

# INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE VITAMINA C À DIETA NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE RÃS-TOURO *Lithobates catesbeianus* PÓS-METAMORFOSEADAS\*

Rainer KNOOP<sup>1</sup>; Claudia Maris FERREIRA<sup>2</sup>; Neuza S. TAKAHASHI<sup>2</sup>; Fernanda Menezes FRANÇA<sup>1</sup>; Antonio M. ANTONUCCI<sup>1</sup>; Patrícia C. TEIXEIRA<sup>3</sup>; Atushi SUGOHARA<sup>4</sup>; Danielle de Carla DIAS<sup>3</sup>; Leonardo TACHIBANA<sup>2</sup>; Marcio HIPOLITO<sup>5</sup>

## RESUMO

O experimento foi desenvolvido no projeto de ranicultura da Fazenda Marta, localizada no município de Tremembé, no Estado de São Paulo - Brasil. O objetivo foi verificar o desempenho produtivo (crescimento, sobrevivência, conversão alimentar) de rãs-touro *Lithobates catesbeianus* pós-metamorfoseadas, alimentadas com dieta contendo diferentes quantidades de vitamina C e sua performance em função da temperatura. Os animais foram mantidos em 24 tanques de 2,0 x 1,0 m, com uma densidade inicial de 50 animais por metro quadrado. Foram testados os seguintes níveis de suplementação na dieta: 0, 250, 500, 750, 1.000 e 2.000 mg de vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro réplicas. Os parâmetros avaliados foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e taxa de sobrevivência. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 30 dias e, diariamente, registrou-se a temperatura ambiente. O percentual de consumo de ração reduziu, à medida que as rãs cresceram, de 3,85 para 1,20% do peso vivo e a temperatura ambiente diminuiu de 28,0 para 20,1 °C. Pode-se concluir que não houve influência da vitamina C sobre o desempenho produtivo (crescimento, sobrevivência e conversão alimentar) de rãs-touro, na fase de engorda.

**Palavras chave:** Ácido ascórbico; antioxidante; estresse animal; ranicultura; suplementação

## INFLUENCE OF INCORPORATION OF VITAMIN C TO THE DIET IN THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BULLFROG *Lithobates catesbeianus* POST-METAMORPHOSED

### ABSTRACT

The experiment was developed in Marta Farm, Tremembé city, located in the State of São Paulo - Brazil, using a frogculture commercial project. The aim of this study was evaluate the performance (growth, survival and feed conversion) of bullfrogs *Lithobates catesbeianus*, post-metamorphosed fed with diets containing different amounts of vitamin C and your performance with the temperature. The animals were kept in 24 boxes of (2.0 x 1.0 m) with an initial density of 50 animals per square meter. We tested the following levels of supplementation in the diet: 0, 250, 500, 750, 1,000 and 2,000 mg vitamin C kg<sup>-1</sup> of diet. The experimental design was completely randomized with six treatments and four replicates. The parameters evaluated were: feed intake, weight gain, feed conversion and survival tax. The animals were weighed at the beginning of the experiment and every 30 days and recorded daily to room temperature. The percentage of food intake decreased with the growth of the frogs, from 3.85 to 1.2% of the live weight, and the mean of temperature decreased from 28 to 20.1°C. It was concluded that there was no influence of vitamin C on the performance (growth, survival and feed conversion) of bullfrogs in the growing stage.

**Key words:** Ascorbic acid; antioxidant; performance; animal stress; frogculture; supplementation

---

**Artigo Científico:** Recebido em 18/03/2011 - Aprovado em 07/11/2011

<sup>1</sup> Pós-graduação - Instituto de Pesca, APTA-SAA. Av. Francisco Matarazzo, 455 - Caixa Postal 61070 - CEP: 05001-970 - São Paulo - SP - Brasil. e-mail: rainer.knoop@bunge.com

<sup>2</sup> Pesquisador Científico - Instituto de Pesca, APTA-SAA. São Paulo - SP - Brasil

<sup>3</sup> Pós-graduação - CAUNESP - Centro de Aquicultura da UNESP. Jaboticabal - SP - Brasil

<sup>4</sup> Prof. Assistente Doutor - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP. Jaboticabal - SP - Brasil

<sup>5</sup> Pesquisador Científico - Instituto Biológico, APTA-SAA. São Paulo - SP - Brasil

\* Apoio financeiro: Bunge Fertilizantes S/A e Mogiana Alimentos S/A

## INTRODUÇÃO

Os primeiros exemplares de rã-touro, recentemente re-classificada como *Lithobates catesbeianus* (FROST *et al.*, 2006), chegaram ao Brasil na década de 1930, oriundos do Canadá. Até a década de 1970, utilizavam-se tanques múltiplos para criação e engorda de rãs, com diversos tipos de alimentos, como bofes e restos de carcaças em decomposição para a atração de insetos e desenvolvimento de suas larvas. Sucedeu-se a essa estrutura os sistemas de engorda conhecidos como tanque-ilha, confinamento, anfigranja, gaiolas, ranabox, inundado, e sistemas híbridos construídos ou não sob estufas agrícolas (FERREIRA *et al.*, 2002).

