



Influência da frequência alimentar no desempenho produtivo de girinos de rã-touro americana *Aquarana catesbeiana* (Shaw, 1802)

Ítalo Bruno Lima da Silva^{1,2}  Bárbara Luiza Barbosa Teixeira¹  Ugo Lima Silva^{1,2}  & Cauê Guion de Almeida¹ 

¹Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada-PE, Brasil

²Laboratório de Experimentação em Organismos Aquáticos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada-PE, Brasil

Recebido 14 setembro 2025 - Aceito 22 setembro 2025

Resumo

Este estudo analisou a influência de diferentes frequências alimentares no desempenho produtivo de girinos de rã-touro americana *Aquarana catesbeiana* (Shaw, 1802). Durante o período de 57 dias foram testadas quatro frequências de alimentação (2, 4, 6 e 8 refeições/dia) com ração comercial em pó para peixes carnívoros contendo 55% de PB, com foco nas variáveis: ganho de peso, fator de conversão alimentar (FCA), taxa de crescimento específico (TCE) e sobrevivência. Também foram analisadas as variáveis físico-químicas da qualidade da água de cultivo. Os resultados demonstraram que tratamento T1 de menor frequência alimentar, proporcionou maior ganho de peso, menor FCA e maior TCE. Todos os tratamentos mostraram altos níveis de compostos nitrogenados. Esses compostos, quando acumulados, apresentaram riscos para a saúde dos girinos, influenciando na taxa de sobrevivência. A pesquisa concluiu que para girinos, o aumento da frequência alimentar não trouxe benefícios zootécnicos. As frequências mais altas geraram maior acúmulo de resíduos orgânicos, comprometendo a qualidade da água sem melhorar o desempenho zootécnico. Portanto, a oferta de duas refeições diárias mostrou-se mais eficiente, contribuindo para um uso otimizado da ração e maior produção. Os dados reforçam a importância de equilibrar a frequência alimentar, garantindo a eficiência nutricional e a sustentabilidade do cultivo.

Palavras-chave: Ranicultura, qualidade da água, desempenho zootécnico.

Abstract - Influence of feeding frequency on the productive performance of American bullfrog tadpoles *Aquarana catesbeiana* (Shaw, 1802)

This study analyzed the influence of different feeding frequencies on the productive performance of American bullfrog tadpoles *Aquarana catesbeiana* (Shaw, 1802). Over a period of 57 days, four feeding frequencies were tested (2, 4, 6 and 8 meals/day) with commercial feed in powder form for carnivorous fish containing 55% PB, focusing on the variables of weight gain, feed conversion factor (FCF), specific growth rate (SGR) and survival. Physico-chemical variables of rearing water quality were also analyzed. The results showed that treatment T1 with a lower feeding frequency provided better zootechnical performance, with higher weight gain, lower FCF and higher SGR. All the treatments showed high levels of toxic compounds such as total ammonia and nitrite in the aquatic environment. When these compounds accumulate, they pose a risk to the health of the tadpoles, influencing their survival rate. The research concluded that increasing feeding frequency did not bring zootechnical benefits for tadpoles. Higher frequencies generated a greater accumulation of organic waste, compromising water quality without improving performance. Therefore, two meals a day proved to be more efficient, contributing to optimized feed use and better production performance. The data reinforces the importance of balancing feeding frequency to ensure nutritional efficiency and sustainability.

Keywords: Frog farming, water quality, zootechnical performance.

Resumen - Influencia de la frecuencia alimenticia en el desempeño productivo de renacuajos de rana toro americana *Aquarana catesbeiana* (Shaw, 1802)

Este estudio analizó la influencia de diferentes frecuencias alimenticias en el desempeño productivo de renacuajos de rana toro americana *Aquarana catesbeiana* (Shaw, 1802). Durante un período de 57 días se evaluaron cuatro frecuencias de alimentación (2, 4, 6 y 8 comidas/día) con ración comercial en polvo para peces carnívoros, que contenía 55% de proteína bruta (PB), enfocándose en las variables: ganancia de peso,

factor de conversión alimenticia (FCA), tasa de crecimiento específico (TCE) y supervivencia. También se analizaron las variables fisicoquímicas de la calidad del agua de cultivo. Los resultados demostraron que el tratamiento T1, con menor frecuencia alimenticia, proporcionó mayor ganancia de peso, menor FCA y mayor TCE. Todos los tratamientos mostraron altos niveles de compuestos nitrogenados. Estos compuestos, cuando se acumulan, presentan riesgos para la salud de los renacuajos, influyendo en la tasa de supervivencia. La investigación concluyó que, para renacuajos, el aumento de la frecuencia alimenticia no trajo beneficios zootécnicos. Las frecuencias más altas generaron mayor acumulación de residuos orgánicos, comprometiendo la calidad del agua sin mejorar el desempeño zootécnico. Por lo tanto, la oferta de dos comidas diarias resultó más eficiente, contribuyendo a un uso optimizado de la ración y a una mayor producción. Los datos refuerzan la importancia de equilibrar la frecuencia alimenticia, garantizando la eficiencia nutricional y la sostenibilidad del cultivo.

Palabras clave: Ranicultura, calidad del agua, desempeño zootécnico.

Introdução

A Classe Amphibia compreende três ordens, sendo uma delas a Ordem Anura, que inclui os sapos, rãs e pererecas (Storer et al. 2000). Contudo, apenas as rãs são utilizadas comercialmente, com destaque para a rã-touro americana, uma espécie robusta, prolífica e precoce, originária da América do Norte e amplamente distribuída pelo mundo.

A rã-touro americana *Aquarana catesbeiana* é um anfíbio anuro que apresenta um ciclo de vida composto por duas fases bem definidas. Na fase inicial, o animal habita predominantemente ambientes aquáticos, enquanto na segunda fase, ele assume uma vida parcialmente terrestre (Wilbur, 1980). Em geral, esses animais são altamente dependentes do ambiente aquático, pois muitas espécies continuam a viver na água mesmo após a metamorfose. A reprodução de várias espécies ocorre em corpos d'água, como rios, lagos e poças (Duellman & Trueb, 1994).

