também consumiram todos os tipos de alimentos que foram oferecidos (Gráfico 7). A média de recurso alimentar mais consumido/molusco durante todo o período foi de $3,43g \pm 0,368$ para a ração, seguido pela maçã $1,90g \pm 0,103$, chuchu $1,82g \pm 0,351$, pepino $1,52g \pm 0,294$, cenoura $1,50g \pm 0,308$ e batata $1,36g \pm 0,137$. Entretanto, não houve diferença significativa na quantidade de cada item alimentar ingerido por molusco ($H=5,48$; $p=0,36$).

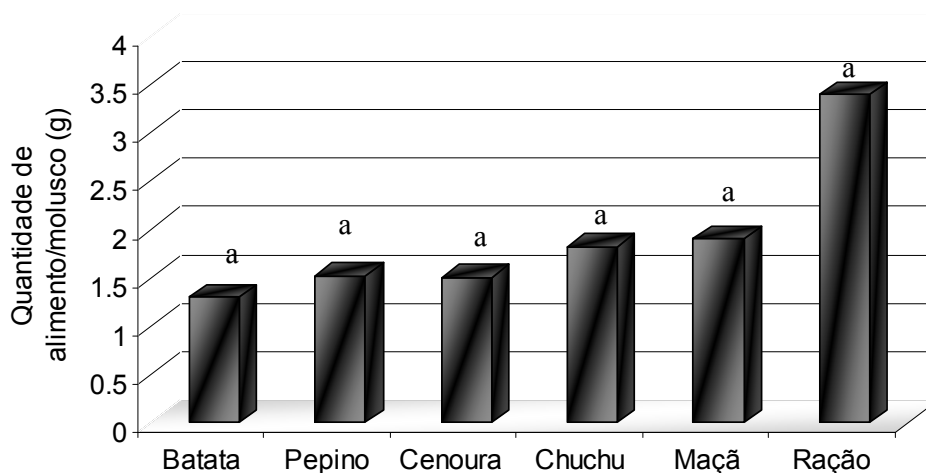


Gráfico 7: Quantidade de cada item alimentar (batata, pepino, cenoura, chuchu, maçã e ração) ingerido/molusco do grupo Dieta Combinada (DC) por um período de 210 dias.

Letras iguais não diferem significativamente entre si segundo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Preferência Alimentar por Classe Etária e em cada Item Alimentar

Dieta Natural

Analisando a mesma idade dos animais verificou-se que não houve diferença significativa no consumo dos diferentes itens alimentares: Classe 1 (H=6,8; p= 0,15), Classe 2 (H=4,3; p= 0,37) e Classe 3 (H=3,14; p= 0,54). Entretanto, essa diferença foi significativa quando comparado o consumo dos animais, nas diferentes fases de desenvolvimento, para um mesmo item alimentar: grupo Chuchu (H=11,6; p= 0,003), grupo Maçã (H=11,7; p= 0,003), grupo Pepino (H=11,6; p= 0,003), grupo Cenoura (H=11,1; p= 0,004) e grupo Batata (H=11,6; p= 0,003) (Gráfico 8).

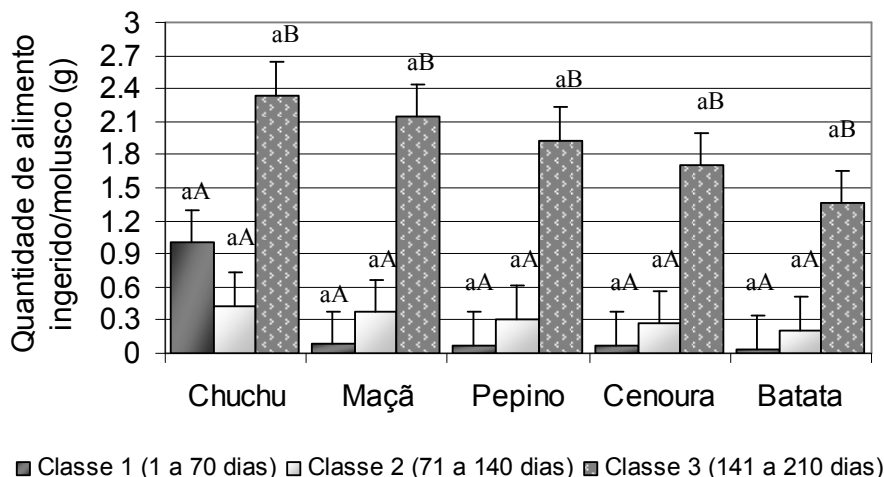


Gráfico 8: Quantidade de cada item alimentar (batata, pepino, cenoura, chuchu, maçã e ração) ingerido/molusco, por classe etária e em cada item alimentar, do grupo Dieta Natural (DN) por um período de 210 dias.

Letras minúsculas indicam diferenças entre classes etárias e letras maiúsculas indicam diferenças entre item alimentar. Letras iguais não diferem significativamente entre si segundo teste de Kruskal-Wallis (p<0,05).

Dieta Combinada

Analisando a mesma idade dos animais verificou-se que não houve diferença significativa, no consumo dos diferentes itens alimentares na Classe 1 (H=3,4; p= 0,63). Entretanto, essa diferença foi significativa nas demais classes: Classe 2 (H=16,03; p= 0,006) e Classe 3 (H=12,3; p= 0,03). Essa diferença também mostrou ser significativa quando se

comparou o consumo dos animais, nas diferentes fases de desenvolvimento, para um mesmo item alimentar: grupo Chuchu (H=11,6; p= 0,003), grupo Maçã (H=12,7; p= 0,003), grupo Pepino (H=11,6; p= 0,003), grupo Cenoura (H=11,1; p= 0,004), grupo Batata (H=11,6; p= 0,003) e grupo Ração (H=11,6; p= 0,003) (Gráfico 9).

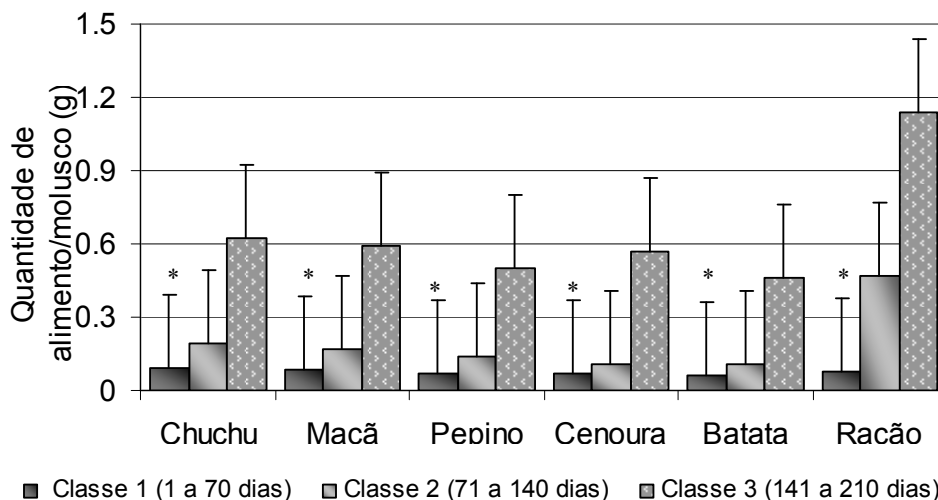


Gráfico 9: Quantidade de cada item alimentar (batata, pepino, cenoura, chuchu, maçã e ração) ingerido/molusco, por classe etária e em cada item alimentar, do grupo Dieta Combinada (DC) por um período de 210 dias.

(*) Não diferem significativamente entre si segundo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$), por classe etária.

DISCUSSÃO

Os moluscos terrestres dependem da energia proveniente da ingestão alimentar para a sua sobrevivência e reprodução. Devido ao alimento ser um recurso limitado, a seleção deve favorecer a máxima eficiência na alimentação de modo a garantir o sucesso reprodutivo máximo (CHATFIELD, 1976). EMLÉN (1973) descreve três vias que podem ocorrer ao longo deste processo: aumentar a capacidade de reconhecer as necessidades alimentares, se alimentando ou cessando a alimentação, em resposta a uma estratégia ótima (no que diz respeito ao fitness); aumentar a capacidade de escolher os melhores alimentos; e aumentar a capacidade de localizar, adquirir e ingerir alimentos.

Nesse estudo ficou constatado que a ingestão de alimento/molusco não foi influenciada pela quantidade de alimento fornecida, ficando evidente que os animais consomem apenas a quantidade necessária, mesmo quando há oferta de alimento em excesso.

Observações semelhantes, obtidas por outros autores, reforçam nossos resultados, pois demonstraram que os moluscos consomem apenas quantidades de alimento suficientes às suas necessidades nutricionais (SPEISER, 2001; HANLEY *et al.*, 2003).

Todos os alimentos oferecidos foram palatáveis para essa espécie. No entanto, alguns autores argumentam que experimentos “sem escolha” apresentam o risco de que os consumidores possam aumentar a sua taxa de alimentação, em alguns itens alimentares de baixa qualidade ou que não são necessariamente palatáveis, para satisfazer as necessidades nutricionais (CRUZ-RIVERA & RAY, 2001).

Em termos de forrageamento ótimo, WESTOBY (1977) salientou a importância de uma dieta mista, que ofereça vários nutrientes. De acordo com a teoria de forrageio ótimo, os consumidores devem minimizar os custos relacionados com a procura de alimentos e se alimentar dos itens mais energéticos.

Pouco se sabe sobre a seleção de recursos alimentares pelos moluscos, mas provavelmente as propriedades físicas e químicas do alimento, possivelmente a consistência e o gosto, sejam responsáveis pela aceitação ou rejeição do alimento por esses animais (IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999; SPEISER, 2001). Acredita-se, portanto, que a preferência por ração e chuchu observada no presente estudo, possa estar diretamente relacionada a tais características.

Os alimentos oferecidos apresentam características físicas diferentes por se tratarem de partes comestíveis distintas das plantas (raiz, caule e fruto) (RAVEN *et al.*, 2001). Desse modo, a consistência (dureza) desses alimentos pode ter influenciado a preferência dos moluscos. Sugere-se que a dureza do alimento esteja relacionada ao consumo, visto que os vegetais mais duros (Cenoura e Batata) foram os menos consumidos e os mais macios (Chuchu, Pepino e Maçã) foram os mais consumidos, tanto nos experimentos de palatabilidade quanto no de preferência alimentar.

Dentre os alimentos macios, o chuchu foi o mais consumido. A preferência por esse vegetal pode estar relacionada, além das características físicas, às características químicas, como teor de cálcio e de água. Embora o pepino também apresente alto teor de água observou-se a maior facilidade de evaporação, ficando rapidamente impróprio para o consumo. O chuchu, pelo contrário, permanecia em boas condições de consumo até o momento da renovação. Além disso, o pepino possui teor de cálcio inferior ao do chuchu. Apesar da batata e da cenoura também apresentarem grande concentração de cálcio, este possivelmente não pode ser utilizado pelos animais devido possivelmente à dificuldade de ingestão desses itens alimentares.

A quantidade de água do alimento é de grande importância para moluscos e está relacionada à preferência por determinado item alimentar. Os moluscos apresentam grande dependência de recursos hídricos os quais podem ser adquiridos através do alimento. Além disso, a água facilita a absorção de cálcio pelo organismo (KLEIN-ROLLAIS & DAGUZAN, 1988). Assim, pelo fato do chuchu apresentar altos teores desses dois componentes fica evidente a maior preferência de *B. tenuissimus* por esse item alimentar.

O alto consumo de ração também se relaciona às propriedades físicas (trituração) e nutricionais (alto teor nutricional e enriquecimento com carbonato de cálcio) deste alimento. A forma como a ração foi oferecida, facilita a ingestão e proporciona maior rapidez na absorção de nutrientes e transformação desses em energia. WILLIAMSON & CAMERON (1976) consideram que a necessidade de minerais pode explicar a preferência alimentar de *Cepaee nemoralis* (Linné, 1758) por *Urtica dioica* (Urticaceae). O cálcio é considerado o mais importante elemento para os moluscos terrestres e está diretamente relacionado à vitalidade, crescimento, reprodução e sobrevivência desses animais (GODAN, 1983, BEEBY & RICHMOND, 2007).

O comportamento alimentar é diferenciado entre espécies e dentro de uma mesma espécie (SPEISER, 2001). Há várias razões pelas quais os indivíduos poderão exibir variações no comportamento alimentar. Estas incluem diferenças fisiológicas individuais, determinadas geneticamente, e diferentes habilidades de aprendizagem. Outros fatores também podem ser importantes como a fome e a experiência recente com outros tipos de alimentos. No presente estudo, esses últimos fatores foram controlados, sendo todos os alimentos apresentados simultaneamente e oferecidos constantemente durante toda a avaliação. No entanto, na maioria dos casos, as razões da variação no comportamento alimentar individual entre moluscos ainda não estão bem estabelecidas (IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999, SPEISER, 2001).

No presente trabalho, analisando a mesma idade dos animais, verificou-se que pode existir diferença no consumo dos itens alimentares, comparando as classes etárias. Ocasionalmente, tem sido observada em gastrópodes terrestres a seleção específica de um determinado item alimentar de acordo com a idade do animal, mas isso não parece ser um fenômeno geral (SPEISER, 2001).

Indivíduos jovens de *Cantareus aspersus* Müller, 1774 (Helicidae) alimentam-se com mais frequência de material vegetal fresco do que os adultos (IGLESIAS & CASTILLEJO, 1999). Do mesmo modo, indivíduos jovens de *C. nemoralis* consomem matéria orgânica em maiores proporções do que gramíneas em relação aos adultos (WILLIAMSON & CAMERON, 1976). Para *Achatina achatina* (Linné, 1758) (Achatinidae) observou-se que os indivíduos só começam a

se alimentar de frutas quando atingem a idade de 21 meses, sendo generalistas até essa idade (HODASI, 1995).

Foram evidenciadas diferenças no consumo alimentar de *B. tenuissimus*, nas diferentes fases de desenvolvimento, para um mesmo item alimentar (Chuchu). Isso pode ser entendido como uma forma de evitar a competição por alimento entre indivíduos de uma mesma espécie. Alguns trabalhos observaram que espécies que vivem em um mesmo habitat evitam competição interespecífica, divergindo em algumas características que impeçam a utilização de um mesmo recurso, como a separação parcial do nicho ocupado por essas espécies (COOK & RADFORD, 1988). Em *B. tenuissimus* foi evidente o consumo diferenciado de acordo com a idade, o que pode estar relacionado à competição. Porém, não foram encontrados trabalhos que relacionem a competição intraespecífica em moluscos terrestres que confirmem os resultados encontrados.

Os resultados obtidos demonstraram que todos os alimentos foram consumidos quando oferecidos isoladamente, o que indica que um recurso de baixa qualidade nutricional pode ser consumido na ausência de outro de alto valor energético. Porém, quando foram oferecidos diferentes recursos, simultaneamente, foi clara a preferência pelos alimentos mais nutritivos. Assim, confirmou-se com esse estudo que o consumo de um determinado alimento não necessariamente indica preferência alimentar, mas pode estar relacionado com a disponibilidade deste recurso. Sugere-se ainda que a composição nutricional tenha influência direta no desenvolvimento e sobrevivência dessa espécie.

Evidenciou-se também que as características físicas (consistência) e químicas (água e cálcio) foram determinantes na escolha do alimento. Os indivíduos preferiram alimentos mais macios e com maior teor de água e cálcio.

Nessa espécie, constatou-se que ocorre diferenciação por nichos, já que existe preferência por itens alimentares distintos de acordo com a idade (grupo Chuchu). Ainda não foram realizados estudos ecológicos para *B. tenuissimus*, mas acredita-se que isso possa representar uma estratégia adotada no ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUDO, I. 2006. **Moluscos na Condição de Pragas no Brasil**, <http://www.conchasbrasil.org.br/default2.asp>, (acessado 30/06/ 2008).

- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1995. 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** **12** (3): 647-654.
- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1996. Influência da alimentação com ração concentrada no desenvolvimento de *Subulina octona* Brugüière, 1789 (Mollusca: Subulinidae) em condições de laboratório. **Boletim Instituto Ciências Biológicas** **47**: 21-27.
- BEEBY, A. & L. RICHMOND. 2007. Differential growth rates and calcium-allocation strategies in the garden snail *Cantareus asperses*. **Journal of Molluscan Studies** **73**: 105-112.
- BRINER, T. & T. FRANK. 1998. The palatability of 78 wildflower strip plants to the slug *Arion lusitanicus*. **Annals of Applied Biology** **133**: 123-133.
- CARTER, M. A; R. C. V. JEFFREY & P. WILLIAMSON. 1979. Food overlap in co-existing populations of the land snails *Cepea nemoralis* (L.) and *Cepea hortensis*. **Biological Journal of the Linnaean Society** **11**: 169-176.
- CHATFIELD, J. E. 1976. Studies on food and feeding in some European land mollusks. **Journal of Conchology** **29**: 5-20.
- COOK, A. & D. J. RADFORD. 1988. The comparative ecology of four sympatric limacid slug species in Northern Ireland. **Malacologia** **28**: 131-146.
- CRUZ-RIVERA, E. & M. E. HAY, 2001. Macroalgal traits and the feeding fitness of a herbivorous amphipod: the roles of selectivity, mixing, and compensation. **Marine Ecology Progress Series** **218**: 249-266.
- DAN, N. A. 1978. Studies on the growth and ecology of *Helix aspersa* Muller. Phd. **Thesis**, University of Manchester.
- DUVAL, D. M. 1971. A note on the acceptability of various weeds as food for *Agriolimax reticulatus* (Müller). **Journal of Conchology** **27**: 249-251.