A rã-touro apresenta ótima capacidade de se adaptar aos diferentes regimes climáticos, bem como aos diferentes manejos físicos e alimentares, tornando-se, desta forma, a única espécie utilizada pelos ranários comerciais brasileiros (FERREIRA *et al.*, 2002; 2003; DIAS *et al.*, 2009).

Com o declínio dos estoques naturais de rãs devido à caça predatória, com a proibição legal da mesma e com a demanda crescente, as raniculturas ganharam popularidade no Brasil, posicionando o país como o maior produtor das Américas (TEIXEIRA *et al.*, 2001; DIAS *et al.*, 2009).

Um dos principais desafios da criação de rãs em ranários comerciais é eliminar os fatores estressantes (predadores, competição por alimento e espaço) que, tanto na natureza como no cativeiro, retardam o crescimento do animal, que por sua vez, poderia direcionar toda sua energia para a engorda e/ou a reprodução, por meio de manejo e instalações adequadas e uso de alimento balanceado e nutritivo (ROCHA *et al.*, 2010).

Em condições de cativeiro, a alimentação é feita com ração peletizada ou extrusada, para rãs e juvenis (i.e. imagos), e farelada para girinos. As rações comerciais utilizadas para a ranicultura são formuladas e balanceadas para atender às necessidades nutricionais de peixes carnívoros, pois não se dispõe de informações suficientes sobre as necessidades nutricionais desses animais (SEIXAS FILHO *et al.*, 2008). Rãs-touro apresentam melhor desempenho quando alimentadas com dietas com teores de proteína

bruta próximos a 40%, tanto na fase de girinagem (STÉFANI *et al.*, 2001) como na fase de engorda (BRAGA e LIMA, 2001; STÉFANI *et al.*, 2002), pois os anfíbios são carnívoros na fase pós-metamórfica.

Para se estabelecer programa de alimentação para as espécies comercialmente cultivadas é preciso conhecer sua biologia para a determinação do manejo mais adequado, buscando a máxima eficiência no balanceamento das dietas (AGOSTINHO *et al.*, 1994). Diversas variáveis como consumo de ração, fotoperíodo, densidade de estocagem e temperatura possuem efeito sobre o crescimento dos animais (LIMA e AGOSTINHO, 1988). É necessário conhecer, não apenas a digestibilidade dos alimentos, mas também a eficiência de outros aditivos e procedimentos que possam oferecer aos organismos, criados intensivamente, condições adequadas de manejo alimentar (SILVA *et al.*, 1994).

As vitaminas são classificadas como aditivos nutricionais, conforme a Instrução Normativa nº13 de 30/11/04 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, segundo orientações do Codex Alimentarius (SINDIRAÇÕES, 2005). Dentre os aditivos, a vitamina C ou ácido ascórbico destaca-se como componente essencial para algumas espécies como primatas, porcos da Índia, peixes, camarões, morcegos, pássaros e alguns insetos (O'KEEFE, 2001). O ácido ascórbico é obtido através da UDP-glicose, que pela ação de enzimas promove o aumento de D-glicuronato, componente essencial em certos processos de desintoxicação e na síntese da vitamina C. O D-glicuronato é convertido para a L-gulonolactona, que é desidrogenado pela ação da enzima L-gulonolactona oxidase, formando o ácido ascórbico (NELSON e COX, 2000). Nos peixes, anfíbios e répteis, o ácido ascórbico, quando produzido, ocorre nos rins. As espécies endotérmicas, como aves e mamíferos, sintetizam a vitamina no fígado, órgão mais amplo e com capacidade de atender a demanda maior devido à mudança dos mecanismos de regulação da temperatura (STONE, 1997). A absorção intestinal ocorre por difusão facilitada simples e transporte ativo, realizado por transportadores específicos altamente dependentes de Na<sup>+</sup>. O ácido ascórbico é armazenado nas células na forma reduzida, pela

ação da enzima ascorbato redutase, prevenindo as perdas. Peixes e outros animais dependentes também absorvem a forma oxidada (ácido desidroascórbico) por mecanismo independente de  $\text{Na}^+$  (ROSE e CHOI, 1990).

