

Comportamento alimentar e qualidade da água em tanques de criação de girinos de rã-touro *Lithobates catesbeianus*

Lúcia Helena Sipaúba-Tavares^{1*}, Joceli Cristina Leite de Moraes² e Marta Verardino De Stéfani¹

¹Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14844-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Campus Experimental de Sorocaba, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: sipauba@caunesp.unesp.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento alimentar e a qualidade da água em tanques de criação de girinos de rã-touro *Lithobates catesbeianus* durante 56 dias, a partir do estágio 25 da Tabela de Gosner (1960), criados em tanques de alvenaria com capacidade de 1000 L. Os girinos que receberam ração (R) e alga + plâncton + ração (APR) apresentaram o melhor peso e sobrevivência, diferindo significativamente ($p < 0,05$) dos outros tratamentos (somente alga e alga + plâncton). As variáveis físico-químicas da água diferiram significativamente ($p < 0,05$) durante o período experimental e entre os tratamentos. Foi observada uma relação entre alimento fornecido e aqueles contidos no trato digestório dos girinos ($r_s = 0,39$; $p < 0,05$). A partir de 14 dias, houve mudança no hábito alimentar dos girinos procurando outros itens alimentares além do plâncton. A utilização de dietas naturais quando combinadas com dieta artificial (ração) proporcionou desenvolvimento satisfatório aos girinos.

Palavras-chave: plâncton, desempenho, variáveis físico-químicas, dieta natural, dieta artificial.

ABSTRACT. **Feeding behavior and water quality in tanks containing bullfrog tadpoles *Lithobates catesbeianus*.** The objective of this study was to evaluate the effect of food treatments and water quality on the development of bullfrog tadpoles. The analysis, carried out in 1000 L tanks, was undertaken by weight and survival rates, during 56 days, as from stage 25 (Gosner, 1960). Treatments with ration (R) and algae + plankton + ration (APR) had the best results in weight and survival rates, which were significantly different ($p < 0.05$) from the other treatments, comprised of algae only or algae + plankton. Physical and chemical variables of water differed significantly ($p < 0.05$) during the experimental period and among treatments. There was a correlation between the concentration of species present in the food and in the tadpole digestive tract ($r_s = 0.39$; $p < 0.05$). From the 14th day of age, bullfrog tadpoles changed their feeding behavior, or rather, a search for food items other than plankton occurred. The utilization of combined natural and artificial (ration) diets to feed bullfrog tadpoles was feasible and yielded a satisfactory development in the animals.

Key words: plankton, development, physicochemical parameters, natural diet, artificial diet.

Introdução

O interesse na criação de rã-touro *Lithobates catesbeianus* no Brasil vem crescendo de forma ascendente em virtude do sabor e textura da carne, tornando-se um grande potencial na aqüicultura.

Vários estudos têm procurado desenvolver métodos economicamente viáveis para a criação de girinos, enfatizando a nutrição (Secco *et al.*, 2005), o desempenho (Lima *et al.*, 2003; Hayashi *et al.*, 2004) e a qualidade da água (Castro e Pinto, 2000).

No ambiente natural, existe uma variedade de organismos que pode ser utilizada como fonte natural de alimento e, a eficiência de sua utilização é

vital para todos animais. Os girinos são considerados detritívoros ou herbívoros, sendo as algas a principal fonte de alimento nos primeiros estádios de desenvolvimento (Schoonbee *et al.*, 1992).

Em geral, os girinos aceitam todas as classes de alimento, mas a combinação de alimento natural com o artificial (ração) apresenta melhores resultados, visto que há um aporte de bactérias, fungos e micronutrientes que ajudam a manter o balanço nutricional (Carmona-Osalde *et al.*, 1997).

O sucesso da criação de girinos, na fase inicial de desenvolvimento, depende em grande parte da qualidade e quantidade de alimento, do tamanho da partícula, composição alimentar e qualidade da água

do cultivo. Esses fatores influenciarão diretamente na sua taxa de crescimento.

Sobrevivência, tempo de metamorfose e crescimento dos girinos estão diretamente ligados a fatores como competição pelo alimento, qualidade da água e inibidores químicos (Browne *et al.*, 2003).

Hamer *et al.* (2004), trabalhando com girinos de ambientes próximos a áreas afetadas pela agricultura, verificaram que altos níveis de fósforo e nitrogênio influenciaram a densidade populacional e estrutura da comunidade local.

Cada organismo responde de forma diferente às mudanças na qualidade da água e quantidade de alimento disponível. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento alimentar de girinos de rã-touro *Lithobates catesbeianus*, utilizando diferentes combinações de alimentos naturais e artificiais, e a influência destes fatores na qualidade da água do sistema de criação.

Material e métodos

Local e seleção de girinos

Foram utilizados 6.000 girinos de rã-touro *Lithobates catesbeianus*, com peso médio inicial de 0,23 g, obtidos no Setor de Ranicultura do Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista (Caunesp/Unesp, Jaboticabal, Estado de São Paulo), provenientes de uma mesma desova. Os girinos foram distribuídos em 12 tanques de alvenaria com capacidade de 1000 L, localizados numa estufa com temperatura que variou de $25,90 \pm 2,05^\circ\text{C}$, numa densidade de estocagem de 1 girino para 2 L de água. Os tanques apresentaram fluxo contínuo de água com troca de 5% de renovação ao dia.