- DUVAL, D. M. 1973. A note on the acceptability of various weeds as food for *Arion hortensis* Férussac. **Journal of Conchology** **28**: 37-39
- EMLEN, J. M. 1973. **Ecology: an evolutionary approach**, 493p. Massachusetts, California-London-Ontario: Addison- Wesley.
- GAIN, W. A. 1891. Notes on the food of some of the British mollusks. **Journal of Conchology** **28**: 349-360.
- GODAN, D. 1983. **Pest slugs and snails: biology and control**. Springer-Verlag, Berlin.
- HANLEY, M. E.; M. T. BULLING & M. FENNER. 2003. Quantifying individual feeding variability: implications for mollusks feeding experiments. **Functional Ecology** **17**: 673-679.
- HODASI, J. K. M. 1995. Effects of different types of food on the growth of *Achatina achatina*. **Abstracts of the 12th International Malacological Congress**, Vigo, 1995. 488-489.
- IGLESIAS, J. & J. CASTILLEJO. 1999. Field observations on feeding of the land snail *Helix aspersa* Müller. **Journal of Molluscan Studies** **65**: 411-423.
- KLEIN-ROLLAIS, D. & J. DAGUZAN, 1988. Oral water consumption in *Helix aspersa* Müller (Gastropod Mollusc: Stylommatophora) according to age, reproductive activity and food supply. **Comparative Biochemical Physiological** **89** (3): 351-357.
- MEIRELES, L.M.O.; L.C. SILVA; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA. 2008. The influence of diet and isolation on growth and survival in the land snail *Bulimulus tenuissimus* (Mollusca: Bulimulidae) in laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia** **25** (2): 224-227.
- OLIVEIRA, M.P.; E.L. ALMEIDA; I. VIEIRA, & M.H.R. OLIVEIRA. 1968. Comunicação nº 1. **Criação de Moluscos em Terrários e Aquários (Uma experiência em laboratório)**. Esdeva. 15p.
- PALLANT, D. 1969. The food of the grey field slug (*Agriolimax reticulatus*) (Müller), in woodland. **Journal of Animal Ecology** **38**: 391-397.

- PALLANT, D. 1972. The food of the grey field slug, *Agriolimax reticulatus* (Müller), on grassland. **Journal of Animal Ecology** **41**: 761-769.
- RAVEN P. H.; R. F. EVERT & S. E. EICHHORN. 2001. **Biologia Vegetal**. Editora Guanabara Koogan S. A. 906p.
- SILVA, L.C.; L.M.O. MEIRELES.; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA. 2008. Development and reproduction in *Bulimulus tenuissimus* (Mollusca, Bulimulidae) in laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia** **25** (2): 220-223.
- SIMONE, L.R.L. 1999. Mollusca Terrestres. In: Brandão, C.R.; Cancellato, E.M.. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX: Invertebrados Terrestres**. 1 ed. São Paulo: FAPESP, 5, 3-8p.
- SIMONE, L.R.L. 2006. **Land and freshwater molluscs of Brazil**. EGB, Fapesp, 390p.
- SPEISER, B. 2001. Food and feeding behavior, p. 259 – 288. In: BARKER, G. M. 2001. **The Biology of Terrestrial Molluscs**. CABI publishing. New Zealand. 552p.
- SPEISER, B & M, ROWELL-RAHIER. 1991. Effects of food availability, nutritional value, and alkaloids on food choice in generalist herbivore *Arianta arbustorum* (Gastropoda: Helicidae). **Oikos** **62**: 306-318.
- THIENGO, S. C. & S.B. AMATO. 1995. *Phyllocaullis variegatus* (Mollusca: Veronicellidae), A new intermediate host for *Brachylaima* sp. (Digenea: Brachylaimatidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **90** (5): 14-18.
- THOMÉ, J. W.; S. R. GOMES & J. B. PICANÇO. 2006. **Guia ilustrado: os caracóis e as lesmas dos nossos bosques e jardins**. Pelotas, USEB, 123p.
- U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2001. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 14. Nutrient Data Laboratory Home Page. In. **Departamento de Informática em Saúde**. Universidade Federal de São Paulo. Ministério da Educação. <http://www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/> (acessado em 30/06/2008).

- WESTOBY, M. 1977. What are the biological bases of various diets? **The American Naturalist** **112**, 627-631.
- WINK, M. 1984. Chemical defence of lupins. Mollusc-repellant properties of quinolizidine alkaloids. **Zeitschrift für Naturforschung** **39**: 553-558.
- WILLIANSO, P.; & R. A. D. CAMERON. 1976. Natural diet of the land snail *Cepaea neomoralis*. **Oikos** **27**: 493-500.

Capítulo 2

EFEITO DA ALIMENTAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO E A MASSA CORPORAL DE *Bulimulus tenuissimus* (d' Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

RESUMO

A alimentação exerce grande influência no desenvolvimento dos moluscos terrestres. Desse modo, objetivou-se com esse estudo verificar a influência de diferentes dietas sobre o crescimento e o ganho de massa corporal de *B. tenuissimus*. Para tal, grupos de moluscos foram alimentados com seis itens diferentes (batata, chuchu, pepino, cenoura, maçã e ração), os quais foram oferecidos separadamente ou combinados por um período de 210 dias. Observaram-se os efeitos da alimentação nos dois parâmetros avaliados. Os resultados obtidos indicam que a combinação de itens alimentares favoreceu o crescimento e o ganho de massa corporal nessa espécie, provavelmente, devido ao aumento na disponibilidade de nutrientes.

Palavras-chave: alimentação, desenvolvimento, Stylommatophora.

INTRODUÇÃO

Os gastrópodes pulmonados terrestres são conhecidos por sua importância econômica e médico-veterinária. Porém, a literatura referente a esse grupo enfatiza principalmente aspectos da sistemática e distribuição geográfica, sendo que os estudos da biologia de moluscos ainda são incipientes (ALMEIDA & BESSA, 2000), sobretudo para espécies nativas.

A falta de conhecimento sobre padrões de desenvolvimento e reprodução dos moluscos terrestres dificulta o manejo e conservação desses animais na natureza, assim como o controle desses, considerando espécies nativas e/ou transmissoras de parasitoses, respectivamente (D'AVILA *et al.* 2004; SIMONE, 2006).

Dentre os gastrópodes terrestres de importância econômica e médico-veterinária destaca-se *Bulimulus tenuissimus* (d' Orbigny, 1835) (THIENGO & AMATO, 1995), que é uma espécie nativa, amplamente distribuída no território brasileiro (LANGE-DE-MORRETES, 1949; SIMONE, 2006), o que evidencia seu potencial na transmissão de helmintos.

Existem poucos trabalhos sobre a biologia de *B. tenuissimus* (SILVA *et al.*, 2008), assim como pouco se conhece sobre os efeitos da alimentação sobre o ciclo de vida dessa espécie (MEIRELES *et al.*, 2008), bem como a influência do conteúdo energético, da composição nutricional, estrutura e textura dos alimentos no crescimento e no sucesso reprodutivo desses animais (THOMAS *et al.*, 1983; MCSHANE *et al.*, 1994; FOSTER *et al.*, 1999).

Um dos problemas encontrados na criação de moluscos em laboratórios é a formulação de dietas que visem satisfazer as necessidades nutricionais desses animais. Para que esse sucesso seja alcançado, deve-se dar atenção a dietas ricas em proteínas e minerais, devido ao importante papel que desempenham no bem-estar desses indivíduos, como o crescimento, homeostase e atividades hormonais e enzimáticas (ADEMOLU *et al.*, 2004).

A proposta desse trabalho foi comparar o efeito de diferentes dietas sobre o crescimento e o ganho de massa corporal de *B. tenuissimus*, possibilitando um melhor conhecimento sobre a biologia e criação dessa espécie em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos Moluscos

Animais recém-eclodidos foram obtidos da criação matriz existente no Laboratório de Moluscos do prédio de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, entre os meses agosto de 2007 e fevereiro de 2008.

Os animais utilizados nesse trabalho estão depositados na coleção de malacologia Prof. Maury Pinto de Oliveira da Universidade Federal de Juiz de Fora (número de registro 8364/8365/8366).

Acondicionamento dos Moluscos

Os moluscos foram mantidos em potes plásticos de 14,0 cm de diâmetro e 9,0 cm de profundidade, vedados com tecido de algodão e elástico de escritório, por um período de 210 dias. Como substrato foi utilizada terra vegetal esterilizada (120°C/ 1hora), umedecida com água da torneira a intervalos de um dia, segundo BESSA & ARAÚJO (1995).

O trabalho foi realizado em condições laboratoriais de fotoperíodo, temperatura e umidade relativa do ar. Foram registradas durante todo período a temperatura média (C°) e

umidade relativa do ar (%) (Termômetro máxima-mínima e Higrômetro seco-úmido) (Inconterm® Industria de Termômetro Ltda.).

Experimento 1 - Palatabilidade

Este experimento foi realizado com a finalidade de observar qual item alimentar promoveu o maior desenvolvimento dos animais. Para isso, 360 animais recém-eclodidos foram separados em seis grupos, cada grupo com 30 indivíduos cada (com duas repetições), sendo que cada grupo recebeu uma das seguintes dietas durante 210 dias: Grupo Batata → batata *Solanum tuberosum* Linné, 1758 (Solanaceae); Grupo Pepino → pepino *Cucumis sativus* Linné, 1758 (Cucurbitaceae); Grupo Cenoura → cenoura *Daucus carota* Linné, 1758 (Apiaceae); Grupo Chuchu → chuchu *Sechium edule* Swartz, 1800 (Cucurbitaceae); Grupo Maçã → maçã *Malus domestica* Borkhausen, 1793 (Rosaceae) e Grupo Ração → ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio (Figura 1).

A ração para aves em crescimento foi peneirada e enriquecida com carbonato de cálcio na proporção de 3:1 (OLIVEIRA *et al.*, 1968; BESSA & ARAÚJO, 1996) e oferecida em recipientes plásticos com 3,0 cm de diâmetro. Foi oferecido 1g de cada alimento, pesado em balança de precisão (BOSCH SAE 200 (magnificância = 10^{-4} g) e renovados em intervalos de um dia.

Experimento 2 - Seleção Alimentar

Para verificar qual tipo de dieta promoveu o melhor desenvolvimento dos moluscos, 120 moluscos recém-eclodidos foram separados em dois grupos de 30 indivíduos cada um (com duas repetições). Os animais de cada grupo foram alimentados com as seguintes dietas durante 210 dias: Dieta Natural (DN) → batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã; e Dieta Combinada (DC) → vegetais (batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã) mais ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio.

Para os moluscos desses grupos, também foram oferecidos 1g de cada alimento, pesados em balança de precisão e renovados em intervalos de um dia.

Efeito da Alimentação no Crescimento e na Massa Corporal de *Bulimulus tenuissimus*

De modo a verificar o crescimento dos indivíduos foram realizadas medições do comprimento da concha (cm) dos moluscos a intervalos de 15 dias, a partir do primeiro dia do

experimento utilizando-se paquímetro Kanon (Mardened Stainless 1/28 in 1/20mm). Também foi feita a pesagem dos animais (g) quinzenalmente, em balança de precisão, a fim de observar o ganho de massa corporal nesse intervalo.

A Tabela II demonstra o teor de cálcio, proteína, carboidrato, lipídio e água dos alimentos oferecidos aos animais durante o estudo.

Tabela II – Percentuais (%) de cálcio, proteína, carboidrato, lipídios e água em 100g de alimentos oferecidos aos moluscos (USDA Nutrient Database for Standard Reference – Ministério da Agricultura / Brasil).

Alimentos (100 g)	Cálcio	Proteína	Carboidrato	Lipídio	Água
Batata	0,030	2,57	12,44	0,10	83,0
Pepino	0,016	0,65	3,63	0,11	95,0
Cenoura	0,033	0,93	9,58	0,24	88,0
Chuchu	0,017	0,82	3,90	0,13	95,0
Maçã	0,006	0,26	13,81	0,17	86,0
Ração	25,000	38,00	32,00	21,00	0,0

Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados pelo programa BioEstat 4.0, utilizando o teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney ($p < 0,05$) para comparar os dados encontrados nos diferentes tratamentos, como o comprimento da concha e a massa corporal dos animais.

RESULTADOS

Durante o período de realização destes experimentos a temperatura máxima variou de 22-29°C, a temperatura mínima de 18-25°C e a umidade relativa do ar de 79-92%. Como não foi verificada diferença significativa entre as repetições de cada tratamento, ($H=22,0$; $p=0,5$) e ($Z=12,0$; $p=0,6$), nos respectivos experimentos, os resultados foram analisados como um grupo único.

Experimento I – Palatabilidade

Crescimento e Massa Corporal de *Bulimulus tenuissimus*

A alimentação exerceu efeitos sobre o crescimento e ganho de massa corporal de *Bulimulus tenuissimus*, sendo a Ração o item alimentar mais favorável ao desenvolvimento dos moluscos. O gráfico 10 demonstra o crescimento e ganho de massa corporal dos moluscos em cada tratamento.

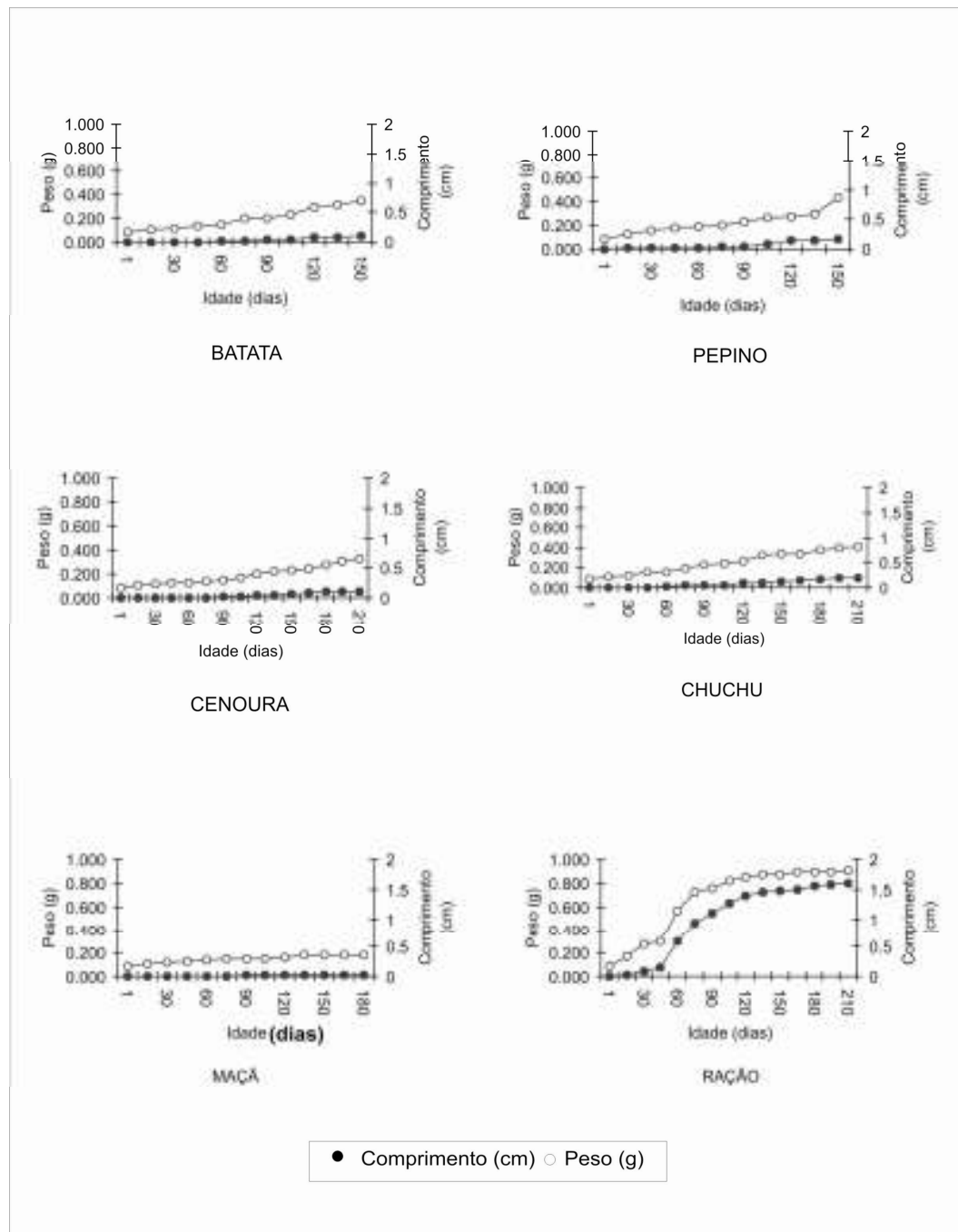


Gráfico 10: Relação entre o comprimento da concha (cm) e o ganho de massa corporal (g) de *Bulimulus tenuissimus* de acordo com os diferentes tipos de dieta (Batata, Pepino, Cenoura, Chuchu, Maçã e Ração), em função do tempo.