A vitamina C desempenha importante papel em muitas reações bioquímicas. Seu principal papel biológico é como agente redutor, participando como co-fator nas oxidações e promovendo a incorporação do oxigênio molecular em vários substratos. Atua nas hidroxilações de lisina e prolina no protocógeno através da redução do ferro para a forma ferrosa. Participa, portanto, na manutenção do tecido conectivo, na cicatrização e formação dos ossos (KANEKO *et al.*, 1997). O ácido ascórbico é rapidamente absorvido nas áreas de formação do colágeno, ou seja, pele e cartilagens. Atua também como agente redutor na desintoxicação do fígado contra contaminantes dietéticos como metais pesados e pesticidas organoclorados, além de participar nas hidroxilações, na biosíntese de carnitina e tirosina para a formação de catecolaminas. Mantém os metais ferro e cobre na forma reduzida, favorecendo a absorção gástrica. Como antioxidante, permite a regeneração da forma reduzida da vitamina E, prevenindo a peroxidação lipídica (MCDOWELL, 1989; BORBA *et al.*, 2007). Desta forma, previne os efeitos negativos do estresse e incrementa o sistema imunológico na defesa contra doenças infecciosas e parasitárias. A deficiência de vitamina C geralmente apresenta sinais clínicos como escoliose, cifose, lordose, lesões nos tecidos conectivos, deformações, estresse metabólico, letargia, fadiga, queda de resistência e aumento de mortalidade (TACON, 1995).

CAVICHIOLO *et al.* (2002), avaliando o efeito da adição de vitamina C e vitamina E e a sua interação sobre a ocorrência de ectoparasitas e desempenho em larvas de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, verificaram que o uso das vitaminas em relação à presença dos ectoparasitas foi benéfico e que a vitamina E possui efeito direto sobre os parâmetros relacionados ao desenvolvimento corpóreo (peso e comprimento), enquanto a vitamina C tem influência positiva sobre a taxa de sobrevivência, justificando o uso das mesmas como aditivos alimentares neste animais. Também CAVICHIOLO *et al.* (2002)

observaram redução na quantidade de parasitas em tilápias tailandesas suplementadas com 1.000 mg de vitamina C e uma tendência positiva com o aumento de biomassa.

Objetivou-se, com este trabalho, verificar o desempenho produtivo (crescimento, sobrevivência, conversão alimentar) de rãs-touro *Lithobates catesbeianus* pós-metamorfoseadas, alimentadas com dieta contendo diferentes quantidades de vitamina C.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na ranicultura comercial da Fazenda Marta, localizada no município de Tremembé, no Estado de São Paulo - Brasil. Foram utilizados 2.400 juvenis de rãs-touro *Lithobates catesbeianus*, com peso médio inicial de  $13,77 \pm 0,72$  g, distribuídos ao acaso em 24 tanques de alvenaria, medindo  $2,00 \times 1,00$  m, contendo área seca (70%) e piscina (30%), dispostos sob tela de monofilamento (sombrite® 50%) e película de polietileno transparente de  $150 \mu\text{m}$ . A densidade inicial foi de  $50$  rãs  $\text{m}^{-2}$ .

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos, sendo um controle, com quatro réplicas simultâneas. O experimento foi conduzido durante 120 dias, no período de fevereiro a junho, que compreendem o final do verão e o outono, no Hemisfério Sul.

Os tratamentos ficaram assim distribuídos: Tratamento 1/Controle - sem vitamina C, Tratamento 2 - 250 mg de vitamina C  $\text{kg}^{-1}$  de ração, Tratamento 3 - 500 mg de vitamina C  $\text{kg}^{-1}$  de ração, Tratamento 4 - 750 mg de vitamina C  $\text{kg}^{-1}$  de ração, Tratamento 5 - 1.000 mg de vitamina C  $\text{kg}^{-1}$  de ração e Tratamento 6 - 2.000 mg de vitamina C  $\text{kg}^{-1}$  de ração.

A ração foi fornecida por uma empresa privada do setor, contendo os seguintes níveis de garantia: umidade (máx.) 10%, proteína bruta (mín.) 40%, extrato etéreo (mín.) 8%, matéria fibrosa (máx.) 6%, matéria mineral (máx.) 12%, cálcio (máx.) 1,6% e fósforo (mín.) 0,8%. Foi usado 34,35% de produtos de origem animal (farinhas de peixe, de carne, de penas hidrolisada, de sangue e de vísceras), 64,20% de produtos de origem

vegetal (milho, arroz, farelos de soja e trigo e óleo de soja) e 1,45% de premix mineral e vitamínico, isento de vitamina C. A esta ração basal adicionou-se vitamina C à base de sal monofosfato éster de ácido L-ascórbico (ROVIMIX® STAY-C® 35, da Empresa DSM Nutritional Products), antes do processo de extrusão, que foi realizado na fábrica de rações da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Jaboticabal. A temperatura atingida na extrusão foi de 140 °C e na secagem, de 35 °C. Posteriormente as rações foram enviadas para o local do experimento, onde foram estocadas em local ventilado e secas à temperatura ambiente.

