



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA C PARA GIRINOS DE *Lithobates*  
*catesbeianus* SUBMETIDOS À BAIXA TEMPERATURA**

**TAMYRES PEREIRA ARAÚJO MARTINS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**BRASÍLIA/DF**  
**SETEMBRO DE 2015**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA C PARA GIRINOS DE *Lithobates catesbeianus***  
**SUBMETIDOS À BAIXA TEMPERATURA**

**TAMYRES PEREIRA ARAÚJO MARTINS**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. RODRIGO DIANA NAVARRO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**PUBLICAÇÃO: 138/2015**

**BRASÍLIA/DF**  
**SETEMBRO DE 2015**

Ficha catalográfica elaborada pela automaticamente, com dados  
fornecidos pelo (a) autor (a).

Ps PEREIRA ARAÚJO MARTINS, TAMYRES  
SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA C PARA GIRINOS DE  
Lithobates catesbeianus SUBMETIDOS À BAIXA  
TEMPERATURA / TAMYRES PEREIRA ARAÚJO MARTINS;  
orientador Rodrigo Diana Navarro. -- Brasília, 2015.  
49 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciência  
Animal) -- Universidade de Brasília, 2015.

1. Ácido ascórbico. 2. Nutrição. 3. Rã-touro. I.  
Diana Navarro, Rodrigo , orient. II. Título.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA C PARA GIRINOS DE *Lithobates catesbeianus*  
SUBMETIDOS À BAIXA TEMPERATURA**

**TAMYRES PEREIRA ARAÚJO MARTINS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA  
AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS ANIMAIS, COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO  
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Dr. RODRIGO DIANA NAVARRO**

**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília-UNB  
(Orientador)**

---

**Prof. Dra. FERNANDA CIPRIANO ROCHA – UNB**

**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília - UNB  
(Examinador interno)**

---

**Prof. Dr. IVO PIVATO**

**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília - UNB  
(examinador interno)**

**BRASÍLIA/DF, 04 de SETEMBRO de 2015.**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade de Brasília, especialmente ao Laboratório de Aquicultura, pela oportunidade de realização do experimento.

À CAPES pela bolsa concedida.

Ao Departamento de Zootecnia da União Pioneira de Integração Social, pelo uso do Laboratório de Análise de Alimentos para análises bromatológicas.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Diana Navarro, pela orientação neste trabalho.

Ao Prof. Pedro Fellipe Vieira Gomides, pelo auxílio nas análises bromatológicas, pelos conselhos e pela amizade.

Aos doutores Ivo Pivato e Fernanda Cipriano Rocha por participarem da banca.

À equipe do Laboratório de Aquicultura da UnB pelo auxílio durante o experimento.

Aos meus pais Cláudio e Vitalina pelo carinho e apoio.

## ÍNDICE

|   |      |
|---|------|
| RESUMO .....                                | vi   |
| ABSTRACT.....                               | vii  |
| LISTA DE FIGURAS.....                       | viii |
| LISTA DE TABELAS.....                       | ix   |
| LISTA DE ABREVIATURAS.....                  | x    |
| CAPÍTULO 1.....                             | 1    |
| 1 INTRODUÇÃO .....                          | 2    |
| 1.1 Objetivos.....                          | 3    |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA.....                | 4    |
| 2.1. Hábito alimentar.....                  | 4    |
| 2.2. Nutrição e alimentação de girinos..... | 5    |
| 2.2.1. Vitamina C.....                      | 7    |
| 2.3. Temperatura.....                       | 9    |
| 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....           | 11   |
| CAPÍTULO 2.....                             | 15   |
| RESUMO.....                                 | 16   |
| ABSTRACT.....                               | 17   |
| 1 INTRODUÇÃO.....                           | 18   |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS.....                   | 20   |
| 3 RESULTADOS.....                           | 23   |
| 4 DISCUSSÕES.....                           | 28   |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                 | 31   |
| 6 CONCLUSÃO.....                            | 32   |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....           | 33   |

## RESUMO

### SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA C PARA GIRINOS DE *Lithobates catesbeianus* SUBMETIDOS À BAIXA TEMPERATURA

Tamyres Pereira Araújo Martins<sup>1</sup>, Rodrigo Diana Navarro<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - UNB, DF; <sup>2</sup> Laboratório de Aquicultura - UNB, DF.

O aumento no consumo de produtos oriundos da aquicultura tem levado o mercado a desenvolver tecnologias para suprir a cadeia agroindustrial. Nas últimas décadas a ranicultura tem desenvolvido diversas tecnologias para a expansão da atividade no país, com maior enfoque para a criação de girinos. A alimentação adequada na fase inicial confere à cadeia produtiva ranícola produtos finais de qualidade e em quantidade ideal. Assim, a dieta fornecida deve atender as exigências nutricionais dos animais para o bom crescimento e desenvolvimento dos mesmos. Dentre os nutrientes exigidos pelos animais está o ácido ascórbico que atua como cofator em algumas reações metabólicas proporcionando melhor desempenho produtivo aos animais. Com o objetivo de verificar o efeito da suplementação de vitamina C na dieta de girinos de rã-touro, foi realizado um estudo com 480 girinos com peso médio de 0,078g, distribuídos em 12 aquários com 40L de água em sistema fechado de recirculação de água. O delineamento foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos (0, 150, 300, e 600 mg kg<sup>-1</sup> de monofosfato de ácido L-ascórbico) e 3 repetições. Para avaliação de desempenho produtivo foram utilizados parâmetros nutricionais de ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), consumo aparente de ração (CRA), taxa de eficiência proteica (TEP), rendimento de carcaça (RC), índice hepatossomático (IHS), índice viscerossomático (IVS), índice de gordura visceral (IGV), matéria seca (MS) e extrato etéreo (EE). A temperatura observada ao longo do período experimental foi de 21,74± 0,43°C. A suplementação com vitamina C não influenciou significativamente o rendimento de carcaça e o índice viscerossomático. Verificou-se diferença significativa (p<0,05) com efeito quadrático para ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, índice de gordura visceral, índice hepatossomático e extrato etéreo da carcaça. Com base nos dados obtidos no presente estudo sugere-se que girinos de rã-touro sejam suplementados com 600mg vit. C kg<sup>-1</sup> da dieta quando submetidos a temperaturas baixas.

**Palavras chave:** 1. Ácido ascórbico. 2. Nutrição. 3. Rã-touro.

**ABSTRACT****SUPPLEMENTATION OF VITAMIN C FOR *Lithobates catesbeianus* TADPOLES  
SUBMITTED TO LOW TEMPERATURE**

Tamyres Pereira Araújo Martins<sup>1</sup>, Rodrigo Diana Navarro<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> School of Agronomy and Veterinary Medicine – UNB, DF; <sup>2</sup> Laboratory of Aquiculture – UNB, DF.

The increase in consumption from aquaculture products has led the market to develop technologies to meet the agro-industrial chain. In recent decades the frog culture has developed various technologies for expansion of activity in the country, with greater focus on the creation of tadpoles. Proper nutrition in early stage gives the production chain ranícola end quality products and perfect amount. Thus, the given diet should meet the nutritional requirements of animals for proper growth and development of the same. Among the nutrients required by animals is ascorbic acid that acts as a cofactor in some metabolic reactions providing better productive performance of animals. In order to check the effect of vitamin C supplementation in the diet of bullfrog tadpoles, a study of 480 tadpoles with an average weight of 0,078g, distributed in 12 aquariums with 40L of water in closed water recirculation system was carried out. The experimental design was a complete randomized with 4 treatments (0, 150, 300, and 600 mg kg<sup>-1</sup> monophosphate L-ascorbic acid) and 3 replicates. To evaluate productive performance were used nutritional parameters of weight gain (WG), feed conversion (CAA), apparent feed intake (CRA), protein efficiency ratio (PER), carcass yield (RC), hepatosomatic index (IHS), viscerossomatic index (SVI), visceral fat index (IGV), dry matter (DM) and ether extract (EE). The temperature observed during the experimental period was  $21.74 \pm 0.43^{\circ}\text{C}$ . Supplementation with vitamin C did not significantly influence the carcass yield and the viscerossomatic index. There was a significant difference ( $p < 0,05$ ) with quadratic effect for weight gain, apparent feed conversion, protein efficiency rate, visceral fat index, hepatosomatic index and ethereal extract. Based on the data obtained in this study it is suggested that bullfrog tadpoles are supplemented with 600mg vit. C kg<sup>-1</sup> when undergoing low temperatures .

**Keywords:** 1.Ascorbic acid. 2.Bullfrog. 3.Nutrition.



**LISTA DE FIGURAS**

## CAPÍTULO 2

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Girinos de <i>L. catesbeianus</i> no estágio 26 de Gosner (1960)  | 20 |
| Figura 2. Baterias de aquários abastecidos por sistema fechado de recirculação de água  | 21 |
| Figura 3. Girino de <i>L. catesbeianus</i> mostrando os comprimentos total (CT) e parcial (CP)  | 22 |
| Figura 4. Exposição visceral de girino de <i>L. catesbeianus</i> para posterior evisceração   | 22 |
| Figura 5. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para Comprimento total de girinos de <i>L. catesbeianus</i>            | 26 |
| Figura 6. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para Comprimento padrão de girinos de <i>L. catesbeianus</i>           | 26 |
| Figura 7. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para peso final de girinos de <i>L. catesbeianus</i>                   | 26 |
| Figura 8. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para ganho em peso de girinos de <i>L. catesbeianus</i>                | 26 |
| Figura 9. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para conversão alimentar de girinos de <i>L. catesbeianus</i>          | 26 |
| Figura 10. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para taxa de eficiência proteica de girinos de <i>L. catesbeianus</i> | 26 |
| Figura 11. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para peso do fígado de girinos de <i>L. catesbeianus</i> .            | 27 |
| Figura 12. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para peso das vísceras de girinos de <i>L. catesbeianus</i>           | 27 |
| Figura 13. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para índice hepatossomático de girinos de <i>L. catesbeianus</i>      | 27 |
| Figura 14. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para índice de gordura visceral de girinos de <i>L. catesbeianus</i>  | 27 |
| Figura 15. Representação gráfica da suplementação de vitamina C para extrato etéreo da carcaça de girinos de <i>L. catesbeianus</i>   | 27 |

**LISTA DE TABELAS****CAPÍTULO 2**

- Tabela 1. Peso final (PF), comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), ganho de peso (GP), consumo aparente de ração (CRA) e conversão alimentar aparente (CAA) taxa de eficiência proteica (TEP) de girinos de rã-touro alimentados com diferentes níveis de suplementação de vitamina C à dieta 23
- Tabela 2. Peso do fígado (Pfig), peso da gordura (PG), peso das vísceras (Pvisc), índice hepatossomático (IHS), índice de gordura visceral (IGV), índice viscerossomático (IVS), rendimento de carcaça (RC) e composição da carcaça em matéria seca (MS) e extrato etéreo (EE) de girinos de rã-touro alimentados com diferentes níveis de suplementação de vitamina C à dieta 24

**LISTA DE ABREVIATURAS**

CAA – conversão alimentar aparente

cm - Centímetro

CP – Comprimento padrão

CRA – Consumo aparente de ração

CT – Comprimento total

EE – Extrato etéreo

FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação

g – Gramas

GP – Ganho em peso

IGV – Índice de gordura visceral

IHS – Índice hepatossomático

IVS – Índice viscerossomático

Kg – Quilograma

L – Litro

mg – Miligrama

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura

MS – Matéria seca

NRC – National Research Council

PB – Proteína bruta

PD – Proteína digestível

PFig – Peso do fígado

PG – Peso da gordura

pH – Potencial Hidrogeniônico

RC – Rendimento de carcaça

SAS - Statistical Analysis System

## **CAPÍTULO 1**

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial e a demanda por proteína de origem animal tem propellido a produção no setor aquícola nas últimas décadas. Segundo levantamento estatístico da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2013), em 2010, a aquicultura apresentou crescimento na produção de 60 milhões de toneladas, sendo a Ásia detentora de cerca de 90% dos produtos oriundos da aquicultura mundial e a China responsável por 60% deste total. Ainda segundo o mesmo órgão, o aumento da produção aquícola resulta da aplicação de tecnologias aos sistemas de cultivo dos diversos organismos aquáticos, principalmente no que tange à reprodução e nutrição.