O comprimento médio da concha dos moluscos alimentados com Ração foi significativamente maior que os demais tratamentos ($H= 26,42$; $p= 0,0001$) (Tabela II). O tamanho médio dos indivíduos ao final do experimento foi de $0,35\text{cm} \pm 0,102$ para o grupo Maçã; $0,66\text{cm} \pm 0,333$ para o grupo Cenoura; $0,7\text{cm} \pm 0,140$ para o grupo Batata; $0,81\text{cm} \pm 0,212$ para o grupo Chuchu; $0,87\text{cm} \pm 0,152$ para o grupo Pepino; e $1,80\text{cm} \pm 0,258$ para o grupo Ração.

A taxa de crescimento do grupo Ração também foi significativamente maior, sendo esta de $0,08$ mm/dia ($H=14,51$; $p=0,01$). Para os demais grupos não houve variação no comprimento final e nas taxas de crescimento que foram de $0,009$ mm/dia para os moluscos do grupo Maçã, $0,03$ mm/dia para os grupos Cenoura, Batata e Chuchu, e $0,02$ mm/dia para o grupo Pepino (Tabela III, Gráfico 11).

Tabela III – Comprimento quinzenal da concha (cm) dos indivíduos de *Bulimulus tenuissimus*, submetidos a diferentes dietas: Batata, Cenoura, Chuchu, Pepino, Maçã e Ração (ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio), por um período de 210 dias (valor médio \pm Desvio Padrão*).

Idade (Dias)	Batata	Cenoura	Chuchu	Pepino	Maçã	Ração
	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*
1	0,17 \pm 0,028a	0,17 \pm 0,028a	0,17 \pm 0,028a	0,17 \pm 0,028a	0,17 \pm 0,028a	0,17 \pm 0,028a
15	0,21 \pm 0,039a	0,21 \pm 0,039a	0,21 \pm 0,043a	0,26 \pm 0,064b	0,21 \pm 0,043a	0,33 \pm 0,105c
30	0,24 \pm 0,052a	0,23 \pm 0,050a	0,24 \pm 0,066a	0,32 \pm 0,095b	0,23 \pm 0,046a	0,55 \pm 0,166c
45	0,28 \pm 0,061a	0,25 \pm 0,067a	0,31 \pm 0,069a	0,36 \pm 0,100a	0,26 \pm 0,054a	0,60 \pm 0,166b
60	0,28 \pm 0,077a	0,25 \pm 0,061a	0,31 \pm 0,106a	0,36 \pm 0,102a	0,28 \pm 0,059a	1,12 \pm 0,367b
75	0,39 \pm 0,108a	0,27 \pm 0,076a	0,38 \pm 0,151a	0,40 \pm 0,099a	0,28 \pm 0,057a	1,45 \pm 0,358b
90	0,40 \pm 0,093a	0,28 \pm 0,080a	0,46 \pm 0,172a	0,46 \pm 0,124a	0,29 \pm 0,056a	1,52 \pm 0,322b
105	0,47 \pm 0,153a	0,33 \pm 0,135a	0,47 \pm 0,182a	0,53 \pm 0,160a	0,30 \pm 0,061a	1,64 \pm 0,284b
120	0,58 \pm 0,154a	0,39 \pm 0,151a	0,51 \pm 0,182a	0,54 \pm 0,199a	0,32 \pm 0,076a	1,71 \pm 0,307b
135	0,64 \pm 0,199a	0,44 \pm 0,180a	0,65 \pm 0,209a	0,60 \pm 0,203a	0,34 \pm 0,076a	1,74 \pm 0,288b
150	0,70 \pm 0,140a	0,47 \pm 0,217a	0,67 \pm 0,217a	0,87 \pm 0,152a	0,35 \pm 0,093a	1,75 \pm 0,295b
165	Ø	0,49 \pm 0,234a	0,68 \pm 0,193a	Ø	0,35 \pm 0,091a	1,78 \pm 0,269b
180	Ø	0,54 \pm 0,255a	0,74 \pm 0,218a	Ø	0,35 \pm 0,102a	1,79 \pm 0,265b
195	Ø	0,61 \pm 0,302a	0,79 \pm 0,228a	Ø	Ø	1,80 \pm 0,237b
210	Ø	0,66 \pm 0,333a	0,81 \pm 0,212a	Ø	Ø	1,80 \pm 0,258b

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de 5%.

Ø Morte de todos os animais do grupo

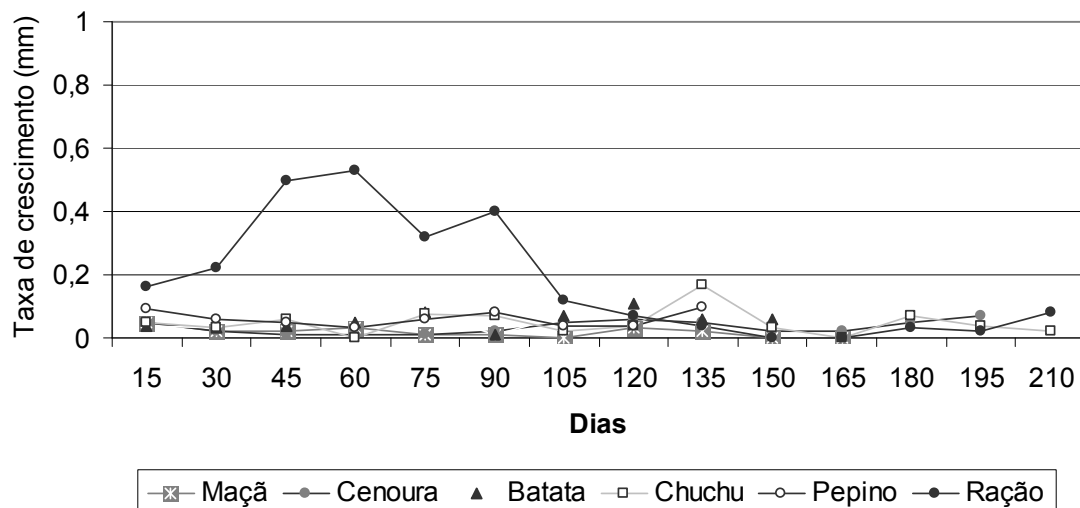


Gráfico 11: Taxa de crescimento quinzenal da concha (mm) de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos: Batata, Pepino, Maçã, Cenoura, Chuchu e Ração, durante 210 dias.

O teste de Kruskal - Wallis demonstrou ser significativa a diferença entre o ganho de massa corporal dos indivíduos de *B. tenuissimus* ao final desse experimento ($H= 33,19$; $p= 0,0001$) (Gráfico 12). A Tabela IV demonstra a massa corporal média dos moluscos ao longo do estudo.

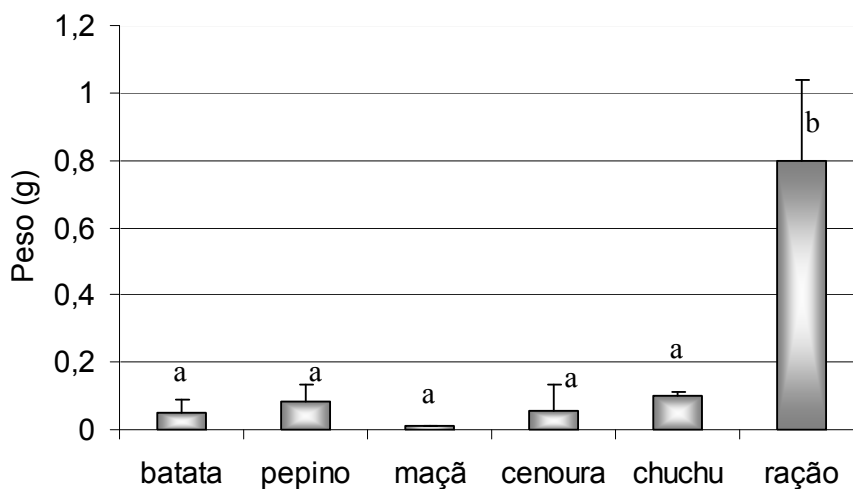


Gráfico 12: Ganho de massa corporal (g) de *Bulimulus tenuissimus* dos Grupos: Batata, Pepino, Maçã, Cenoura, Chuchu e Ração ao final do experimento.

Tabela IV – Medida quinzenal da massa corporal (g) de indivíduos de *Bulimulus tenuissimus*, submetidos a diferentes dietas: Batata, Pepino, Cenoura, Chuchu, Maçã e Ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio, por um período de 210 dias (valor médio \pm Desvio Padrão*)

	Batata	Cenoura	Chuchu	Pepino	Maçã	Ração
Idade						
(Dias)	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*	Média \pm DP*
1	0,002 \pm 0,001a	0,002 \pm 0,001a	0,002 \pm 0,038a	0,002 \pm 0,001a	0,003 \pm 0,006a	0,002 \pm 0,001a
15	0,002 \pm 0,001a	0,002 \pm 0,001a	0,003 \pm 0,002a	0,008 \pm 0,017b	0,003 \pm 0,003a	0,014 \pm 0,015c
30	0,003 \pm 0,003a	0,003 \pm 0,002a	0,004 \pm 0,003a	0,008 \pm 0,010b	0,003 \pm 0,002a	0,045 \pm 0,035c
45	0,004 \pm 0,003a	0,003 \pm 0,002a	0,008 \pm 0,004b	0,011 \pm 0,018b	0,003 \pm 0,003a	0,070 \pm 0,105c
60	0,006 \pm 0,006a	0,003 \pm 0,003a	0,009 \pm 0,010b	0,014 \pm 0,010b	0,003 \pm 0,002a	0,297 \pm 0,195c
75	0,013 \pm 0,012a	0,004 \pm 0,004b	0,018 \pm 0,020a	0,017 \pm 0,010a	0,005 \pm 0,003b	0,460 \pm 0,220c
90	0,016 \pm 0,011a	0,006 \pm 0,006b	0,021 \pm 0,016a	0,020 \pm 0,013a	0,006 \pm 0,008b	0,548 \pm 0,229c
105	0,025 \pm 0,020a	0,010 \pm 0,013b	0,022 \pm 0,020a	0,041 \pm 0,040a	0,007 \pm 0,009b	0,632 \pm 0,244c
120	0,039 \pm 0,027a	0,019 \pm 0,021b	0,046 \pm 0,037a	0,078 \pm 0,081a	0,007 \pm 0,004b	0,690 \pm 0,257c
135	0,039 \pm 0,023a	0,019 \pm 0,022b	0,049 \pm 0,045a	0,078 \pm 0,019c	0,007 \pm 0,004b	0,729 \pm 0,269d
150	0,051 \pm 0,042a	0,030 \pm 0,043a	0,064 \pm 0,044b	0,087 \pm 0,054b	0,009 \pm 0,007c	0,734 \pm 0,206d
165	Ø	0,042 \pm 0,054a	0,066 \pm 0,044a	Ø	0,010 \pm 0,008a	0,742 \pm 0,238b
180	Ø	0,048 \pm 0,057a	0,089 \pm 0,060a	Ø	0,011 \pm 0,010a	0,778 \pm 0,258b
195	Ø	0,055 \pm 0,051a	0,097 \pm 0,059a	Ø	Ø	0,787 \pm 0,239b
210	Ø	0,056 \pm 0,078a	0,104 \pm 0,054a	Ø	Ø	0,801 \pm 0,241b

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de 5%.

Ø Morte de todos os animais do grupo.

Experimento 2 - Seleção Alimentar

Crescimento e Massa Corporal de *Bulimulus tenuissimus*

O gráfico 13 demonstra o crescimento e a massa corporal dos moluscos durante o período do experimento.

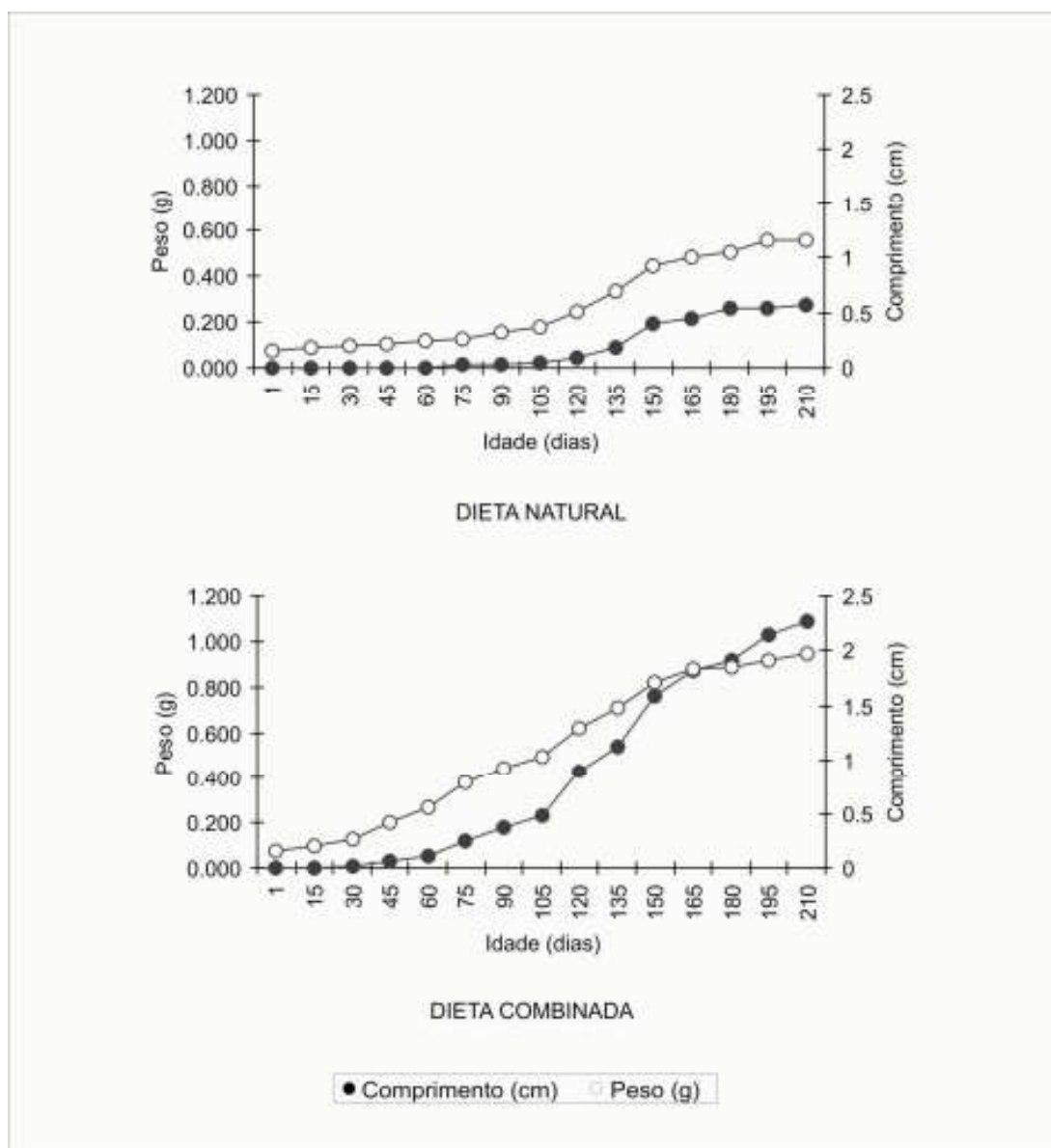


Gráfico 13: Relação entre o comprimento da concha (cm) e o ganho de massa corporal (g) de *Bulimulus tenuissimus* de acordo com os diferentes tipos de dieta: Dieta Natural (DN) e Dieta Combinada (DC), em função do tempo.

Os animais do grupo Dieta Combinada (DC) apresentaram comprimento da concha significativamente maior que o grupo Dieta Natural (DN) ($Z=17,99$; $p=0,0001$). O tamanho médio dos indivíduos ao final do experimento foi de $1,16\text{cm} \pm 0,263$ para o grupo DN e $1,98\text{cm} \pm 0,150$ para o grupo DC (Fotografia 14 e Tabela V).

Houve variação das taxas de crescimento, sendo que os moluscos do grupo DC apresentaram maior crescimento que os moluscos do grupo DN ($Z=12,58$; $p=0,005$). A taxa de crescimento dos moluscos do grupo DN e DC foram $0,05\text{ mm/dia}$ e $0,09\text{ mm/dia}$, respectivamente (Gráfico 15).



Fotos: Lidiane Silva

Fotografia 14: Comprimento da concha de *Bulimulus tenuissimus* ao fim do experimento.
a) Grupo Dieta Combinada. b, c) Grupo Dieta Natural.

Tabela V – Comprimento quinzenal da concha (cm) dos indivíduos de *Bulimulus tenuissimus*, submetidos a diferentes dietas (Dieta Natural - batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã; Dieta Combinada - batata, pepino, cenoura, chuchu, maçã e ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio), por um período de 210 dias (valor médio \pm Desvio Padrão*).