Tratamento alimentar

Os girinos foram submetidos a quatro tratamentos alimentares: A = somente alga; (*Ankistrodesmus gracilis*); AP = alga + plâncton natural; R = somente ração (40% de proteína bruta) e APR = alga + plâncton natural + ração.

A alga, *Ankistrodesmus gracilis* (Chlorophyta) foi obtida no Laboratório de Limnologia e Produção de Plâncton (Caunesp/Unesp, Jaboticabal, Estado de São Paulo), cultivada em meio alternativo NPK (20-5-20) na intensidade de $21,48 \mu\text{E cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Inicialmente, a cultura de alga foi mantida em volume de 2 L, posteriormente, transferidas para garrações de 13 L, sacos de 30 L e, finalmente, em tanques de 250 L. A variação do volume de cultura de alga foi baseada no aumento da biomassa dos girinos. Por um período de oito semanas (56 dias), os girinos foram alimentados diariamente com uma

monocultura de *A. gracilis*, na densidade de 2,3 a $16,4 \times 10^5$ células mL^{-1} , variando de 0,5 L (do início à 6ª semana) a 1 L (nas duas últimas semanas de experimento).

O alimento que consiste de plâncton natural foi coletado nos diferentes tanques de piscicultura do Centro de Aqüicultura, concentrado em rede de 54 μm de abertura de malha. Cerca de 0,5 L de um concentrado de 169 a 2.432 indivíduos mL^{-1} de plâncton natural, foi adicionado aos tanques experimentais, variando com o aumento da biomassa de girinos.

O fornecimento diário de ração variou de 2,5 g no início até 85 g no final do experimento. Os girinos foram alimentados duas vezes ao dia, às 9h30min. e às 16h.

Comportamento alimentar

No estudo do comportamento alimentar, foi fornecida uma dieta alimentar contendo alga + plâncton + ração (APR). Para avaliação do trato digestório, os girinos foram coletados, com auxílio de um puçá, duas vezes por semana, às 10h da manhã, após a alimentação ao longo do período experimental (56 dias). Em seguida, para evitar a regurgitação e perda do conteúdo do trato digestório, os girinos foram submetidos à baixa temperatura durante, aproximadamente 10 min. e, posteriormente, fixados com formalina a 10% para preservação das amostras.

Foram analisados três intestinos por coleta, num total de 48 intestinos, contando apenas os organismos inteiros ou que apesar de digeridos, pudessem ser identificados, para análises quantitativa e qualitativa do material ingerido. Os girinos foram dissecados com estiletes e bisturi, fixos sobre uma câmara de contagem Sedgewick Rafter, procedendo a análise em microscópio, com aumento de 100 x. A partir de 14 dias de idade, o conteúdo do trato digestório passou a ser diluído para 10 mL devido à concentração elevada do material ingerido. O taxon Cyanobacteria foi contado junto com fitoplâncton. O experimento foi realizado em triplicata.

Sobrevivência e peso médio dos girinos

A taxa de sobrevivência dos girinos foi obtida por meio de números inicial e final de animais encontrados em cada tanque experimental, considerando aqueles que foram retirados para estudo do conteúdo do trato digestório. O peso (g) dos girinos foi avaliado semanalmente de uma amostra equivalente a 10% do total de girinos, presentes em cada tanque experimental, utilizando-se balança eletrônica digital com sensibilidade de 0,001 g.

Qualidade da água

As amostras de água foram monitoradas semanalmente ao longo do período experimental em todos os tanques, utilizando uma garrafa de Van Dorn (1 L). Para as medidas de pH, temperatura, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, foram utilizados aparelho digital Corning PS 15, 16, 17 e oxímetro “yellow spring” 320, respectivamente. As análises de nutrientes e clorofila-*a* foram determinadas, respectivamente, de acordo com as metodologias descritas em Golterman *et al.* (1978), Koroleff (1976) e Nush (1980).

Análise estatística

O consumo alimentar dos girinos foi analisado pela prova de Kruskal-Wallis, que considera *k* amostras independentes (tanques). Para verificar a variação temporal na alimentação dos girinos, foi utilizada a prova de Friedman. O alimento fornecido e aquele ingerido pelos girinos foram avaliados pelo coeficiente de correlação de postos de Spearman. O nível de significância adotado, nos testes, foi 0,05 (Siegel, 1975). Para avaliar o efeito do alimento sobre o desenvolvimento do girino, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as variáveis físico-químicas da água, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas consistindo de quatro tratamentos principais, oito tratamentos secundários e três repetições por tratamento. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Comportamento alimentar e crescimento

Os resultados das análises qualitativa e quantitativa dos organismos zooplancônicos, encontrados no concentrado alimentar, indicaram a presença de 50,46% de Cladocera, seguidos de Copepoda com 46,48% e Rotifera com 2,80% do total de indivíduos presentes (Figura 1). A grande abundância de Copepoda ocorreu pela presença de náuplios representando 41,09%, seguidos de adulto de *Argyrodiaptomus furcatus* com 37,82% e *Thermocyclops decipiens* com 3,31% do total de organismos zooplancônicos observados (Tabela 1). Dentre os Cladocera, *Diaphanosoma birgei* foi a mais representativa com 79,57%, seguida de *Moina micrura* com 8,23% e *Daphnia gessneri* com 0,44% do total de indivíduos zooplancônicos, observados no

concentrado alimentar. As espécies *Brachionus sp.* e *B. calyciflorus* foram dominantes, dentre os Rotifera, com 29,94 e 12,57%, respectivamente. O taxon Protozoa foi representado somente por *Diffugia sp.* com 3,4 indivíduos mL⁻¹ (Tabela 1).