Após a extrusão, foram coletadas amostras para análises bioquímicas, realizadas no laboratório RODES® localizado no município de Cajati (SP). Utilizou-se a metodologia de espectrofotometria UV/VIS para fósforo; gravimetria para umidade; digestão/microdestilação para proteína bruta e espectrofotometria AA para, Ca, Na, Mg e microelementos (SINDIRAÇÕES, 2005). Para confirmação dos teores de vitamina C ativa nas rações após a extrusão, foram realizados testes laboratoriais por cromatografia líquida acoplado ao detector de UV, utilizando-se o padrão vitamina C (L-Ascorbyl - 2 - polyphosphate Sodium) (SINDIRAÇÕES, 2005) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados das análises química e bromatológica das rações experimentais aditivadas com vitamina C, após a extrusão

mg kg <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>				%	
Tratamentos (T)	Vitamina C (após extrusão)	Fósforo	Cálcio	Sódio	Magnésio	Umidade	Proteína Bruta
T1 - sem vitamina C	0	13,5	22,0	5,3	1,6	8,3	41,2
T2 - 250 vitamina C	192	14,2	23,0	5,9	1,5	10,7	41,4
T3 - 500 vitamina C	413	14,0	21,8	5,8	1,5	6,7	44,8
T4 - 750 vitamina C	592	13,7	21,7	6,0	1,5	10,4	39,8
T5 - 1.000 vitamina C	812	14,4	23,7	7,5	1,5	9,2	43,4
T6 - 2.000 vitamina C	1.468	15,5	24,8	5,2	1,4	5,5	40,7

O teor médio de vitamina C após o processamento das rações foi de 78,6% dos níveis pré-determinados. Este valor é aceitável comercialmente e encontra-se dentro do esperado após um processo de cozimento a altas temperaturas. A escolha da vitamina C na forma monofosfatada neste estudo deveu-se à sua alta estabilidade e biodisponibilidade. Neste experimento, procurou-se reproduzir as condições de armazenagem e manejo de campo, naturalmente encontradas comercialmente.

A quantidade de alimento referente a 3% da biomassa do lote foi ministrada duas vezes ao dia, às 7 h e às 16 h. A dieta consistiu da ração experimental acrescida de indutor biológico (larva de mosca doméstica), na proporção total de 10% de larvas para 90% de ração. Diariamente, procedeu-se a higienização parcial dos tanques, por meio da retirada de restos de ração e escoamento da água das piscinas e, durante as biometrias, realizou-se a higienização completa, por meio da retirada total dos animais dos tanques e lavagem minuciosa dos mesmos. O

registro das temperaturas foi realizado diariamente, às 6 h, por meio de um termômetro de máxima e mínima.

Para avaliar o desempenho de produção das rãs, foram analisados: o ganho de peso, a conversão alimentar e a taxa de sobrevivência. Diariamente foi anotada a mortalidade e, ao final de cada biometria, calculou-se o canibalismo, pela diferença entre o número inicial de animais e o número de mortes, descontando-se, também, os animais eutanasiados na biometria. A diferença entre o número total de animais e estes dados (mortalidade, canibalismo e eutanásia por amostragem) representam a taxa de sobrevivência. Antes da eutanásia, os animais foram anestesiados por hipotermia e posteriormente insensibilizados e sacrificados através de secção medular e sangria na altura do Atlas, na região cervical, segundo metodologia descrita pela CORNELL UNIVERSITY (2005), não provocando sofrimento aos animais. Os animais foram pesados no início do experimento (Momento Zero) e a cada 30 dias.

Para o cálculo de consumo, as rações foram acondicionadas em recipientes individuais para cada tanque, anotando-se os valores de reposição. As sobras, nos tanques, foram recolhidas diariamente e armazenadas em "freezer". Posteriormente, todo o material foi submetido à secagem, em estufa ventilada, à 50 °C, durante 48 h, para a realização dos cálculos de consumo e conversão alimentar. O consumo foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e a sobra. A conversão alimentar foi obtida pela razão entre o consumo e o ganho de peso (DIAS *et al.*, 2008).

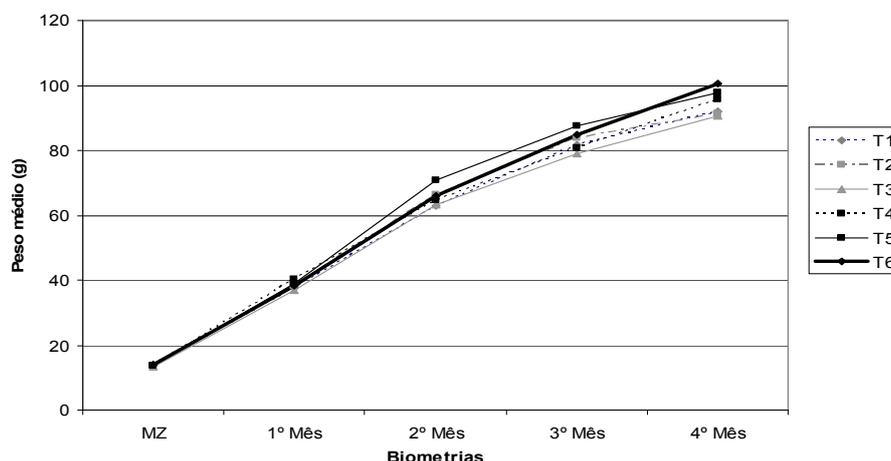
Para verificar a normalidade e homocedasticidade dos dados, foram aplicados os testes de Shapiro-Wilks e Bartlett. Para a avaliação das diferenças das médias de desempenho (ganho de peso, consumo e conversão alimentar), aplicou-se análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey. Para as determinações das diferenças das médias para sobrevivência, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis seguido do teste de Student-Newman-Keuls. As diferenças foram consideradas significativas quando  $P < 0,05$  (ZAR, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os quatro meses experimentais, as temperaturas mínimas (médias mensais) variaram