De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2015), a aquicultura é definida como uma atividade de cultivo de organismos aquáticos, em que, o ciclo de vida, em condições naturais, ocorre parcialmente ou totalmente em ambiente aquático. Assim, a atividade que compreende a criação de rãs é definida por Ranicultura.

A ranicultura iniciou-se, no Brasil, em 1935, com a importação de 300 casais de rã-touro (*Rana catesbeiana*) na Baixada Fluminense (RJ). No entanto, somente a partir da década de 80 desenvolveu-se e foram aplicadas tecnologias no que tange à alimentação e instalações (Lima & Agostinho, 1992).

Países de clima temperado apresentam entressafra reprodutiva mais acentuada quando comparada às regiões de climas tropicais, refletindo em diferenças marcantes na produção em cativeiro. Tal fato tem contribuído para o desenvolvimento da ranicultura no Brasil e colocado o país entre os maiores produtores mundiais de rãs, ficando atrás apenas de Taiwan (Província chinesa).

A produção interna vem apresentando aumento significativo. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) a produção nacional aumentou de 10 toneladas/ano em 1986, para 600 toneladas em 2013(FAO, 2015), apresentando um crescimento de 2600%.

Em contraste ao crescimento da produção interna de rãs, o aumento do consumo da carne ainda é inexpressivo para acompanhar o crescimento da produção nacional (Feix et al., 2006).

A irregularidade da oferta e o elevado preço de comercialização, bem como o “marketing” reduzido, têm colaborado para o baixo consumo. Entretanto, há perspectivas de crescimento do consumo interno devido aos avanços tecnológicos que vem sendo aplicados à ricultura nas últimas décadas e a procura por alimentos saudáveis (Feix et al., 2006).

A consolidação da cadeia agroindustrial ranícola está condicionada, principalmente, ao desenvolvimento e fornecimento de informações técnicas de manejo e requerimentos nutricionais na fase de girinos, a qual determina a qualidade e a quantidade de imagos para a engorda.

A alimentação nos sistemas de produção de organismos aquáticos confere alto custo aos setores de produção, assim, as dietas devem ser formuladas segundo os requerimentos em cada fase de desenvolvimento, proporcionando a redução nos custos e o crescimento e desenvolvimento saudável dos animais. (Navarro et al., 2007)

## **1.1 Objetivos**

### **Objetivo geral**

Avaliar o desempenho de girinos de rã-touro alimentados com suplementação de vitamina C submetidos à baixa temperatura.

### **Objetivos específicos**

Verificar o efeito de diferentes níveis de inclusão de vitamina C na ração para girinos de rã-touro sobre o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e taxa de eficiência proteica.

Avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de vitamina C na ração para girinos de rã-touro sobre o teor de extrato etéreo na carcaça.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Hábito alimentar

Os anuros em sua fase larval e aquática são chamados de girinos. Os estádios de desenvolvimento dos girinos são classificados segundo a tabela de Gosner (1960), baseada nas alterações morfológicas que ocorrem neste período. A tabela é dividida em 46 estágios de desenvolvimento, sendo os estágios desenvolvimento embrionário correspondente do 1 ao 24, enquanto os estágios 25 ao 35 correspondem à fase de crescimento corporal e desenvolvimento dos membros posteriores. No estágio 36 ao 41 o crescimento é estabilizado, os membros posteriores sofrem maturação e, por fim, nos estágios 42 ao 46 ocorre a metamorfose a qual é concluída com a absorção da cauda, desenvolvimento dos membros anteriores e reestruturação da mandíbula.

No estágio 20 (Gosner, 1960) ocorre a eclosão, os girinos não se movimentam e alimentam-se de suas reservas nutritivas (saco vitelínico), sendo estas totalmente absorvidas no estágio 25 (Gosner, 1960), ocorrendo simultaneamente a encapsulação das brânquias e a maturação anatômica de estruturas utilizadas para a captura de alimento. A partir do estágio 26 (Gosner, 1960), os girinos passam a movimentar-se livremente à procura de organismos planctônicos para alimentação (Altig & Mcdiarmid, 1999).

Nos primeiros estádios de desenvolvimento, as algas são a principal fonte de alimentos para girinos de *Litobathes catesbeianus*, sendo, portanto, considerados animais de hábito alimentar herbívoros ou detritívoros, do tipo “generalista” (Schoonbee et al., 1992; Sipaúba-Tavares et al., 2008). Entretanto, à medida que crescem, passam a exibir comportamento alimentar onívoro, alimentando-se de materiais vegetais e animais, como algas, pequenos invertebrados, carcaça de outros girinos, ovos de peixes e anfíbios e das próprias fezes (Duellman & Trueb, 1986).

Girinos apresentam bico córneo para facilitar a captura do alimento, além de dentículos na cavidade oral e papilas gustativas na região labial. Alimentam-se, por raspagem, de materiais aderidos ao substrato e de partículas dispersas à meia água e na superfície, por filtragem, havendo ingestão de proteínas, gorduras e bactérias (Altig & Mcdiarmid, 1999).

## 2.2. Alimentação e nutrição de girinos

A alimentação adequada no estágio de girino confere aos sistemas de produção, produtos finais de melhor qualidade e em quantidade que suprem a cadeia produtiva (Hayashi et al., 2004). Assim, a dieta fornecida deve apresentar adequadas proporções de proteína vegetal e animal, carboidratos, lipídeos e mistura vitamínica e mineral (Culley, 1981).

O alimento é constituído basicamente por água, compostos orgânicos (proteínas, carboidratos, lipídeos e vitaminas) e compostos inorgânicos (minerais). Os compostos inorgânicos estão presentes em quantidades diminutas nos alimentos (Colombano, 2005) e são classificados conforme a exigência do organismo animal, sendo os macrominerais (cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio e enxofre) exigidos em maiores quantidades e os microminerais (ferro, iodo, cobre, flúor, manganês, molibdênio, zinco, cobalto, selênio, cromo e silício) em quantidades reduzidas (Nunes, 1942). Atuam como ativadores de enzimas e regulam a pressão osmótica, além de constituírem as estruturas esqueléticas. Atuam em sinergismos com algumas vitaminas, contribuindo para a maximização do crescimento animal (Almeida, 2003).

Dentre os macronutrientes, a proteína é o de maior relevância, haja vista que serão utilizados pelo organismo para crescimento e manutenção dos tecidos dos órgãos vitais (Furuya, 2010). Dietas deficientes em proteína podem reduzir o crescimento dos animais e os aminoácidos dos tecidos musculares podem ser catabolizados para a manutenção dos tecidos vitais. Por outro lado o excesso de proteína pode desencadear problemas renais e hepáticos, devido ao aumento da quantidade de nitrogênio eliminado pelos rins, o que o sobrecarrega e compromete o seu funcionamento (Seixas Filho et al., 2008).

Seixas Filho et al. (2010) trabalhando com níveis de 32 a 55% de proteína bruta na dieta de girinos de *L. catesbeianus*, observaram que os níveis de 32 e 36% PB conferiram menor ganho de peso, já as dietas compostas por 55%PB apresentaram melhor desempenho. Entretanto níveis mais elevados aumentou a taxa de mortalidade para 20%. Resultado semelhante foi encontrado por Monsano et al. (2013) que observaram a ineficiência dos girinos em aproveitar dietas com altos níveis proteicos. Trabalhando com a mesma



espécie, e diferentes níveis de proteína digestível, Pinto et al. (2015) observaram melhora no ganho de peso e melhor taxa de deposição de proteína na carcaça dos girinos alimentados com 27%, 29 e 31% PD.

Além de fornecerem elementos essenciais ao organismo animal, os macronutrientes também fornecem energia para a manutenção dos processos metabólicos. A relação adequada entre proteína e energia, assegura boas taxas no crescimento e desenvolvimento (Boscolo et al., 2005), entretanto, níveis elevados de fontes energéticas pode depreciar a qualidade da carcaça pelo acúmulo de gordura e reduzir o consumo de nutrientes essenciais, uma vez que a energia é o principal agente regulador do consumo (Cyrino, 1995).

Dentre os nutrientes exigidos pelos animais, os lipídeos são os que dispõem de mais energia. São precursores de hormônios, constituintes das membranas celulares, (Meurer et al., 2002), fontes de ácidos graxos essenciais e ainda, auxiliam no transporte de vitaminas lipossolúveis para o enterócito. Para peixes a taxa de inclusão de lipídeos na dieta depende do hábito alimentar da espécie, podendo variar de 5% a 10% (Meurer et al., 2002). Para girinos e rãs os valores de inclusão de lipídeos à dieta ainda não foram estabelecidos, mas parece variar de 5 a 7% (Mansano et al., 2013). Informações sobre as exigências nutricionais de girinos são escassas, principalmente no que tange aos lipídeos e carboidratos. Assim, estudos vêm sendo conduzidos com rações destinadas a peixes.

Carboidratos são macromoléculas utilizadas no metabolismo celular para produção de energia. A inclusão de carboidratos às dietas substitui parcialmente os níveis de lipídeos e proteínas. Segundo Coelho (1992) os carboidratos potencializam o efeito da proteína, que ao invés de ser usada para síntese energética, destina seus aminoácidos para o crescimento celular. Ainda, segundo o mesmo autor, os carboidratos melhoram a estabilidade das rações na água por suas propriedades aglutinantes.