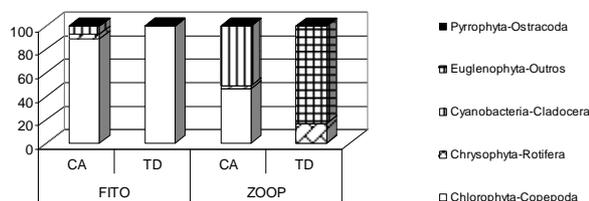


Figura 1. Percentual dos principais grupos zooplancônicos (zoop) e fitoplancônicos (fito) presentes no concentrado alimentar (CA) e no trato digestório (TD) de girinos de rã-touro em que: outros=pedaços de Copepoda e Cladocera, ovos de resistência, ração, larva de inseto.

Figure 1. Percentage of main zooplankton (zoop) and phytoplankton (fito) groups in feed concentrate (CA) and in the digestive tract (TD) of bullfrog tadpoles, where: others=pieces of Copepods and Cladocerans, ephippial eggs, rations, insect larvae.

Dentre os organismos fitoplancônicos no concentrado alimentar, o grupo Chlorophyta foi dominante, representando 88,72% do total observado, seguido de Cyanobacteria com 7,22%, Chrysophyta com 4,03%, Pyrrophyta com 0,02% e Euglenophyta com 0,01% (Figura 1). A alta porcentagem de Chlorophyta foi, principalmente, pela presença de *Ankistrodesmus gracilis*, *Scenedesmus acutus* e *S. quadricauda*. O fornecimento da monocultura de *A. gracilis* favoreceu a abundância deste grupo no concentrado alimentar. O taxon Cyanobacteria foi representado, principalmente, por *Anabaena sp.* e *Oscillatoria sp.*, com 71,64 e 15,95%, respectivamente do total observado no grupo. Os táxons menos abundantes foram Pyrrophyta e Euglenophyta, representados cada um por uma espécie, *Peridinium sp.* e *Phacus sp.* (Tabela 1).

O taxon Chlorophyta foi mais abundante no trato digestório, representando quase que a totalidade de algas presentes. Já os taxons Cyanobacteria, Chrysophyta e Euglenophyta, representaram menos de 0,5% do total observado no trato digestório (Figura 1, Tabela 2.). O baixo consumo das espécies de Cyanobacteria pode estar associado à disponibilidade, palatabilidade, digestibilidade, presença de toxinas e composição bioquímica dessas espécies (Leonardos e Lucas, 2000).

Kupferberg *et al.* (1994), estudando o efeito da disponibilidade do alimento em girinos de *Hyla regilla* sobre a taxa de crescimento, tamanho no período larval e metamorfose, observaram que os girinos cresceram mais rapidamente quando alimentados com algas verdes filamentosas, diatomáceas epifíticas e ração do que nos tratamentos contendo Cyanobacteria.

Tabela 1. Número médio de indivíduos mL⁻¹ e porcentagem relativa da comunidade planctônica encontrados no concentrado alimentar oferecido aos girinos de rã-touro.

Table 1. Mean number of individuals mL⁻¹ and relative percentage of planktonic community in feed concentrate given to bullfrog tadpoles.