Idade (Dias)	Dieta Natural	Dieta Combinada
	Média \pm DP*	Média \pm DP
1	0,16 \pm 0,007a	0,16 \pm 0,007a
15	0,18 \pm 0,002b	0,20 \pm 0,046a
30	0,20 \pm 0,028b	0,26 \pm 0,093a
45	0,22 \pm 0,053b	0,41 \pm 0,149a
60	0,24 \pm 0,066b	0,56 \pm 0,185c
75	0,27 \pm 0,107b	0,78 \pm 0,200c
90	0,33 \pm 0,163b	0,92 \pm 0,208a
105	0,37 \pm 0,199b	1,03 \pm 0,208a
120	0,51 \pm 0,268b	1,29 \pm 0,245a
135	0,70 \pm 0,329b	1,48 \pm 0,189c
150	0,93 \pm 0,326b	1,71 \pm 0,165c
165	1,00 \pm 0,314a	1,838,3 \pm 0,200b
180	1,05 \pm 0,283a	1,85 \pm 0,200b
195	1,15 \pm 0,332a	1,92 \pm 0,177b
210	1,16 \pm 0,263a	1,98 \pm 0,150b

* Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de 5%.

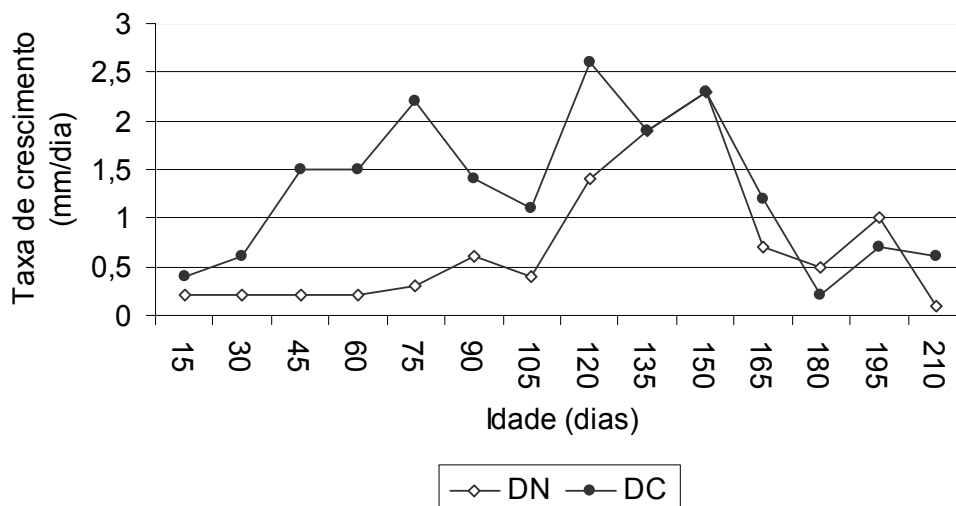


Gráfico 15: Taxa de crescimento quinzenal da concha (mm) de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos Dieta natural (DN) e Dieta combinada (DC), durante 210 dias.

A análise de variância mostrou haver diferença entre o ganho de massa corporal dos moluscos de acordo com a dieta oferecida ($Z= 64,12$; $p= 0,001$) (Gráfico 16). A massa corporal média dos indivíduos ao final do experimento foi de $0,275\text{g} \pm 0,131$ para o grupo DN e $1,091\text{g} \pm 0,195$ para o grupo DC. Também foi verificada diferenças nas consistências das conchas comparando os diferentes tratamentos. Foi observado maior desgaste da concha dos animais do grupo Dieta Natural (Fotografia 17).

A variação média da massa corporal de *B. tenuissimus* em função dos grupos de dieta testados pode ser verificada na Tabela VI.

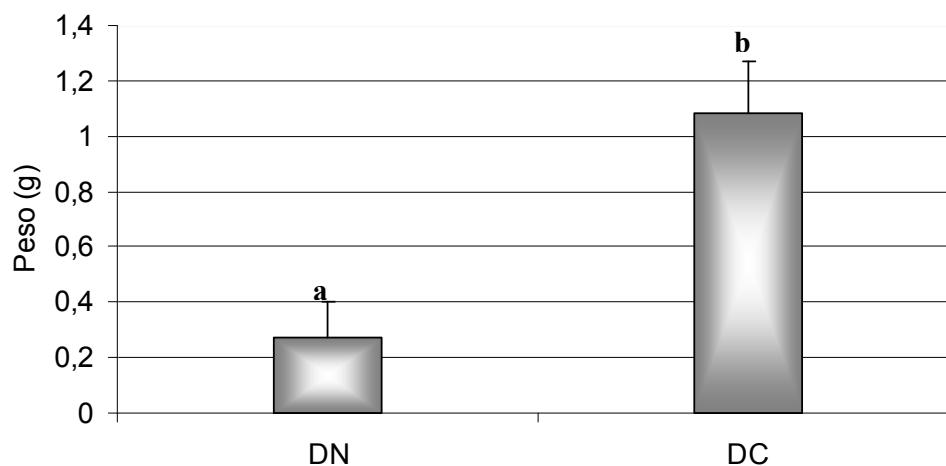


Gráfico 16: Ganho de massa corporal (g) de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos Dieta Natural (DN) e Dieta Combinada (DC) ao final do experimento.

Tabela VI – Medida quinzenal da massa corporal (g) de indivíduos de *Bulimulus tenuissimus*, submetidos a diferentes dietas (Dieta Natural - batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã; Dieta Combinada - batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã e ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio), por um período de 210 dias (valor médio \pm Desvio Padrão*).

Idade (Dias)	Dieta Natural	Dieta Combinada
	Média \pm DP*	Média \pm DP
1	0,002 \pm 0,001a	0,001 \pm 0,001a
15	0,002 \pm 0,001b	0,003 \pm 0,002a
30	0,002 \pm 0,001b	0,007 \pm 0,008a
45	0,002 \pm 0,003b	0,027 \pm 0,027a
60	0,003 \pm 0,005b	0,051 \pm 0,044a
75	0,013 \pm 0,023b	0,121 \pm 0,079a
90	0,016 \pm 0,022b	0,180 \pm 0,094a
105	0,020 \pm 0,032b	0,300 \pm 0,113a
120	0,045 \pm 0,067b	0,430 \pm 0,172a
135	0,085 \pm 0,092	0,540 \pm 0,166
150	0,190 \pm 0,136a	0,762 \pm 0,185b
165	0,214 \pm 0,151a	0,876 \pm 0,196b
180	0,256 \pm 0,174a	0,917 \pm 0,201b
195	0,262 \pm 0,139a	1,030 \pm 0,188b
210	0,275 \pm 0,131a	1,091 \pm 0,195b

* Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de 5%.



Fotografia 17: Indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* do grupo Dieta Natural. a, b, c) Indivíduos com a concha danificada. d, e) Indivíduos com perda total da concha.

DISCUSSÃO

A espécie *B. tenuissimus* apresenta crescimento indeterminado (SILVA *et al.*, 2008) que se caracteriza pelo contínuo investimento energético no crescimento após o início da produção de ovos, embora esse investimento possa ser menor do que nas fases iniciais da vida (CICHON, 1999). Observou-se nesse estudo que a dieta não interfere no padrão de crescimento embora influencie as taxas de crescimento, tamanho e massa corporal final dos moluscos.

O maior crescimento e ganho de massa corporal observados nos grupos Ração e Dieta Combinada (DC) provavelmente se devem ao fato de ter sido oferecido a esses grupos uma alimentação com variados componentes nutricionais. Do mesmo modo, a ausência dessa suplementação alimentar explica o menor crescimento e ganho de massa corporal nos grupos Batata, Pepino, Maçã, Cenoura, Chuchu e Dieta Natural (DN).

A qualidade do alimento oferecido ocasionou a alteração das taxas de crescimento, ganho de massa corporal e desgaste da concha dos moluscos, principalmente nas primeiras semanas de vida. A composição nutricional e a digestibilidade dos alimentos exercem influência direta no desenvolvimento desses animais (FOSTER *et al.*, 1999). Assim, o uso de uma alimentação adequada é de fundamental importância para a manutenção desses animais em laboratório.

A capacidade de uma espécie em compensar as variações na quantidade e/ou qualidade dos alimentos determina o quão sensível serão às flutuações na taxa de crescimento e ganho de massa corporal em relação aos recursos alimentares (LOCHER & BAUR, 2002).

A dieta artificial oferecida em laboratório confere aos moluscos maior acesso a suplemento de proteínas, lipídios, vitaminas, sais minerais e carboidratos, que são convertidos em fonte energética, possibilitando maior crescimento, reposição do desgaste físico e um melhor desempenho reprodutivo (BESSA & ARAÚJO 1996; BRANDOLINI & GOMES, 2002; MEIRELES *et al.*, 2008).

FRANTZ & MOSSMANN (1989) observaram que a preferência por determinado vegetal não significa necessariamente que este forneça o suprimento nutricional adequado, mas sim a sua maior disponibilidade. Assim, em condições laboratoriais, deve ser oferecida uma dieta nutricionalmente variada, que promova o melhor desenvolvimento e sobrevivência dos animais, o que pode ser realizado com a combinação de itens alimentares como o proposto nesse trabalho.

O uso de rações para moluscos proporciona bons índices de crescimento, melhor conversão alimentar (BARRIER, 1982; RIBAS, 1986; FERRAZ, 1999), facilidade de estocagem de alimento e de manejo, redução da ocorrência de doenças devido à melhor higiene no

ambiente de criação. No entanto, não existem dados para a formulação de rações completas para estes animais (CUELLAR, 1986; ROUSSELET, 1986; SOARES *et al.*, 1999; HAYASHI *et al.*, 2000) em função da escassez de dados sobre as exigências nutricionais nas diferentes fases de desenvolvimento. De modo geral, os criadores de moluscos têm utilizado rações empíricas (HAYASHI *et al.*, 2000), normalmente à base farelos de trigo, soja e milho ou concentrados de rações para aves misturados a milho e fontes de cálcio e fósforo, independente do estágio de desenvolvimento (RODRIGUES, 1991; FERRAZ, 1999; SOARES *et al.*, 1999).

Assim como o verificado para *B. tenuissimus*, foram observados efeitos benéficos de dietas artificiais na criação de moluscos destinados a experimentos de laboratório. A complementação nutricional da dieta artificial com vegetais, proteínas e carbonato de cálcio, dentre outros, foi comprovadamente mais vantajosa, levando ao melhor desenvolvimento dos animais (RIBAS, 1986; MANSUR & MACHADO, 1994; SOARES *et al.* 2002).

Estudos mostraram que a ração destinada a outros animais, principalmente aves, representou uma boa fonte alimentar para moluscos terrestres (OLIVEIRA *et al.*, 1968; MONNEY, 1994; BESSA & ARAÚJO, 1996; BRANDOLINI & GOMES, 2002).

A importância do cálcio para os gastrópodes terrestres é talvez única no reino animal. Poucos animais têm sua ecologia tão intimamente ligada a um único elemento que, direta ou indiretamente, determina sua distribuição, resposta a condições ambientais adversas, capacidade de estivação, hibernação e cópula, taxa de crescimento e capacidade reprodutiva (BEEBY & RICHMOND, 2007). O maior crescimento dos moluscos dos grupos Batata, Chuchu e Pepino podem estar relacionados ao maior teor desse nutriente nestes itens alimentares.

Acredita-se, portanto, que a associação de vários itens alimentares, conforme a utilizada nesse estudo garantiu o acesso a variados componentes nutricionais promovendo assim o maior crescimento e ganho de massa corporal dos moluscos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEMOLU, K. O.; A. B. IDOWU; C. F. MAFIANA & O. A. OSINOWO. 2004. Performance, proximate and mineral analyses of African giant land snail (*Archachatina marginata*) fed different nitrogen sources. **African Journal of Biotechnology** 3 (8): 412-417.
- ALMEIDA, M. N. & E.C.A BESSA. 2000. Efeito da densidade populacional sobre o crescimento e a reprodução de *Bradybaena similaris* (Férussac) (Mollusca, Xanthonychidae) e *Leptinaria unilamelata* (d' Orbgny, 1835) (Mollusca, Subulinidae). **Revista Brasileira de Zootecias** 2 (1): 97-104.

- BARRIER, J. 1982. **A criação do caracol**. Lisboa, Litexa Portuga, 143p.
- BEEBY, A. & L. RICHMOND. 2007. Differential growth rates and calcium-allocation strategies in the garden snail *Cantareus asperses*. **Journal of Molluscan Studies** **73**: 105-112.
- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1995. 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** **12** (3): 647-654.
- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1996. Influência da alimentação com ração concentrada no desenvolvimento de *Subulina octona* Brugüière, 1789 (Mollusca: Subulinidae) em condições de laboratório. **Boletim Instituto Ciências Biológicas** **47**: 21-27.
- BRANDOLINI, S. V. P. B. & A. P. S. GOMES. 2002. Influência de diferentes dietas sobre o crescimento, sobrevivência e reprodução de *Leptinaria unilamelata* (d' Orbgny, m 1835) (Gastropoda, Subulinidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Zoociências** **4** (2): 169-177.
- CICHON, M. 1999. Growth after maturity as a suboptimal strategy. **Acta Oecologica** **20** (1): 25 – 28.
- CUELLAR, R. C. 1986. **Helicicultura – Cria moderna de caracoles**. Madrid, Mundi- Prensa, 142p.
- D'ÁVILA, S.; R. DIAS; E.C.A BESSA & E. DAEMON. 2004. Resistência à dessecação em três espécies de moluscos terrestres: aspectos adaptativos e significado para o controle de helmintos. **Revista Brasileira de Zoociências** **6** (1): 115-127.
- FERRAZ, J. 1999. **O escargot criação e comercialização**. São Paulo: Ícone, 176p
- FRANTZ, M. A. & R.L. MOSSMANN. 1989. Alimentação de *Helix aspersa* Müller (Gastropoda, Helicidae) em cativeiro. **Acta Biológica Leopoldensia** **11** (2): 227-233.

- FOSTER, G. G.; A.N. HODGSON & M. BALARIN. 1999. Effect of diet on growth rate and reproductive fitness of *Turbo sarmaticus* (Mollusca: Vegigastropoda: Turbinidae). **Marine Biology** **134**: 307-315.
- HAYASHI, C. ; C. M. SOARES; V. R. BOSCOLO; E. M. GALDIOLI & V. R. B. FURUYA. 2000. Diferentes fontes protéicas em dietas para o caracol gigante (*Achatina fulica*) na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia** **29** (6): 2080-2086.
- HODASI, J. K. M. 1979. Life story studies of *Achatina (Achatina) achatina* (Linné). **Journal of Molluscan Studies** **45**: 328-339.
- LANGE-DE-MORRETES, F.L., 1949. Contribuição ao estudo da fauna brasileira de moluscos. **Papéis Avulso Departamento de Zoologia** **3** (7): 111-126.
- LOCHER, R. & B. BAUR. 2002. Nutritional stress changes sex-specific reproductive allocation in the simultaneously hermaphroditic land snail *Arianta arbustorum*. **Functional Ecology** **16**: 623- 632.
- MANSUR, G. G. & J. W. THOMÉ. 1994. Contribuição à biologia de *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) e *Sarassinula plebeia* (Fisher, 1868) (Veronicellidae, Gastropoda). **Biociências** **2** (2): 39-47.
- MCSHANE, P.E.; H.K. GORFINE & I. KNUCKEYA. 1994. Factors influencing food selection in the abalone *Haliotis rubra* (Mollusca: Gastropoda). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **176**: 27-39.
- MEIRELES, L.M.O.; L.C. SILVA; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA. 2008. The influence of diet and isolation on growth and survival in the land snail *Bulimulus tenuissimus* (Mollusca: Bulimulidae) in laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia** **25** (2): 224-227.
- MONNEY, K.A. 1994. Effects of different dietary regimes on growth and reproductive function of farmed *Achatina fulica* Bowdich. **Snail Farming Research** **5** (1): 14-22.

- OLIVEIRA, M.P.; E.L. ALMEIDA; I. VIEIRA, & M.H.R. OLIVEIRA. 1968. Comunicação nº 1. Criação de Moluscos em Terrários e Aquários (Uma experiência em laboratório). **Esdeva**. 15p.
- RIBAS, J. 1986. **Criação de caracóis - nova opção econômica brasileira**. Nobel, 123p.
- RODRIGUES, M. P. 1991. **Manual prático para a criação de caracóis (escargots)**. São Paulo, Ícone Editora, 123p.
- ROUSSELET, M. 1986. **Cria del caracol**. Madrid, Mundi Prensa, 144p.
- SILVA, L.C.; L.M.O. MEIRELES; F.O. JUNQUEIRA; & E.C.A. BESSA. 2008. Development and reproduction in *Bulimulus tenuissimus* (Mollusca, Bulimulidae) in laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia** **25** (2): 220-223.
- SIMONE, L.R.L. 2006. **Land and freshwater molluscs of Brazil**. EGB, Fapesp, 390p.
- SOARES, C. M.; C. HAYASHI & I. C. COCITO. 1999. Exigência de proteína para o caracol gigante (*Achatina fulica*) em fase de crescimento. **Acta Scientiarum** **21** (3): 683- 686.
- SOARES, C. M. ; C. HAYASHI & I. C. COCITO. 2002. Exigência de proteína para o escargot francês, *Helix aspersa máxima* em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia** **31** (2): 835-841.
- THIENGO, S. C. & S.B. AMATO. 1995. *Phyllocaullis variegatus* (Mollusca: Veronicellidae), A new intermediate host for *Brachylaima* sp. (Digenea: Brachylaimatidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **90** (5): 14-18.
- THOMAS, J. D.; B. GREALY & C.F. FENNEL. 1983. The effects of varying the quantity and quality of various plants on feeding and growth of *Biomplalaria glabrata* (Gastropoda). **Oikos** **41**: 77-90.