Conforme a legislação brasileira, a rã-touro é classificada como pescado e sua carne representa o principal produto da ranicultura (Brasil, 2020). Segundo Cribb et al. (2013), a carne de rã possui uma composição centesimal similar à de outras carnes magras brancas, apresentando baixos valores calóricos e teor reduzido de lipídios. Além disso, as proteínas presentes nessa carne têm alto valor biológico.

Nas espécies utilizadas em cultivo, diversas pesquisas têm se dedicado a elaborar técnicas economicamente viáveis para a produção de girinos, com foco na nutrição (Secco et al. 2007), desempenho (Lima et al., 2003; Hayashi, Soares et al. 2004) e qualidade da água (Castro & Pinto, 2000).

A fase de girino representa um desafio crítico na ranicultura devido às interrupções na continuidade da produção, decorrentes de doenças e mortes, pois trata-se da fase inicial do desenvolvimento da rã, em que os indivíduos estão na forma de girinos após a eclosão dos ovos e seguem até a metamorfose, vivendo em ambiente aquático. Esses eventos são frequentemente atribuídos a práticas zootécnicas empíricas, especialmente a administração de dietas inadequadas, uma vez que as exigências nutricionais das rãs ainda são pouco compreendidas. Melhorar o conhecimento sobre essas exigências pode resultar em desempenhos superiores dos animais (Seixas Filho et al. 1998; Seixas Filho et al. 1998).

Além disso, é importante ressaltar que as dietas utilizadas na alimentação de girinos frequentemente dependem da ração para peixe como fonte principal de proteína de origem animal. No entanto, essa fonte tem sido associada a uma qualidade nutricional geralmente baixa, com produção sazonal e custo elevado, resultando em um aumento significativo nos custos de produção para os criadores de rãs (Albinati et al. 2000). Conforme observado por Oliveira-Bahia (2007), o tubo digestório dos girinos de rã-touro é extremamente longo, sem uma distinção anatômica do estômago, com o intestino chegando a ser seis vezes maior que o próprio girino na fase de maior desenvolvimento. Reforçando a necessidade de um suprimento constante de alimento.

De acordo com Lima & Agostinho (1992), os girinos de rã-touro têm um comportamento marcado pela movimentação constante e distribuição aleatória pelo tanque, o que resulta em um alto gasto energético e na necessidade de alimentação frequente. Esses girinos possuem hábitos alimentares iliófagos e perifito-planctófagos, necessitando de uma oferta contínua de alimento no tanque devido à natureza de seu aparelho digestivo. A análise sobre o impacto da frequência alimentar durante a fase inicial de vida desses animais pode oferecer informações fundamentais para aprimorar as práticas de manejo nutricional na produção de rãs em cativeiro.

Assim, este trabalho se justifica pela importância de compreender melhor o impacto da frequência alimentar durante a girinagem, visando entender o desempenho produtivo dos animais nesta fase. Objetivou-se avaliar

como diferentes frequências de alimentação afetam o desempenho zootécnico durante a fase de girinagem da rã-touro *Aquarana catesbeiana*, relacionando os resultados obtidos às variáveis de ganho de peso, fator de conversão alimentar, taxa de crescimento específico e sobrevivência dos animais.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi autorizada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (CEUA/UFRPE), sob o protocolo CEUA nº 6718080424. O experimento foi conduzido no Laboratório de Experimentação com Organismos Aquáticos (LEOA), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), no município de Serra Talhada, Pernambuco, Brasil (7°57'24.9"S 38°17'41.6"W), no período de 03 de abril a 29 de maio de 2024, totalizando 57 dias de criação.

Os 144 girinos de rã-touro foram provenientes de uma mesma desova e coletados no estágio 25 de Gosner (1960), com peso médio inicial de $0,46 \pm 0,00$ g ($n=12$ animais por tanque), doados pelo Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura (LRPA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Bananeiras, Paraíba, Brasil, e transportados até o Laboratório de Experimentação com Organismos Aquáticos (LEOA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST). O transporte foi realizado em tanques plásticos contendo água do local e oxigênio. Em seguida, foram estocados em tanques com capacidade de 250 litros de água para aclimação, quarentena e seleção até o povoamento definitivo nos tanques experimentais.

Foram utilizados 12 tanques de polipropileno de coloração branca com capacidade útil de 15L de água e abastecimento individual, as quais receberam 12L de água, abrigando 12 animais, resultando em uma densidade de estocagem de 1 girino por litro. A água utilizada foi proveniente de poço artesiano, livre de cloro, com renovação diária em todas as caixas. Os tanques contavam com tampas vazadas e telas de proteção para evitar a entrada de sujeira, animais e insetos.

O sistema de aeração consistiu em compressor radial de 120 watts, que conectava a uma tubulação de 25 mm equipada com registros metálicos para a regulação de ar. Nesta tubulação estava conectado tubos de poliuretano de 0,6 mm de espessura, os quais possuíam difusores de ar para aquários em suas extremidades, em cada unidade experimental. Esse sistema garantiu a circulação da água, levando-a do fundo até a superfície, o que resultou no deslocamento dos gases tóxicos, na redução da sedimentação e na oxigenação da área de produção.

O manejo da água nos tanques experimentais foi realizado diariamente, visando manter a qualidade adequada da água para os girinos. Antes do início da oferta de alimento, realizava-se sifonagem de fundo nos tanques para a remoção das fezes e restos de alimento acumulados. A troca de água foi feita de forma gradual, utilizando beakers, de maneira a minimizar o estresse dos animais durante o processo. Inicialmente, as renovações de água seguiam uma rotina de troca de 25% do volume dos tanques diariamente, com uma substituição total de 100% do volume sendo realizada semanalmente.