Taxon	Nº ind mL ⁻¹	%
Chlorophyta		
<i>Actinastrum</i> sp.	3,96	0,00007
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	6081000,00	99,99597
<i>Chlorella vulgaris</i>	42,98	0,00071
<i>Coelastrum</i> sp.	120,20	0,00198
<i>Crucigenia</i> sp.	2,87	0,00005
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	1,13	0,00002
<i>Eudorina</i> sp.	12,33	0,00020
<i>Gloecystis</i> sp.	2,78	0,00005
<i>Gonium</i> sp.	1,12	0,00002
<i>Kirchneriella</i> sp.	5,42	0,00009
<i>Micractinum</i> sp.	0,47	0,00001
<i>Pandorina</i> sp.	4,22	0,00007
<i>Pediastrum</i> sp.	0,80	0,00001
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	6,64	0,00011
<i>S. acutus</i>	7,36	0,00012
<i>S. quadricauda</i>	9,27	0,00015
<i>Selenastrum</i> sp.	6,60	0,00011
<i>Sphaerocystis</i> sp.	16,71	0,00027
<i>Spirogyra</i> sp.	0,51	0,00001
Chrysophyta		
Dinoflagelado	1,82	7,11
<i>Alaucosira</i> sp.	8,49	33,17
<i>Botryococcus</i> sp.	0,47	1,85
<i>Dinobryon</i> sp.	0,04	0,14
<i>Navicula</i> sp.	13,22	51,63
<i>Surirella</i> sp.	1,42	5,54
<i>Synedra</i> sp.	0,04	0,14
<i>Synura</i> sp.	0,07	0,28
<i>Uroglena</i> sp.	0,04	0,14
Euglenophyta		
<i>Phacus</i> sp.	4	100
Pyrrrophyta		
<i>Peridinium</i> sp.	6	100
Cyanobacteria		
<i>Anabaena</i> sp.	32,84	71,64
<i>Anabaenopsis</i> sp.	0,27	0,60
<i>Aphanizomenon</i> sp.	0,02	0,04
<i>Merismopoedia</i> sp.	1,55	3,37
<i>Microcystis</i> sp.	3,02	6,58
<i>Nostoc</i> sp.	0,55	1,19
<i>Oscillatoria</i> sp.	7,31	15,95
<i>Spirulina</i> sp.	0,29	0,63
Rotifera		
Ascomorpha sp.	2,2	6,59
<i>Brachionus</i> sp.	10,0	29,94
<i>B. calyciflorus</i>	4,2	12,57
<i>B. caudatus</i>	2,2	6,59
<i>Epiphanes</i> sp.	0,6	1,80
<i>Keratella</i> sp.	1,8	5,39
<i>Testudinella</i> sp.	0,2	0,60
<i>Lecane</i> sp.	1,2	3,59
<i>Lepadella</i> sp.	1	2,99
<i>Monostyla</i> sp.	0,2	0,60
<i>Pompholyx trilobata</i>	0,8	2,40
<i>Proales globulifera</i>	4,4	13,17
<i>Proales</i> sp.	4,6	13,77
Cladocera		
<i>Bosmina haghmani</i>	0,01	0,05
<i>Bosminopsis deitersi</i>	0,02	0,11
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	0,38	1,85
<i>Daphnia gessneri</i>	0,08	0,44
<i>Diaphanosoma birgei</i>	16,46	79,57
<i>Echinisca paulineis</i>	0,03	0,12
<i>Macrothrix</i> sp.	0,02	0,09
<i>Moina micrura</i>	1,70	8,23
<i>neonata (neonate)</i>	1,97	9,55
Copepoda		
<i>*Argyrodiaptomus furcatus</i>	7,69	37,82

Continua...

Continuação...

<i>*Thermocyclops decipiens</i>	0,67	3,31
Copepoditos (copepodid)	3,62	17,78
Náuplios (naupplii)	8,36	41,09
Protozoa		
<i>Diffugia</i> sp.	3,4	100
Ostracoda	0,6	10,71
Outros		
Others		
Ovos de resistência	5	89,29
Ephippial eggs		
*Adultos.		
Adults.		

Tabela 2. Número médio de indivíduos mL⁻¹ e porcentagem relativa dos organismos alimentares encontrados no trato digestório de girinos de rã-touro.

Table 2. Mean number of individuals mL⁻¹ and relative percentage of feed organisms in the digestive tract of bullfrog tadpoles.

Taxon	Nº ind mL ⁻¹	%
Chlorophyta		
<i>Actinastrum</i> sp.	27	0,0022
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	114	0,0093
<i>A. gracilis</i>	1.201.971	98,00
<i>Chlorella</i> sp.	1.105	0,0906
<i>Closterium</i> sp.	7	0,0005
<i>Coelastrum</i> sp.	170	0,0139
<i>Cosmarium</i> sp.	212	0,0174
<i>Crucigenia</i> sp.	137	0,0112
<i>Euastrum</i> sp.	108	0,0088
<i>Eudorina</i> sp.	80	0,0066
<i>Kirchneriella</i> sp.	16	0,0013
<i>Micrasterias</i> sp.	1	0,0001
<i>Oedogonium</i> sp.	3.772	0,3094
<i>Pandorina</i> sp.	9	0,0007
<i>Pediastrum</i> sp.	123	0,0101
<i>Pseudoteraëdron</i> sp.	2	0,0002
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	1.204	0,0988
<i>S. acutus</i>	6.770	0,5554
<i>S. quadricauda</i>	2.370	0,1944
<i>Sphaerocystis</i> sp.	153	0,0126
<i>Spondyliosium</i> sp.	435	0,0357
<i>Spyrogyra</i> sp.	3	0,0003
<i>Staurastrum</i> sp.	19	0,0015
<i>Staurodesmus</i> sp.	52	0,0042
<i>Tetraëdron</i> sp.	56	0,0045
<i>Tetrastrum</i> sp.	5	0,0004
<i>Xanthidium</i> sp.	1	0,0001
Total		100
Total		
Chrysophyta		
<i>Alaucoeira</i> sp.	205	8,28
<i>Cymbella</i> sp.	58	2,34
<i>Dinobryon</i> sp.	1001	40,41
<i>Eunotia</i> sp.	30	1,2
<i>Fragilaria</i>	4	0,16
<i>Frustulia</i> sp.	2	0,09
<i>Epapadill</i> sp.	1177	47,52
Total		100
Total		
Cyanobacteria		
<i>Anabaena</i> sp.	200	89,70
<i>Microcystis</i> sp.	1	0,45
<i>Oscillatoria</i> sp.	21	9,85
Total		100
Total		
Euglenophyta		
<i>Euglena</i> sp.	170	66,40
<i>Phacus</i> sp.	86	33,60
Total		100
Total		
Rotifera		
<i>Brachionus</i> sp.	3	8,12
<i>Lecane</i> sp.	16	43,24
<i>Lepadella</i> sp.	1	2,70

Continua...