de  $22 \pm 4,63$  °C;  $20 \pm 2,46$  °C;  $14 \pm 3,11$  °C e  $14 \pm 2,50$  °C, respectivamente, com a leitura mais baixa no terceiro mês (8 °C). As máximas (médias mensais) observadas foram:  $34 \pm 4,36$  °C;  $31 \pm 2,94$  °C;  $28 \pm 3,46$  °C e  $26 \pm 4,51$  °C, respectivamente, com a leitura mais alta atingindo 39 °C no primeiro mês. As temperaturas médias mensais foram de 28,0 °C; 25,1 °C; 21,3 °C e 20,1 °C, estando dentro da faixa de conforto térmico durante os dois meses iniciais. De acordo com FIGUEIREDO (1996) e FIGUEIREDO *et al.* (1999), a temperatura que proporciona melhor conforto térmico, ganho de peso e crescimento corporal das rãs situa-se entre 26 °C e 29 °C, dependendo do porte dos animais e do objetivo específico a ser alcançado. TEODORO *et al.* (2005), trabalhando com estufas climatizadas, observaram que, quando a temperatura do ar atinge valores abaixo de 10 °C ou superiores a 40 °C, há diminuição no consumo de ração pelos animais, com o estresse predominante, neste tipo de estrutura, principalmente às baixas temperaturas.

Os valores médios de peso obtidos ao longo da experimentação estão apresentados na Figura 1. Ao final do experimento, os animais submetidos a diferentes tratamentos não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) em seu peso.



**Figura 1.** Peso médio (g) de rãs-touro *Lithobates catesbeianus* alimentadas com rações aditivadas com vitamina C durante o período experimental. MZ - Momento Zero, T1 - sem vitamina C, T2 - 250 mg vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração, T3 - 500 mg vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração, T4 - 750 mg vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração, T5 - 1.000 mg vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração, T6 - 2.000mg vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração

Os valores médios de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e taxa de sobrevivência, encontram-se na Tabela 2. São raros

os trabalhos que avaliam a influência da vitamina C sobre o desempenho produtivo de anuros metamorfoseados. A grande maioria dos artigos

versa sobre a influência deste aditivo alimentar na fase larval dos animais e sua influência sobre

aspectos estruturais e fisiológicos dos organismos (STÉFANI *et al.*, 2001 e COLOMBANO *et al.*, 2007).

**Tabela 2.** Valores médios de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e sobrevivência de rãs-touro *Lithobates catesbeianus* alimentadas com rações aditivadas com vitamina C, durante o período experimental

Tratamento	Ganho de Peso (g animal <sup>-1</sup> )	Consumo de ração (g animal <sup>-1</sup> )	Conversão alimentar	Sobrevivência (%)
T1	78,11 ± 1,03	180,84	2,32 ± 0,57	75,83
T2	77,34 ± 0,87	178,68	2,31 ± 0,42	73,61
T3	77,20 ± 1,52	180,14	2,33 ± 0,44	75,28
T4	81,90 ± 1,77	175,53	2,14 ± 0,07	78,33
T5	84,22 ± 2,04	185,51	2,20 ± 0,78	76,39
T6	86,40 ± 1,81	180,13	2,08 ± 0,12	76,39
M	80,86	180,14	2,23	75,97

T1 - sem vitamina C, T2 - 250mg vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração, T3 - 500mg vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração, T4 - 750mg vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração, T5 - 1000mg vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração, T6 - 2000mg vitamina C kg<sup>-1</sup> de ração, M = média geral

O ganho de peso para as rãs-touro, por se tratar de animal ectotérmico, é influenciado pela temperatura ambiente (LIMA *et al.*, 2003). FIGUEIREDO *et al.* (1999, 2001) obtiveram os maiores ganhos de peso de rã-touro a 27,6 e 29,7 °C, com melhor crescimento entre 28,2 e 30,1 °C; para rã-manteiga, os melhores ganhos e conversão alimentar foram observados a 28,6 e 28 °C, respectivamente. FIORANELLI *et al.* (2004), estudando animais criados em sistemas de engorda conhecidos como anfigranja, no nordeste argentino, verificaram pesos médios de 174,4 g somente aos 13 meses de idade, e 200,2 g, aos 15 meses. Valores superiores de ganho de peso foram encontrados por DIAS *et al.* (2008), com média de 196,14 g, em período de 112 dias de engorda, com variação de temperatura entre 16 ± 3,9 °C e 28 ± 3,9 °C.