No entanto, logo verificou-se que esse manejo não era suficiente para manter as condições hídricas ideais, especialmente com o aumento da carga orgânica nos tanques devido à alimentação frequente e ao acúmulo de resíduos metabólicos. Diante disso, a renovação de água foi ajustada, passando a ser realizada a troca de 100% do volume dos tanques diariamente. Essa mudança foi implementada com o objetivo de garantir uma qualidade de água adequada, minimizando a concentração de compostos nitrogenados e outros resíduos que poderiam comprometer o desempenho zootécnico e a sobrevivência dos girinos.

Foi realizado durante o período experimental o monitoramento da qualidade da água diariamente, às 14h00, onde foram medidas a temperatura da água (T°C), o pH, o oxigênio dissolvido (OD, mg/L), a temperatura ambiente (T°C), com o auxílio de um medidor de pH de bolso, um medidor de oxigênio dissolvido e um termômetro digital de ambiente externo, respectivamente.

Além dessas medições diárias, a cada quinze dias foram realizadas coletas das águas para análise dos parâmetros adicionais como: dureza (mg CaCO_3/L), concentração de amônia (mg NH_3/L), nitrito (mg NO_2^-/L), condutividade elétrica (mS/cm) e salinidade (g/L). As análises foram conduzidas utilizando testes colorimétricos, fotômetro multiparâmetro e medidor de condutividade, salinidade e SDT de bolso à prova d'água.

Para a alimentação dos girinos de rã-touro *Aquarana catesbeiana*, se utilizou uma ração comercial em forma de pó (Tabela 1). A ração foi administrada manualmente durante todo o período experimental, em uma proporção de 10% da biomassa alojada dos girinos a cada dois dias. A ração com 55% de proteína bruta foi escolhida de acordo com os resultados de desempenho obtidos por Seixas-Filho et al. (2010).

Tabela 1. Composição básica da proteína utilizada durante a fase experimental dos girinos de rã-touro *Aquarana catesbeiana* em diferentes frequências de alimentação.

Composição centesimal (%)	Níveis de garantia
Proteína Bruta (Mínimo)	55%
Extrato Etéreo (Mínimo)	9%
Umidade (Máximo)	10%
Matéria Mineral (Máximo)	16%
Fibras (Máximo)	3%
Cálcio (Mínimo)	1,5%
Fósforo (Mínimo)	1,4%

Suplemento vitamínico: Vitamina C (mg/kg) = 2000, Vitamina E (UI/kg) = 400.

Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos de frequências alimentares (2, 4, 6 e 8 refeições/dia), com três repetições cada tratamento. Todos os tratamentos receberam a mesma quantidade de ração. A pesagem diária da ração foi conduzida utilizando uma balança eletrônica digital com precisão de $\pm 0,01$ g.

O peso (g) dos girinos de rã-touro *Aquarana catesbeiana* foram avaliados quinzenalmente a partir de uma amostra correspondente a 10% do total de girinos em cada tanque experimental, utilizando uma balança eletrônica digital $\pm 0,01$ g. A partir da coleta dos dados, iniciou-se o acompanhamento das variações de peso (g) e o desempenho zootécnico dos girinos.

Para avaliar o desempenho produtivo dos girinos submetidos aos quatro tratamentos de frequência alimentar, foram utilizados modelos matemáticos aplicados às seguintes variáveis:

a) Fator de Conversão Alimentar (FCA): Representa a razão entre a quantidade de alimento fornecido (em peso seco) e o ganho de biomassa (em peso vivo), conforme a fórmula:

$$FCA = \text{Quantidade de ração fornecida} / \text{Ganho de Biomassa}$$

b) Ganho de Peso (GP): Determinado pela diferença entre o peso final (Pf) e o peso inicial (Pi), conforme a fórmula:

$$GP = Pf - Pi$$

c) Sobrevivência (S): Expressa em porcentagem, é calculada pela fórmula:

$$S = 100. (N.^{\circ} \text{ final indivíduos} / N.^{\circ} \text{ inicial indivíduos})$$

d) Taxa de Crescimento Específico TCE (% dia⁻¹): Calculada pela diferença entre o logaritmo neperiano do peso final (Pf) e o logaritmo neperiano do peso inicial (Pi), dividido pelos dias de cultivo, dada pela fórmula:

$$TCE (\% \text{ dia}^{-1}) = 100. (\text{Log}_e Pf - \text{Log}_e Pi) / 57$$

A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa Statistica V10.0 Statsoft e planilha eletrônica Microsoft Excel. Para verificar a normalidade dos dados, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade foi checada pelo teste de Levene, ambos ao nível de significância de 5%. Após a confirmação dos pressupostos, foi realizada uma análise de variância Anova seguida pelo teste de comparação de médias de Tukey, também ao nível de significância de 5%.

Resultados

A temperatura média do ambiente no qual foi conduzido o experimento foi de $28,7 \pm 1,87$ °C (Figura 1), enquanto a temperatura média da água de cultivo foi de $24,9 \pm 0,05$ °C (Figura 2). As médias de temperatura da água, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e pH mantiveram-se semelhantes entre os tratamentos, sem diferença significativa ($p > 0,05$), conforme apresentado na (Tabela 2). No entanto, observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as concentrações de nitrito, dureza, amônia total e salinidade.

Figura 1. Temperatura no ambiente de cultivo durante o período experimental.