Continuação...		
<i>Proales</i> sp.	16	43,24
<i>Trichocerca</i>	1	2,70
Total		100
Total		
Outros		
<i>Others</i>		
Ovo de resistência	66	0,05
<i>Ephippial eggs</i>		
Ração	126.787	99,8514
<i>Ration</i>		
Pedaco de Cladocera	120	0,097
<i>Cladocera pieces</i>		
Pedaco de Copepoda	1	0,0008
<i>Copepoda pieces</i>		
Larva de inseto	1	0,0008
<i>Insect larvae</i>		
Total		100
Total		

A ingestão de organismos zooplancônicos foi bem menor quando comparada às algas e ração. A presença de Rotifera e pedaços de Cladocera e Copepoda, no trato digestório dos girinos, esteve associada à disponibilidade do alimento fornecido (Figura 1, Tabela 2). A presença elevada de ovos de resistência, no trato digestório dos girinos de rã-touro, pode estar associada à dificuldade de digestão e do pequeno tamanho deste item alimentar (Sipaúba-Tavares e Braga, 1999).

Os girinos não selecionaram as espécies planctônicas oferecidas como alimento ($r_s = 0,39$; $p < 0,05$), havendo correlação entre a concentração dos itens ingeridos e a concentração dos itens alimentares presentes no concentrado alimentar fornecido. A prova de Kruskal-Wallis mostrou não haver diferença relativa do plâncton ingerido pelos girinos ($H = 0,4111$, $P > 0,80$), porém houve diferença altamente significativa em pelo menos um período de desenvolvimento do girino, com relação ao plâncton ingerido ($X^2_r = 75,33 > X^2 = 18$, $p < 0,001$) com menor ingestão de plâncton no período inicial e, a partir de 14 dias de idade, a ingestão aumentou estabilizando a partir dos 28 dias de idade, em função da maior concentração de ração no trato digestório indicando mudança no comportamento alimentar.

Para Carmona-Osalde *et al.* (1997), os girinos apresentam uma transição ontogênica em seus hábitos alimentares, sendo inicialmente filtradores, principalmente, fitoplanctófagos, nas primeiras etapas de desenvolvimento. Posteriormente, alimentam-se de material acumulado no fundo dos tanques.

Benitez-Mandujano e Flores-Nava (1997) verificaram que a alta disponibilidade fitoplanctônica, nos tanques de cultivo de girinos de rã-touro, reduziu em 50% o nível de suplementação com dieta artificial, obtendo bons resultados para crescimento de girinos.

Os diferentes tratamentos influenciaram significativamente ($p < 0,05$) a sobrevivência dos girinos (Tabela 3), em que foram observados maiores valores de sobrevivência nos girinos tratados com ração (66,30 -R e 68,37% - APR) e os menores valores naqueles tratados somente com alga (34,73%) e alga + plâncton (46,40%). O mesmo foi observado em relação ao peso dos girinos. Nos girinos tratados com ração (R e APR), o peso final foi significativamente ($p < 0,05$) mais elevado do que os sem ração (A e AP) (Tabela 3).

Na fase de girinos, a taxa de mortalidade média é de 30%, principalmente nas primeiras semanas, associada à deficiência alimentar, qualidade da água e práticas de manejo. A qualidade da água é um fator que interfere diretamente na sobrevivência das rãs (Lima e Agostinho, 1992). Neste estudo, quando os girinos foram alimentados com ração (R e APR), foi observada taxa de mortalidade próxima àquela obtida pelos autores citados.

Tabela 3. Peso médio das amostras e sobrevivência de girinos de rã-touro nos diferentes tratamentos, em que: A = somente alga; AP = alga + plâncton natural; R = somente ração e APR = alga + plâncton natural + ração.

Table 3. Mean weight of samples and survival of bullfrog tadpoles with different treatments, where: A = algae only; AP = algae + natural plankton; R = rations only; APR = algae + natural plankton + ration.

Tratamentos <i>Treatments</i>	Sobrevivência (%) <i>Survival (%)</i>	Peso médio (g) <i>Mean weight (g)</i>	
		Inicial <i>Initial</i>	Final <i>Final</i>
A	34,73b	0,23 ± 0,02a	14 ± 6,78b
AP	46,40b	0,23 ± 0,03a	9,95 ± 2,53b
R	66,30a	0,22 ± 0,03a	610,5 ± 18,14a
APR	68,37a	0,22 ± 0,04a	652,5 ± 153,03a

Valores seguidos de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Rates followed by same letter in the column do not differ by Tukey test ($p > 0.05$).