Na fase inicial de desenvolvimento, os anfíbios possuem altas taxas de secreção da amilase pancreática, demonstrando a alta capacidade desses animais em digerir carboidratos. Entretanto, essa capacidade digestiva é reduzida na fase adulta (Leone et al., 1976). Seixas filho et al. (201) avaliando a atividade enzimática de girinos de rã-touro, observaram que dietas contendo 60% de carboidrato aumentam a atividade enzimática da amilase.

Vitaminas estão presentes em pequenas quantidades nos alimentos e são essenciais para manutenção de diversas funções biológicas (Neu *et al.*, 2010), atuando como cofatores enzimáticos ou substratos em algumas reações metabólicas. Distinguem-se das proteínas, lipídeos e carboidratos e por não exercer função estrutural e por não produzirem

energia (Nunes, 1998). São classificadas em lipossolúveis (A, D, E e K) e hidrossolúveis (vitaminas do complexo B e ácido ascórbico) (Borba et al., 2013). As vitaminas lipossolúveis, com exceção para a vitamina A e K não atuam como substratos nas reações metabólicas, sendo absorvidas e armazenadas em tecidos gordurosos (tecido adiposo e hepático) e disponibilizadas de acordo com a necessidade do animal (Combs Jr., 2012), sendo o excesso tóxico (Fries et al, 2014). Já as vitaminas do grupo hidrossolúveis (tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido pantotênico, niacina, biotina, ácido fólico, colina, inositol, cobalamina e ácido ascórbico) desempenham função coenzimática no metabolismo celular e não são armazenadas no organismo, sendo excretadas rapidamente) (Borba et al., 2013), exceto a vitamina B12 (cobalamina) que pode ser armazenada no fígado (NRC, 2011). Por não serem armazenadas, torna-se o fornecimento dietético indispensável (Martins et al., 2014).

As exigências vitamínicas podem ser afetadas por fatores intrínsecos ao animal (taxa de crescimento, tamanho corporal e espécie), pela composição da dieta e interação entre nutrientes, pela capacidade de síntese e por fatores ambientais (presença de compostos tóxicos, patógenos e temperatura) (Almeida, 2003; Colombano, 2005).

### **2.2.1 Vitamina C**

Vitamina C é um termo genérico que inclui todos os compostos que exprimam a atividade biológica do ácido ascórbico, sendo o ácido L-ascórbico a forma biologicamente mais ativa (Combs Jr.,2012).

Durante o processamento e estocagem de rações a forma ativa da vitamina C pode ser facilmente oxidada para a forma inativa (ácido dicetogulônico). Por ser um composto solúvel em água e termolábil, fatores como a umidade, temperaturas elevadas, incidência direta de luz e a presença de metais pesados, são os principais responsáveis pela inativação do ácido ascórbico (Cyrino et al., 2004). Assim, recomenda-se o uso de formas protegidas de ácido ascórbico que, por serem mais estáveis, são mais resistentes ao processamento como os derivados fosforados de ácido ascórbico (ascorbil polifosfato) (Borba et al., 2013).

O ácido ascórbico é transportado livremente pelo plasma, entretanto é dependente de sódio ( $\text{Na}^+$ ) a partir do mecanismo de osmorregulação. Isto é, o sódio atua como um transportador do ácido L-ascórbico para sua entrada no enterócito. Não há gasto direto de energia, porém há dependência da bomba de sódio e potássio ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ) que cria um gradiente de sódio favorável à entrada na célula (Rose & Choi, 1990).

O número de transportadores específicos de vitamina C na mucosa intestinal é substrato dependente, ou seja, quanto maior a suplementação mais eficaz será a absorção (Rotta, 2003).

O ácido ascórbico é o antioxidante mais potente disponível às células pelo seu alto potencial de redução (Rotta, 2003). Atua como cofator nas reações de hidroxilação para a síntese de carnitina, norepinefrina e colágeno (Zhou et al. 2012), atua como agente redutor nos processos de desintoxicação por drogas aromáticas pelo fígado (Cavalli et al, 2003), participa do metabolismo do ferro e da ativação da vitamina D, além de manter a integridade da membrana celular impedindo sua peroxidação lipídica em ação sinérgica com a vitamina E (NRC, 2011; Gao, 2014).

Diversos organismos sintetizam o ácido ascórbico, principalmente as plantas. Entretanto, com o aumento do oxigênio atmosférico, durante o processo evolutivo, muitos organismos perderam o gene para formação da enzima L-gulonolactona oxidase responsável por catalisar a última reação de síntese do ácido ascórbico a partir da glucose (Cyrino et al. 2004; Combs Jr.,2012).

Estudando a manifestação do gene da enzima L-gulonolactona oxidase em peixes, anfíbios, répteis, mamíferos e primatas, Nandi et al., (1997) observaram que quanto mais recente a posição filogenética do animal, menor é a expressão do gene. Segundo os autores, em alguns organismos a manifestação genética se torna ausente, como é o caso de cobaias, primatas, humanos e algumas espécies de peixes.

Fracalossi et al., (2001) verificaram que em 11 peixes teleósteos (*Lepidosiren paradoxa*, *Pelona sp.*, *Osteoglossum bicirrhosum*, *Arapaima gigas*, *Pygocentrus nattereri*, *Serrasalmus elongatus*, *Schizodon fasciatus*, *Colossoma macropomum*, *Hypostomus sp.* *Electrophorus electricus*, *Cichla sp.*) a enzima é inativa.

Em anfíbios a enzima L-gulonolactona oxidase é ativa, no entanto a síntese de ácido ascórbico é insuficiente para manutenção das funções biológicas (Drouin et al., 2011), sendo necessária a suplementação da vitamina á dieta (Neu et al., 2010) em sistemas intensivos de produção, pela limitação de alimento natural (Browne, 2009).

A vitamina C participa da formação de tecido ósseo e cartilaginoso, sendo, portanto, responsável por melhorias no crescimento. Sua carência, denominada de escorbuto, ocasiona deformações ósseas, hemorragias, falta de apetite, letargia (Stéfani et al., 2001) e deformações na cauda (Leibovitz et al., 1982). A suplementação dietética do ácido ascórbico á dieta de girinos visa, principalmente, a redução da mortalidade e deformações estruturais. Porém pouco se sabe das exigências para estes animais (De Stéfani et al., 2001).

Chagas & Val (2003) relataram que juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) suplementados com 100mg de ácido L-ascórbico apresentaram melhora na conversão alimentar, no ganho de peso e sobrevivência.

Trabalhando com larvas *Rhamdia voulezi*, Reis et al. (2011) constataram que a suplementação de 600 mg/Kg de ácido ascórbico á dieta apresentou aumento no desempenho produtivo e melhora na taxa de sobrevivência.

Navarro et al. (2010), trabalhando com níveis de suplementação de vitamina C na dieta de pós-larvas de tilápias-do Nilo, observaram melhora na conversão alimentar aparente, refletindo em maior ganho em peso, sugerindo a participação do ácido ascórbico na síntese de colágeno e, conseqüentemente, no crescimento do peixe. Resultado semelhante foi encontrado no estudo de Ibrahim et al. (2010) em alevinos de tilápias-do Nilo suplementadas com ácido ascórbico. Entretanto, estes resultados divergem do estudo de Barros et al.(2002) que não encontraram efeitos significativos em parâmetros de desempenho produtivo de tilápias-do-Nilo, suplementadas com diferentes níveis de vitamina C e ferro à dieta. Provavelmente a forma do ácido ascórbico utilizada interferiu nos resultados.

Stéfani et al. (2001), avaliando os efeitos da suplementação de vitamina C e E sobre a sobrevivência de girinos de rã-touro, observaram que o tratamento com 500 mg/kg de vitamina C conferiu melhores taxas de sobrevivência (62,83%). Segundo os autores, a suplementação de vitamina E não influenciou a sobrevivência e crescimentos dos girinos.

Dentre os fatores que afetam o desenvolvimento de girinos estão as características físicas e químicas da ração, densidade, qualidade de água, fotoperíodo e temperatura. Segundo Rotta (2003), a vitamina C é detentora de efeitos benéficos no tratamento de doenças e resistência ao estresse. De acordo com Wedemeyer (1969) em situações desfavoráveis ao bem estar animal, ocorre alterações metabólicas que geram maior demanda por vitaminas, especialmente a vitamina C.

Kitabchi (1967) citado por Rotta (2003) afirma que altos níveis de ácido ascórbico possuem uma função inibitória na síntese de esteroides, pois previnem a conversão dos ácidos graxos insaturados em ésteres de colesterol, os quais são incorporados nos esteroides. O autor sugere que o aumento da disponibilidade de ácido ascórbico possa prevenir a severidade da resposta ao estresse.

### **2.3. Temperatura**

A rã-touro, *Lithobates catesbeianus*, é um animal heterotérmico, ou seja, seu metabolismo é totalmente dependente da temperatura do ambiente (Lima & Agostinho, 1992).

Esta característica é de grande importância na produção, já que o maior consumo de alimentos por parte dos animais é maior quando está em uma faixa de temperatura ótima, o que possibilita maior ganho em peso em menor espaço e tempo. Entretanto, quando há um estresse ocasionado por temperaturas elevadas ou abaixo da zona de conforto térmico o metabolismo do animal é alterado podendo ocorrer redução no consumo de ração e conseqüentemente, depreciação do sistema imune, tornando o animal susceptível a doenças (Hein e Brianese 2004).

Não há evidências que os anfíbios possuam mecanismos internos para produção de calor para aumentar a temperatura corporal dos mesmos acima da temperatura do ambiente. A quantidade de calor produzido é tão pequena que logo é perdida para o ambiente (Braga & Lima, 2001).

Galdioli et al. (1999), trabalhando com temperaturas de 26 a 36°C, verificaram que os girinos apresentaram maior peso e maior taxa de sobrevivência, quando mantidos a temperaturas próximas a 30°C.

Hoffmann et al. (1989), trabalhando com girinos de rã-touro, relataram que o aumento na temperatura, dentro dos limites de tolerância térmica, aumenta a taxa metabólica e a atividade locomotora, intensificando a busca pelo alimento, o consumo e provavelmente a digestão e a assimilação dos nutrientes, proporcionando maior velocidade de crescimento e ganho de peso.