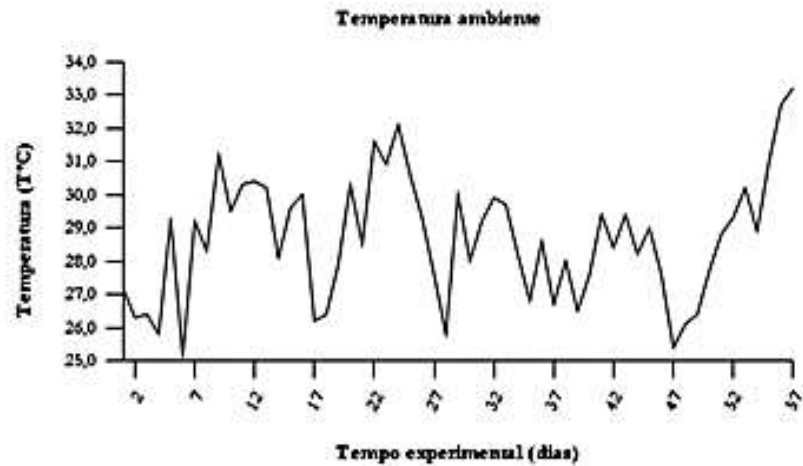
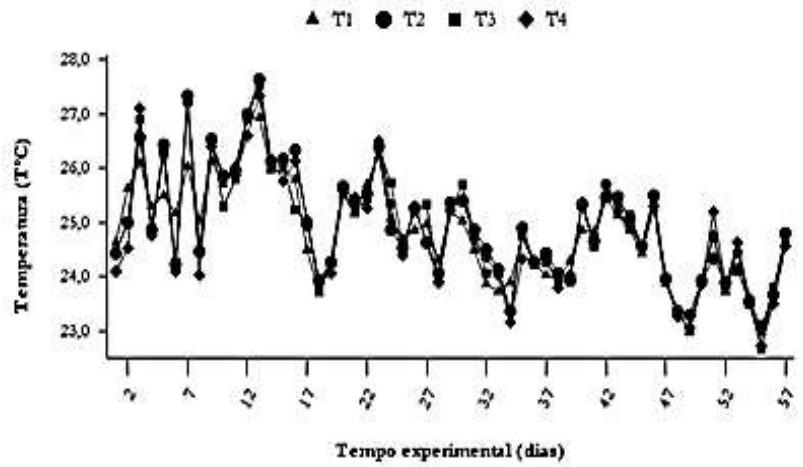


Figura 2. Temperatura da água de cultivo nos tanques experimentais dos girinos de rã-touro americana *Aquarana catesbeiana* em diferentes frequências de alimentação.



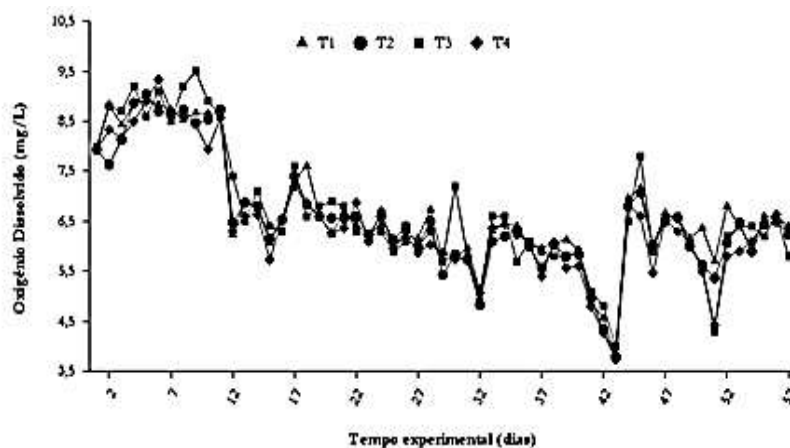
Os valores médios obtidos para oxigênio dissolvido em todos os tratamentos estiveram dentro do parâmetro considerado ideal, com concentrações acima de 6,0 mg/L entre os tratamentos (Tabela 2). Ao longo do período experimental, verificou-se que o consumo de oxigênio dissolvido não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ($p>0,05$). Foi registrada uma variação do oxigênio dissolvido durante os 57 dias de criação, em todos os tratamentos (Figura 3).

Tabela 2. Valores médios com desvio padrão das variáveis de qualidade de água obtidos em todos os tratamentos submetidos à diferentes frequências de alimentação.

Variáveis	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
T (°C)	24,8 ± 0,46 ^a	24,9 ± 0,12 ^a	24,9 ± 0,29 ^a	24,9 ± 0,11 ^a
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,7 ± 0,13 ^a	6,6 ± 0,16 ^a	6,6 ± 0,20 ^a	6,5 ± 0,15 ^a
Nitrito (mg/L)	5,00 ± 1,38 ^{ab}	5,03 ± 0,86 ^a	4,50 ± 1,23 ^b	4,79 ± 0,53 ^{ab}
Dureza (mg/L)	471,4± 103,3 ^a	405,7± 10,3 ^b	447,5 ± 125,3 ^{ab}	471,3 ± 103,3 ^a
Condutividade (mS/cm)	6,22 ± 0,02 ^a	6,21 ± 0,30 ^a	6,33 ± 0,04 ^a	6,40 ± 0,03 ^a
Amônia total (mg/L)	4,25 ± 1,09 ^{ab}	3,58 ± 0,88 ^b	4,42 ± 0,58 ^{ab}	6,00 ± 0,87 ^a
Salinidade (%)	1,03 ± 0,02 ^b	1,41 ± 0,61 ^a	1,06 ± 0,02 ^b	1,10 ± 0,05 ^b
pH	7,6 ± 0,05 ^a	7,6 ± 0,09 ^a	7,6 ± 0,15 ^a	7,6 ± 0,05 ^a

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

Figura 3. Níveis de oxigênio dissolvido registrados durante o período experimental.



Para as variáveis nitrito, dureza e amônia total, houve diferenças significativas ($p < 0,05$). Apesar das diferenças observadas entre os tratamentos onde T3 e T4 apresentaram concentrações menores em comparação aos outros tratamentos. Com relação à dureza e à condutividade elétrica, notou-se altos índices em todos os tratamentos durante o período experimental, conforme apresentado na (Tabela 2).

As concentrações médias de amônia total também foram elevadas. O tratamento T4, que envolveu a maior frequência alimentar, apresentou níveis superiores em comparação aos outros tratamentos (Tabela 2). A salinidade foi maior nos tratamentos T2 e T4 em comparação aos demais (Tabela 2). O pH apresentou valor médio de 7,6 e manteve-se alcalino ao longo de todo o período experimental para todos os tratamentos, sem diferenças significativas entre as médias ($p > 0,05$).