A presença de ração, na dieta de girinos de rã-touro, promoveu maior crescimento, causando ao longo do período experimental, a deterioração da qualidade da água, necessitando de reformulação na ração utilizada, para melhor aproveitamento do fósforo e nitrogênio contidos na ração.

Qualidade da água

A temperatura média do ar no interior da estufa, foi de $25,90 \pm 2,05^\circ\text{C}$, influenciando diretamente a temperatura da água que oscilou entre $24,27$ a $26,57^\circ\text{C}$, diferindo significativamente ($p < 0,05$) ao longo do período experimental (Tabela 4).

A condutividade elétrica da água apresentou valor mínimo de $20,00 \mu\text{S cm}^{-1}$, igual ao da água de abastecimento dos tanques e, valor máximo de $46,67 \mu\text{S cm}^{-1}$ no tratamento R. Em geral, os tratamentos contendo ração apresentaram valores maiores (Tabela 4).

Tabela 4. Variação dos fatores físico-químicos da água dos tanques de cultivo de girinos de rã-touro *Lithobates catesbeianus*, em que: A = somente alga; AP = alga + plâncton natural; R = somente ração e APR = alga + plâncton natural + ração.

Table 4. Variation of physical and chemical parameters of water tank for the culture of bullfrog tadpoles *Lithobates catesbeianus*, where: A = algae only; AP = algae + natural plankton; R = ration only; APR = algae + natural plankton + ration.

Variáveis Limnológicas Limnological Parameters	Tratamento Treatments	Período (dias) Period (days)							
		7	14	21	28	35	42	49	56
Temperatura da Água Water Temperature (°C)	A	26,40 A ab	26,23 A a	24,70 C a	24,57 C a	25,37 B a	25,20 B ab	25,17 B a	25,30 B a
	AP	26,47 A ab	26,10 B a	24,67 D a	24,27 E a	25,27 C a	24,73 D c	25,00 CD a	25,23 C a
	R	26,13 A b	26,10 A a	24,77 DE a	24,53 E a	25,43 B a	25,33 B a	24,90 CD a	25,23 BC a
	APR	26,57 A a	26,13 B a	24,53 EF a	24,37 F a	25,27 C a	24,83 DEbc	24,93 CD a	25,23 C a
Condutividade Elétrica Electrical Conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	A	20,00 A a	20,00 A a	20,00 A b	20,00 A b	22,33 A b	20,00 A c	20,00 A c	20,00 A c
	AP	20,00 A a	20,00 A a	20,00 A b	20,33 A b	21,00 A b	20,00 A c	20,00 A c	20,00 A c
	R	20,00 F a	21,00 EF a	27,00 DE a	31,67 CD a	40,33 AB a	45,67 A a	34,67 BC b	30,33 CDb
	APR	21,33 D a	20,67 D a	25,67 CDab	29,67 BC a	41,33 A a	33,33 B b	41,00 A a	40,67 A a
Oxigênio Dissolvido Dissolved Oxygen (mg L^{-1})	A	7,11 AB a	7,31 AB a	7,80 A a	7,64 A a	7,43 AB a	7,77 A a	7,22 AB a	6,64 B a
	AP	6,96 A a	7,04 A a	7,43 A a	7,28 A a	7,42 A a	7,25 A a	7,14 A a	6,09 A a
	R	6,36 A a	5,46 B b	4,03 C b	3,21 CDEb	2,15 F b	2,60 EF c	2,99 DEFb	3,50 CD b
	APR	6,33 A a	5,68 AB b	4,87 B b	3,87 C b	2,62 D b	3,73 C b	2,68 D b	2,59 D b
pH pH	A	5,83 D ab	5,30 E a	5,00 F ab	6,53 AB a	6,63 A a	6,37 BC a	6,20 C a	6,47 AB a
	AP	5,83 D ab	5,30 E a	5,10 E b	6,50 AB a	6,63 A a	6,33 BC a	6,17 C a	6,40 ABC a
	R	5,63 D b	5,17 E a	4,90 F b	6,50 AB a	6,63 A a	6,50 AB a	6,23 C a	6,30 BC a
	APR	5,97 D a	5,40 E a	5,17 E a	6,53 AB a	6,67 A a	6,37 BC a	6,27 C a	6,30 BC a
Amônia Ammonia ($\mu\text{g L}^{-1}$)	A	37,37 A a	15,69 A a	5,54 A a	19,91 A b	4,31 A b	20,13 A b	24,19 A b	47,22 A c
	AP	33,87 A a	36,18 A a	9,49 A a	1,37 B a	4,29 A b	164,66 A b	22,87 A b	119,49 A c
	R	61,93 C a	144,10 C a	487,94 BCa	1167,82ABa	1110,39 Aba	1654,61 A a	945,68 ABa	1226,92Abb
	APR	84,00 D a	209,85 D a	239,94 D a	1209,88BCa	1160,21 BCa	1724,23ABa	870,85 CBa	2364,91 A a
Nitrito Nitrite ($\mu\text{g L}^{-1}$)	A	1,45 A a	0,18 A a	*	*	1,92 A b	1,02 A b	0,37 A a	9,37 A b
	AP	1,69 A a	0,75 A a	*	*	0,41 A b	*	1,21 A a	14,93 A b
	R	1,33 B a	4,31 B a	24,13 B a	58,91 B a	39,65 AB ab	99,94 A a	2,77 B a	13,84 B b
	APR	3,57 C a	3,60 C a	6,23 C a	28,47 C ab	76,88 B a	39,08 BC b	26,29 BC a	150,27 A a
Nitrato Nitrate ($\mu\text{g L}^{-1}$)	A	152,85 Ea	263,32 CDEab	331,29 BCDa	400,82 B a	540,20 A a	365,37 BC a	409,82 B a	223,07 Dea
	AP	113,28 Ba	310,15 A a	334,89 A a	364,16 A a	402,06 A b	419,00 A a	409,89 A a	177,15 Ba
	R	105,03 Ba	166,77 AB bc	172,26 AB b	205,98 ABa	237,40 A c	207,21 ABb	211,66 ABb	123,84 ABa
	APR	92,27 Ca	150,04 BC c	201,30 ABCb	176,38 BC a	311,77 A bc	237,29 ABb	239,92 ABb	154,02 Bca
Ortofosfato Orthophosphate ($\mu\text{g L}^{-1}$)	A	6,42 A a	11,26 A a	62,02 A c	162,73 A b	17,12 A b	13,01 A b	14,11 A a	6,76 A b
	AP	6,95 A a	10,00 A a	59,48 A c	141,24 A b	12,77 A b	7,45 A b	17,98 A a	14,34 A b
	R	14,75 D a	110,60 D a	1321,34 A a	1144,39ABa	505,45 CD a	750,30 BC a	337,36 CDb	293,93Cdb
	APR	18,37 C a	386,17 BC a	509,96 BCb	1432,01 Aa	449,06 BC a	586,21 B a	365,61 BCb	698,15 B a
Clorofila-a Chlorophyll-a ($\mu\text{g L}^{-1}$)	A	3,63 B a	15,44 B ab	41,48 A a	19,72 B a	20,28 B a	7,26 B a	3,72 B a	9,49 B a
	AP	1,12 A a	1,40 A b	10,79 A b	6,70 A a	5,39 A a	7,44 A a	1,30 A a	1,30 A a
	R	1,86 B a	13,02 A ab	37,39 B a	14,51 B a	10,42 B a	13,39 B a	5,40 B a	3,16 B a
	APR	1,02 B a	26,51 A a	3,72 B b	8,37 AB a	15,25 AB a	14,32 AB a	1,49 B a	2,23 B a