Li & Robinson (1994) avaliaram níveis de suplementação de vitamina C em diferentes temperaturas e observaram redução significativa na concentração desta vitamina no fígado (44,0%) quando os peixes estavam sob situação de estresse térmico. Ressaltaram, portanto, a importância de suplementar a dieta com a vitamina C em períodos que antecedem a redução de temperatura. Dietas suplementadas com elevados níveis dessa vitamina podem ter efeito benéfico não só na prevenção de doenças em peixes como também no aumento da resistência a infecções (Pezzato et al., 2004)

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G.S.C. **Suplementação dietética de vitamina C, desenvolvimento e sanidade do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 2003.47f. (Dissertação de mestrado). Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba. 2003.
- ALTIG, R.; McDIARMID, R. W. Body plan: developmental and morphology. In: **Tadpoles: The biology of anuran larvae**. Ed. R. W. McDIARMID and R. ALTIG. Chicago Press, Chicago, 1999. p. 24 – 51.
- BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; KLEEMANN, G.K. et al. Níveis de vitamina C e ferro para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p. 2149-2156, 2002.
- BORBA, M.R.D.; E SÁ, M.V.C.; DE ABREU, J.S. Vitaminas e Minerais. In: **Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Ed. Aquabio. Florianópolis, 2013. p. 121-167.
- BOSCOLO, W.R. Energia Digestível para Larvas de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na Fase de Reversão Sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1813-1818, 2005.
- BRAGA, L.G.T.; LIMA, S.L. Influência da Temperatura Ambiente no Desempenho da Rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na Fase de Recria. **Revista Brasileira de zootecnia**, v. 30, n.6, p. 1659-1663, 2001.
- BROWNE, R. [2009]. Amphibian Diet and Nutrition. **AArk Science and Research**. Disponível em: <<http://www.amphibianark.org/pdf/Husbandry/Amphibian%20diet%20nutrition.pdf>> Acesso em: 22/04/2015.
- CASTRO, J.C.; PINTO, A.T. Qualidade de água em tanque de girinos de rã-touro, *Rana catesbeiana*, Shaw, 1802, cultivados em diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.6, p.1903-1911, 2000.
- CAVALLI, R.O.; BATISTA, F.M.M.; LAVENS, P. et al. Effect of dietary supplementation of vitamins C and E on maternal performance and larval quality of the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**, v.227, p.131–146, 2003.
- CHAGAS, E.C. & VAL, A.L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.3, p. 397-402, 2003.
- COELHO, S. R. Desenvolvimento de rações comerciais para ranicultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 2, 1992, Rio de Janeiro,. **Anais e Coletânea...**Rio de Janeiro, ARERJ, p.163-174, 1992.
- COLOMBANO, N.C. **Suplementação alimentar com vitamina c e desempenho zootécnico de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*)**. (Dissertação Mestrado) Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 45 pp. 2005.
- COMBS Jr., G.F. **The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health**. 4ed. New York: Academic Press, 2012, 598p.

CULLEY Jr., D.D. Have we turned the corner on bullfrog culture? **Aquaculture Magazine**, v. 7, n.3, p. 20-24, 1981.

CYRINO, J.E.P. Regulação nutricional do alimento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXE E CRUSTÁCEOS, 1.,1995, Campos do Jordão. **Anais...**Campos do Jordão:Conselho Brasileiro de Nutrição Animal, 1995. p.69-91

DE STÉFANI, M.V.; MARCANTONIO, A.S.; MARTINS, M.L. Suplementação com vitaminas C e E sobre o desenvolvimento e sobrevivência de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). **Ciência Rural**, v. 31, n.5, p.869-871, 2001.

DROUIN, G.; GODIN, J.; PAGE, B. The genetics of vitamin C loss in vertebrates. **Currents Genomics**, v.12, p. 371–378, 2011.

FEIX, R.D.; ABDALLAH, P.R.; FIGUEIREDO, M.R.C. Resultado econômico da criação de rã em regiões de clima temperado, Brasil. **Informações Econômicas**, v.36, n.3, p. 70-80,2006.

FONTANELLO, D.; SOARES, H.A.; MANDELLI Jr, J. et al. **Desenvolvimento ponderal de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802), criados com ração de diferentes níveis protéicos**. Boletim do Instituto de Pesca, 1982. São Paulo, v.9, p.125-129.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Statistical Yearbook, 2013: **World food and agriculture**. Rome, 2015.

FRACALOSSO, D.M.; ALLEN, M.E.; YUYAMA, L.K.; OFEDAL, O.T. Ascorbic acid biosíntesis in amazonian fishes. **Aquaculture**, v.192, p. 321-332, 2001.

FRIES, E.M.; BITTARELLO, A.C.; SILVA, D.M. et al. Vitamin A supplementation in diets for Goldfish (*Carassius auratus*). **Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2229-2240, 2014.

FURUYA, W.M. (Ed.). Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. GFM, 2010.

GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R. Utilização de diferentes temperaturas no cultivo de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) em aquários experimentais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26.,1999, Porto Alegre-RS, 1999. **Anais...** Porto Alegre. PEQ 14.

GAO, J.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M. et al. Interactive effects of vitamin C and E supplementation on growth performance, fatty acid composition and reduction of oxidative stress in juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed dietary oxidized fish oil. **Aquaculture**, v.422, p.84-90, 2014.

GOSNER, K. L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. **Herpetologica**, v.16, p.183-190,1960.

HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M. et al. Desenvolvimento de Girinos de Rã-Touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802) Cultivados em Diferentes Densidades de Estocagem em Tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.14-20, 2004.

HEIN, G.; BRIANESE, R.H.. **Modelo Emater de Produção de Tilápia**. Toledo, Paraná. 27p. 2004

HOFFMANN, D.F.; LEBOUTE, E.M.; SOUZA, S. M. G. Efeito da temperatura no desempenho de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 18, n. 6, p. 557-566, 1989.

IBRAHEM, M.D.; FATHI, M.; MESALHY, S. et al. Effect of dietary supplementation of inulin and vitamin C on the growth, hematology, innate immunity, and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish and Shellfish Immunology**, v.29, p.241-246, 2010.

LEIBOVITZ, H.E.; CULLEY, D.D.Jr; GEAGHAN, J.P. Effects of vitamin C and sodium benzoate on survival, growth and skeletal deformities of intensively cultured bullfrog larvae *Rana catesbeiana* reared at two pH levels. **Journal of the World Mariculture Society**, v.13, p.322-328, 1982.

LI, M.H.; ROBINSON, E.H. Effect of dietary vitamin C on tissue vitamin C concentration in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, and clearance rate at two temperatures - a preliminary investigation. **Journal of Applied Aquaculture**, v.4, p.59- 71, 1994.

LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **A tecnologia de criação de rãs**. Ed.Viçosa: UFV, 1992, 168p.

MARTINS, T.P.A.; FERREIRA, T.M.S.; GOMIDES, P.F.V. et al. Importância da vitamina C no crescimento e desenvolvimento gonadal em peixes. **Nucleus Animalium**, v.6, n.1, p. 111-118, 2014.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA [2015]. Aquicultura. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/aquicultura>> Acesso em: 31/05/2015.

MANSANO, C.F.M.; DE STEFANI, M.V.; PEREIRA, M.M.; MACENTE, B.I. Deposição de nutrientes na carcaça de girinos de rã-touro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.8, p.885-891, 2013.

MEURER, F.; HAYASHY, C.; BOSCOLO, W.R. Lipídeos na Alimentação de Alevinos Revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 566-573, 2002.

NANDI, A.; MUKHOPADHYAY, C.K; GHOSH, M.K. et al. Evolutionary significance of vitamin C biosynthesis in terrestrial vertebrates. **Free Radical Biology and Medicine**, v.22, n.6, p.1047–1954, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of fish and shrimp**. National Academy Press, Washington. 2011, 114p.

NAVARRO, R.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia digestível da dieta sobre o desempenho de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) em fase pós-larval. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, p. 109–114, 2007.

NAVARRO, R.D.; MATTA, S.L.P.; RIBEIRO FILHO, O.P. et al. Morfometria e desenvolvimento gonadal em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com suplementação de vitaminas E. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 519-528, 2010.

NEU, D.H.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A. et al. Suplementação de vitamina C na dieta para larvas de Mandi-pintado *Pimelodus britskii*. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n. 4, p. 242 – 246, 2010.



- NUNES, I. J. **Nutrição Animal Básica**. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998, 388 p.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M. et al. (Eds.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p.74-169.
- PINTO, F.H.D.; MANSANO, F.M.C.; DE ESTÉFANI, V.M. et al. Optimal digestible protein level for bullfrog tadpoles. **Aquaculture**, v.440, p.12–16, 2015.
- REIS, E.S.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. et al. Suplementação de vitamina C na dieta para larvas de jundiá *Rhamdia voulezi*. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.1, p.83-89, 2011.
- ROSE, R.C.; CHOI, J.L. Intestinal-absorption e metabolism of ascorbic acid in rainbowtrout. **American Journal of Physiology**, v.258, n.5, p.1238-1241, 1990.
- ROTTA, M.A. **Utilização do ácido ascórbico (vitamina C) pelos peixes**. Embrapa Pantanal. Corumbá. 2003, 54p.
- 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.
- SEIXAS FILHO, J.T.; HIPOLITO, M.; CARVALHO, V.F. et al. Alterações histopatológicas em girinos de rã-touro alimentados com rações comerciais de diferentes níveis proteicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2085-2089, 2008.
- SEIXAS FILHO, J.T. DE; NAVARRO, R.D.; SILVA, L.N.DA. et al. Desempenho de girinos de rã-touro alimentados com ração comercial contendo diferentes concentrações de proteína bruta. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, p.428-433, 2010.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; LEITE, M.J.C.; DE STÉFANI, M.V. Comportamento alimentar e qualidade da água em tanques de criação de girinos de rã-touro *Lithobates catesbeianus*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, n.1, p. 95-101, 2008.
- WEDEMEYER, G. A. Stress-induced ascorbic acid depletion and cortisol production in two salmonid fishes. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 29, p.1247-1251, 1969.
- ZHOU, Q.; WANG, L.; WANG, H.; XIE, F.; WANG, T. Effect of dietary vitamin C on the growth performance and innate immunity of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Fish & Shellfish Immunology**, v.32, p.969-975, 2012.

## **CAPÍTULO 2**

### **SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA C PARA GIRINOS DE *Lithobates catesbeianus* SUBMETIDOS À BAIXA TEMPERATURA**

## RESUMO

### SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA C PARA GIRINOS DE *Lithobates catesbeianus* SUBMETIDOS À BAIXA TEMPERATURA

Para verificar o efeito da suplementação de vitamina C na dieta de girinos de rã-touro, foram utilizados 480 girinos com peso médio de 0,078g, distribuídos em 12 aquários com 40L de água em sistema fechado de recirculação de água. O delineamento foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos (0, 150, 300, e 600 mg kg<sup>-1</sup> de monofosfato de ácido L-ascórbico ) e 3 repetições. Para avaliação de desempenho produtivo foram utilizados parâmetros nutricionais de ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), consumo aparente de ração (CRA), taxa de eficiência proteica (TEP), rendimento de carcaça (RC), índice hepatossomático (IHS), índice viscerossomático (IVS), índice de gordura visceral (IGV), matéria seca (MS) e extrato etéreo (EE). A temperatura observada ao longo do período experimental foi de 21,74± 0,43°C. A suplementação com vitamina C não influenciou significativamente o rendimento de carcaça e o índice viscerossomático. Verificou-se diferença significativa com efeito quadrático para ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, índice de gordura visceral, índice hepatossomático e extrato etéreo da carcaça. Com base nos dados obtidos no presente estudo sugere-se que girinos de rã-touro sejam suplementados com 600mg vit. C kg<sup>-1</sup>.