U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2001. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 14. Nutrient Data Laboratory Home Page. *In*. **Departamento de Informática em Saúde**. Universidade Federal de São Paulo. Ministério da Educação. <http://www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/> (acessado em 30/06/2008).

Capítulo 3

FECUNDIDADE E SOBREVIVÊNCIA DE *Bulimulus tenuissimus* (d'Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae) SUBMETIDOS A DIFERENTES TIPOS DE DIETA

RESUMO

A alimentação pode interferir direta ou indiretamente na atividade reprodutiva de moluscos terrestres. Desse modo, objetivou-se com esse estudo verificar a influência de diferentes dietas sobre a fecundidade e sobrevivência de *Bulimulus tenuissimus*. Para tal, grupos de moluscos foram alimentados com seis itens alimentares diferentes (batata, chuchu, pepino, cenoura, maçã e ração), os quais foram oferecidos separadamente ou combinados por um período de 210 dias. Observaram-se os efeitos da alimentação nos dois parâmetros avaliados, sendo verificados os efeitos benéficos da combinação de dietas na fecundidade e sobrevivência dessa espécie.

Palavras-chave: alimentação, mortalidade, reprodução e Stylommatophora.

INTRODUÇÃO

Bulimulus tenuissimus (d'Orbigny, 1835) destaca-se por ser uma espécie com potencial parasitológico, podendo atuar como hospedeiro intermediário de helmintos parasitos de animais domésticos (THIENGO & AMATO, 1995). Além disso, é uma espécie com ampla distribuição no território brasileiro, o que evidencia ainda mais sua importância médico-veterinária (LANGE-DE-MORRETES, 1949; SIMONE, 2006).

O ritmo de desenvolvimento de *B. tenuissimus*, assim como o de outros moluscos terrestres, sofre grande influência de diversos fatores, como temperatura (DIMITRIEVA, 1975; SOUTH, 1992), umidade e qualidade do substrato (D'ÁVILA & BESSA, 2005), disponibilidade de alimentos (THOMAS *et al.*, 1975; LEAHY, 1984; MEIRELES *et al.*, 2008), densidade populacional (LAZARIDOU-DIMITRIADOU & DAGUZAN, 1981; ALMEIDA & BESSA, 2001; AUFDERHEID *et al.*, 2006) e competição intraespecífica e interespecífica (PEARCE, 1997). Tais fatores exercem influência direta nas taxas de crescimento com implicações no processo reprodutivo desses animais (RAUT *et al.*, 1992; FURTADO *et al.*, 2004).

A alimentação é de fundamental importância para a sobrevivência dos moluscos, de modo que a variação na quantidade e qualidade do alimento pode alterar o desenvolvimento

desses animais (THOMAS *et al.*, 1983; MCSHANE *et al.*, 1994; FOSTER *et al.*, 1999). Assim, o uso nutricional adequado de um recurso alimentar é essencial para o sucesso reprodutivo.

O objetivo desse trabalho foi verificar a influência de diferentes dietas em alguns aspectos da reprodução, como número de ovos, número de posturas, período de incubação e taxa de eclosão e também na sobrevivência de *B. tenuissimus*.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos Moluscos, Local e Período de realização dos experimentos

Os moluscos utilizados nesse estudo foram obtidos da criação matriz existente no Laboratório de Moluscos do prédio de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, entre os meses agosto de 2007 e fevereiro de 2008.

Os animais utilizados nesse trabalho estão depositados na coleção de malacologia Prof. Maury Pinto de Oliveira da Universidade Federal de Juiz de Fora (número de registro 8364/8365/8366).

Acondicionamento dos Moluscos

Os animais foram acondicionados em terrários plásticos de 14,0 cm de diâmetro e 9,0 cm de profundidade, vedados com tecido de algodão (voal) e elástico de escritório. Como substrato foi utilizado 3,0 cm de terra vegetal esterilizada (120°C/1hora) umedecida com água da torneira em intervalos de um dia (BESSA & ARAÚJO, 1995).

Em todos os experimentos os moluscos foram observados por um período de 210 dias, tempo para que fosse possível avaliar a reprodução (SILVA *et al.*, 2008).

As condições de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo foram mantidas em condições de laboratório. Durante todo o período a temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%) foram anotadas (Termômetro máxima-mínima e Higrômetro seco-úmido) (Inconterm[®] Industria de Termômetro Ltda.).

Palatabilidade

Foi realizado um experimento com a finalidade de observar qual item alimentar favoreceu a reprodução e sobrevivência dos animais, para isso 360 animais recém-eclodidos

foram separados em seis grupos, cada com 30 indivíduos (com duas repetições), sendo que cada grupo recebeu uma das seguintes dietas durante 210 dias: Grupo Batata→ batata *Solanum tuberosum* Linné, 1758 (Solanaceae); Grupo Pepino→ pepino *Cucumis sativus* Linné, 1758 (Cucurbitaceae); Grupo Cenoura→ cenoura *Daucus carota* Linné, 1758 (Apiaceae) ; Grupo Chuchu→ chuchu *Sechium edule* Swartz, 1800 (Cucurbitaceae); Grupo Maçã→ maçã *Malus domestica* Borkhausen, 1793 (Rosaceae) e Grupo Ração→ ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio.

A ração para aves em crescimento foi peneirada e enriquecida com carbonato de cálcio na proporção de 3:1 (OLIVEIRA *et al.*, 1968; BESSA & ARAÚJO, 1996) e oferecida em recipientes plásticos com 3,0 cm de diâmetro. Foi oferecido 1g de cada alimento, pesados em balança de precisão (BOSCH SAE 200 (magnificância = 10^{-4} g), e renovados em intervalos de um dia.

Seleção Alimentar

Para verificar qual tipo de dieta proporcionou maior fecundidade dos moluscos, 120 animais recém-eclodidos foram separados em grupos com 30 indivíduos (com duas repetições) e foram alimentados com uma das seguintes dietas durante 210 dias: Dieta Natural (DN) → batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã; Dieta Combinada (DC) → vegetais (batata, pepino, cenoura, chuchu e maçã) mais ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio. A ração deste experimento foi a mesma utilizada no experimento anterior.

Análise da Reprodução e da Mortalidade dos Animais

Através de observações diárias determinou-se o tempo para realização da primeira postura, ao constatar a presença de ovos no terrário. Durante todo o experimento verificou-se o número total de ovos e posturas, número de ovos por postura e o intervalo entre as posturas.

Para análise do período de incubação e taxa de eclosão, todos os ovos encontrados durante o período do experimento foram retirados do terrário de origem, quantificados e transferidos para terrários pequenos (9 cm diâmetro e 6 cm de profundidade) (ALMEIDA & BESSA, 2001).

A mortalidade foi avaliada diariamente, através de observação direta dos animais e os indivíduos mortos foram retirados.

A Tabela VII demonstra o teor de cálcio, proteína, carboidrato, lipídio e água dos alimentos oferecidos aos animais durante o estudo.

Tabela VII – Percentuais (%) de cálcio, proteína, carboidrato, lipídios e água em 100g de alimentos oferecidos aos moluscos (USDA Nutrient Database for Standard Reference – Ministério da Agricultura / Brasil).

Alimentos (100 g)	Cálcio	Proteína	Carboidrato	Lipídio	Água
Batata	0,030	2,57	12,44	0,10	83,0
Pepino	0,016	0,65	3,63	0,11	95,0
Cenoura	0,033	0,93	9,58	0,24	88,0
Chuchu	0,017	0,82	3,90	0,13	95,0
Maçã	0,006	0,26	13,81	0,17	86,0
Ração	25,000	38,00	32,00	21,00	0,0

Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados pelo programa BioEstat 4.0, utilizando os testes de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) para comparar os dados encontrados nos diferentes tratamentos, como tempo para o início da oviposição, número de ovos, número de posturas, número de ovos por postura, intervalo entre posturas, período de incubação, taxa de eclosão e mortalidade.

RESULTADOS

Durante o período de realização destes experimentos a temperatura máxima variou de 22-29°C, a temperatura mínima de 18-25°C e a umidade relativa do ar de 79-92%. Como não foi verificada diferença significativa entre as repetições de cada tratamento, ($H=22,0$; $p=0,5$) e ($Z=12,0$; $p=0,6$), nos respectivos experimentos, os resultados foram analisados como um grupo único.

Palatabilidade

Reprodução

O tempo para início da oviposição foi menor para os animais alimentados com ração (107 dias). Os indivíduos alimentados com chuchu atingiram a maturidade sexual aos 151 dias, já os moluscos alimentados com batata, pepino, cenoura, e maçã não atingiram a maturidade sexual durante o período desse experimento.

A fecundidade dos animais alimentados com Ração foi significativamente superior à dos moluscos tratados com Chuchu ($Z=25,84$; $p=0,005$). Foi produzido um total de 33 ovos pelos animais alimentados com Chuchu e 607 pelos alimentados com Ração.

O número total de posturas variou significativamente entre os diferentes tratamentos, sendo três posturas para o grupo Chuchu e 19 posturas para o grupo Ração ($Z=22,37$; $p=0,03$). O número de ovos por postura, os valores mínimo e máximo, moda, média e desvio padrão estão demonstrados na Tabela VIII.

Tabela VIII - Número de ovos por postura de indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* alimentados com Chuchu e Ração por um período de 210 dias (valores mínimo e máximo, moda, média, desvio padrão* e coeficiente de variação**).

Moluscos	Número de ovos/ postura				
	Mínimo	Máximo	Moda	Média \pm DP*	CV (%)**
Grupo Chuchu	5	15	7	11,7a \pm 5,98	12,95
Grupo Ração	14	54	29	31,3b \pm 15,34	37,29

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

O tempo de incubação foi de 27,4 dias \pm 0,13 para o grupo Ração e 33,0 \pm 5,32 dias para o grupo Chuchu, não sendo verificada influência da alimentação sobre esse aspecto reprodutivo ($Z=21,3$; $p=0,75$). As taxas de eclosão foram de 42,0% e 19,8% para os grupos Ração e Chuchu, respectivamente, não sendo significativa essa diferença ($Z=25,21$; $p=0,075$).

Não houve diferença significativa no intervalo entre posturas dos indivíduos dos grupos Chuchu e Ração ($Z=31,29$; $p=0,069$) (Tabela IX).

Tabela IX - Intervalo entre posturas dos indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* alimentados com Chuchu e Ração por um período de 210 dias (com valores mínimo e máximo, moda, média, desvio padrão* e coeficiente de variação**)

Moluscos	Intervalo entre posturas				
	Mínimo	Máximo	Moda	Média ¹ ± DP*	CV (%)**
Grupo Chuchu	01	4	2	2,66a ± 32,14	49,58
Grupo Ração	05	10	8	7,42a ± 36,28	81,28

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente de acordo com o teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$).

Mortalidade

Elevada taxa de mortalidade (100%) foi verificada para os moluscos alimentados com Batata, Pepino e Maçã. A mortalidade foi menor para os animais dos grupos Cenoura (93,3%) e Chuchu (85%). Os animais alimentados com Ração foram os que obtiveram a menor taxa de mortalidade (25%). Houve diferença significativa entre a mortalidade dos diferentes grupos ($H=190,54$; $p=0,0019$) (Gráfico 18).

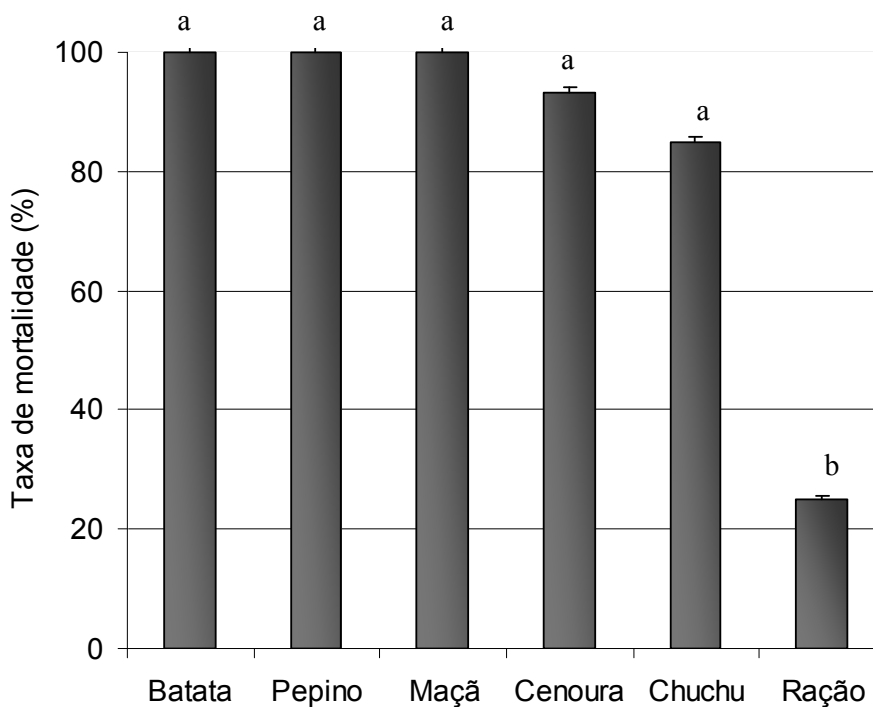


Gráfico 18: Taxa de mortalidade de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos: Batata, Pepino, Maçã, Cenoura, Chuchu e Ração, ao final de 210 dias.

Seleção Alimentar

Reprodução

O tempo para início da oviposição foi maior para aqueles animais alimentados somente com Dieta Natural (DN), 142 dias. Os indivíduos do grupo Dieta Combinada (DC) atingiram a maturidade sexual aos 116 dias.

A fecundidade de *B. tenuissimus* foi afetada pela alimentação ($Z= 25,31$; $p= 0,0001$). A produção de ovos dos moluscos do grupo DC foi significativamente superior à produtividade dos animais dos grupos DN; foi produzido um total de 232 ovos pelo grupo DN e 9962 ovos para o grupo DC.

O número total de posturas variou significativamente entre os diferentes tratamentos, sendo 13 e 247 posturas para os Grupos DN e DC, respectivamente ($Z=35,42$; $p=0,0003$). O número de ovos por postura, os valores mínimo e máximo, moda, média e desvio padrão estão demonstrados na Tabela X.

Tabela X - Número de ovos por postura de indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos Dieta Natural (DN) e Dieta Combinada (DC) por um período de 210 dias (valores mínimo e máximo, moda, média, desvio padrão* e coeficiente de variação**).

Moluscos	Número de ovos/ postura				
	Mínimo	Máximo	Moda	Média \pm DP*	CV (%)**
Dieta Natural (DN)	05	31	10	18,3a \pm 26,53	54,68
Dieta Combinada (DC)	14	116	47	41,7b \pm 12,76	76,24

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

Houve diferença significativa no intervalo entre posturas dos indivíduos do grupo DN e do grupo DC ($Z=23,59$; $p=0,0001$) (Tabela XI).

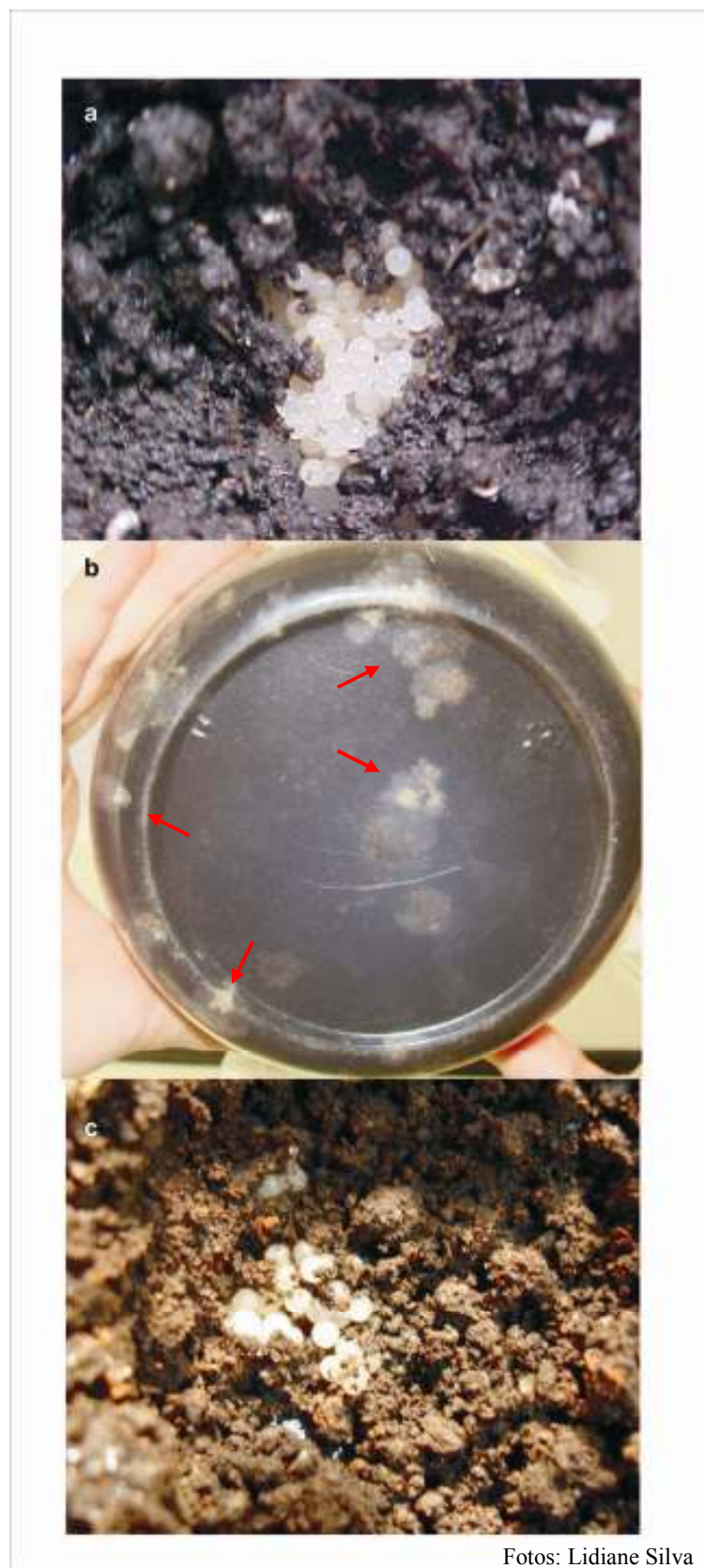
Tabela XI - Intervalo entre posturas dos indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* dos grupos Dieta Natural (DN) e Dieta Combinada por um período de 210 dias (valores mínimo e máximo, moda, média, desvio padrão* e coeficiente de variação**).