Em cada linha (letra maiúscula) e em cada coluna (letra minúscula) médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey (0,05). *não detectado pelo método.
In each row (uppercase letters) and in each column (lowercase letters), measures followed by the same letter do not differ among themselves by the Tukey test (0.05). *not detected by method.

Já o oxigênio dissolvido foi maior nos tratamentos sem ração, variando de 6,09 a 7,80 mg L^{-1} , sem diferenças significativas ($p > 0,05$). Nos tratamentos que contém ração foi observada redução significativa ($p < 0,05$) do oxigênio dissolvido, a partir do 14º dia atingindo o valor mínimo de 2,15 mg L^{-1} no tratamento R (Tabela 4).

A ração utilizada, neste estudo, apresentou teor de proteína bruta ao redor de 40%. Segundo McIntosh (2000), níveis de proteína entre 35 e 40% apresentam uma relação de C:N menor que 10:1, sendo facilmente decompostos pelas bactérias. A ação da decomposição bacteriana refletiu principalmente em relação ao teor de oxigênio na água com valores bem reduzidos nos tratamentos contendo ração (R e APR), não sendo observada anoxia em função do fluxo contínuo de água, que também promoveu a nitrificação com menores concentrações de nitrato no meio.

O pH manteve-se ácido com influência da água de abastecimento (5,6), tendendo a aumentar a partir da quarta semana com valores acima de 6,17. O pH

apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) ao longo do período experimental, mas não ($p > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 4).

Em relação aos compostos nitrogenados, as concentrações de amônia foram mais elevadas nos tratamentos com ração, e atingiram o máximo de 2.364,91 $\mu\text{g L}^{-1}$ no APR e 1226,92 $\mu\text{g L}^{-1}$ no R, sendo que somente a partir do 28º dia passou a diferir significativamente ($p < 0,05$) dos tratamentos contendo alga (A) e plâncton (AP). Já o nitrato foi observado maiores concentrações nos tratamentos sem ração, com o máximo de 540,20 $\mu\text{g L}^{-1}$ no tratamento contendo somente alga (A). As concentrações de nitrato e ortofosfato foram diretamente influenciadas pela água de abastecimento que continha proporções razoáveis destes dois elementos na água (346,70 e 40,00 $\mu\text{g L}^{-1}$, respectivamente). O ortofosfato apresentou comportamento similar à amônia, com o máximo obtido no tratamento APR (1.432,01 $\mu\text{g L}^{-1}$) (Tabela 4).

Flores-Nava e Gasca-Leyva (1997) verificaram que as fezes de girinos liberam altas taxas de amônia e

fósforo, no meio, atingindo concentrações acima de 2,0 mg L⁻¹.