Os resultados do desempenho zootécnico dos girinos em relação às diferentes frequências de alimentação, após 57 dias de cultivo, estão apresentados na (Tabela 3). No presente estudo, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) no desempenho produtivo dos girinos em resposta às diferentes frequências de alimentação para peso final, ganho de peso e fator de conversão alimentar (Tabela 3).

O tratamento T1, que consistiu em duas refeições diárias, obteve os melhores resultados em termos de peso médio final (Figura 2) e ganho de peso, sendo significativamente superior aos demais tratamentos (Tabela 3). O fator de conversão alimentar (FCA) apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,05$). No tratamento T1, o FCA foi o mais baixo, indicando a maior eficiência alimentar entre os grupos (Tabela 3).

No tratamento T2, onde os girinos foram alimentados 4 vezes por dia, o FCA apresentou uma piora significativa (Tabela 3). Nos tratamentos T3 e T4 (Tabela 3), o FCA continuou elevado. Embora esses valores sejam inferiores ao observado em T2 (Tabela 3), não houve diferença ($p > 0,05$) entre eles.

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos para a taxa de crescimento específico (TCE) com o tratamento T1 apresentando a maior média de ganho $2,00\% \text{ dia}^{-1}$ (Tabela 3). Os resultados relativos à taxa de sobrevivência dos animais durante o período experimental (Tabela 3) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$).

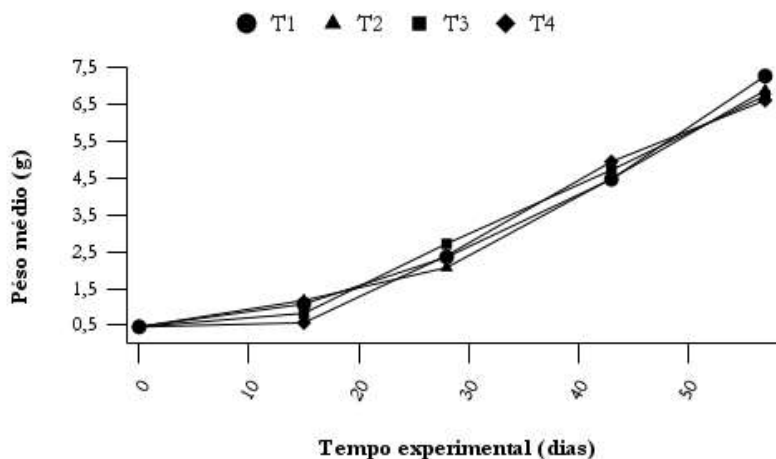
Tabela 3. Valores médios com desvios padrão das variáveis de desempenho produtivo de rã-touro americana *Aquarana catesbeiana* alimentados com diferentes frequências.

Variáveis	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Peso inicial (g)	$0,46 \pm 0,00^a$	$0,46 \pm 0,00^a$	$0,46 \pm 0,00^a$	$0,46 \pm 0,00^a$
Peso final (g)	$7,26 \pm 0,09^a$	$6,87 \pm 0,06^b$	$6,73 \pm 0,15^b$	$6,60 \pm 0,02^c$
Ganho de peso (g)	$6,79 \pm 0,09^a$	$6,41 \pm 0,06^b$	$6,27 \pm 0,15^b$	$6,13 \pm 0,02^c$
FCA*	$2,25 \pm 0,42^a$	$3,09 \pm 0,32^b$	$2,64 \pm 0,43^b$	$2,66 \pm 0,50^b$
TCE ($\% \text{ dia}^{-1}$) **	$2,00 \pm 0,01^a$	$1,92 \pm 0,01^a$	$1,90 \pm 0,02^a$	$1,88 \pm 0,00^a$
Sobrevivência (%)	$50,00 \pm 8,33^a$	$47,22 \pm 4,81^a$	$50,00 \pm 8,33^a$	$50,00 \pm 8,33^a$

*FCA – Fator de conversão alimentar. **TCE – Taxa de crescimento específico.

Valores seguidos de letra igual não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey

Figura 4. Peso médio dos girinos de rã-touro americana *Aquarana catesbeiana* submetidos a diferentes frequências alimentares.



Discussão

A temperatura média do ambiente e da água de cultivo no qual o experimento foi conduzido, manteve-se dentro da faixa adequada para o crescimento e desenvolvimento de girinos, conforme indicado por Lima et al. (2003), Hayashi et al. (2004) e Seixas Filho et al. (2008). Para Hoffman, (1988), a temperatura da água afeta diretamente o metabolismo dos anfíbios por serem animais ectotérmicos, adaptando sua temperatura corporal ao ambiente, o que resulta em um crescimento mais rápido e maior ganho de peso quando estão em condições térmicas ideais.

Durante o experimento, foram registrados valores de temperatura da água superiores aos descritos por Cribb et al. (2013), que sugerem uma faixa de tolerância entre 21 e 25°C, com uma temperatura ideal de 23°C para condições específicas da região Sudeste do Brasil. No entanto, como o experimento foi realizado na região semiárida de Pernambuco, que apresenta temperaturas mais elevadas, os valores observados foram mais altos (Figura 2). Apesar disso, esses valores elevados não comprometeram o desenvolvimento dos animais.

O oxigênio dissolvido em todos os tratamentos apresentou-se dentro dos níveis considerados ideais, ≥ 4 mg/L, de acordo com Cribb et al. (2013). Mesmo o tratamento T4, que apresentou a menor média de oxigênio dissolvido $6,5 \pm 0,15$ mg/L, esteve acima do limite ideal (Tabela 2). Isso indica que, apesar das variações entre os tratamentos, todos mantiveram níveis adequados de oxigênio dissolvido para o cultivo.