No presente estudo, o consumo de ração foi semelhante entre os tratamentos. Houve redução do percentual de alimento consumido em relação ao peso, no decorrer do experimento, com os seguintes valores: 3,85%, para animais de 38,4 g; 2,74%, para animais de 65,6 g; 1,70%, para animais de 82,9 g e 1,20%, para animais de 94,6 g, respectivamente para o 1º, 2º, 3º e 4º mês. Houve uma tendência de consumo inversa ao valor do peso, ou seja: quanto maior o peso, menor foi o percentual do consumo. FIGUEIREDO *et al.* (1999)

e BRAGA e LIMA (2001) ratificam que condições climáticas e a qualidade dos alimentos ofertados também afetam a quantidade de ingestão. Assim, a redução do consumo ao longo do presente experimento pode ter sido causada pela redução da temperatura média diária de 28 °C para 20,1 °C. LIMA e AGOSTINHO (1988), contudo, verificaram variações de consumo diário de 12% do peso vivo, na fase inicial, a 5%, na terminação, com reprodutores consumindo entre 3 e 5%. Em laboratório, com temperatura estabilizada a 25 °C, BRAGA e LIMA (2001) observaram consumo de 4,24% para animais de 40 g e de 2,64% para animais de 80 g. Em condições de campo, LIMA *et al.* (2003) encontraram valores de 3,2% e de 2,5% para animais com os pesos semelhantes. Os resultados deste experimento confirmam a tendência observada, embora os percentuais de consumo tenham sido mais reduzidos, possivelmente em função da redução da temperatura.

A taxa de sobrevivência não diferiu estatisticamente ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, com média de 75,97%. SOLIMAN *et al.* (1986) avaliaram o crescimento de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) submetida a diversos tipos de suplementação de ácido ascórbico e observaram baixa taxa de sobrevivência de larvas, cujos genitores não haviam sido alimentados com vitamina C.

Nos ranários comerciais existem grandes variações nas taxas de mortalidade, devido à interferência de fatores como alimentação, higiene, lotação, qualidade da água, instalação e manejo (FERREIRA *et al.*, 2002). LIMA *et al.* (2003) observaram sobrevivência média de 88%, variando de 86,5 a 98%. DIAS *et al.* (2008) obtiveram valores de sobrevivência superiores a 92,78%, para animais com peso médio inicial de 11,74 g até atingirem 200 g, aos 112 dias.

A conversão alimentar observada foi bastante semelhante entre os tratamentos nas três primeiras biometrias. No último período a conversão média aumentou para  $3,21 \pm 0,89$ , não registrando, contudo, diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. A queda de metabolismo, o baixo consumo e baixo ganho de peso, devido principalmente às temperaturas menores, com médias inferiores aos 25 °C, levaram às conversões alimentares mais elevadas durante os terceiro e quarto períodos.

As rãs que pesam até 50 g de peso possuem um ótimo desenvolvimento, sendo que acima de 200 g a conversão naturalmente diminui muito (FONTANELLO *et al.*, 1984). LIMA *et al.* (2003), analisando o desempenho zootécnico de três ranários comerciais, observaram ganhos diários variando de 0,4 a 2,2 g, com média de 1,2 g por animal e a conversão variando de 0,9 a 2,5, com média de 1,4. DIAS *et al.* (2008) observaram valores de conversão alimentar variando de 1,41 a 1,84 em experimento com probióticos, onde os animais que receberam maiores dosagens apresentaram pior conversão, apesar da engorda mais rápida, antecipando o peso médio de abate (200 g) de 112 para 84 dias.

A vitamina C parece ser necessária na dieta de girinos pela sua ação na redução de mortalidade e de deformações estruturais quando suplementada à dieta, apesar de não ter sido observada interferência sobre o ganho de peso (STÉFANI *et al.*, 2001). COLOMBANO *et al.* (2007), trabalhando com quatro níveis de ácido ascórbico polifosfato protegido com etilcelulose (0, 1.000, 1.500 e 2.000 mg de vitamina C kg<sup>-1</sup>) na dieta para girinos, observaram que a suplementação com vitamina C melhorou o desempenho zootécnico, e que com 2.000 mg vitamina C kg<sup>-1</sup>, foram obtidos os melhores índices. No presente estudo, não houve

diferenças significativas no desempenho produtivo de rãs-touro pós-metamorfoseadas alimentadas com diferentes quantidades de vitamina C. Os animais que receberam a dieta sem suplementação com vitamina C não apresentaram nenhum sinal de deformidade. Entretanto, trabalhos nesta mesma linha são necessários para determinar a influência deste aditivo sobre as taxas de sobrevivência e desenvolvimento corpóreo de rãs em fase de engorda.