Moluscos	Intervalo entre posturas				
	Mínimo	Máximo	Moda	Média ¹ ± DP*	CV (%)**
Dieta Natural (DN)	10	23	18	9,52a ± 37,22	80,43
Dieta Combinada (DC)	01	4	2	5,66b ± 32,14	49,58

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

O tempo de incubação foi de 25 dias ± 4,0 e 35 dias ± 5,000 para os grupos DC e DN, respectivamente, não sendo verificada influência da dieta sobre esse parâmetro reprodutivo ($Z=1,39$; $p=0,58$).

As taxas de eclosão foram 17,20% e 29,00% para os grupos DN e DC, respectivamente, não sendo verificada diferença significativa sobre esse aspecto reprodutivo ($Z=73,11$; $p=0,065$) (Fotografia 19).



Fotografia 19: Posturas de *Bulimulus tenuissimus*. a) Grupo Ração. b) Grupo Dieta combinada. c) Grupo Chuchu.

Mortalidade

A taxa de mortalidade do grupo DN foi significativamente maior (85%) do que a do grupo DC (35%) ($Z=11,37$; $p=0,0034$). O gráfico 20 demonstra o percentual de mortalidade durante os 210 dias de estudo.

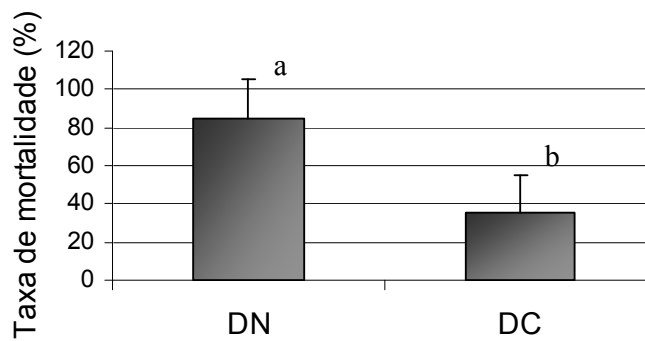


Gráfico 20: Percentual de mortalidade de *Bulimulus tenuissimus* alimentados com Dieta Natural (DN) e Dieta Combinada (DC) ao final de 210 dias.

DISCUSSÃO

Esse estudo evidenciou a íntima relação da alimentação com os aspectos reprodutivos e a sobrevivência de *B. tenuissimus*. Isso, porque é através da alimentação que essa espécie, bem como demais animais, adquire os recursos energéticos que serão alocados para a manutenção dos processos vitais, crescimento somático, atividade reprodutiva e sobrevivência (RAUT & PANIGRAHI, 1988; CICHON, 1999; HELLER, 2001). A qualidade dos recursos, portanto exerceu influência em diferentes parâmetros da história de vida dessa espécie.

Os animais submetidos a dietas com limitação nutricional (Grupos: Chuchu e Dieta Natural) necessitaram de maior tempo para início da atividade reprodutiva e produziram poucos ovos ou não alcançaram maturidade sexual (Grupos: Batata, Pepino, Cenoura e Maçã). Resultados similares foram observados para esta espécie também submetida à limitação nutricional e/ou dieta variada, não ocorrendo liberação de ovos por aqueles animais alimentados apenas com vegetal (alface) (MEIRELES *et al.*, 2007). Estas autoras sugeriram que a composição nutricional do vegetal oferecido foi o principal fator para a ausência de reprodução, o que pode também ter ocorrido para os grupos Batata, Pepino, Cenoura e Maçã, nesse estudo. Todavia, os moluscos do grupo DN produziram ovos, o que indica que, quando oferecidos juntos, esses vegetais garantem a ocorrência de reprodução.

Os moluscos do grupo Chuchu também produziram ovos. É possível que tal fato esteja relacionado à composição nutricional desse vegetal, que dentre os demais oferecidos, possui maior teor de cálcio e água. O cálcio é considerado o mais importante elemento para os moluscos terrestres e está diretamente relacionado com a vitalidade, o crescimento, a reprodução e a sobrevivência desses animais (GODAN, 1983, BEEBY & RICHMOND, 2007). Além disso, a água facilita a absorção de cálcio pelo organismo (KLEIN-ROLLAIS & DAGUZAN, 1988). Esses resultados comprovam que a combinação dos alimentos oferecidos aos moluscos foi a principal causa do maior sucesso reprodutivo.

Embora haja registros de que a alimentação interfira no período de incubação dos ovos, não se verificou variação significativa desse parâmetro reprodutivo de acordo com as dietas oferecidas (BESSA & ARAÚJO, 1996; BRANDOLINI & GOMES, 2002). Do mesmo modo, o tempo de incubação observado foi similar ao verificado por SILVA *et al.* (2008) para essa espécie.

A dieta ideal de gastrópodes terrestres deve conter os nutrientes essenciais em pré-determinadas proporções e as concentrações dos componentes secundários não devem exceder certos valores limiares, todavia um único item alimentar não irá cumprir todas as necessidades nutricionais desses animais. Desse modo, uma dieta mista, com dois ou mais componentes, tende a alcançar uma composição ideal (SPEISER, 2001). Além disso, há evidências que dietas compostas por vários alimentos são mais benéficas ao desenvolvimento reprodutivo (BESSA & ARAÚJO, 1996; BRANDOLINI & GOMES, 2002; WACKER & ELERT, 2003) e à sobrevivência dos moluscos (BRANDOLINI & GOMES, 2002; MEIRELES *et al.*, 2008).

É conhecido que a dieta artificial, oferecida em laboratório, confere aos moluscos maior acesso a suplemento de proteínas, lipídios, vitaminas, sais minerais e carboidratos, que são convertidos em força energética, possibilitam maior crescimento, reposição do desgaste físico e um melhor desempenho reprodutivo, com elevada produção de ovos, além desses serem produzidos mais precocemente (BESSA & ARAÚJO, 1996; MEIRELES *et al.*, 2008). Porém, a combinação de ração com outros itens alimentares pode conferir maior sucesso reprodutivo, como foi verificado nesse estudo.

Os efeitos da alimentação podem ser observados direta ou indiretamente em animais (SPEISER, 2001). A qualidade do alimento pode interferir diretamente a gametogênese, e conseqüentemente, aumentar o tempo para o alcance da maturidade sexual e a quantidade e qualidade dos gametas, fatores determinantes para o sucesso reprodutivo das populações de moluscos (WACKER & ELERT, 2003). No presente estudo ficou evidente a superioridade no número de ovos produzidos pelos animais que receberam Dieta Combinada (9.962 ovos), bem como menor tempo para início da atividade reprodutiva e intervalo entre posturas.

Os recursos utilizados para a reprodução são finitos e a estratégia de utilização desses representa um dos mais importantes “trade-offs” na história de vida. Assim, a quantidade de recursos investidos por prole e número de proles produzidas devem ser distribuídos de forma a maximizar o sucesso reprodutivo ao longo da vida (STEARNS, 1989). O maior investimento no sucesso reprodutivo representa um “trade-off” entre as reproduções presente e futura. Os organismos devem aumentar o esforço reprodutivo corrente, uma vez que o sucesso reprodutivo futuro tende a se reduzir, pois a mortalidade aumenta com a idade. Esse padrão já foi observado para outros gastrópodes (HUGHES & ROBERTS, 1980; PERRON, 1982; CAREFOOT, 1987).

Estudos demonstraram que a composição da dieta afeta o número de ovos por prole, o que influencia a sobrevivência dos mesmos (KAPLAN, 1987; BERVEN, 1988). Assim como em outros trabalhos (ROLLO & SHIBATA, 1991; LOCHER & BAUR, 2002), o número de ovos produzidos por *B. tenuissimus* diminuiu com a limitação nutricional. Também foram observadas baixas taxas de eclosão nos Grupos Chuchu e Dieta Natural, uma vez que a qualidade dos ovos pode ser modificada sob severo stress nutricional (CHARNOV, 1982). Não foram realizados experimentos para verificar a viabilidade destes ovos, mas sugere-se que além da fecundidade reduzida, a restrição alimentar e o estresse podem ter culminado em uma produção maior de ovos inférteis.

Os ovos de moluscos contêm nutrientes que são disponibilizados para a nutrição e desenvolvimento dos embriões. Tais nutrientes são acumulados através da alimentação no período anterior à reprodução (LOCHER & BAUR, 2002). Assim, o baixo acúmulo e conversão destes nutrientes para os ovos podem ter ocasionado baixa eclodibilidade verificada neste trabalho.

A fecundidade dos moluscos, entretanto também pode ser influenciada indiretamente pela qualidade nutricional do alimento e o estresse, pois afeta os comportamentos de corte e cópula. Moluscos com restrição nutricional extrema raramente copulam e investem pouca ou nenhuma energia na produção de ovos. Indivíduos mantidos sob stress nutricional tendem a ter um longo período de corte e cópula breve, em relação aos animais alimentados com dieta variada (CHATFIELD, 1976; WILLIAMSON, 1975; LOCHER & BAUR, 2002). Isso sugere que o gasto energético durante o período de corte é compensado com o maior sucesso no encontro do parceiro e, conseqüentemente, no sucesso reprodutivo. Não foi possível verificar alterações na corte e cópula dos animais, visto que tais comportamentos não foram observados durante a realização do trabalho.

Os efeitos do aumento da densidade em experimentos com moluscos geralmente são relacionados com a competição, que pode ser por um recurso limitado ou por interferência, na

qual os indivíduos causam danos uns aos outros. Para estes animais, o alimento e melhores condições de umidade são os recursos limitados mais importantes, que podem explicar os efeitos da aglomeração (PEARCE, 1997). Estudos com moluscos terrestres mostram que a taxa de mortalidade aumenta à medida que aumenta a densidade (LAZARIDOU-DIMITRIADOU & DAGUZAN, 1981; ALMEIDA & BESSA, 2000). No presente estudo, os efeitos da densidade podem ser desconsiderados, pois o número de animais foi estabelecido de acordo com SILVA *et al.* (2006), que mostraram os efeitos da densidade sobre *B. tenuissimus*.

O maior desempenho reprodutivo observado no Grupo DC se deve à complementação alimentar oferecida a esse grupo, com uma dieta com variados componentes nutricionais. Do mesmo modo, a ausência dessa suplementação explica o baixo desempenho reprodutivo e a alta mortalidade observada nos Grupos: Batata, Pepino, Cenoura, Chuchu e Dieta Natural.

Outros estudos também demonstraram a importância da suplementação da dieta de moluscos visando o melhor desempenho reprodutivo e aumento da sobrevivência (MONNEY, 1994; BESSA & ARAÚJO, 1996; BRANDOLINI & GOMES, 2002; SOARES *et al.*, 2002). Todavia, diferentemente desses estudos, a combinação de itens alimentares proposta por esse trabalho obteve resultados para a produção de ovos mais efetivos, indicando uma nova possibilidade para alimentação de moluscos em laboratório. Esses resultados devem-se à escolha de alimentos com variada composição nutricional (lipídios, proteínas, carboidratos) e também com elevado teor de cálcio, fundamental na dieta desses animais.

Moluscos terrestres são herbívoros generalistas e além de se alimentar de plantas, eles as utilizam como sítio de repouso ou de oviposição, além de favorecerem o aparecimento de microrganismos (observações pessoais), que muitas vezes fazem parte da dieta natural desses animais. Assim, esta micro-fauna associada aos vegetais pode ter contribuído para o melhor desempenho verificado nesse estudo. Porém, ainda são necessários estudos mais elaborados para verificação desse aspecto.

A falta de complementação mineral possivelmente foi a principal causa para o menor desempenho reprodutivo e às altas taxas de mortalidade verificadas nesse trabalho, sendo o uso de uma Dieta Combinada (vegetais mais ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio) mais vantajosa para criação de moluscos em laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M. N. & E.C.A Bessa. 2000. Efeito da densidade populacional sobre o crescimento e a reprodução de *Bradybaena similaris* (Férussac) (Mollusca, Xanthonychidae) e *Leptinaria unilamelata* (d' Orbgny, 1835) (Mollusca, Subulinidae). **Revista Brasileira de Zoociências** 2 (1): 97-104.
- ALMEIDA, M.N. & E.C.A. BESSA. 2001. Estudo do crescimento e da reprodução de *Bradybaena similaris* (Mollusca, Xanthonychidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia** 18 (4): 1115-1122.
- AUFDERHEIDE, J.; R. WARBRITTON; N. POUNDS; S. FILE-EMPERADOR; C. STAPLES; N. CASPERS & V. FORBES. 2006. Effects of husbandry parameters on the life- history traits of the apple snail, *Marisa cornuarietis*: effects of temperature, photoperiod and population density. **Invertebrate Biology** 125 (1): 9-20.
- BEEBY, A. & L. RICHMOND. 2007. Differential growth rates and calcium-allocation strategies in the garden snail *Cantareus asperses*. **Journal of Molluscan Studies** 73: 105-112.
- BERVEN, K. A. 1988. Factors affecting variation in reproductive traits within a population of wood frogs (*Rana sylvatica*). **Copeia** 606- 615.
- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1995. 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** 12 (3): 647-654.
- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1996. Influência da alimentação com ração concentrada no desenvolvimento de *Subulina octona* Bruguière, 1789 (Mollusca: Subulinidae) em condições de laboratório. **Boletim Instituto Ciências Biológicas** 47: 21-27.
- BRANDOLINI, S. V. P. B. & A. P. S. GOMES. 2002. Influência de diferentes dietas sobre o crescimento, sobrevivência e reprodução de *Leptinaria unilamelata* (d' Orbgny, 1835) (Gastropoda, Subulinidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Zoociências** 4 (2): 169-177.

- CAREFOOT, T. H. 1987. Gastropoda. *In: Animal Energetics, Vol. 2.* Academic Press, New York, 145-147.
- CICHON, M. 1999. Growth after maturity as a suboptimal strategy. *Acta Oecologica* **20** (1): 25 – 28.
- CHARNOV, E. L. 1982. **The theory of sex allocation.** Princeton University Press, Princeton, NJ.
- CHATFIELD, J. E. 1976. Studies on food and feeding in some European land mollusks. *Journal of Conchology* **29**: 5-20.
- D'ÁVILA, S. & BESSA, E.C.A. 2005. Influência de diferentes substratos e umidade sobre o crescimento e número de ovos produzidos por *Subulina octona* (Brugüière) (Mollusca, Subulinidae), sob condições de laboratório. *Revista Brasileira de Zoologia* **22** (1): 349-353.
- DIMITRIEVA, 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* **10**: 32-45.
- FOSTER, G. G.; A.N. HODGSON & M. BALARIN. 1999. Effect of diet on growth rate and reproductive fitness of *Turbo sarmaticus* (Mollusca: Vegigastropoda: Turbinidae). *Marine Biology* **134**: 307-315.
- FURTADO, M.C.V., BESSA, E.C.A. & CASTANÕN, M.C.M. 2004. Ovoteste de *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae): histologia e produção de gametas. *Revista Brasileira de Zoociências* **6** (2): 7-17.
- GODAN, D. 1983. **Pest slugs and snails: biology and control.** Springer-Verlag, Berlin.
- HELLER, J. 2001. Life History Strategies *In: BARKER, G. M. 2001 (Ed.). The biology of terrestrial molluscs.* CABI Publishing. 552p. 413-445 p.

