

DESEMPENHO E ATIVIDADE DE LIPASE EM TILÁPIAS DO NILO

PERFORMANCE AND LIPASE ACTIVITY IN NILE TILAPIA

Moura, G.S.^{1A*}, Oliveira, M.G.A.² e Lanna, E.A.T.^{1B}

¹Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, MG. Brasil. ^{A*}mouraguilherme@yahoo.com.br; ^Belanna@ufv.br

²Instituto de Biotecnologia Aplicada para a Agropecuária. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, MG. Brasil. malmeida@ufv.br

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Enzimas. Fisiologia de peixes. Nutrição de peixes. *Oreochromis niloticus*.

ADDITIONAL KEYWORDS

Enzymes. Fish physiology. Fish nutrition. *Oreochromis niloticus*.

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da temperatura no desempenho e na atividade de lipase de tilápias do Nilo, linhagem Tailandesa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (20, 24, 28 e 32°C), seis repetições e 10 peixes por unidade experimental (aquário). Utilizou-se a mesma dieta para todos os tratamentos. Aos 55 dias do experimento foi avaliado o consumo de ração aparente, o ganho de peso, a conversão alimentar aparente, a atividade de lipase e a atividade específica de lipase. O consumo de ração aparente e o ganho de peso aumentaram linearmente ($p < 0,01$) com o incremento da temperatura. Para a conversão alimentar aparente foi observado efeito quadrático em função da temperatura com melhora na conversão de 1,79 a 1 com o aumento da temperatura até 29,15°C. Efeito linear crescente ($p < 0,01$) também foi observado para atividade de lipase e atividade específica de lipase em função da temperatura, com maior atividade a 32°C. Conclui-se que a temperatura da água influencia o desempenho e a atividade de lipase de tilápias do Nilo.

SUMMARY

The objective was to evaluate the effects of temperature on performance and activity of lipase in the Nile tilapia, Thai lineage. The experimental design was completely randomized with four treatments (20, 24, 28 and 32°C), six replicates and ten fishes per experimental unit. The diet was

the same for all treatments. At 55 days of experiment were evaluated apparent feed intake, weight gain, apparent feed conversion, lipase activity and specific lipase activity. The apparent feed intake and weight gain increased linearly with temperature increase. For apparent feed conversion, quadratic effect was observed as a function of temperature, showing a conversion improvement of 1.79 to 1.00 with the increase of the temperature until 29,15°C. Linear effect in lipase and specific lipase activities was observed too as a result of temperature, comprising high lipase activity at 32°C. Water temperature influences the performance and amylase activity in Nile tilapia.

INTRODUÇÃO

A temperatura da água é um dos fatores que podem influenciar o desempenho de animais aquáticos. Os peixes, por serem animais ectotérmicos, estão sujeitos a alterações no seu metabolismo fisiológico, pois os processos de digestão são influenciados pelo meio onde vivem. Portanto, para cada espécie de peixe, existe uma faixa de temperatura em que esses expressam um maior potencial de crescimento (Piedras *et al.*, 2004). Isso foi confirmado em um experimento com juvenis de tainhas (*Mugil brasiliensis*), o qual foi observado melhora na taxa de crescimento e conversão alimen-

tar quando estes peixes foram submetidos a 30°C (Okamoto *et al.*, 2006). Também foi verificado em juvenis de largemouth bass (*Micropterus salmoide*) redução na eficiência alimentar e no crescimento quando estes peixes foram submetidos à temperatura de 20°C (Tidwel *et al.*, 2003).

Além da temperatura, a eficiência de utilização dos alimentos pelos peixes está diretamente relacionada ao processo digestivo, no qual as enzimas são fundamentais. A lipase é uma das enzimas de origem pancreática que age no intestino atuando nos lipídeos presentes no quimo, liberando ácidos graxos e glicerol, os quais desempenham importantes funções energéticas, estruturais e hormonais no organismo.

A atividade de lipase tem sido detectada ao longo do trato digestório de várias espécies de peixes durante as diferentes fases do ciclo de vida (Koven *et al.*, 2003). Sklan *et al.* (2004) citaram que a atividade de lipase e a estrutura e a função intestinal em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) são similares aos mamíferos. Avaliando os perfis enzimáticos de três espécies de peixes, Seixas *et al.* (2000) concluíram que os valores de atividade específica de lipase maiores para o piauí-três-pintas (*Leporinus friderici*) em relação ao surubim (*Pseudoplatystoma curuscans*) e piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) pode ser devido a um balançamento energético inadequado da dieta.

