

# Hipervitaminose induzida pela suplementação de vitamina A em rações para pós-larvas de tilápia do Nilo

## Hypervitaminosis induced by vitamin A supplementation in ration for post larvae of Nile tilapia

Denise Nascimento de Bastos<sup>1\*</sup>; André Freccia<sup>2</sup>; Silia Maria de Negreiros Sousa<sup>2</sup>; Weferson Junio da Graça<sup>3</sup>; Fábio Meurer<sup>4</sup>; Robie Allan Bombardelli<sup>5</sup>

### Resumo

O presente trabalho foi realizado para avaliar os efeitos da hipervitaminose por meio de suplementação de diferentes níveis de vitamina A em rações balanceadas, sobre o desempenho da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de reversão sexual. O período experimental foi de 30 dias, com um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e cinco repetições. Foi considerado como unidade experimental um aquário de 50L contendo 70 pós-larvas. O primeiro tratamento constituiu de uma ração onde foi adicionado apenas o premix comercial como fonte de vitamina A (30 KUI). Os outros foram suplementados com 1.030, 2.030, 3.030, 4.030 e 5.030 KUI de vitamina A. Ao final do experimento os peixes foram avaliados quanto ao peso médio final (PMF), aos comprimentos total final (CT) e padrão final (CP), ao ganho de peso médio (GPM), ao ganho de biomassa (GB), a conversão alimentar aparente (CAA), ao fator de condição final (FC) e à sobrevivência (%). Os resultados de PMF, CP, GPM e GB mostraram um efeito linear negativo ( $P < 0,05$ ) em relação ao aumento dos níveis de vitamina A na ração. Conclui-se que a inclusão de vitamina A em níveis acima de 30 KUI prejudicam o crescimento das pós larvas de tilápia do Nilo.

**Palavras-chave:** Acetato de retinol, alevino, crescimento, *Oreochromis niloticus*, peixes, reversão sexual

### Abstract

The present study was carried out to evaluate the effect of the hypervitaminosis by supplementation of vitamin A in balanced ration, on the performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during sex reversal phase. The experiment was carried out during 30 days in a randomized experimental design with six treatments and five repetitions. Was considered an experimental unit an aquarium of 50L contends 70 post larvae. The first treatment was consisted by a ration where was added only commercial premix how a vitamin A (30 KUI) source. The others had been supplemented with 1.030, 2.030, 3.030, 4.030 e 5.030 KUI of vitamin A. At the end, the final average weight (FAW), the standard (SL) and

<sup>1</sup> Discente do Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Toledo, PR. E-mail: denisenbastos@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestres em Zootecnia, UNIOESTE, Marechal Candido Rondon, PR. E-mail: andrefreccia@gmail.com; silia\_negreiros@hotmail.com

<sup>3</sup> Prof. do Deptº de Biologia, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura, Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, PR. E-mail: weferon@nupelia.uem.br

<sup>4</sup> Prof. do Curso de Tecnologia em Aqüicultura, Universidade Federal do Paraná, UFPR, Campus de Palotina, PR. E-mail: fabio\_meurer@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Prof. do Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, UNIOESTE, Toledo, PR. E-mail: rabombardelli@gmail.com

\*Autor para correspondência

total length (TL), the weight gain (WG), the biomass gain (BG), the apparent feed conversion (FA), the condition factor (CF) and the survival (SU) were assessed. The results of FAW, SL, WG and BG showed a negative linear effect ( $P < 0,05$ ) by the increase of the vitamin A in the ration. The hypervitaminosis of vitamin A above of 30 KUI damaged the post larvae Nile tilapia growth.

**Key words:** Acetate of retinol, fingerling, fish, growth, *Oreochromis niloticus*, sex reversal

## Introdução

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), pertence à Ordem Perciformes, Cichlidae e é nativa da África e da Palestina (ZANIBONI FILHO, 2003). Possui hábito alimentar onívoro e o interesse no cultivo dessa espécie está relacionado a suas diversas características como boa adaptabilidade a diversos sistemas de criação, ótimo desempenho, alta rusticidade, grande aceitação no mercado de lazer e alimentício, além de possuir boas qualidades nutritivas e organolépticas do seu filé (MEURER et al., 2003).