No entanto, observou-se uma diminuição de oxigênio conforme os animais cresciam. Por volta do 42º dia, houve uma redução brusca nos níveis de oxigênio dissolvido, com o tratamento T4 atingindo um valor de 3,73 mg/L, apesar das renovações diárias de 25% do volume total de água (Cribb et al. 2013). Desde o 25º dia, já havia sido implementada uma renovação completa de 100% do volume de água semanalmente, com o objetivo de manter a qualidade adequada nos tanques. Esse fato ocorrido pode ser atribuído ao aumento de peso dos animais, que passaram a demandar uma maior quantidade de oxigênio para sustentar seu metabolismo. Nos últimos 10 dias do experimento, registrou-se um aumento nos níveis de oxigênio dissolvido em todos os tratamentos (Figura 3), o que se deve, em grande parte, à redução do número de girinos em decorrência da metamorfose dos animais.

As concentrações de nitrito entre as frequências analisadas revelaram variações que podem ser associadas ao processo descrito por Cribb et al. (2013), no qual a excreção de compostos nitrogenados pelos animais, como a amônia, é convertida em nitrito e nitrato pela ação de bactérias nitrificantes. A amônia, sendo altamente tóxica em grandes quantidades, é rapidamente transformada por essas bactérias, e a variação nas concentrações de nitrito observada entre as frequências sugere diferentes níveis de excreção e de atividade biológica no ambiente de cultivo. Apesar das diferenças ($p < 0,05$) observadas entre os tratamentos onde T3 e T4 apresentaram concentrações menores em comparação aos outros tratamentos, todas as concentrações de nitrito encontradas superaram os valores recomendados para a espécie que, segundo Cribb et al. (2013), devem estar entre 0,5 mg/L e 1,0 mg/L. Isso mostrou que os níveis de nitrito nos sistemas avaliados estavam elevados, representando um risco potencial à saúde dos animais, especialmente em situações de exposição prolongada.

A elevada dureza presente no estudo é atribuída à água de poço artesiano, que geralmente se deve à presença de minerais, como cálcio e magnésio, que se dissolvem nas águas subterrâneas, uma característica natural das águas provenientes de poço artesiano na região semiárida de Pernambuco. National Research Council (1974) sugere que os parâmetros de água para a criação de rãs-touro, tanto larvais quanto adultas, sejam de dureza

entre 150 e 250 mg/L, com foco em pesquisas científicas, ficando um pouco abaixo dos dados apresentados, mas não influenciando negativamente no desenvolvimento da girinagem.

Com relação à condutividade elétrica, notou-se altos índices em todos os tratamentos durante o período experimental, conforme apresentado na (Tabela 2). Os valores obtidos foram significativamente maiores do que os reportados por Cribb et al.(2013), que registraram $<0,15$ mS/cm sem danos aparentes. Esse aumento pode ser explicado pela presença de matéria orgânica na água, como resíduos de ração, fezes e excretas nitrogenadas, cuja decomposição contribuiu para os altos níveis de condutividade elétrica.

As concentrações médias de amônia total foram elevadas, ultrapassando a faixa de tolerância de até 0,7mg/L descrita por Cribb et al.(2013). O tratamento T4, que envolveu a maior frequência alimentar, apresentou níveis superiores em comparação aos outros tratamentos (Tabela 2). Essa elevação pode ser atribuída ao acúmulo significativo de dejetos diários excretado pelos animais e ao acúmulo de ração não aproveitada devido à alta frequência alimentar, já que não foi suspensa ou ajustada a administração de ração em nenhum momento do experimento.

A salinidade foi maior nos tratamentos T2 e T4 em comparação aos demais (Tabela 2). No entanto, em todos os tratamentos os níveis de salinidade estiveram abaixo da faixa tolerância observada por Seixas-Filho et al. (2003), que indicam ser viável a criação de girinos em propriedades que disponham de água com salinidade de até 3%. O pH manteve-se alcalino ao longo de todo o período experimental para todos os tratamentos. O valor permaneceu em torno de 7,6, ligeiramente acima da faixa de tolerância de 6,5 - 7,5 sugerida por Cribb et al.(2013).

Há uma escassez de estudos que exploram o uso de frequências alimentares elevadas na criação de girinos de rã-touro americana *Aquarana catesbeiana*. Castro et al. (2012) realizaram um estudo que investigou o impacto de diferentes frequências alimentares (6, 24 e 46 refeições por dia) no desempenho produtivo da rã-touro em um sistema de cultivo inundado. No estudo, a frequência de 6 refeições por dia, que se assemelha à utilizada por Cribb et al.(2013) de 4 refeições por dia, demonstrou os menores valores nos parâmetros de desempenho produtivo.

Por outro lado, a utilização de uma alta frequência de alimentação, com 46 refeições por dia, resultou em melhores índices de crescimento e conversão alimentar aparente. Os autores evidenciaram que a conversão alimentar registrada no tratamento com a menor frequência (6 refeições por dia) foi de 2,31, enquanto no tratamento com a maior frequência (46 refeições por dia) foi de 1,20. Essa diferença resultou em uma economia de 1.110 kg de ração para cada tonelada de rã produzida, contribuindo para a viabilidade econômica da ranicultura.

No presente estudo, foram observadas diferenças no desempenho produtivo dos girinos em resposta às diferentes frequências de alimentação. O tratamento T1, que consistiu em duas refeições diárias, obteve os melhores resultados em termos de peso médio final (Figura 4) e ganho de peso, sendo significativamente superior aos demais tratamentos (Tabela 3). Isso sugere que, apesar da menor frequência alimentar, os girinos conseguiram maximizar a utilização dos nutrientes, indicando que uma maior frequência de alimentação não se traduziu em um aumento correspondente no ganho de peso, evidenciando que a eficiência na utilização da ração fornecida pode ter sido comprometida em condições das altas frequências alimentares.