**Palavras chave:** 1.Ácido ascórbico. 2. Nutrição. 3. Rã-touro.

## ABSTRACT

### SUPPLEMENTATION OF VITAMIN C FOR *Lithobates catesbeianus* TADPOLES SUBMITTED TO LOW TEMPERATURE

To check the effect of vitamin C supplementation in the diet of bullfrog tadpoles were used 480 tadpoles with an average weight of 0,078g, distributed in 12 aquariums with 40L of water in a closed recirculating water system. The experimental design was a complete randomized with 4 treatments (0, 150, 300, and 600 mg kg<sup>-1</sup> monophosphate L-ascorbic acid) and 3 replicates. To evaluate productive performance were used nutritional parameters of weight gain (WG), feed conversion (CAA), apparent feed intake (CRA), protein efficiency ratio (PER), carcass yield (RC), hepatosomatic ( IHS), viscerossomatic index (SVI), visceral fat index (IGV), dry matter (DM) and ether extract (EE). The temperature observed during the experimental period was 21.74 ± 0.43°C. Supplementation with vitamin C did not significantly influence the carcass yield and the viscerossomatic index. There was a significant difference with quadratic effect for weight gain, , apparent feed conversion, protein efficiency rate, visceral fat index, hepatosomatic and ethereal extract. Based on the data obtained in this study it is suggested that bullfrog tadpoles are supplemented with 600mg vit. C kg<sup>-1</sup>.

**Keywords:** 1.Ascorbic acid. 2.Bullfrog. 3.Nutrition.

## 1 INTRODUÇÃO

A alta produtividade e a qualidade nutricional da carcaça da rã-touro, *Lithobates catesbeianus*, são fatores que contribuem para a ascensão do setor. Entretanto, o setor ainda apresenta escassez de informações técnicas de manejo, principalmente, durante a fase de desenvolvimento dos girinos, pois é nesta fase que se determina a produção de imagos de qualidade e em quantidade para a fase de engorda (Castro & Pinto, 2000; Hayashi et al., 2004).

Por ser um animal ectotérmico, os girinos, têm o desenvolvimento comprometido quando a temperatura ambiente ocorre numa faixa de desconforto térmico (Knoop et al., 2015), pois este parâmetro influencia diretamente o consumo de alimentos ocasionado pelo estresse térmico, comprometendo o desenvolvimento saudável dos animais (Braga & Lima, 2001). Tal afirmativa pode ser comprovada no estudo de Galdioli et al. (1999), que observaram que os girinos apresentaram maior biomassa e sobrevivência quando mantidos a temperaturas elevadas, sendo a temperatura ideal em torno de 30°C.

Diversos estudos evidenciam os benefícios da suplementação de vitaminas à dieta de organismos aquáticos, com destaque ao ácido ascórbico, objetivando a melhora nos índices de desempenho zootécnico (Borba et al., 2013; Gao, 2014).

Em peixes, a ausência ou inatividade da enzima L-gulonolactona oxidase, que catalisa a última reação de síntese de ácido ascórbico a partir da glucose, induz, principalmente nas fases iniciais, deformidades esqueléticas e operculares (Neu et al., 2010; Zhou et al. 2012), exoftalmia, anemia, letargia, aumento na taxa de mortalidade e aumento dos efeitos negativos do estresse (Rotta, 2003).

Anfíbios, diferentemente de peixes, possuem a enzima de síntese do ácido ascórbico, entretanto a quantidade de vitamina C sintetizada é insuficiente para manter as funções fisiológicas (Drouin et al., 2011), sendo, portanto, necessária a suplementação dietética quando em sistemas intensivos de produção, uma vez que o alimento natural é restrito (Browne, 2009).

Segundo Lim & Lovell (1978), quantidades diminutas de vitamina C atendem às exigências fisiológicas da espécie, entretanto, para a resposta máxima como resistência às doenças e tolerância ao estresse ambiental, são necessárias concentrações elevadas.

O escorbuto (deficiência de ácido ascórbico), em girinos, tem sido observado pelo aumento na taxa de mortalidade e deformações na estrutura da cauda (Leibovitz et al., 1982). Segundo o estudo de De Stéfani et al. (2001), a taxa de sobrevivência dos girinos foi significativamente maior no grupo suplementado com 500 mg vit.C kg<sup>-1</sup> (62,83%), em relação ao grupo controle (40,48%).

Tendo em vista esses fatores, objetivou-se com o presente estudo, avaliar os efeitos da suplementação de diferentes níveis de vitamina C na dieta sobre o crescimento e desempenho de girinos de rã-touro, *Lithobates catesbeianus*, submetidos a baixas temperaturas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura da Universidade de Brasília, no período de 25 de junho a 13 de setembro de 2013, totalizando 80 dias de experimento.

Foram utilizados 480 girinos de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) no estágio 25 da tabela simplificada de Gosner (1960) (Figura 1), procedentes de mesma desova, com peso médio inicial de 0,078g. Os girinos foram distribuídos em 12 aquários com 40L de água, na densidade 1 girino/L de água (Castro & Pinto, 2000; Hayashi et al., 2004), em sistema fechado de recirculação de água (Figura 2). Cada aquário foi considerado como uma unidade experimental, totalizando 12 unidades experimentais.

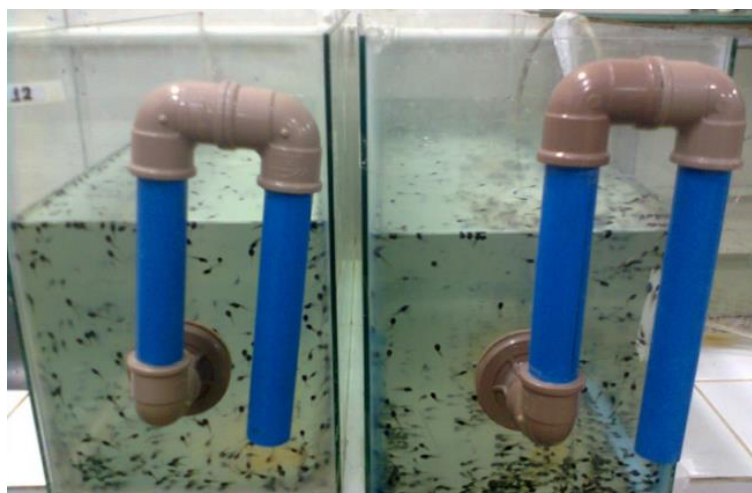


Figura 1. Girinos de *L. catesbeianus* no estágio 26 de Gosner (1960).  
Fonte: Arquivo pessoal



Figura 2. Baterias de aquários abastecidos por sistema fechado de recirculação de água.

Fonte: Arquivo pessoal

Foram utilizadas rações comerciais para tilápia-do-Nilo (*Oreochomis niloticus*) com 32% PB e foram testados 3 níveis de suplementação de vitamina C (monofosfato de ácido L ascórbico) sendo, T<sub>1</sub> – ração controle (RC), T<sub>2</sub> – RC + 150mg vit C kg<sup>-1</sup>, T<sub>3</sub> – RC + 300mg vit C kg<sup>-1</sup>, T<sub>4</sub> – RC + 600mg vit C kg<sup>-1</sup>, com três repetições, em um delineamento inteiramente ao acaso.

A alimentação foi dividida em quatro refeições diárias (8h, 11h, 14h e 17h), sendo a ração moída e armazenada sob refrigeração de 4°C. Foram realizadas biometrias de uma parcela de cada repetição a cada quatro dias, objetivando o ajuste da ração fornecida em 5% do peso vivo.

A temperatura da água foi monitorada diariamente (8h e 17h) ao longo do período experimental.

Ao final do período experimental, os animais de cada unidade experimental foram contados, pesados e medidos individualmente. Registrou-se, com o auxílio de um paquímetro, o comprimento total (início da cabeça até o final da cauda) e o comprimento parcial (início da cabeça até inserção da cauda) (Figura 3). O peso de cada girino foi registrado em balança analítica. O sistema digestório foi dissecado, e separado em tubo digestório, fígado e gordura visceral, os quais foram pesados em balança analítica (Figura 4) para posterior cálculo do índice viscerossomático (IVS), índice hepatossomático (IHS) e índice de gordura visceral (IGV), sendo:

$$\text{IHS} = (\text{Pfig.} \div \text{PF}) \times 100$$

$$\text{IVS} = (\text{Pvis.} \div \text{PF}) \times 100$$

$$\text{IGV} = (\text{PG} \div \text{PF}) \times 100$$

onde,



Pfig. = peso do fígado;

PF = peso final;

Pvisc. = peso das vísceras;

PG = peso da gordura visceral.

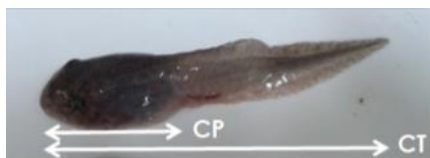


Figura 3. Girino de *L. catesbeianus* mostrando os comprimentos total (CT) e parcial (CP).

Fonte: Arquivo pessoal



Figura 4: Exposição visceral de girino de *L. catesbeianus* para posterior evisceração.

Fonte: Arquivo pessoal

Para a determinação do desempenho zootécnico, foram analisados o ganho em peso (GP), consumo aparente de ração (CRA), conversão alimentar aparente (CAA) e rendimento da carcaça (RC), sendo:

$$GP \text{ (g)} = PF - PI$$

$$CAA = CRA \div GP$$

$$RC \text{ (\%)} = [(PCL \times 100) \div PF]$$

onde,

PI = peso inicial;

PCL= peso da carcaça limpa.

Para avaliação da qualidade da carcaça foram analisados a matéria seca (MS) e extrato etéreo (EE) da carcaça dos girinos.

Para avaliação da eficiência de utilização da proteína pelos girinos, foram calculados a taxa e eficiência proteica (TEP), sendo:

$$TEP = (GP \div \text{proteína ingerida}) \times 100$$

Os dados obtidos foram submetidos analisados pela Regressão polinomial pelo programa SAS (2008).