Para a carne alcançar uma boa qualidade, os peixes devem receber uma nutrição adequada desde as fases iniciais de seu desenvolvimento. Para isso, Portz, Dias e Cyrino (2000) afirmam que é necessário ter o conhecimento das exigências nutricionais dos peixes, pois favorece a produtividade, a economia dos sistemas de produção e o aproveitamento eficiente dos nutrientes das dietas.

Os maiores cuidados com a alimentação de pós-larvas devem ser tomados após a absorção do saco vitelino, quando as pós-larvas requerem alimentos externos apropriados, tanto qualitativamente quanto quantitativamente (PRIETO et al., 2006). Os cuidados com esta fase de criação se justificam, pois é nessa fase que ocorrem processos biológicos como a organogênese, morfogênese e metamorfose (FERNÁNDEZ et al., 2008), que estão diretamente relacionados com a qualidade da produção dos alevinos.

Neste sentido, as vitaminas integram um grupo de moléculas orgânicas importantes para o crescimento, reprodução e saúde, sendo requeridas em pequenas quantidades na alimentação (NRC, 1993). Dentre elas a vitamina A, que pertence ao grupo dos

retinóides, apresenta diversas funções importantes no metabolismo animal. A vitamina A tem um papel fundamental na visão, regulação e diferenciação e das células em proliferação (FUNKESTEIN, 2001). O fornecimento de rações contendo os níveis ideais desta vitamina garante o crescimento e o aumento da resistência às doenças (PEIL et al., 2007). Este efeito benéfico das vitaminas sobre a saúde dos peixes tem levado a suplementação complementar de vitaminas nas rações balanceadas para peixes em fase inicial de criação.

Uma das características bioquímicas da vitamina A é a sua insolubilidade em água, o que possibilita o seu armazenamento no fígado e nas células de Sertoli, porém dificultam a sua excreção (HU et al., 2006; ZANOTTO-FILHO; SCHRÖDER; MOREIRA, 2008). Devido a estas características, a sua ingestão excessiva pode provocar a hipervitaminose e/ou efeitos tóxicos (CAMPECHE, 2003). Apesar da possibilidade de efeitos adversos no desempenho animal, existem poucos trabalhos relativos a indução da hipervitaminose em peixes ou relativos a estes efeitos sobre o metabolismo animal.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de elevados níveis de suplementação de vitamina A em rações balanceadas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de reversão sexual sobre os parâmetros de crescimento e de sobrevivência.

## Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Reprodução de Animais Aquáticos Cultiváveis (LATRAAC), instalado no Instituto de Pesquisa em Aquicultura Ambiental (InPAA)

da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, *Campus* de Toledo, por um período de 30 dias, entre os meses de agosto e setembro de 2010.

As pós-larvas foram provenientes de uma piscicultura comercial da região oeste do Paraná e apresentavam idade correspondente a dois dias de vida. Durante dois dias as larvas permaneceram em tanque de aclimação. Para a obtenção dos parâmetros corporais iniciais, uma amostra com 200 pós-larvas foram submetidas a pesagem utilizando balança analítica (Marte, AY220) de precisão  $\pm 0,0001$ g e, submetidas a mensuração do comprimento total por meio de paquímetro digital de precisão  $\pm 0,01$ mm.

Foram utilizadas 2.100 pós-larvas distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos e cinco repetições. Considerou-se como unidade experimental um aquário de 50L contendo 70 pós-larvas ( $1,4$  pós-larvas.L<sup>-1</sup>). As pós-larvas permaneceram por quatro dias nos aquários, em fase de adaptação recebendo ração comercial, contendo 42% de proteína bruta.

Os aquários foram instalados em sistema semi-fechado de recirculação de água e com controle automatizado da temperatura da água por meio de aquecimento elétrico. Os aquários foram sifonados, duas vezes ao dia, para a retirada de fezes e ração não ingerida, para renovação de 20% do volume total das unidades experimentais nos primeiros quinze dias e 30% até final do período experimental.