O fator de conversão alimentar (FCA) no tratamento T1, foi o mais baixo, indicando a maior eficiência alimentar entre os grupos (Tabela 3). Marshall (1978) comenta que, em ambiente de laboratório, os valores de conversão alimentar variaram de 1,53 a 2,43. Logo, com a frequência moderada de ração, os girinos foram capazes de utilizar os nutrientes de forma produtiva, convertendo em um maior ganho de peso com a menor oferta diária de ração. No tratamento T2, onde os girinos foram alimentados 4 vezes por dia, o FCA apresentou uma piora significativa (Tabela 3). Esse aumento no FCA indica uma menor eficiência na conversão do alimento em peso, demonstrando que a maior frequência alimentar não resultou em uma melhor utilização dos nutrientes. Ao contrário, parece ter levado a um maior desperdício de ração ou a um menor aproveitamento energético. Nos tratamentos T3 e T4 (Tabela 3), o FCA continuou elevado. Embora esses valores sejam inferiores ao observado em T2 (Tabela 3), indicando que aumentar a frequência alimentar além de 2 vezes ao dia não resultou em melhorias na eficiência alimentar. Isso mostrou que o aumento da frequência alimentar não proporcionou vantagens em termos de conversão alimentar.

Lima & Agostinho (1992) observaram que os gastos com alimentação representam 57% do custo total na criação de rãs. O aumento do FCA nos tratamentos com maior frequência alimentar sugere que, apesar de os girinos consumirem a mesma quantidade de ração, não obtiveram um ganho de peso comparável ao do tratamento T1. Essa diferença no desempenho alimentar pode comprometer a viabilidade econômica da produção com uma maior despesa com ração sem a correspondente melhoria nos ganhos de peso relacionados à girinagem.

Para a taxa de crescimento específico (TCE) com o tratamento T1 apresentando a maior média de ganho $2,00\% \text{ dia}^{-1}$ (Tabela 2), os resultados deste estudo foram consideravelmente inferiores aos relatados por Seixas Filho et al. (2010), que observaram uma TCE de $9,20\% \text{ dia}^{-1}$ em girinos de rã-touro alimentados com uma dieta contendo 28% de proteína bruta ao longo de 60 dias. Um valor significativamente maior em comparação com os resultados da presente pesquisa, que utilizou uma dieta com 55% de proteína. A quantidade de proteína não foi eficientemente utilizada pelos girinos, podendo estar relacionado a uma possível saturação na capacidade de absorção e metabolização dos nutrientes. No trabalho de Mansano et al. (2016), que investigou os efeitos de diferentes níveis de proteína em dietas para girinos de rã-touro *Aquarana catesbeiana*, relataram que, na análise hepática final dos animais alimentados com uma dieta de 55% de proteína bruta, verificou-se desorganização dos hepatócitos, variando de discreta a moderada, aos 60 dias de experimento, comprometendo assim sua sanidade.

A mortalidade dos girinos desde o nascimento até a metamorfose pode variar significativamente em ranários, em razão dos diferentes tipos de tanque e do manejo empregado. Em ranários tradicionais, no setor de girinos, as taxas de mortalidade médias variam de 20% (Hikichi, 1980) a 50% (Riente, 1988).

Os índices de sobrevivência podem estar atrelados ao fato de que a alimentação adequada dos girinos ainda é um dos fatores primordiais para garantir o sucesso na sua produção. Como as exigências nutricionais específicas desta fase ainda não foram completamente estabelecidas, tem sido comum o uso de rações comerciais formuladas para peixes carnívoros no manejo dos girinos. Essa prática, entretanto, pode acarretar problemas como desenvolvimento anormal, aumento da mortalidade e surgimento de sinais clássicos de distúrbios nutricionais, conforme apontado por Albinati et al. (2000), Hipólito et al. (2004) e Hipólito et al. (2007).

Os níveis elevados de amônia e nitrito, frequentemente acima do recomendado, podem ter influenciado negativamente a sobrevivência dos animais. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) na taxa de sobrevivência entre os tratamentos, a persistência dessas concentrações elevadas indica um possível risco à saúde dos girinos, especialmente considerando que houve exposição prolongada a essas substâncias.

A interação entre a qualidade da água e o desempenho produtivo é um fator a ser considerado em manejos de cultivo de anfíbios. A otimização da frequência alimentar, aliada a um monitoramento eficaz da qualidade da água, pode possibilitar não apenas um crescimento saudável, mas também uma taxa de sobrevivência mais elevada, permitindo o sucesso na fase de girinos. Essa relação apontou a necessidade de uma abordagem integrada na gestão de cultivos, onde a alimentação, a qualidade da água e a saúde dos animais estejam interconectadas, proporcionando um ambiente que favoreça o desenvolvimento das rãs em todas as fases de seu ciclo de vida.

Conclusão

A menor frequência alimentar, com duas ofertas diárias, está associada a um desempenho superior em resposta ao maior ganho de peso, peso final e taxa de crescimento específico de girinos de rã-touro *Aquarana catesbeiana*, sendo assim, a recomendada. As altas frequências alimentares quando utilizadas com rações com alto teor proteico influenciam negativamente a qualidade da água de cultivo, levando a índices de mortalidade elevados. Do ponto de vista econômico, altas frequências de alimentação com o uso de ração com elevado teor proteico na fase de girinagem deixam de ser vantajosas, dado o comprometimento do equilíbrio entre desempenho zootécnico e sustentabilidade. Ainda existem lacunas a serem exploradas, como a necessidade de aprofundar a compreensão sobre a interação entre a frequência alimentar, a nutrição com elevado teor proteico e a qualidade da água na fase inicial de desenvolvimento dos girinos de rã-touro americana *Aquarana catesbeiana*.

Referências

- Albinati, R.C.B., Lima, S.L., Tafuri, M.L. & Donzele, J.L. (2000). Digestibilidade aparente de dois alimentos proteicos e três energéticos para girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(6): 2151-2156. <https://www.sbz.org.br/revista/artigos/2715.pdf>
- Brasil, 2020. *Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020*. Dispõe sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p. 5.