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) em relação às concentrações de clorofila-*a* ao longo do período experimental entre os tratamentos. Em geral, os maiores valores foram observados no tratamento contendo alga, variando de 3,63 a 41,48 µg L⁻¹ (Tabela 4).

As concentrações de clorofila-*a* observadas, neste estudo, foram muito baixas, pois em situações eutróficas as algas apresentam curto ciclo de vida e sofrem pressão de predação (Moriarty, 1997). Tal afirmativa está refletida diretamente no padrão do tratamento sem zooplâncton (A), com as maiores concentrações de clorofila-*a*.

Conclusão

Pelos dados obtidos, podemos concluir que, a partir do 14º dia, houve mudança no hábito alimentar dos girinos de rã-touro e, dentro das condições experimentais, a utilização da dieta artificial (ração) complementada ou não com a natural (plâncton) proporcionou desenvolvimento satisfatório aos animais, afetando algumas variáveis físico-químicas da água em função da elevada concentração de nutrientes e redução de oxigênio dissolvido, influenciando diretamente na qualidade da água.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pelo suporte financeiro e bolsa de mestrado concedida à MS. Joceli Cristina Leite de Moraes (proc. nº 97/03741-7). Também, são gratas aos funcionários Silvia Regina Ligeiro de Laurentiz e Márcio Roberto Reche, pelos auxílios em laboratório e campo.

Referências

BENITEZ-MANDUJANO, M.A.; FLORES-NAVA, A. Growth and metamorphosis of *Rana catesbeiana* (Shaw) tadpoles fed live and supplementary feed, using tilapia *Oreochromis niloticus* (L) as a biofertilizer. *Aquac. Res.*, Oxford, v. 28, p. 481-488, 1997.

BROWNE, R.K. *et al.* High density effects on the growth, development and survival of *Litoria aurea* tadpoles. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 215, n. 1-4, p. 109-121, 2003.

CARMONA-OSALDE, C. *et al.* La nutrición de la rana y su importancia en la ranicultura. In: TECNOFROG, 2.; ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 9., 1997, Santos. *Anais...* Santos: Abetra/ABCR, 1997. p. 75-84.

CASTRO, J.C.; PINTO, A.T., Qualidade da água em tanques de girinos de rã-touro, *Rana catesbeiana* Shaw, 1802, cultivados em diferentes densidades de estocagem. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1903-1911, 2000.

FLORES-NAVA, A.; GASCA-LEYVA, E. Use of artificial

grazing substrates in bullfrog tadpole culture. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 152, p. 91-101, 1997.

GOLTERMAN, H.L. *et al.* *Methods for physical and chemical analysis of fresh waters*. 2. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1978.

GOSNER, K.L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica*, Austin, v. 16, p. 153-190, 1960.

HAMER, A.J. *et al.* Amphibian decline and fertilizers used on agricultural land in south-eastern Australia. *Agric. Ecosyst. Environ.*, Amsterdam, v. 102, n. 3, p. 299-305, 2004.

HAYASHI, C. *et al.* Desenvolvimento de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) cultivados em diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 14-20, 2004.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, E.; KREMLING, E. (Org.). *Methods of sea water analysis*. German: Verlag Chemie Weinheim, 1976. p. 117-181.

KUPFERBERG, S.J. *et al.* Effects of variation in natural algal and detrital diets on larval anuran (*Hyla regilla*) life-history traits. *Copeia*, Carbondale, v. 2., p. 46-457, 1994.

LEONARDOS, N.; LUCAS, I.A.N. The nutritional value of algae grown under different culture conditions for *Mytilus edulis* L. larvae. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 182, n. 3-4, p. 301-315, 2000.

LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. *A tecnologia de criação de rãs*. Viçosa: UFV, 1992.

LIMA, S.L. *et al.* Desempenho zootécnico e tabela de alimentação de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*) criadas no sistema anfigranja. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 512-518, 2003.

McINTOSH, R.D. Changing paradigms in shrimp farming: IV. Low protein feeds and feeding strategies. *Advocate*, St. Louis, v. 3, n. 2, p. 44-50, 2000.

MORIARTY, D.J.W. The role of microorganisms in aquaculture ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 151, p. 333-349, 1997.

NUSH, E.A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination. *Arch. Hydrobiol.*, Stuttgart, v. 14, p. 14-36, 1980.

SCHOONBEE, H.J. *et al.* Observations on the feeding habits of larvae, juvenile and adult stages of the African clawed frog, *Xenopus laevis*, in impoundments in Transkei. *Water AS*, Alexandria, v. 18, n. 4, p. 227-236, 1992.

SECCO, E.M. *et al.* Apparent digestibility of different ingredients in diets for bullfrog *Rana catesbeiana* tadpoles. *J. World Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v. 36, n. 1, p. 135-140, 2005.

SIEGEL, S. *Estatística não-paramétrica*. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, 1975.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BRAGA, F.M.S. Study on feeding habits of *Piaractus mesopotamicus* (pacu) larvae in fish ponds. *Naga: The Idarm Quarterly*, Yaounde, v. 22, n. 1, p. 24-29, 1999.

Received on April 03, 2007.

Accepted on October 28, 2007.