Foram formuladas seis rações isoproteicas e isoenergéticas com 38,6% de proteína digestível, 3.800 kcal de energia digestível.kg de ração<sup>-1</sup> (HAYASHI et al., 2002). A estas rações foram adicionados 60 mg de 17  $\alpha$ -metiltestosterona.kg de ração<sup>-1</sup> (KUBITZA, 2000), suplemento mineral e vitamínico e, níveis crescentes de vitamina A, proporcionando níveis correspondentes a 30, 1030, 2030, 3030, 4030 e 5030 KUI de vit. A.kg de ração<sup>-1</sup> (Tabela 1). Devido a inexistência de valores de referência para a indução de hipervitaminose em tilápia do Nilo, a suplementação de vitamina A nas rações foi feita com níveis crescentes de ácido retinóico correspondentes a intervalos de 1.000KUI. Além disso, a suplementação de vitaminas se justifica-se pelo fato da alimentação da tilápia do Nilo, durante a fase de reversão sexual ser feita com ração farelada, caracterizada pela necessidade da inclusão de níveis mais altos da pré-mistura mineral e vitamínica para contrabalançar a alta perda dos nutrientes para a água.

A ração foi fornecida de forma farelada quatro vezes ao dia (8:30h, 10:30h, 14:30 h e 17:30h) (MEURER et al., 2012). O fornecimento da ração foi calculado através da média da população amostral, utilizando-se uma taxa de arraçoamento de 40% ao dia.

A temperatura da água foi verificada duas vezes ao dia, pela manhã e pela tarde, antes da sifonagem. O oxigênio dissolvido (OD) foi medido semanalmente, pela manhã, por meio de oxímetro digital (YSI® 550A).

**Tabela 1.** Composição dos alimentos e de nutrientes constituintes das rações com diferentes níveis de inclusão de vitamina A para pós-larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Ingredientes (g)	Níveis de vitamina A (KUI) adicionados à dieta					
	30	1030	2030	3030	4030	5030
Farinha de peixe	438,7	438,7	438,7	438,7	438,7	438,7
Farelo de soja	439,5	439,5	439,5	439,5	439,5	439,5
Óleo de soja	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6	84,6
Premix <sup>1</sup>	30	30	30	30	30	30
Sal	5	5	5	5	5	5
Inerte	2	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5
Vit A	-	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
<b>Nutriente (%)</b>						
Ácido linoleico	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45
Amido	8,16	8,16	8,16	8,16	8,16	8,16
Cálcio	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24
Cinzas	14,19	14,19	14,19	14,19	14,19	14,19
Fibra bruta	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Fósforo total	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46	2,46
Gordura	15,85	15,85	15,85	15,85	15,85	15,85
Lisina total	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
Matéria seca	93,45	93,45	93,45	93,45	93,45	93,45
Met+Cis total	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09

<sup>1</sup> Níveis totais de garantia por kg do produto: Ácido fólico 200mg, ácido pantotênico 4.000mg, biotina 40mg, cobre 2.000mg, ferro 12.500mg, iodo 200mg, manganês 7.500mg, niacina 5.000mg, selênio 70mg, vitamina A 1.000.000UI, vitamina B1 1.900mg, vitamina B12 3.500mcg, vitamina B2 2.000mg, vitamina B6 2.400mg, vitamina C 50.000mg, vitamina D3 500.000 UI, vitamina E 20.000 UI, vitamina K3 500mg, zinco 25.000mg.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Ao final do período experimental os animais foram insensibilizados e eutanasiados pela imersão em solução contendo benzocaína (250 mg.L<sup>-1</sup>). Em seguida os peixes foram pesados e medidos individualmente para posterior determinação dos índices de desempenho zootécnico de peso médio final (PMF), de comprimento total final (CT), de comprimento padrão final (CP), de ganho de peso médio (GPM), de ganho de biomassa (GB), de conversão alimentar aparente (CAA), de fator de condição alométrico (FC) (VAZZOLER, 1996) e de sobrevivência (SOB).