- HUGHES, R. N. & D. J. ROBERTS. 1980. Reproductive effort of winkles (*Littorina* spp.) with contrasted methods of reproduction. **Oecologia 47**: 130-136.
- Kaplan, R. H. 1987. Developmental plasticity and maternal effects of reproductive characteristics in the frog *Bombina orientalis*. **Oecologia 71**: 273-279.
- KLEIN-ROLLAIS, D. & J. DAGUZAN, 1988. Oral water consumption in *Helix aspersa* Müller (Gastropod Mollusc: Stylommatophora) according to age, reproductive activity and food supply. **Comparative Biochemistry and Physiology 89** (3): 351-357.
- LANGE-DE-MORRETES, F.L., 1949. Contribuição ao estudo da fauna brasileira de moluscos. **Papéis Avulso Departamento de Zoologia 3** (7): 111-126.
- LAZARIDOU–DIMITRIADOU, M. & J. DAGUZAN. 1981. Etude de l' effet du "groupment" des individus chez *Theba pisana* (Mollusque Gasteropode Pulmone Stylommatophore). **Malacologia 20** (2): 195-204.
- LEAHY, W. 1984. Aspectos adaptativos de *Bradybaena similaris* Férussac, 1821 (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata) submetido ao jejum e dessecação. **Boletim de Fisiologia Animal. 5**: 47-55.
- LOCHER, R. & B. BAUR. 2002. Nutritional stress changes sex-specific reproductive allocation in the simultaneously hermaphroditic land snail *Arianta arbustorum*. **Functional Ecology 16**: 623- 632.
- MCSHANE, P.E.; H.K. GORFINE & I. KNUCKEYA. 1994. Factors influencing food selection in the abalone *Haliotis rubra* (Mollusca: Gastropoda). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 176**: 27-39.
- MEIRELES, L.M.O.; L.C. SILVA; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA.. 2007. Produção de ovos de *Bulimulus tenuissimus* (d' Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae) alimentada com ração enriquecida com carbonato de cálcio e/ou alface, sob condições de laboratório In: XX Encontro Brasileiro de Malacologia. Rio de Janeiro. **Anais do XX Encontro Brasileiro de Malacologia**.

- MEIRELES, L.M.O.; L.C. SILVA; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA. 2008. The influence of diet and isolation on growth and survival in the land snail *Bulimulus tenuissimus* (Mollusca: Bulimulidae) in laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia** **25** (2): 224-227.
- MONNEY, K.A. 1994. Effects of different dietary regimes on growth and reproductive function of farmed *Achatina fulica* Bowdich. **Snail Farming Research** **5** (1): 14-22.
- OLIVEIRA, M.P. & M.N. ALMEIDA. 1999. **Conchas dos caramujos terrestres do Brasil**. Editar Editora Associada, 61p.
- PEARCE, T. A. 1997. Interference and resource competition in two land snails: adults inhibit conspecific juvenile growth in field and laboratory. **Journal of Molluscan Studies** **63**: 389-399.
- PERRON, F. E. 1982. Inter and intraspecific patterns of reproductive effort in four species of cone shells (*Conus* spp.). **Marine Biology** **68**: 161-167.
- RAUT, S.K. & A. PANIGRAHI. 1988. Egg-nesting in the garden slug *Laevicaulis alte* (Férussac) (Gastropoda: Soleolifera). **Malacological Review** **21**: 101-107.
- RAUT, S.K.; M.S. RAHAMAN & S.K. SAMANTA. 1992. Influence of temperature on survival, growth and fecundity of the freshwater snail *Indoplanorbis exustus* (Deshayes). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **87**: 15-19.
- ROLLO, C. D. & D. M. SHIBATA. 1991. Resilience, robustness, and plasticity in a terrestrial slug, with particular reference to food quality. **Canadian Journal of Zoology** **69**: 978-987.
- SILVA, L.C.; L.M.O. MEIRELES.; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA.. 2006. Influência de diferentes densidades populacionais no crescimento e na reprodução de *Bulimulus tenuissimus* (d' Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae): Dados Preliminares *In*: XXIX Semana de Biologia, XII Mostra de Produção Científica, IV Feira Municipal de Ciências e I Mostra de Paleobiodiversidade. Juiz de Fora. **Anais da XXIX Semana de Biologia, XII Mostra de Produção Científica, IV Feira Municipal de Ciências e I Mostra de Paleobiodiversidade**.

- SILVA, L.C.; L.M.O. MEIRELES.; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA. 2008. Development and reproduction in *Bulimulus tenuissimus* (Mollusca, Bulimulidae) in laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia** **25** (2): 220-223.
- SIMONE, L.R.L. 2006. **Land and freshwater molluscs of Brazil**. EGB, Fapesp, 390p.
- SOARES, C. M.; C. HAYASHI & I. C. COCITO. 2002. Exigência de proteína para o escargot francês, *Helix aspersa máxima* em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia** **31** (2): 835-841.
- SOUTH, H. 1992. A comparison of the life cycle of *Deroceras reticulatum* (Müller) and *Arion intermedius* Normand (Pulmonata: Stylommatophora) at different temperatures under laboratory conditions. **Journal Molluscan Studies** **48**: 233-244.
- SPEISER, B. 2001. Food and feeding behavior, p. 259 – 288. *In*: BARKER, G. M. 2001. **The Biology of Terrestrial Molluscs**. CABI publishing. New Zealand. 552p.
- STEARNS, S. C. 1989 Trade- offs in life-history evolution. **Functional Ecology** **3**: 259-268.
- THIENGO, S. C. & S.B. AMATO. 1995. *Phyllocaullis variegatus* (Mollusca: Veronicellidae), A new intermediate host for *Brachylaima* sp. (Digenea: Brachylaimatidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **90** (5): 14-18.
- THOMAS, J. D.; A. S. LOUGH & R. W. LODGE. 1975. The chemical ecology of *Biomphalaria glabrata* (Say), the snail host of *Schistosoma mansoni* Sambon: the search for factors in media conditioned by snails inhibit their growth and reproduction. **Journal of Applied Ecology** **12**: 421-436.
- THOMAS, J. D.; B. GREALY & C.F. FENNEL. 1983. The effects of varying the quantity and quality of various plants on feeding and growth of *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda). **Oikos** **41**: 77-90.
- U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2001. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 14. Nutrient Data Laboratory Home Page. *In*. **Departamento de Informática em Saúde**. Universidade Federal de São Paulo.

Ministério da Educação. <http://www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/> (acessado em 30/06/2008).

WACKER, A. & E. ELERT. 2003. Food quality controls reproduction of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). **Oecologia** **135**: 332-338.

WILLIAMSON, P. 1975. The feeding ecology and energetics of a grassland population of the snail *Cepaea nemoralis* L. **Ph. D. Thesis**, C. N. A. A., Portsmouth Polytechnic.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstraram que todos os alimentos foram consumidos pelos indivíduos de *Bulimulus tenuissimus* quando oferecidos isoladamente, o que indica que um recurso de baixa qualidade nutricional pode ser consumido na ausência de outro de alto valor energético.

Porém, quando foram oferecidos diferentes recursos, simultaneamente, foi clara a preferência pelos alimentos mais nutritivos. Assim, confirmou-se com esse estudo que o consumo de um determinado alimento não necessariamente indica preferência alimentar, mas pode estar relacionado com a disponibilidade deste recurso. Sugere-se ainda que a composição nutricional tenha influência direta no desenvolvimento e sobrevivência dessa espécie.

Foi evidenciado também que as características físicas (consistência) e químicas (teores de água e de cálcio) foram determinantes na seleção do alimento. Os indivíduos preferiram alimentos mais macios e com maior teor de água e cálcio (ração e chuchu).

Nessa espécie; constatou que ocorre diferenciação por nichos, já que existe preferência por itens alimentares distintos de acordo com a idade. Ainda não foram realizados estudos ecológicos para *B. tenuissimus*, mas acredita-se que isso possa representar uma estratégia adotada no ambiente.

Foram observados efeitos benéficos da combinação de dietas no desenvolvimento dessa espécie em condições de laboratório. O maior teor de cálcio nos itens alimentares batata, chuchu e pepino pode estar relacionado ao maior crescimento dos moluscos desses grupos.

Acredita-se, portanto, que a associação de vários itens alimentares, conforme utilizado nesse estudo garantiu o acesso a variados componentes nutricionais promovendo assim o maior crescimento e ganho de massa corporal dos moluscos e o maior desempenho reprodutivo.

Do mesmo modo, a ausência dessa suplementação explica o baixo desempenho reprodutivo e a alta mortalidade observada nos Grupos: Batata, Pepino, Cenoura, Chuchu e Dieta Natural.

A combinação de itens alimentares proposta nesse trabalho obteve resultados para a produção de ovos mais efetiva, indicando uma nova possibilidade para alimentação de moluscos em laboratório. Esses resultados devem-se à escolha de alimentos com variada composição nutricional (lipídios, proteínas, carboidratos) e também com elevado teor de cálcio, fundamental à dieta desses animais.

A falta de complementação mineral, possivelmente, foi a principal causa para o menor crescimento e desempenho reprodutivo e às altas taxas de mortalidade verificadas nesse trabalho, sendo o uso de uma Dieta Combinada (vegetais mais ração para aves em crescimento enriquecida com carbonato de cálcio) mais vantajosa para criação de moluscos em laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEMOLU, K. O.; A. B. IDOWU; C. F. MAFIANA & O. A. OSINOWO. 2004. Performance, proximate and mineral analyses of African giant land snail (*Archachatina marginata*) fed different nitrogen sources. **African Journal of Biotechnology** 3 (8): 412-417.
- AGUDO, I. 2006. **Moluscos na Condição de Pragas no Brasil**, <http://www.conchasbrasil.org.br/default2.asp>, (acessado 30/06/ 2008).
- ALBUQUERQUE-DE-MATOS, R. M. 1989. Ciclo vital e reprodução em *Helix aspersa* com aplicações a heliocultura. **IV Simposium Internacinal de Reprodução Animal, I**: 115-142.
- ALMEIDA, M. N. 2004. O gastrópode *Bradybaena similaris* (Pulmonata, Xanthonychidae) como modelo experimental para estudos em laboratório I: Introdução e aspectos gerais. Universidade Presidente Antônio Carlos- **Unipac**- Juiz de Fora- M. G
- ALMEIDA, M. N. & E.C.A BESSA. 2000. Efeito da densidade populacional sobre o crescimento e a reprodução de *Bradybaena similaris* (Férussac) (Mollusca, Xanthonychidae) e *Leptinaria unilamelata* (d' Orbgny, 1835) (Mollusca, Subulinidae). **Revista Brasileira de Zoociências** 2 (1): 97-104.
- ALMEIDA, M.N. & E.C.A. BESSA. 2001. Estudo do crescimento e da reprodução de *Bradybaena similaris* (Mollusca, Xanthonychidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia** 18 (4): 1115-1122.
- AUFDERHEIDE, J.; R. WARBRITTON; N. POUNDS; S. FILE-EMPERADOR; C. STAPLES; N. CASPERS & V. FORBES. 2006. Effects of husbandry parameters on the life- history traits of the apple snail, *Marisa cornuarietis*: effects of temperature, photoperiod and population density. **Invertebrate Biology** 125 (1): 9-20.
- AUDESIRK T. & G. AUDESIRK. 1985. Behaviour of gastropod moluscs. In. The Mollusca, Vol. 8. Neurobiology and Behavior, Part I. Willows AOD, ed., pp. 2-94. **Academic Press**, New York.

- ARAÚJO, J. L. B. 1982. Alguns moluscos terrestres como hospedeiros intermediários de animais domésticos, no Brasil: estudos sobre a anatomia sistemática e participação em helmintoses. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 104p.
- ATKINSON, J. W. 2003. Foraging strategy switch in detour behavior of the land snail *Anguispira alternata* (Say). **Invertebrate Biology** **122** (4): 326-333.
- BARRIER, J. 1982. **A criação do caracol**. Lisboa, Litexa Portuga, 143p.
- BARROS-ARAÚJO, J.L.; H.E.B.; REZENDE. & P.A.F. RODRIGUES. 1960. Sobre “*Bulimulus tenuissimus*” (Orbigny,1835) (Gastropoda, Pulmonata). **Revista Brasileira de Biologia** **20** (1): 33-42. figs. 1-23.
- BEEBY, A. & L. RICHMOND. 2007. Differential growth rates and calcium-allocation strategies in the garden snail *Cantareus asperses*. **Journal of Molluscan Studies** **73**: 105-112.
- BERVEN, K. A. 1988. Factors affecting variation in reproductive traits within a population of wood frogs (*Rana sylvatica*). **Copeia**, 606- 615.
- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1995. 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** **12** (3): 647-654.
- BESSA, E.C.A. & J.L.B. ARAÚJO. 1996. Influência da alimentação com ração concentrada no desenvolvimento de *Subulina octona* Brugüière, 1789 (Mollusca: Subulinidae) em condições de laboratório. **Boletim Instituto Ciências Biológicas** **47**: 21-27.
- BEYER, W. N. & D. M. SAARI. 1978. Activity and ecological distribution of the slug, *Arion subfuscus* (Draparnaud) (Stylommatophora, Arionidae). **American Midland Naturalist** **100**: 359-367.
- BOLAND, B. B.; M. MEERHOFF; C. F. N. MAZZEO; M. A. BARNES & R. L. BURKES. 2008. Juvenile snails, adult appetites: contrasting resource consumption between two species of applesnails (Pomaceae). **Journal of Molluscan Studies** **74**: 47-54.

- BRANDOLINI, S. V. P. B. & A. P. S. GOMES. 2002. Influência de diferentes dietas sobre o crescimento, sobrevivência e reprodução de *Leptinaria unilamelata* (d' Orbgny, m 1835) (Gastropoda, Subulinidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Zoociências** 4 (2): 169-177.
- BREURE, A. S. H. 1979. Taxonomical, ecological and zoogeographical research on Bulimulidae (Gastropoda, Pulmonata). **Malacologia** 18: 107-114.
- BRINER, T. & T. FRANK. 1998. The palatability of 78 wildflower strip plants to the slug *Arion lusitanicus*. **Annals of Applied Biology** 133: 123-133.
- CAREFOOT, T. H. 1987. Gastropoda. In: **Animal Energetics, Vol. 2**. Academic Press, New York, 145-147.
- CARTER, M. A; R. C. V. JEFFREY & P. WILLIAMSON. 1979. Food overlap in co-existing populations of the land snails *Cepea nemoralis* (L.) and *Cepea hortensis*. **Biological Journal of the Linnaean Society** 11: 169-176.
- CHACÓN, W. S. 2000. Algunos aspectos del nicho ecologico de *Polymita venusta* y *Hemitrochus* spp (Mollusca, Pulmonata), en la rocalla del jardín botánico "Cupaynicu". **Revista Electrónica Granma Ciencia** 4 (2).
- CHARNOV, E. L. 1982. **The theory of sex allocation**. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- CHASE, R. 2002. Behavior and its neural control in gastropod mollusks. **Oxford University Press**, New York. 314p.
- CHATFIELD, J. E. 1976. Studies on food and feeding in some European land mollusks. **Journal of Conchology** 29: 5-20.
- CHEVALIER, L., C. DESBUQUOIS; J. PAPINEAU & M. CHARRIER. 2000. Influence of the quinolizidine alkaloid content of *Lupinus albus* (FABACEAE) on the feeding choice of *Helix aspersa* (GASTROPODA: PULMONATA). **Journal of Molluscan Studies** 66: 61-68.

- CHEVALIER, L.; C. DESBUQUOIS; J. L. LANNIC & M. CHARRIER. 2001. Poacea in the natural diet of the snail *Helix aspersa* Müller (Gastropoda, Pulmonata). **Animal Biology and Pathology** **324**, 979-987.
- CICHON, M. 1999. Growth after maturity as a suboptimal strategy. **Acta Oecologica** **20** (1): 25 – 28.
- COOK, A. & D. J. RADFORD. 1988. The comparative ecology of four sympatric limacid slug species in Northern Ireland. **Malacologia** **28**: 131-146.
- COOK, R. T.; S. E. R. BAILEY; C. R. McCROHAN, B. NASH & R. M. WOODHOUSE. 2000. The influence of nutritional status on the feeding behaviour of the field slug, *Deroceras reticulatum* (Müller). **Animal Behaviour** **59**, 167-176.
- CRUZ-RIVERA, E. & M. E. HAY, 2001. Macroalgal traits and the feeding fitness of a herbivorous amphipod: the roles of selectivity, mixing, and compensation. **Marine Ecology Progress Series** **218**: 249-266.
- CUELAR- CUELAR, R.; L. CUELAR-CARRASCO & T. PERES-GARCIA. 1986. **Helicicultura – Cria Moderna de caracoles**. Madri, Mundi Prensa. 140p.
- D'ÁVILA, S. & BESSA, E.C.A. 2005. Influência de diferentes substratos e umidade sobre o crescimento e número de ovos produzidos por *Subulina octona* (Brugüière) (Mollusca, Subulinidae), sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia** **22** (1): 349-353.
- D'ÁVILA, S.; R. DIAS; E.C.A BESSA & E. DAEMON. 2004. Resistência à dessecação em três espécies de moluscos terrestres: aspectos adaptativos e significado para o controle de helmintos. **Revista Brasileira de Zootecias** **6** (1): 115-127.
- DAN, N. A. 1978. Studies on the growth and ecology of *Helix aspersa* Muller. Phd. **Thesis**, University of Manchester.