## CONCLUSÕES

Não houve influência da vitamina C como aditivo alimentar sobre o desempenho produtivo (crescimento, conversão alimentar e taxa de sobrevivência) de rãs-touro *Lithobates catesbeianus*, na fase de engorda.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNESP (Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal) pelo apoio durante o processamento da ração.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, C.A.; VALES, G.A.; RIBEIRO FILHO, O.P.; LIMA, S.L. 1994 Grupo de trabalho sobre reprodução e genética em rãs. In: LIMA, S.L.; FIGUEIREDO, M.R.C.; MOURA, O.M. (Org.). *Diagnóstico da ranicultura: problemas, propostas, soluções e pesquisas prioritárias*. Viçosa, MG: Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura-ABETRA. 170p.
- BORBA, M.R.; FRACALOSSO, D.M.; ALMEIDA, F. 2007 Efeito da suplementação de vitamina C na dieta sobre a susceptibilidade de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen* ao *Ichthyophthirius multifiliis*. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, 29(1): 93-99.
- BRAGA, L.G.T. e LIMA, S.L. 2001 Influência da temperatura ambiente no desempenho da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na fase de recria. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 30(6): 1659-1663.
- CAVICHIOLO, F.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R.P.; MOREIRA, H.L.M.; LOURES, B.R.R.; MAEHANA, K., POVH, J.A.; LEONARDO, J.M.L.O. 2002 Efeito da suplementação de

- vitamina C e vitamina E na dieta, sobre a ocorrência de ectoparasitas, desempenho e sobrevivência em larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) durante a reversão sexual. *Acta Scientiarum*, Maringá, 24(4): 943-948.
- COLOMBANO, N.C.; FENERICK JR, J.; STÉFANI, M.V.; MORAES, F.R.; SOUZA, M.A.; MALHEIROS, E.B. 2007 Suplementação alimentar com vitamina C e desempenho zootécnico de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, 29(3): 333-338.
- CORNEL UNIVERSITY 2005 *Fish and Amphibian Euthanasia*. Cornell Center for Animal Resources and Education. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/biz/piranha038/CARE306.pdf>> Acesso em: 6 out. 2010.
- DIAS, D.C.; STÉFANI, M.V.; FERREIRA, C.M.; FRANÇA, F.M. 2008 Use of probiotics in the ration of bullfrog (*Rana catesbeiana*): productive performance. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, 57(220): 449-455.
- DIAS, D.C.; STÉFANI, M.V.; FERREIRA, C.M.; FRANÇA, F.M.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SANTOS, A.A. 2009 Hematological and immunological parameters of bullfrog, *Rana catesbeiana*, fed with probiotics. *Aquaculture Research*, Oxford, 41: 1064-1071.
- FERREIRA, C.M.; PIMENTA, A.G.C.; PAIVA-NETO, J.S. 2002 Introdução à Ranicultura. *Boletim Técnico do Instituto de Pesca*, São Paulo, 33: 1-15.
- FERREIRA, C.M.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TEIXEIRA, P.C.; DIAS, D.C.; FRANÇA, F.M. 2003 I Simpósio Brasileiro de Ranicultura e II Ciclo de Palestras sobre Ranicultura do Instituto de Pesca. *Boletim Técnico do Instituto de Pesca*, São Paulo, 34: 1-95.
- FIGUEIREDO, M.R.C. 1996 *Influência dos fatores ambientais sobre o desempenho da rã-touro (Rana catesbeiana, Shaw 1802) em gaiolas*. Viçosa. 151p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa).
- FIGUEIREDO, M.R.C.; AGOSTINHO, C.A.; BAETA, F.C.; LIMA, S.L. 1999 Efeito da Temperatura sobre o desempenho da rã-touro *Rana catesbeiana* Shaw, 1802. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 28(4): 661-667.
- FIGUEIREDO, M.R.C.; LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A.; BAETA, F.C.; WEIGERT, S.C. 2001 Estufas climatizadas para experimentos ambientais com rãs, em gaiolas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 30(4): 1135-1142.
- FIORANELLI, S.A.; MUSSART, N.B.; COPPO, J.A. 2004 Efeito do sistema de criação, alimentação e mudanças estacionais sobre o peso vivo e valores do hemograma da rã-touro gigante (*Rana catesbeiana*). *Revista Veterinaria*, Buenos Aires, 15(1): 9-16.
- FONTANELLO, D.; ARRUDA SOARES, H.; MANDELLI JR, J. 1984 Estação de reprodução da *Rana catesbeiana* Shaw, 1802, criadas em ranário comercial e a influência de fatores climáticos sobre o número de desovas. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 11: 123-133.
- FROST, D.R.; GRANT, T.; FAIVOVICH, J.; BAIN, R.H.; HAAS, A.; HADDAD, C.F.B.; SA, R.O.; CHANNING, A.O.; WILKINSON, M.; DONNELLAN, S.C.; RAXWORTHY, C.J.; LYNCH, J.D.; GREEN, D.M.; WHEELER, W.C. 2006 The amphibian tree of life. *Bulletin of American Museum of Natural History*, New York, 297: 1-370.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. 1997 *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5ª ed., San Diego, Academic Press. 907p.
- LIMA, S.L. e AGOSTINHO, C.A. 1988 *A Criação de Rãs*. 2ª ed, São Paulo: Globo. 187p.
- LIMA, S.L.; CASALI, A.P.; AGOSTINHO, C.A. 2003 Desempenho zootécnico e percentual de consumo de alimento de rã-touro (*Rana catesbeiana*) na fase de recria (pós-metamorfose) do sistema anfigranja. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 32(3): 505-511.
- MCDOWELL, L.R. 1989 *Vitamins in animal nutrition*. San Diego: Academic Press. 486p.
- NELSON, D.L. e COX, M.M. 2000 *Lehninger: principles of biochemistry*. 3ª ed., New York: Worth Publishers. 1152p.
- O'KEEFE, T. 2001 Ascorbic acid and stable ascorbate esters as sources of vitamin C in aquaculture feeds. *ASA Technical Bulletin*, Melbourne, 48: 1-9.
- ROCHA, G.C.; FERREIRA, C.M.; TEIXEIRA, P.C.; DIAS, D.C.; FRANÇA, F.M.; ANTONUCCI,