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA one-way) e quando verificado efeito dos tratamentos, foi aplicada a análise de regressão, ambas a um nível de 5% de probabilidade.

Para a realização da análise estatística foi utilizado o software Statistica 7.1 (STASOFT, 2005).

## Resultados e Discussão

Durante o período experimental a temperatura da água não variou entre os tratamentos (P=0,90), apresentando resultados médios de 22,77°C. Os níveis de oxigênio dissolvido também não apresentaram diferença entre os tratamento (P=0,99), apresentando valores médios de 5,46 mg/L. Apesar da temperatura permanecer pouco abaixo do recomendado para a criação da tilápia, esses valores ficaram dentro dos padrões recomendados para a aquicultura (BOYD; TUCKER, 1998).

Os pressupostos de normalidade e homogeneidade dos resultados foram atingidos. Em geral, o desempenho zootécnico foi prejudicado pela inclusão da vitamina A nas rações (Tabela 2; Figura 1). Ao final do experimento, o peso (Figura 1A), o comprimento (Figura 1B), o ganho de peso (Figura 1C) e o ganho de biomassa (Figura 1D) apresentaram uma relação ( $P < 0,05$ ) inversamente proporcional aos níveis de inclusão da vitamina A nas rações para as pós-larvas de tilápia do Nilo. Por outro lado, o inverso foi verificado para a conversão alimentar aparente que apresentou uma relação diretamente

proporcional ( $P < 0,05$ ) com os níveis de inclusão desta vitamina (Figura 1E).

O fator de condição não demonstrou diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), isso se deve ao fato de que em todos os níveis de inclusão de vitamina A, a relação entre o crescimento em comprimento e o crescimento em peso foi equilibrada (Tabela 2). A sobrevivência também não foi alterada pelos níveis de inclusão da vitamina A nas rações ( $P > 0,05$ ) e permaneceu acima de 92% (Tabela 2), índice este considerado normal para a espécie nesta fase de criação (BOSCOLO et al., 2005).

**Tabela 2.** Valores médios do desempenho de pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com rações fareladas com inclusão de vitamina A.

Parâmetros	Níveis de inclusão de vitamina A (KUI)*						P
	30	1030	2030	3030	4030	5030	
Peso médio final <sup>1</sup>	0,27 a	0,26 ab	0,26 ab	0,24 b	0,24 b	0,23 b	0,00
Comprimento padrão <sup>2</sup>	20,79 a	20,45 ab	20,48 ab	20,11 ab	20,17 ab	19,98 b	0,00
Ganho de peso médio	0,26 a	0,24 ab	0,24 ab	0,22 b	0,22 b	0,22 b	0,00
Ganho de biomassa	16,91 a	16,18 ab	15,86 ab	14,66 b	15,05 ab	14,96 ab	0,00
Conversão alimentar aparente	0,88 b	0,92 ab	0,95 ab	1,02 a	0,99 ab	1,00 ab	0,00
Fator de condição	0,0149	0,0038	0,016	0,005	0,005	0,049	0,29
Sobrevivência	92,86	94,29	93,43	93,71	95,00	96,43	0,20