### 3 RESULTADOS

A temperatura média observada ao longo do período experimental foi de  $21,74 \pm 0,43^\circ\text{C}$

Os resultados de peso médio final (PF), comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), consumo aparente de ração (CRA), ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de eficiência proteica (TEP) são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Peso final (PF), comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), ganho em peso (GP), consumo aparente de ração (CRA), conversão alimentar aparente (CAA) Taxa de eficiência proteica (TEP) de girinos de rã-touro alimentados com diferentes níveis de suplementação de vitamina C à dieta

|                      | Vitamina C mg/kg |            |            |            | C.V.(%) <sup>1</sup> |
|----------------------|------------------|------------|------------|------------|----------------------|
|                      | 0                | 150        | 300        | 600        |                      |
| PF (g) <sup>2</sup>  | 0,76±0,07        | 0,70±0,03  | 0,67±0,08  | 0,88±0,08  | 0,76*                |
| CT (cm) <sup>3</sup> | 4,06±0,12        | 3,86±0,06  | 3,77±0,12  | 4,18±0,14  | 4,70*                |
| CP (cm) <sup>4</sup> | 1,37±0,09        | 1,34±0,06  | 1,31±0,11  | 1,44±0,06  | 4,08*                |
| CRA (g)              | 2,84±0,00        | 2,89±0,00  | 2,83±0,00  | 3,43±0,00  | 9,64*                |
| GP (g) <sup>5</sup>  | 0,68±0,07        | 0,63±0,03  | 0,60±0,08  | 0,80±0,08  | 13,61*               |
| CAA <sup>6</sup>     | 4,31±0,50        | 4,78±0,32  | 5,59±0,26  | 4,42±0,42  | 12,08*               |
| TEP (%) <sup>7</sup> | 81,67±5,23       | 78,02±4,41 | 62,78±6,17 | 84,10±3,72 | 12,49*               |

Valores em média ± erro padrão; \*p<0,05

<sup>1</sup> Coeficiente de variação;

<sup>2</sup> Efeito quadrático PF –  $Y = 2\text{E-}06x^2 - 0,0007x + 0,7669$ ,  $R^2 = 0,9848$ ;

<sup>3</sup> Efeito quadrático CT –  $Y = 4\text{E-}06x^2 - 0,0021x + 4,0695$ ,  $R^2 = 0,9964$ ;

<sup>4</sup> Efeito quadrático CP –  $Y = 9\text{E-}07x^2 - 0,0005x + 1,3747$ ,  $R^2 = 0,9371$ ;

<sup>5</sup> Efeito quadrático GP –  $Y = 2\text{E-}06x^2 - 0,0007x + 0,6889$ ,  $R^2 = 0,9848$ ;

<sup>6</sup> Efeito quadrático CAA –  $Y = -1\text{E-}05x^2 + 0,0074x + 4,2083$ ,  $R^2 = 0,87$ ;

<sup>7</sup> Efeito quadrático TEP –  $Y = 0,0002x^2 - 0,109x + 84,028$ ,  $R^2 = 0,7523$ .

Observou-se que a elevação nos níveis de suplementação da vitamina C refletiu em melhora no CT e CP (Figura 5 e 6). Os valores de PF e GP variaram de forma quadrática

(Figuras 7 e 8, respectivamente) até o nível 175mg vit. C kg<sup>-1</sup>C da dieta. No entanto, o nível que apresentou ponto de máximo para CAA foi 370mg vit. C kg<sup>-1</sup> da dieta (Figura 9).

O gráfico de dispersão das médias dos tratamentos e a equação de regressão polinomial para taxa de eficiência proteica é apresentado na Figura 10. Verificou-se efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) para taxa de eficiência proteica (TEP), com nível ótimo de inclusão, observado, de 272,5mg kg<sup>-1</sup> de vit. C à dieta.

Os níveis de vitamina C não influenciaram ( $p > 0,05$ ) o peso da gordura (PG), índice viscerossomático (IVS) e rendimento de carcaça (RC), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Peso do fígado (Pfig), peso da gordura (PG), peso das vísceras (Pvisc), índice hepatossomático (IHS), índice de gordura visceral (IGV), índice viscerossomático (IVS), rendimento de carcaça (RC) e composição da carcaça em matéria seca (MS) e extrato etéreo (EE) de girinos de rã-touro alimentados com diferentes níveis de suplementação de vitamina C à dieta

|                        | Vitamina C mg/kg |            |           |            | C.V. (%) <sup>1</sup> |
|------------------------|------------------|------------|-----------|------------|-----------------------|
|                        | 0                | 150        | 300       | 600        |                       |
| Pfig (g) <sup>2</sup>  | 0,05±0,01        | 0,04±0,01  | 0,04±0,00 | 0,05±0,01  | 18,02                 |
| PG (g)*                | 0,02±0,0         | 0,02±0,0   | 0,02±0,0  | 0,02±0,00  | 15,15                 |
| PVisc (g) <sup>3</sup> | 0,12±0,00        | 0,11±0,01  | 0,13±0,01 | 0,15±0,02  | 13,09                 |
| IHS (%) <sup>4</sup>   | 5,56±1,20        | 5,65±1,13  | 5,66±0,07 | 5,90±1,42  | 4,12                  |
| IGV (%) <sup>5</sup>   | 1,86±0,53        | 2,69±0,43  | 2,62±0,32 | 1,76±0,16  | 21,84                 |
| IVS (%)*               | 15,27±0,56       | 13,36±1,24 | 19,31±0,7 | 14,82±2,02 | 16,22                 |
| RC (%)*                | 83,24±0,49       | 84,95±1,47 | 78,45±0,7 | 83,40±2,16 | 3,41                  |
| MS (%)                 | 11,47±0,06       | 10,21±1,33 | 8,79±1,26 | 10,20±1,22 | 10,74                 |
| EE (%) <sup>6</sup>    | 3,61±0,39        | 4,7±0,58   | 5,9±0,26  | 2,4±0,09   | 30,49                 |

Valores em média ± erro padrão

<sup>1</sup> Coeficiente de variação;

<sup>2</sup> Efeito quadrático Pfig –  $Y = 1E-07x^2 - 7E-05x + 0,048$ ,  $R^2 = 0,8735$ ;

<sup>3</sup> Efeito quadrático PVisc –  $Y = 2E-07x^2 - 6E-05x + 0,1217$ ,  $R^2 = 0,8632$ ;

<sup>4</sup> Efeito quadrático IHS –  $Y = 2E-06x^2 - 0,0004x + 5,5031$ ,  $R^2 = 0,7827$ ;

<sup>5</sup> Efeito quadrático IGV –  $Y = -1E-05x^2 + 0,0057x + 1,9141$ ,  $R^2 = 0,9498$ ;

<sup>6</sup> Efeito quadrático EE –  $Y = -3E-05x^2 + 0,0159x + 3,4505$ ,  $R^2 = 0,8177$

\* Não significativo ( $P > 0,05$ )

Verificou-se efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) para peso do fígado e peso das vísceras (Figuras 11 e 12, respectivamente).

Os gráficos de dispersão das médias dos tratamentos e as equações de regressão polinomial para IHS e IGV estão apresentados nas Figuras 13 e 14. A derivação da equação polinomial mostrou que a partir de 100mg vit.C kg<sup>-1</sup> da dieta, o IHS apresentou crescimento exponencial. Em contrapartida, o IGV apresentou decréscimo a partir de 285mg vit.C kg<sup>-1</sup> da dieta.

A curva de regressão polinomial para EE (Figura 15) apresentou crescimento exponencial até 285mg vit.C kg<sup>-1</sup> da dieta, sendo observado menor teor de EE para o tratamento com 600mg vit.C kg<sup>-1</sup> da dieta.

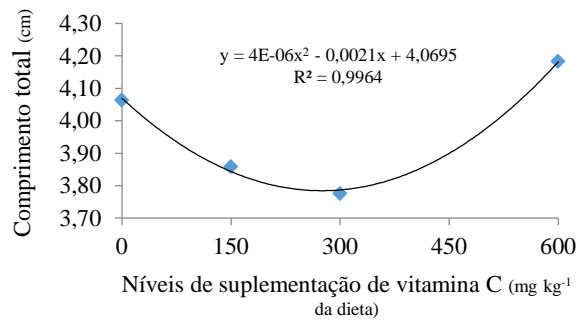


Figura 5 – Representação gráfica da suplementação de vitamina C para Comprimento total de girinos de *L. catesbeianus*.

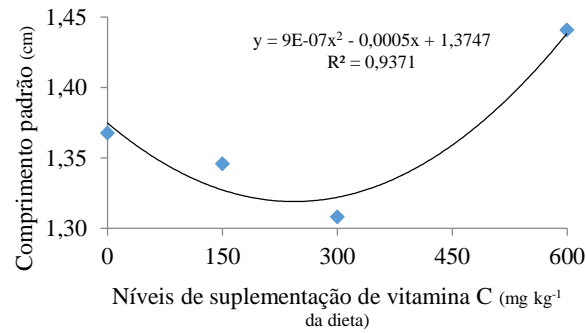


Figura 6 - Representação gráfica da suplementação de vitamina C para Comprimento padrão de girinos de *L. catesbeianus*.

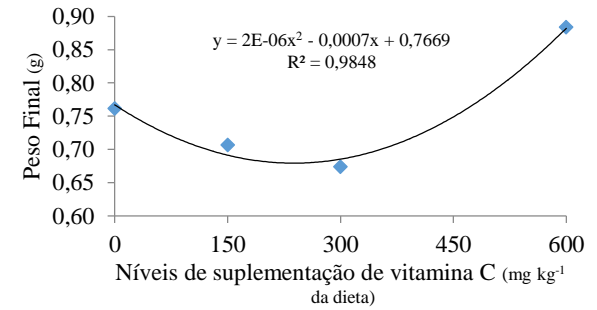


Figura 7 - Representação gráfica da suplementação de vitamina C para Peso final de girinos de *L. catesbeianus*.

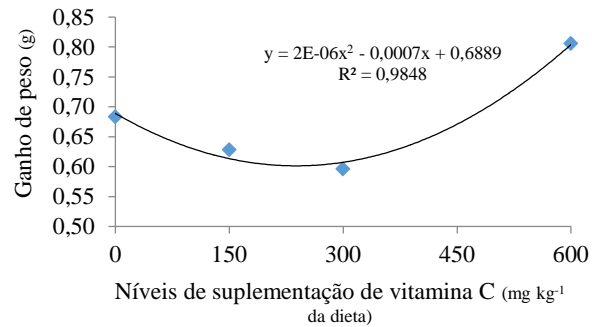


Figura 8 - Representação gráfica da suplementação de vitamina C para Ganho de peso de girinos de *L. catesbeianus*.