- DIMITRIADIS, V. K. 2001. Structure and function of the digestive system in Stylommatophora. p 237- 257. In: BARKER, G. M. 2001. **The Biology of Terrestrial Molluscs**. CABI publishing. New Zealand. 552p.
- DIMITRIEVA, 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** **10**: 32-45.
- DUVAL, D. M.1971. A note on the acceptability of various weeds as food for *Agriolimax reticulatus* (Müller). **Journal of Conchology** **27**: 249-251.
- DUVAL, D. M.1973. A note on the acceptability of various weedes as food for *Arion hortensis* Férussac. **Journal of Conchology** **28**: 37-39
- EGONMWAN, R. I. 2007. Food utilization in a laboratory colony of the giant African land snail, *Archachatina marginata* (Swainson) (Pulmonata: Achatinidae). **Turkey Journal of Zoology** **31**: 265-270.
- ELGER, A. & M. H. BARRAT-SEGRETAIN. 2004. Plant palatability can be inferred from a single-date feeding trial. **Functional Ecology** **18**: 483-488.
- EMLEN, J. M.1973. **Ecology: an evolutionary approach**, 493p. Massachusetts, California-London-Ontario: Addison- Wesley.
- FARKAS, S. R. & H. SHOREY. 1976. Anemotaxis and odor-trail following by the terrestrial snail *Helix aspersa*. **Animal Behavior** **24**: 686-689.
- FERRAZ, J. 1999. **O escargot criação e comercialização**. São Paulo: Ícone, 176p
- FOSTER, G. G.; A.N. HODGSON & M. BALARIN. 1999. Effect of diet on growth rate and reproductive fitness of *Turbo sarmaticus* (Mollusca: Vegigastropoda: Turbinidae). **Marine Biology** **134**: 307-315.
- FRANTZ, M. A. & R.L. MOSSMANN. 1989. Alimentação de *Helix aspersa* Müller (Gastropoda, Helicidae) em cativeiro. **Acta Biológica Leopoldensia** **11** (2): 227-233.

- FURTADO, M.C.V., BESSA, E.C.A. & CASTANÔN, M.C.M. 2004. Ovoteste de *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821) (Mollusca, Xanthonychidae): histologia e produção de gametas. **Revista Brasileira de Zootecias** 6 (2): 7-17.
- GAIN, W. A. 1891. Notes on the food of some of the British mollusks. **Journal of Conchology** 28: 349-360.
- GALLOIS L. & J. DAGUZAN. 1989. Recherches ecophysiologiques sur le regime alimentaire de l'escargot petit-gris (*Helix aspersa*, Müller) (Mollusque Gasteropode Pulmone Stylommatophore). **Haliotis** 19: 77-86.
- GODAN, D. 1983. **Pest slugs and snails: biology and control**. Springer-Verlag, Berlin.
- GRANADO, I. & P. CABALLERO. 2001. Feeding rates of *Littorina striata* and *Osilimus atratus* in relation to nutritional quality and chemical defenses of seaweeds. **Marine Biology** 138: 1213-1224.
- GRIME, J. P., S. F. MACPHERSON-STEWART, & R. S. DEAR-MAN. 1968. An investigation on leaf palatability using the snail *Cepea nemoralis*. **Journal of Ecology** 56: 405-420.
- GRIME, J. P.; G. M. BLYTHE & J. D. THORNTON. 1970. Food selection by the snail *Cepea nemoralis* L. In Animal populations in relation to their resources. **British Ecological Society Symposium** 10: 73-99.
- HANLEY, M. E.; M. T. BULLING & M. FENNER. 2003. Quantifying individual feeding variability: implications for mollusks feeding experiments. **Functional Ecology** 17: 673-679.
- HAYASHI, C. ; C. M. SOARES; V. R. BOSCOLO; E. M. GALDIOLI & V. R. B. FURUYA. 1998. Efeito de diferentes níveis de cálcio em dietas para o escargot francês *Helix aspersa máxima* em fase de crescimento. **In. Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia** 4, 162-163.

- HAYASHI, C. ; C. M. SOARES; V. R. BOSCOLO; E. M. GALDIOLI & V. R. B. FURUYA. 2000. Diferentes fontes protéicas em dietas para o caracol gigante (*Achatina fulica*) na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 29 (6): 2080-2086.
- HELLER, J. 2001. Life History Strategies *In*: BARKER, G. M. 2001 (Ed.). **The Biology of Terrestrial Molluscs**. CABI Publishing. 552p. 413-445 p.
- HODASI, J. K. M. 1979. Life story studies of *Achatina (Achatina) achatina* (Linné). **Journal of Molluscan Studies** 45: 328-339.
- HODASI, J. K. M. 1995. Effects of different types of food on the growth of *Achatina achatina*. **Abstracts of the 12th International Malacological Congress**, Vigo, 1995. 488-489.
- HUGHES, R. N. & D. J. ROBERTS. 1980. Reproductive effort of winkles (*Littorina* spp.) with contrasted methods of reproduction. **Oecologia** 47: 130-136.
- IGLESIAS, J. & J. CASTILLEJO. 1999. Field observations on feeding of the land snail *Helix aspersa* Müller. **Journal of Molluscan Studies** 65: 411-423.
- Kaplan, R. H. 1987. Developmental plasticity and maternal effects of reproductive characteristics in the frog *Bombina orientalis*. **Oecologia** 71: 273-279.
- KLEIN-ROLLAIS, D. & J. DAGUZAN, 1988. Oral water consumption in *Helix aspersa* Müller (Gastropod Mollusc: Stylommatophora) according to age, reproductive activity and food supply. **Comparative Biochemical Physiological** 89 (3): 351-357.
- LANGE-DE-MORRETES, F.L., 1949. Contribuição ao estudo da fauna brasileira de moluscos. **Papéis Avulso Departamento de Zoologia** 3 (7): 111-126.
- LAZARIDOU–DIMITRIADOU, M. & J. DAGUZAN. 1981. Etude de l' effet du "groupement" des individus chez *Theba pisana* (Mollusque Gasteropode Pulmone Stylommatophore). **Malacologia** 20 (2): 195-204.

- LEAHY, W. 1984. Aspectos adaptativos de *Bradybaena similaris* Férussac, 1821 (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata) submetido ao jejum e dessecação. **Boletim de Fisiologia Animal** 5: 47-55.
- LOCHER, R. & B. BAUR. 2002. Nutritional stress changes sex-specific reproductive allocation in the simultaneously hermaphroditic land snail *Arianta arbustorum*. **Functional Ecology** 16: 623- 632.
- MACKENSTEDT, U. & MÄRKEL, K. 2001. Radular structure and function. p 213 - 236. In: BARKER, G. M. 2001. **The Biology of Terrestrial Molluscs**. CABI publishing. New Zealand. 552p.
- MANSUR, G. G. & MACHADO, M. P. 2004. Nota preliminar sobre três tipos de dietas para alimentação de *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) (Gastropoda, Veronicellidae) em condições de laboratório. **Biociências** 2 (1): 71-74.
- MANSUR, G. G. & J. W. THOMÉ. 1994. Contribuição à biologia de *Sarasinula linguaeformis* (Semper, 1885) e *Sarassinula plebeia* (Fisher, 1868) (Veronicellidae, Gastropoda). **Biociências** 2 (2): 39-47.
- MCSHANE, P.E.; H.K. GORFINE & I. KNUCKEYA. 1994. Factors influencing food selection in the abalone *Haliotis rubra* (Mollusca: Gastropoda). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 176: 27-39.
- MEAD, A.R., 1979. **Pulmonates**. Volume 2B. Economic malacology, with particular reference to *Achatina fulica*. London, Academic Press, X + 150 p.
- MEIRELES, L.M.O.; L.C. SILVA; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA.. 2007. Produção de ovos de *Bulimulus tenuissimus* (d' Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae) alimentada com ração enriquecida com carbonato de cálcio e/ou alface, sob condições de laboratório In: XX Encontro Brasileiro de Malacologia. Rio de Janeiro. **Anais do XX Encontro Brasileiro de Malacologia**.

- MEIRELES, L.M.O.; L.C. SILVA; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA. 2008. The influence of diet and isolation on growth and survival in the land snail *Bulimulus tenuissimus* (Mollusca: Bulimulidae) in laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia** **25** (2): 224-227.
- MONNEY, K.A. 1994. Effects of different dietary regimes on growth and reproductive function of farmed *Achatina fulica* Bowdich. **Snail Farming Research** **5** (1): 14-22.
- OLIVEIRA, M.P.; E.L. ALMEIDA; I. VIEIRA, & M.H.R. OLIVEIRA. 1968. Comunicação nº 1. **Criação de Moluscos em Terrários e Aquários (Uma experiência em laboratório)**. Esdeva. 15p.
- OLIVEIRA, M.P. & M.N. ALMEIDA. 1999. **Conchas dos caramujos terrestres do Brasil**. Editar Editora Associada, 61p.
- OTCHOUMOU, A.; N'DA, K. & KOUASSI, K. D. 2005. The edible African snails farming: inventory of wild vegetables consumed by *Achatina achatina* (Linné 1758) and dietary preferences. **Livestock Research for Rural Development** **17** (3).
- PACHECO, P.; M. F. MARTINS; E. GHION; C. G. LIMA S. L. D. AFLALO & G. L. A. GODOY. 2000. Efeito do farelo de arroz no desenvolvimento ponderal do escargot *Achatina fulioca*. **Higiene alimentar** **12** (1): 43-46.
- PALLANT, D. 1969. The food of the grey field slug (*Agriolimax reticulatus*) (Müller), in woodland. **Journal of Animal Ecology** **38**: 391-397.
- PALLANT, D. 1972. The food of the grey field slug, *Agriolimax reticulates* (Müller), on grassland. **Journal of Animal Ecology** **41**: 761-769.
- PEARCE, T. A. 1997. Interference and resource competition in two land snails: adults inhibit conspecific juvenile growth in field and laboratory. **Journal of Molluscan Studies** **63**: 389-399.
- PESCHEL, M.; V. STRAUB & T. TEYKE. 1996. Consequences of food-attraction conditioning in *Helix aspersa*: behavioral and electrophysiological study. **Journal of Comparative Physiology Animal** **167**: 339-345.

- PEREA J. M. 2004. Caracterización zootécnica de *Helix aspersa* Müller. Evaluación económica de sistemas. Tesina de Licenciatura de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba.
- PEREA J. M.; M. DELGADO, A. MAYORAL, R. MARTÍN, R. ACERO & A. GARCIA. 2004. Efecto de la adición de carbonato cálcico en la dieta de *Helix aspersa* Müller. **Archivos de Zootecnia** **53**: 407-410.
- PERRON, F. E. 1982. Inter and intraspecific patterns of reproductive effort in four species of cone shells (*Conus* spp.). **Marine Biology** **68**: 161-167.
- PETERS, H. A.; BAUR, B.; BAZZAZ, F. & KÖRNER, C. 2000. Consumption rates and food preferences of slugs in a calcareous grassland under current and future CO₂ conditions. **Oecologia** **125** (1): 72-81.
- PUSLEDNIK, L. 2002. Dietary preferences of two species of Meridolum (Camaenidae: Eupulmonata: Mollusca) in southeastern Australia. **Molluscan Research** **22**: 17-22.
- RAUT, S.K. & A. PANIGRAHI. 1988. Egg-nesting in the garden slug *Laevicaulis alte* (Férussac) (Gastropoda: Soleolifera). **Malacological Review** **21**: 101-107.
- RAUT, S.K.; M.S. RAHAMAN & S.K. SAMANTA. 1992. Influence of temperature on survival, growth and fecundity of the freshwater snail *Indoplanorbis exustus* (Deshayes). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **87**: 15-19.
- RAVEN P. H.; R. F. EVERT & S. E. EICHHORN. 2001. **Biologia Vegetal**. Editora Guanabara Koogan S. A. 906p.
- REYES- TUR B. & O. RAMIRES-ÁLVAREZ, 2002. Dinámica de los subnichos ecológicos em el molusco terrestre *Polymita venusta* Gmelin 1792, (Stylommatophora; Helminthoglyptidae) en Mayari, Cuba. **Revista Biología** **16** (1): 27-33.
- REZENDE, H.E.B. & P.D. LANZIERI. 1964. Observações anatômicas e histológicas sobre “*Bulimulus tenuissimus*” (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Pulmonata, Bulimulidae). **Revista Brasileira de Biologia** **24** (4): 409-415.

- RIBAS, J. 1986. **Criação de caracóis - nova opção econômica brasileira**. Nobel, 123p.
- RIBEIRO-COSTA, C. S. & ROCHA, R. M. 2002. **Invertebrados – Manual de aulas práticas**. Editora Holos. Ribeirão Preto. 226p.
- RODRIGUES, M. P. 1991. **Manual prático para a criação de caracóis (escargots)**. São Paulo, Ícone Editora, 123p.
- ROLLO, C. D. & D. M. SHIBATA. 1991. Resilience, robustness, and plasticity in a terrestrial slug, with particular reference to food quality. **Canadian Journal of Zoology** **69**: 978-987.
- ROUSSELET, M. 1986. **Cria del caracol**. Madrid, Mundi Prensa, 144p.
- RUPPERT, E. E., FOX, R. S. & BARNES, R. D. 2005. **Zoologia dos Invertebrados**. Editora Roca. 7ª Edição. São Paulo. 1145p.
- SILVA, L.C.; L.M.O. MEIRELES.; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA.. 2006. Influência de diferentes densidades populacionais no crescimento e na reprodução de *Bulimulus tenuissimus* (d' Orbigny, 1835) (Mollusca, Bulimulidae): Dados Preliminares *In: XXIX Semana de Biologia, XII Mostra de Produção Científica, IV Feira Municipal de Ciências e I Mostra de Paleobiodiversidade*. Juiz de Fora. **Anais da XXIX Semana de Biologia, XII Mostra de Produção Científica, IV Feira Municipal de Ciências e I Mostra de Paleobiodiversidade**.
- SILVA, L.C.; L.M.O. MEIRELES.; F.O. JUNQUEIRA & E.C.A. BESSA. 2008. Development and reproduction in *Bulimulus tenuissimus* (Mollusca, Bulimulidae) in laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia** **25** (2): 220-223.
- SIMONE, L.R.L. 1999. Mollusca Terrestres. In: Brandão, C.R.; Cancellato, E.M.. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX: Invertebrados Terrestres**. 1 ed. São Paulo: FAPESP, 5, 3-8p.
- SIMONE, L.R.L. 2006. **Land and freshwater molluscs of Brazil**. EGB, Fapesp, 390p.

- SOARES, C. M. ; C. HAYASHI & I. C. COCITO. 1999. Exigência de proteína para o caracol gigante (*Achatina fulica*) em fase de crescimento. **Acta Scientiarum** **21** (3): 683- 686.
- SOARES, C. M. ; C. HAYASHI & I. C. COCITO. 2002. Exigência de proteína para o escargot francês, *Helix aspersa máxima* em fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia** **31** (2): 835-841.
- SOUTH, H. 1992. **Terrestrial slugs. Biology, Ecology and Control**. Champman & Hall, London.
- SOUTH, H. 1992. A comparison of the life cycle of *Deroceras reticulatum* (Müller) and *Arion intermedius* Normand (Pulmonata: Stylommatophora) at different temperatures under laboratory conditions. **Journal Molluscan Studies** **48**: 233-244.
- SPEISER, B. 2001. Food and feeding behavior, p. 259 – 288. In: BARKER, G. M. 2001. **The Biology of Terrestrial Molluscs**. CABI publishing. New Zealand. 552p.
- SPEISER, B & M, ROWELL-RAHIER. 1991. Effects of food availability, nutritional value, and alkaloids on food choice in generalist herbivore *Arianta arbustorum* (Gastropoda: Helicidae). **Oikos** **62**: 306-318.
- STEARNS, S. C. 1989 Trade- offs in life-history evolution. **Functional Ecology** **3**: 259-268.
- TEYKE, T. 2005. Food-attraction conditioning in the snail, *Helix pomatia*. **Journal of Comparative Physiology Animal** **177**: 409- 414.
- THIENGO, S. C. & S.B. AMATO. 1995. *Phyllocaullis variegatus* (Mollusca: Veronicellidae), A new intermediate host for *Brachylaima* sp. (Digenea: Brachylaimatidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **90** (5): 14-18.
- THOMAS, J. D.; A. S. LOUGH & R. W. LODGE. 1975. The chemical ecology of *Biomphalaria glabrata* (Say), the snail host of *Schistosoma mansoni* Sambon: the search for factors in media conditioned by snails inhibit their growth and reproduction. **Journal of Applied Ecology** **12**: 421-436.

- THOMAS, J. D.; B. GREALY & C.F. FENNEL. 1983. The effects of varying the quantity and quality of various plants on feeding and growth of *Biomplalaria glabrata* (Gastropoda). **Oikos** **41**: 77-90.
- THOMÉ, J. W.; S. R. GOMES & J. B. PICAÑO. 2006. **Guia ilustrado: os caracóis e as lesmas dos nossos bosques e jardins**. Pelotas, USEB, 123p.
- UNGLESS, M. A. 1998. A pavlovian analysis of food-attraction conditioning in the snail *Helix aspersa*, **Animal Learning and Behavior** **26**: 15-19.
- U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2001. USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 14. Nutrient Data Laboratory Home Page. *In*. **Departamento de Informática em Saúde**. Universidade Federal de São Paulo. Ministério da Educação. <http://www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/> (acessado em 30/06/2008).
- WACKER, A. & E. ELERT. 2003. Food quality controls reproduction of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). **Oecologia** **135**: 332-338.
- WESTOBY, M. 1977. What are the biological bases of various diets? **The American Naturalist** **112**: 627-631.
- WINK, M. 1984. Chemical defence of lupins. Mollusc-repellant properties of quinolizidine alkaloids. **Zeitschrift für Naturforschung** **39**: 553-558.
- WILLIAMSON, P. 1975. The feeding ecology and energetics of a grassland population of the snail *Cepaea nemoralis* L. **Ph. D. Thesis**, C. N. A. A., Portsmouth Polytechnic
- WILLIAMSON, P.; & R. A. D. CAMERON. 1976. Natural diet of the land snail *Cepaea nemoralis*. **Oikos** **27**: 493-500.

ANEXOS