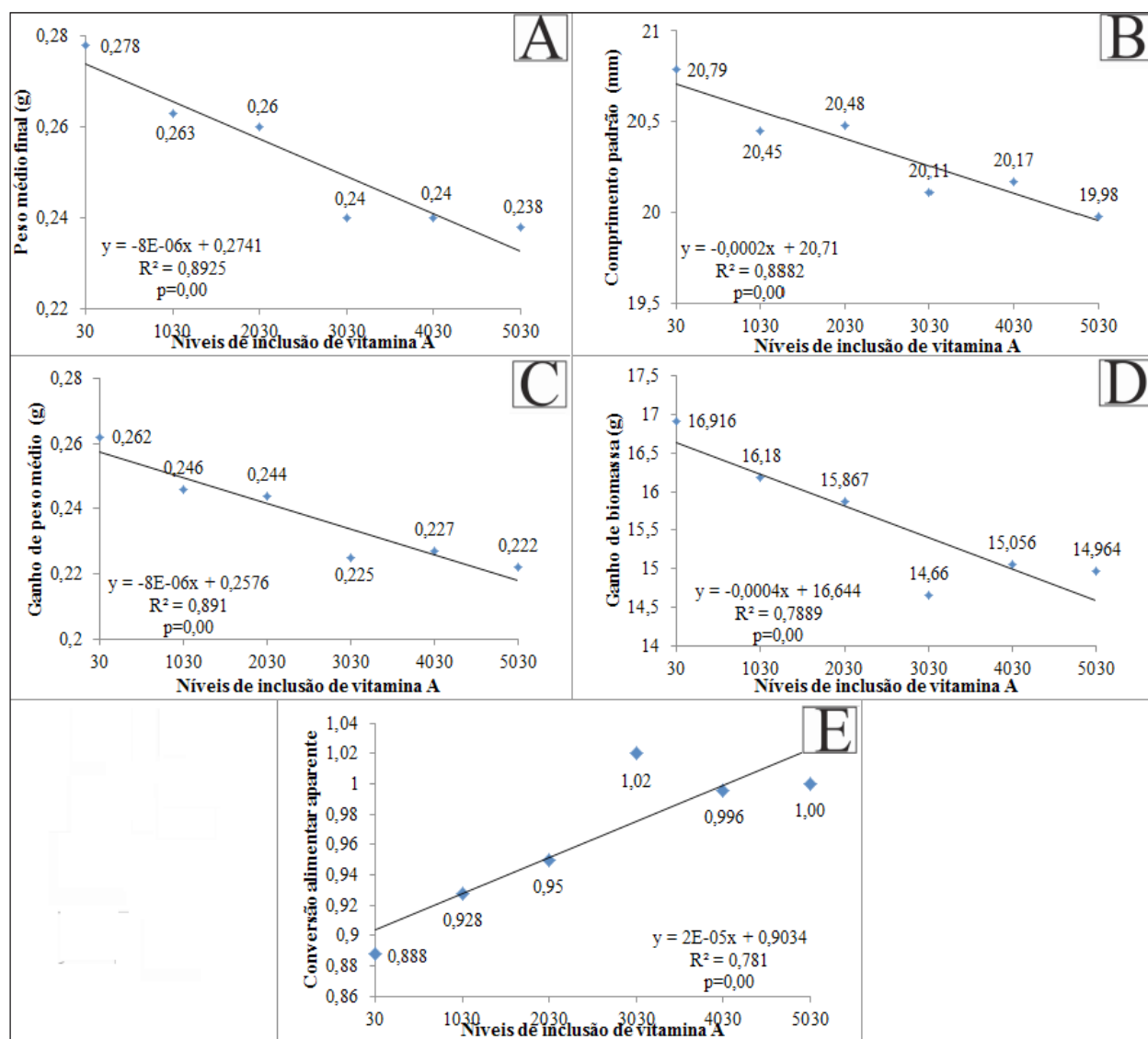
\* Letras iguais representam médias estatisticamente iguais ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> Peso médio inicial: 0,0168g.

<sup>2</sup> Comprimento médio inicial: 9,65mm.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

**Figura 1.** Parâmetros de desempenho zootécnico de pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com rações fareladas com inclusão de vitamina A.



Fonte: Elaboração dos autores.

O NRC (1993) sugere níveis de inclusão de vitamina A para peixes em crescimento de 4.000 a 20.000 UI para Carpas, 2.500 UI para salmão e truta arco-íris e, 1.000 a 2.000 UI para o bagre de canal. Os níveis ideais de vitamina A para o melhor desempenho de alevinos de tilápia do Nilo foram descritos por alguns autores. Campeche (2003), trabalhando com essa espécie obteve o melhor resultado de crescimento, com a inclusão de 5.400 UI de vitamina A.kg de ração<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes

foram encontrados por Guimarães (2009), sugerindo que a exigência dessa vitamina para a tilápia seja entre 4.704 e 5.300 UI.kg de ração<sup>-1</sup>. Hu et al. (2006) também sugerem que juvenis híbridos de tilápia (*Oreochromis niloticus*×*O. aureus*) apresentam a exigência estimada de vitamina A entre 5.850 e 5.670 UI.kg de ração<sup>-1</sup>.