- Castro, C.S., Agostinho, C.A., Argentim, D., Alexandre, J.S., Oliveira, L.C., Souza, R.M.R. & Padilha, M.P. (2012). Feed digestibility and productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency. *Aquaculture*, 326: 123-128. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.11.010>
- Castro, J.C. & Pinto, A.T. (2000). Qualidade da água em tanques de girinos de rã-touro, *Rana catesbeiana*, Shaw, 1802, cultivados em diferentes densidades de estocagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(6): 1903-1911. <https://www.sbz.org.br/revista/artigos/2822.pdf>
- Cribb, A.Y., Afonso, A.M. & Mostério, C.M.F. (2013). *Manual técnico de ranicultura*. Brasília: EMBRAPA.
- Duellman, W.E. & Trueb, L. (1994). *Biology of the amphibians*. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press.
- Gosner, K.L. (1960). A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica*, 16(3): 183-190.
- Hayashi, C., Soares, C.M., Galdioli, E.M., Furuya, V.R.B. & Boscolo, W.R. (2004). Desenvolvimento de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802) cultivados em diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(1): 14-20. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000100003>
- Hikichi, T. (1980). Demonstração do retorno do investimento de um ranário. In: *ENAR* (pp. 191-199). Jaboticabal: Anais do ENAR, 2.
- Hipólito, M., Martins, A.M.C.R.P.F. & Bach, E.E. (2004). Aspectos bioquímicos em fígado de rãs-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) sadias e doentes. *Arquivos do Instituto Biológico*, 71(2): 147-153. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v71p1472004>
- Hipólito, M., Ribeiro Filho, O.P. & Bach, E.E. (2007). Aspecto bioquímico em fígados de *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) submetida a diferentes dietas. *ConScientiae Saúde*, 6(1): 49-56. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v6i1.907>
- Hoffmann, D.F. (1988). *Efeito da temperatura e da possibilidade de coprofagia no desempenho e desenvolvimento de girinos de rã-touro (Rana catesbeiana Shaw, 1802)* [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <https://www.ufrgs.br/fagro/joomla/index.php/ppgzoo-teses-dissertacoes>
- Lima, S.L. & Agostinho, C.A. (1992). *A tecnologia de criação de rãs*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Lima, S.L., Casali, A.P. & Agostinho, C.A. (2003). Desempenho zootécnico e tabela de alimentação de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*) criados no sistema anfigranja. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(3): 512-518. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000300002>
- Mansano, C.F.M., Pereira, M.M., Macente, B.I., Makino, L.C., Jacintho, A.P.P., Nakaghi, L.S.O. & Stéfani, M.V. (2016). Diferentes níveis proteicos na dieta de girinos de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) e seus efeitos sobre o tecido hepático. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36(6): 526-532. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000600011>
- Marshall, G.A. (1978). *Development of testing procedures, feed formulation, and protein requirements for Rana catesbeiana larvae*. Louisiana: School of Forestry and Wildlife Management.
- National Research Council. (1974). *Amphibians: guidelines for the breeding, care and management of laboratory animals*. Washington: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/661>
- Oliveira-Bahia, V.R.L. (2007). *Morfologia e enzimologia do sistema digestório dos girinos da rã-touro (Rana catesbeiana) durante o desenvolvimento e metamorfose* [Tese de Doutorado]. Jaboticabal (SP): Centro de Aquicultura da Unesp. <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/a1d5f559-e36a-4eae-9998-6ac1e5302cc6>
- Riente, D.B. (1988). Propostas de índices zootécnicos. In: *Encontro Nacional de Ranicultura* (pp. 275-279). Rio de Janeiro: Anais do Encontro Nacional de Ranicultura, 6.
- Secco, E.M., Stéfani, M.V. & Vidotti, R.M. (2007). Apparent digestibility of different ingredients in diets for bullfrog *Rana catesbeiana* tadpoles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 36(1): 135-140. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00140.x>
- Seixas Filho, J.T., Hipólito, M., Carvalho, V.F., Martins, A.M.C.R.P.F., Silva, L.N. & Castagna, A.A. (2008). Alterações histopatológicas em girinos de rã-touro alimentados com rações comerciais de diferentes níveis proteicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(12): 2085-2089. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001200002>

- Seixas Filho, J.T., Mello, S.C.R.P., Bastos, M.P., Miranda, R.G.B. & Veiga, R.C.A. (2003). Efeito de diferentes salinidades da água sobre o desempenho de girinos de *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802). *Augustus*, 8(16): 14-23.
- Seixas Filho, J.T., Mello, S.C.R.P., Silva, J.M.F., Thomas, J.E. & Melo, C.M.S. (1998). Efeito de níveis de energia e proteína bruta no desempenho de girinos (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(4): 664-669. <https://www.sbz.org.br/revista/artigos/1840.pdf>
- Seixas Filho, J.T., Mello, S.C.R.P., Veiga, R.C.A., Miranda, R.G.B. & Santos, C.A.N. (1998). Efeito da granulometria da ração sobre o desempenho de girinos de *Rana catesbeiana*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(2): 224-230. <https://www.sbz.org.br/revista/artigos/1860.pdf>
- Seixas Filho, J.T., Navarro, R.D., Silva, L.N., Garcia, S.L.R. & Hipólito, M. (2010). Desempenho de girinos de rã-touro alimentados com ração comercial contendo diferentes concentrações de proteína bruta. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5(3): 428-433. <https://doi.org/10.5039/agraria.v5i3a788>
- Seixas Filho, J.T., Oliveira, M.G.A., Moura, G.S., Lanna, E.A.T., Garcia, S.L.R. & Lima, J.L.P. (2010). Influence of supplying bullfrog tadpoles with feed containing 28% crude protein on performance and enzymatic activities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(1): 9-17. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100002>
- Storer, T.I., Usinger, R.L., Stebbins, R.C. & Nybakken, J.W. (2000). *Zoologia geral*. 6ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- Wilbur, H.M. (1980). Complex life cycles. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11(1): 67-93. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.11.110180.000435>

Como citar o artigo

Silva, I.B.L., Teixeira, B.L.B., Silva, U.L. & Almeida, C.G. (2025). Influência da frequência alimentar no desempenho produtivo de girinos de rã-touro americana *Aquarana catesbeiana* (Shaw, 1802). *Actapesca*, 23, 240-250.