- A.M.; MARCANTÔNIO, A.S.; LAURETTO, M. 2010 Physiological response of American bullfrog tadpoles to stressor conditions of capture and hypoxia. *Revista Pesquisa Veterinária Brasileira*, Seropédica, 30: 891-896.
- ROSE, R.C. e CHOI, J.L. 1990 Intestinal-absorption and metabolism of ascorbic-acid in rainbow-trout. *American Journal of Physiology*, Stanford, 258(5): R1238-R1241.
- SEIXAS FILHO, J.T.; OLIVEIRA, M.G.A.; MOURA, G.S.; GARCIA, S.L.R.; LANNA, E.T.A.; SILVA, L.N. 2008 Desempenho e atividades enzimáticas em girinos de rã-touro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 43(11): 1617-1624.
- SILVA, J.M.F.; SEIXAS FILHO, J.T.; CASTRO, J.C.; BRAGA, L.G T.; STÉFANI, M.V.; VEIGA, N.; BARBALHO, O.J.M.; ALBINATI, R.C.B.; MELLO, S.C.R.P.. 1994 Nutrição. In: LIMA, S.L.; FIGUEIREDO, M.R.C.; de MOURA, O.M. (Org.). *Diagnóstico da ranicultura: problemas, propostas, soluções e pesquisas prioritárias*. Grupo de trabalho sobre Nutrição. Viçosa, MG: Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura-ABETRA. 170p.
- SINDIRAÇÕES 2005 *Guia de Aditivos - Ácidos Orgânicos, Aminoácidos, Enzimas, Microminerais, Vitaminas*. Sindirações Eds. 45p.
- SOLIMAN, A.K.; JAUNCEY, K.; ROBERTS, R.J. 1986 The effect of dietary ascorbic acid supplementation on hatchability, survival rate and fry performance in *Oreochomis mossambicus* (Peters). *Aquaculture*, Amsterdam, 59: 187-208.
- STÉFANI, M.V.; MARCANTONIO, A.S.; MARTINS, M.L. 2001 Suplementação com vitamina C e E sobre o desenvolvimento e sobrevivência de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). *Ciência Rural*, Santa Maria, 31(5): 869-871.
- STÉFANI, M.V.; NAKAGHI, L.S.; URBINATI, E.C. 2002 Alterações estruturais do fígado da rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802) submetida a dietas contendo diferentes níveis de carboidratos. *Ars Veterinaria*, Jaboticabal, 18(1): 78-82.
- STONE, I. 1997 Vitamin C against disease: from fishes to mammals. Megascorbate Therapies: Vitamin C in Medicine. *The Vitamin C Foundation*. Disponível em: <[http://www.vitamincfoundation.org/mega\\_1\\_1.html](http://www.vitamincfoundation.org/mega_1_1.html)>. Acesso em: 25 ago. 2009.
- TACON, A.G.J. 1995 *Ictiopatología nutricional: signos morfológicos de la carencia y toxicidad de los nutrientes en los peces cultivados*. Roma: FAO. 77p.
- TEIXEIRA, R.D.; PEREIRA MELLO, S.D.R.; LIMA DOS SANTOS, C.A.M. 2001 *The world market for frog legs*. Rome: FAO/GLOBEFISH, 68: 44p.
- TEODORO, S.M.; CHAVES, M.A.; ESCOBEDO, J.F.; AGOSTINHO, C.A. 2005 Relação de variáveis ambientais em baías cobertas com polietileno e desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana*). *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 25(1): 46-56.
- ZAR, J.H. 1999 *Biostatistical Analysis*. 3<sup>rd</sup> ed. New Jersey, USA: Prentice-Hall. 662p.