Diversas são as alterações fisiológicas causadas pelo excesso de vitamina A no organismo que podem levar ao prejuízo no crescimento e no

desenvolvimento normal dos peixes. Diante disso, considerando os resultados do presente experimento, é possível sugerir que tenha ocorrido hipervitaminose de vitamina A, levando a um possível efeito tóxico nas tilápias e prejudicando seu desempenho. Como o prejuízo sobre o desempenho zootécnico foi diretamente proporcional ao nível de inclusão de vitamina A nas rações, novas pesquisas devem ser realizadas empregando-se menores níveis de inclusão da vitamina A para avaliar os efeitos deletérios causados pela hipervitaminose e promover a melhor compreensão destes efeitos sobre o metabolismo e a saúde de peixes de água doce.

Hilton (1983) estudando juvenis de truta arco-íris (*Salmo gairdneri*), observou que os animais suplementados com 2.704 KUI de vitamina A.kg de ração<sup>-1</sup> ou mais, apresentaram menor peso corporal e maior conversão alimentar, em relação aos tratamentos com quantidades inferiores. Estes autores também verificaram deformações nas nadadeiras, além de reduzida atividade renal e hepática dos peixes.

Estudando o desempenho de larvas do linguado do Senegal (*Solea senegalensis*), Fernández et al. (2009) verificaram que os níveis de vitamina A nas rações influenciaram apenas no crescimento, podendo ser resultado de uma maior incidência de deformações na coluna vertebral. Porém Villeneuve et al. (2005) estudando robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*), observaram que animais alimentados com 1.000 mg de vitamina A.kg de ração<sup>-1</sup>, também apresentaram malformações no esqueleto, principalmente no osso maxilar e no opérculo.

Fernández et al. (2008), observaram na dourada (*Sparus aurata*) que altos níveis de vitamina A afetaram a atividade de enzimas no intestino, promovendo uma proliferação celular e prejudicando a maturação dos enterócitos, fato este que pode ter impedido a absorção de outras substâncias importantes para o desenvolvimento

dos animais. Finalmente já foi demonstrado que produtos de clivagem de  $\beta$ -caroteno, uma forma mais complexa da vitamina A, induzem ao estresse oxidativo nas membranas mitocondriais afetando a cadeia de transferência de elétrons, formação de ATP (SIEMS et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2009) e interferindo a transmissão do sinal elétrico entre as células, o que pode ser a causa do crescimento reduzido (HU et al., 2006).

## Conclusão

A inclusão de elevadas doses de vitamina A em rações para pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a reversão sexual, em níveis superiores a 30 KUI, podem induzir a a hipervitaminose e conseqüentemente a levar a prejuízos sobre os o desempenho zootécnico.

Os procedimentos experimentais foram conduzidos conforme protocolo n°: 052/10, aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal e Aulas Práticas da Unioeste.

## Agradecimentos

Agradecemos a Unipar e a Unioeste por todo apoio logístico durante o trabalho. WJG foi suportado pela Fundação Araucária