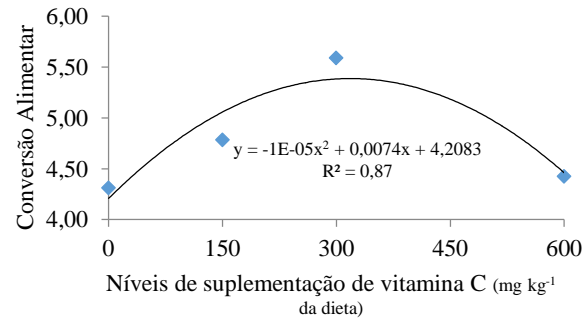


Figura 9 - Representação gráfica da suplementação de vitamina C para Conversão alimentar de girinos de *L. catesbeianus*.

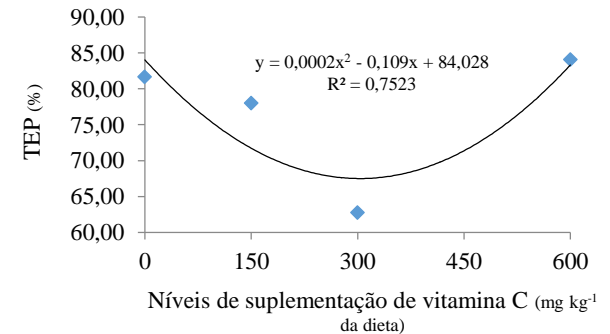


Figura 10 - Representação gráfica da suplementação de vitamina C para taxa de eficiência proteica de girinos de *L. catesbeianus*.

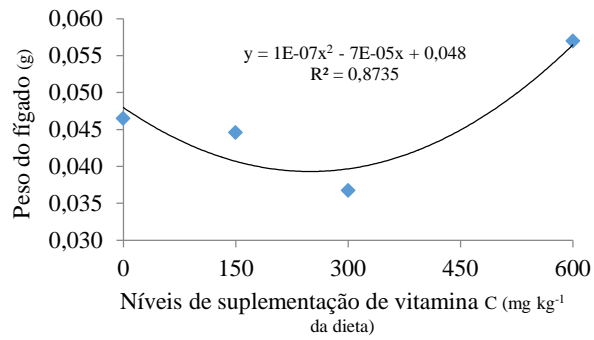


Figura 11 - Representação gráfica da suplementação de vitamina C para Peso do fígado de girinos de *L. catesbeianus*.

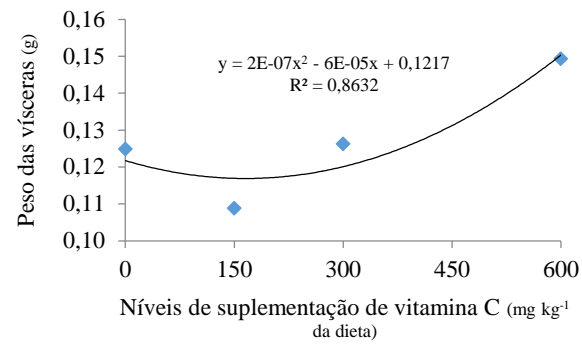


Figura 12 - Representação gráfica da suplementação de vitamina C para peso das vísceras de girinos de *L. catesbeianus*.

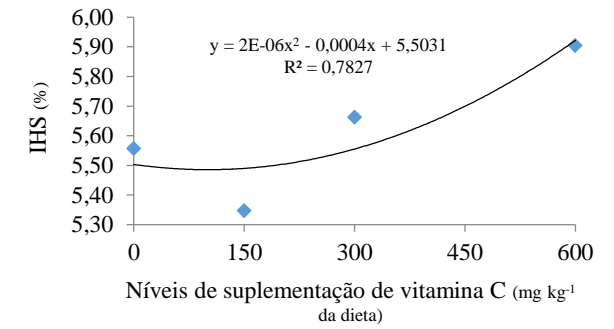


Figura 13 - Representação gráfica da suplementação de vitamina C para índice hepatossômico de girinos de *L. catesbeianus*.

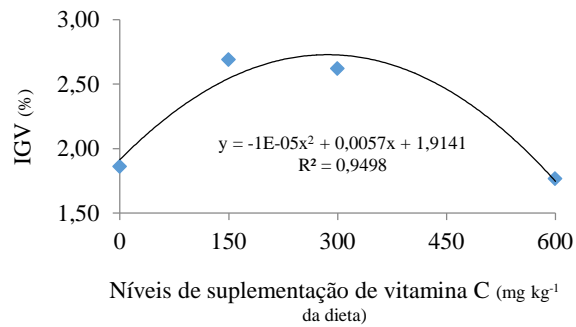


Figura 14 - Representação gráfica da suplementação de vitamina C para índice de gordura visceral de girinos de *L. catesbeianus*.

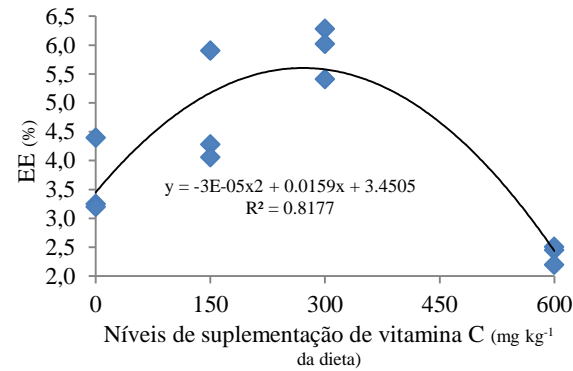


Figura 15 - Representação gráfica da suplementação de vitamina C para extrato etéreo da carcaça de girinos de *L. catesbeianus*.

#### 4 DISCUSSÃO

No presente estudo a temperatura da água estava abaixo da temperatura ideal para a espécie, pois, segundo Galdioli et al. (1999) a zona de conforto térmico dos girinos de *L. catesbeianus* são temperaturas próximas a 30 °C, já que é nesta temperatura que são observados os melhores resultados de desempenho zootécnico.

A temperatura é uma das variáveis ambientais de maior importância na aquicultura por alterar o equilíbrio entre a síntese e a degradação das estruturas biológicas e alterar os requisitos metabólicos (Jian et al., 2003; Hapaz, 2005). Hoffmann et al. (1988) trabalhando com girinos de rã-touro submetidos a diferentes temperaturas, observaram que em temperaturas de 15 e 20°C os animais apresentaram menor ganho de peso em relação aos animais do tratamento de 25°C.

No presente estudo a baixa temperatura não comprometeu o desenvolvimento e o crescimento dos girinos, provavelmente os níveis elevados de vitamina C tenham contribuído para o desempenho satisfatório dos mesmos. Tal observação pode ser corroborada com os estudos de Kitabchi (1967) e Dabrowski et al. (1994), que afirmaram que o ácido ascórbico é um cofator na biossíntese de hormônios esteroides. Desta maneira, segundo os autores, o aumento da disponibilidade de ácido ascórbico pode prevenir a severidade da resposta ao estresse nos peixes, refletindo em melhora no desenvolvimento do animal.

Os resultados do presente estudo indicaram que o tratamento com 600mg vit. C kg<sup>-1</sup> de ração conferiu maior CRA e menor CAA, refletindo em maior PF e GP e melhor TEP.

Os valores de PF e GP variaram de forma quadrática até o nível 175mg vit. C kg<sup>-1</sup> da dieta. No entanto, o nível que apresentou melhor valor quadrático para CAA foi 370mg vit. C kg<sup>-1</sup> da dieta. Resultados semelhantes foram encontrados por Navarro *et al.* (2010) que observaram melhora no crescimento de alevinos de tilápia-do-Nilo suplementados com níveis crescentes de vitamina C (0, 50, 100, 150 e 200 mg kg<sup>-1</sup>). Desempenho satisfatório no crescimento de tilápias-do-Nilo, suplementadas com 500mg vit. C kg<sup>-1</sup>, também foi observado por Ibrahim et al. (2010). Estudando o efeito da suplementação de vitamina C na

dieta de girinos de rã-touro, Colombano et al. (2007) observaram que 2.000mg vit C kg<sup>-1</sup> melhorou o ganho de peso e a sobrevivência dos girinos.

Esses resultados sugerem que a vitamina C age na formação do colágeno melhorando assim o desempenho zootécnico. Segundo Rotta, (2003), o ácido ascórbico influencia diretamente o crescimento dos peixes, pois tem função importante na formação do colágeno, que é o principal componente do esqueleto. Segundo Soliman et al. (1986), tilápias-do-Nilo suplementadas com vitamina C apresentaram maior crescimento que os animais alimentados sem suplementação de vitamina C. Os autores concluíram que a deficiência em ácido ascórbico reduz a absorção de iodo pela tireóide com aumento da concentração plasmática desse mineral, sugerindo a hipoatividade tireoideana. Deste modo, o retardo do crescimento pode ser atribuído à redução dos níveis plasmáticos de hormônios tireoideanos reguladores do crescimento.

Contrariando os resultados do presente estudo, De Stéfani et al. (2001) não observaram diferença no crescimento de girinos de *L. catenbeianus* alimentados com ração suplementada com 50, 250 e 500 mg vit C kg<sup>-1</sup>. Knoop et al. (2015) também não verificaram influência da suplementação de vitamina C para rã-touro pós-metamorfoseadas. Provavelmente a síntese de ácido ascórbico pelas rãs tenha sido suficiente para suprir suas exigências.

Foram observados que a suplementação com 272,5mg vit. C kg<sup>-1</sup> à dieta estaria mais ajustada às exigências dos animais proporcionando maior eficiência na utilização da proteína consumida para GP. Segundo Wilson (2002) parte da proteína ingerida é utilizada para produção de energia, assim, os valores da TEP pode ser um bom indicativo de que a proteína dietética foi utilizada para o crescimento.

Os lipídios são a principal fonte de reserva energética para os animais, e são geralmente armazenados no fígado, tecido adiposo ou músculo, sendo mobilizados em resposta as necessidades energéticas demandadas pelo processo de crescimento, manutenção e reprodução (Chellappa et al., 1995; Moreira et al., 2000).. Sendo assim, é esperado que o aumento do IHS refletisse a assimilação de reservas energéticas pelos animais (Agostinho et al., 1990).

A vitamina C está envolvida no metabolismo energético por sua participação na síntese de carnitina (Rotta, 2003), responsável pelo transporte de ácidos graxos do citoplasma para a matriz mitocondrial para que ocorra a  $\beta$ -oxidação dos ácidos graxos. Assim, pode-se inferir que níveis elevados de vitamina C promove aumento na síntese de carnitina, reduzindo a deposição de gordura visceral e aumentando a atividade hepática. De acordo com o estudo de Hapaz (2005) a deficiência de vitamina C pode reduzir os níveis de carnitina. Segundo



Lohninger et al. (1987), um dos primeiros sintomas de deficiência da vitamina C está relacionada com a diminuição na síntese de carnitina, em que os animais apresentam um estado de fadiga.

No presente estudo as análises do EE da carcaça e do IGV dos girinos de *L. catesbeianus*, apresentaram menores valores em níveis mais elevados de vitamina C, este fato pode estar relacionado com a maior utilização dos lipídeos para a produção de energia, a partir da elevação da síntese de carnitina. Segundo Hapaz (2005) a carnitina atua como promotor de crescimento por potencializar o uso das gorduras dietéticas, conferindo um efeito poupador de proteína.

Durante a fase metamórfica os girinos reduzem o consumo de alimento e no clímax da metamorfose cessam a ingestão, sendo as reservas energéticas necessárias para suprir a alta demanda de energia durante a metamorfose (Albinati, 1999; Santos et al., 2010)

Peixes submetidos á baixas temperaturas podem aumentar o volume mitocondrial (Cordiner & Egginton, 1997) e a atividade de algumas enzimas mitocondriais, tais como citrato sintase e carnitina palmitoil transferase (St-Pierre et al., 1998). Guderley & Johnston (1996) estudando o impacto da aclimação térmica em *Myoxocephalus scorpius*, submetidos a temperaturas experimentais de (2,5, 7,5, 12,5 e 20°C), observaram que atividade da enzima carnitina palmitoil transferase aumentou 42% nos animais que passaram por estresse térmico. Os autores observaram que o aumento da atividade enzimática proporcionou uma melhor utilização dos ácidos graxos e da glicose para a produção de energia, sendo, portanto uma adaptação às baixas temperaturas. Ésteres de carnitina protegem as células nervosas do estresse e da deterioração, por apresentar característica antioxidante (Crayhon, 1998; Sinatra & Sinatra, 1999).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados obtidos, conclui-se que 175mg vit. C kg<sup>-1</sup> de ração proporciona desempenho satisfatório para ganho de peso e peso final para girinos de rã-touro.

Para conversão alimentar aparente observou-se que 370 mg vit. C kg<sup>-1</sup> de ração proporcionou valores satisfatórios.

Para taxa de eficiência proteica, foram observados que 272mg vit. C kg<sup>-1</sup> de ração como sendo o nível ótimo de suplementação.

Para a variável índice de gordura visceral e teor de gordura na carcaça, foram obtidos 285mg de vit. C kg<sup>-1</sup> de ração, como nível de inclusão ótimo.

## **6 CONCLUSÃO**

Os resultados obtidos, neste ensaio, sugerem que a suplementação com vitamina C na dieta para girinos de rã touro melhora o desempenho zootécnico, e que 600mg vit. C kg<sup>-1</sup> foram obtidos os melhores resultados.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINATI, R.C.B. Avanços na nutrição de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 10, 1999, São Miguel do Iguaçu. Alimentos e alimentação, p. 13 - 31, 1999.
- AGOSTINHO, A.A; BARBIERI, G.; VERANI, J.R. et al. Variação do fator de condição e do índice hepatossomático e suas relações com o ciclo reprodutivo em *Rhinelepis áspera* (Agassiz, 1829) (*Osteichthyes, Loricariidae*) no Rio Paranapanema, Porecatu. **Ciência e Cultura**, v.42, p. 711-714, 1990.
- BORBA, M.R.D.; E SÁ, M.V.C.; DE ABREU, J.S. Vitaminas e Minerais. In: Nutriaqua: **Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Ed. Aquabio. Florianópolis, 2013. p. 121-167.
- BRAGA, L.G.T.; LIMA, S.L. Influência da Temperatura Ambiente no Desempenho da Rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na Fase de Recria. **Revista Brasileira de zootecnia**, v. 30, n.6, p. 1659-1663, 2001.
- BROWNE, R. [2009]. Amphibian Diet and Nutrition. **AArk Science and Research**. Disponível em: <<http://www.amphibianark.org/pdf/Husbandry/Amphibian%20diet%20nutrition.pdf>> Acesso em: 22/04/2015.
- CASTRO, J.C.; PINTO, A.T. Qualidade de água em tanque de girinos de rã-touro, *Rana catesbeiana*, Shaw, 1802, cultivados em diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.6, p.1903-1911, 2000.
- CHELLAPPA, S.; HUNTINGFORD, F.A.; STRANG, R.H.C. et al. Condition factor and hepatosomatic index as estimates of energy status in male three-spined stickleback. **Journal of Fish Biology**, v.47, n.5, p.775-787, 1995.
- CHEN, W.H.; SUN, L.T.; TSAI, C.L. et al. Cold-stress induced th emodulation of catecholaminas, cortisol, immunoglobulin M, and leukocyte phagocytosis in tilapia. **General Endocrinology**, v. 126, p. 90-100, 2002.

COLOMBANO, N.C.; FENERICK JÚNIOR, J.; DE STÉFANI, M.V. et al. Suplementação alimentar com vitamina c e desempenho zootécnico de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 333-338, 2007.

CORDINER, S.; EGGINTON, S. Effects of seasonal temperature acclimatization on muscle metabolism in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Fish Physiology Biochemistry**, v.16, p. 333– 343,1997.

DABROWSKI, K.; MATUSIEWICZ, M.; BLOM, J. H. Hydrolysis, absorption and bioavailability of ascorbic acid esters in fish. **Aquaculture**, v.124, n.1-4, p.169-192, 1994.

DE STÉFANI, M.V.; MARCANTONIO, A.S.; MARTINS, M.L. Suplementação com vitaminas C e E sobre o desenvolvimento e sobrevivência de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). **Ciência Rural**, v.31, n.5, p.869-871, 2001.

DROUIN, G.; GODIN, J.; PAGE, B. The genetics of vitamin C loss in vertebrates. **Currents Genomics**, v.12, p. 371–378, 2011.

FALCON, D.R.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. et al. Leucograma da tilápia-do-Nilo arraçoada com dietas suplementadas com níveis de vitamina c e lipídeo submetidas a estresse por baixa temperatura. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 3, p. 543-551, 2008.

GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R. Utilização de diferentes temperaturas no cultivo de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) em aquários experimentais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26.,1999, Porto Alegre-RS, 1999. **Anais...** Porto Alegre. PEQ 14.

GAO, J.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M. et al. Interactive effects of vitamin C and E supplementation on growth performance, fatty acid composition and reduction of oxidative stress in juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed dietary oxidized fish oil. **Aquaculture**, v.422, p.84-90, 2014.

GOSNER, K. L. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. **Herpetologica**, v.16, p.183-190,1960.

GUDERLEY, H.; JOHNSTON, I.A. Plasticity of fish muscle mitochondria with thermal acclimation. **The Journal of Experimental Biology**. V. 199, p.1311 – 1317,1996.

HAPAZ, S. l-Carnitine and its attributed functions in fish culture and nutrition—a review. **Aquaculture**, v.249, p.3-21, 2005.

HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M. et al. Desenvolvimento de Girinos de Rã-Touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802) Cultivados em Diferentes Densidades de Estocagem em Tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.14-20, 2004.

HOFFMANN, D.F. **Efeito da temperatura e da possibilidade de coprofagia no desempenho e desenvolvimento de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802)**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1988.

- 118p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1988.
- IBRAHEM, M.D.; FATHI, M.; MESALHY, S. et al. Effect of dietary supplementation of inulin and vitamin C on the growth, hematology, innate immunity, and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish and Shellfish Immunology**, v.29, p.241-246, 2010.
- JIAN, C.Y.; CHENG, S.Y.; CHEN, J.C. Temperature and salinity tolerances of yellowfin sea bream, *Acanthopagrus lotus*, at different salinity and temperature levels. **Aquaculture Research**, v.34, p.175-185, 2003.
- KITABCHI, A. E. Ascorbic acid in steroidogenesis. **Nature**, v.215, p.1385-1386, 1967.
- KNOOP, R.; DIAS, D.C.; FRANÇA, F.M. et al. Vitamin C supplementation has an effect on American bullfrog's immune response. **Journal of Physiology and Animal Nutrition**, v.99, p.85-91, 2015.
- LEIBOVITZ, H.E.; CULLEY, D.D.Jr; GEAGHAN, J.P. Effects of vitamin C and sodium benzoate on survival, growth and skeletal deformities of intensively cultured bullfrog larvae *Rana catesbeiana* reared at two pH levels. **Journal of the World Mariculture Society**, v.13, p.322-328, 1982.
- LIM, C.; LOVELL, R.T. Pathology of the vitamin C deficiency syndrome in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal of Nutrition**, v. 108, p. 1137-1146, 1978.
- LOHNINGER, A.; KAISER, E.; LEGENSTEIN, E. et al. Carnitine, metabolism and function. In: Kaiser, E.; Lohninger, A. (Ed.) **Carnitine—Its Role in Lung and Heart Disorders**. Karger Press, Basel, 1987. p.1 –25.
- MOREIRA, R.G.; VENTURIERI, R.L.L.; BERNARDINO, G. et al. **Alterações sazonais hepáticas em *Salminus maxillosus* em ambiente natural**. Boletim Técnico do Centro Pesquisa Treinamento Aquicultura (CEPTA), Pirassununga, v. 13, p. 47-61, 2000.
- NAVARRO, R.D.; MATTA, S.L.P.; RIBEIRO FILHO, O.P. et al. Morfometria e desenvolvimento gonadal em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com suplementação de vitaminas E. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 519-528, 2010.
- NEU, D.H.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A. et al. Suplementação de vitamina C na dieta para larvas de Mandi-pintado *Pimelodus britskii*. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.4, p.242–246, 2010.
- ROTTA, M.A. **Utilização do ácido ascórbico (vitamina C) pelos peixes**. Embrapa Pantanal. Corumbá. 2003, 54p.
- SAS Institute. Statistical Analysis System: user guide [CD-ROM]. Version 8. Cary (NC): SAS Institute Inc., 2008.
- SINATRA, S.T.; SINATRA, J. L-Carnitine and the Heart. McGraw Hill, New York. 1999. 64 pp.

SOLIMAN, A.K.; JAUNCEY, K.; ROBERTS, R.J. The effect of varying forms of dietary ascorbic acid on the nutrition of juvenile tilapias (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.52, n.1, p.1-10, 1986.

ST-PIERRE, J.; CHAREST, P.M.; GUDERLEY, H. Relative contribution of quantitative and qualitative changes in mitochondria to metabolic compensation during seasonal acclimatization of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **The Journal of Experimental Biology**, v.201, p. 2961–2970, 1998.

WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), **Fish Nutrition**, 3d. Academic Press, San Diego, CA, pp. 143–179.

ZHOU, Q.; WANG, L.; WANG, H.; XIE, F.; WANG, T. Effect of dietary vitamin C on the growth performance and innate immunity of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Fish & Shellfish Immunology**, v.32, p.969-975, 2012.