## Referências

- BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R. A.; SIGNOR, A. A.; REIDEL, A. Energia digestível para larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 1813-1818, 2005.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. *Pond aquaculture water quality management*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998. 700 p.
- CAMPECHE, D. F. B. *Exigência nutricional de vitamina A para alevinos de Tilapia do Nilo (Oreochromis niloticus)*. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- FERNÁNDEZ, I.; HONTORIA, F.; ORTIZ-DELGADO, J. B.; KOTZAMANIS, Y.; ESTÉVEZ, A.; ZAMBONINO-INFANTE, J. L.; GISBERT, E. Larval performance and skeletal deformities in farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed with graded levels of Vitamin A enriched rotifers (*Brachionus plicatilis*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 283, n. 1, p. 102-115, 2008.
- FERNÁNDEZ, I.; PIMENTEL, M. S.; ORTIZ-DELGADO, J. B.; HONTORIA, F.; SARASQUETE, C.; ESTÉVEZ, A.; ZAMBONINO-INFANTE, J. L.; GISBERT, E. Effect of dietary vitamin A on Senegalese sole (*Solea senegalensis*) skeletogenesis and larval quality. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 295, n. 1, p. 250-265, 2009.
- GUIMARÃES, I. G. *Vitamina A em dietas para Tilápia do Nilo*. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Curso de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; MEURER, F. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo no período de reversão sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 823-828, 2002.
- HILTON, J. W. Hypervitaminosis A in rainbow trout (*Salmo gairdneri*): toxicity signs and maximum tolerable level. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 113, n. 1, p. 1737-1745, 1983.
- HU, C. J.; CHEN, S. M.; PAN, C. H.; HUANG, C. H. Effects of dietary vitamin A or  $\beta$ -carotene concentrations on growth of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 253, n. 1, p. 602-607, 2006.
- KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiá: Divisão de Biblioteca e Documentação, 2000. 289 p.
- MEURER, F.; BOMBARDELLI, R. A.; PAIXÃO, P. S.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D. Feeding frequency on growth and male percentage during sex reversal phase of Nile tilapia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 13, n. 14, p. 1133-1142, 2012.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Influência do Processamento da Ração no Desempenho e Sobrevivência da Tilápia do Nilo Durante a Reversão Sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 262-267, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requeriment of fish*. National Academy Press, 1993. 124 p.
- OLIVEIRA, M. R.; OLIVEIRA, M. W. S.; HOFF, M. L. M.; BEHR, G. A.; ROCHA, R. F.; MOREIRA, J. C. F. Evaluation of redox and bioenergetics states in the liver of vitamin A- treated rats. *European Journal of Pharmacology*, v. 610, n. 1, p. 99-105, 2009.
- PEIL, S. Q.; POUHEY, J. L. O. F.; LOPES, P. R. S.; MARTINS, C. R.; TIMM, G. Adição de vitamina a na dieta de pós-larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Biodiversidade Pampeana*, Uruguaiana, v. 5, n. 1, p. 9-15, 2007.
- PORTZ, L.; DIAS, C. T. S.; CYRINO, J. E. P. Regressão segmentada como modelo na determinação de exigências nutricionais de peixes. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 601-607, 2000.
- PRIETO, M. J.; LOGATO, P. V. R.; MORAES, G. F.; OKAMURA, D.; ARAÚJO, F. G. Tipo de alimento, sobrevivência e desempenho inicial de pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 5, p. 1002-1007, 2006.
- SIEMS, W.; SOMMERBURG, O.; SCHILD, L.; AUGUSTIN, W.; LANGHANS, C. D.; WISWEDELL, I. b-Carotene cleavage products induce oxidative stress in vitro by impairing mitochondrial respiration. *The FASEB Journal*, Bethesda, v. 16, n. 1, p. 1289-1291, 2002.
- STASOFT, Inc. *Statistica - data analysis software system*, versão 7.1. USA, 2005.
- VAZZOLER, A. E. A. M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM, 1996. 196p.
- VILLENEUVE, L.; GISBERT, E.; LE DELLIOU, H.; CAHU, C. L.; ZAMBONINO-INFANTE, J. L. Dietary levels of all-trans retinol affect retinoid nuclear receptor expression and skeletal development in European sea bass larvae. *British Journal of Nutrition*, London, v. 93, n. 1, p. 791-801, 2005.
- ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura das espécies exóticas de água doce. In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B. (Org.). *Aquicultura: experiências brasileiras*. Florianópolis: Multitarefa Editora, 2003. cap. 13, p. 309-336.
- ZANOTTO-FILHO, A.; SCHRÖDER, R.; MOREIRA, J. C. F. Differential effects of retinol and retinoic acid on cell proliferation: A role for reactive species and redox-dependent mechanisms in retinol supplementation. *Free Radical Research*, v. 42, n. 9, p. 778-788, 2008.