O conhecimento da atividade de enzimas em diferentes temperaturas pode vir a ser uma ferramenta para auxiliar nos estudos de exigências nutricionais e nas formulações de rações para peixes. Devido aos diferentes hábitos alimentares e ambientes aquáticos, cada espécie possui particularidades fisiológicas desenvolvidas para aquela situação. Com isso, cada espécie de peixe possui o seu perfil enzimático, sendo importante o seu estudo de forma específica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade de lipase e o desempenho de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a quatro temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Peixes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) no período de 27/07/2005 a 20/09/2005.

O sistema de recirculação foi formado por quatro reservatórios de polietileno, com capacidade de 500 L de água cada. O abastecimento de cada reservatório foi feito por gravidade, sendo o nível da água controlado individualmente. Estes reservatórios abasteceram, por bombeamento contínuo, quatro fileiras de seis aquários de 100 L cada, que corresponderam às unidades experimentais.

Para manter a temperatura de cada unidade experimental, o controle da vazão foi regulado com o intuito de compensar as perdas de calor do sistema. O volume de água que abastecia os aquários retornava aos reservatórios por meio de sifão articulado em cada aquário, que conduzia a água efluente para tubulações de retorno. Estas, por sua vez, devolviam a água para os reservatórios, fechando, assim, o circuito.

Foram utilizados filtros, acoplados às moto-bombas, visando evitar a recirculação de partículas em suspensão, remover a amônia residual e evitar o desgaste das unidades formadoras do sistema de recirculação.

Em cada reservatório, foi instalada uma resistência elétrica tubular blindada de 3000 W para o aquecimento da água. Cada resistência foi acionada por um controlador digital de temperatura (termostato), com ajuste diferencial de -0,3°C, programado para as respectivas temperaturas testadas.

A cada aquário, foi fornecida aeração suplementar por meio de um aerador central, evitando diferenças nos níveis de oxigênio dissolvido na água. Dessa forma, foi possível compensar as perdas de oxigênio devido à temperatura, mantendo-se os níveis próximos à saturação em todos os aquários.

Diariamente, a limpeza dos aquários e

DESEMPENHO DE TILÁPIAS DO NILO

dos reservatórios foi feita por sifonagem do fundo, além da troca dos filtros. A temperatura da água foi aferida diariamente, às 18:00 h, com o auxílio de termômetro digital e os níveis de oxigênio da água e o pH foram medidos semanalmente com o auxílio de peagâmetro e oxímetro digitais portáteis, respectivamente.

Foram utilizados 240 alevinos machos de tilápia do Nilo, da linhagem Tailandesa, com peso inicial de $0,835 \pm 0,004$ g, distribuídos em 24 aquários, com 10 indivíduos por unidade experimental. Após a distribuição, os termostatos foram ajustados para que a água, a partir de 24°C (temperatura de origem), atingisse as respectivas temperaturas nas quais os animais seriam mantidos, numa taxa de aumento de 1°C a cada seis horas. Assim, após 48 horas, todas as temperaturas-teste: 20, 24, 28 e 32°C estavam estabilizadas. O início do experimento foi considerado a partir deste momento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (temperaturas-teste de 20, 24, 28 e 32°C), com seis repetições e 10 peixes por unidade experimental.

Os peixes receberam a mesma dieta à vontade (**tabela I**), fornecida quatro vezes ao dia (8:30 h, 11:30 h, 14:30 h e 17:30 h), evitando-se as sobras. Aos 55 dias de experimento, foram avaliados o consumo de ração aparente (g), o ganho de peso (g) e a conversão alimentar aparente.

O consumo de ração aparente, em cada tratamento, foi calculado através do peso inicial da dieta menos o peso da sobra dessa mesma dieta, ao final do experimento. Quanto ao ganho de peso, o seu cálculo foi obtido através da média do peso final menos a média do peso inicial dos peixes, em cada tratamento. A conversão alimentar aparente foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso das tilápias, nos respectivos tratamentos.

Na análise da atividade de lipase e atividade específica de lipase, as tilápias foram retiradas e, imediatamente, colocadas

Tabela I. Composição da dieta experimental. (Composition of experimental diet).

Composição	Quantidade (%)
Farelo de soja	51,193
Milho	32,709
Glúten 60	10,104
Óleo de soja	1,899
Fosfato bicálcico	3,025
Premix vitamínico ¹	0,400
Premix mineral ¹	0,100
Vitamina C	0,050
Sal	0,500
Antioxidante (BHT)	0,020
Total	100,000
Composição calculada ²	
Proteína bruta (%)	32,00
Proteína digestível (%) ³	29,09
Energia digestível (kcal kg ⁻¹) ³	3000,00
Extrato etéreo (%)	4,17
Ácido linoléico	2,14
Fibra bruta (%)	3,44
Cálcio total (%)	0,89
Fósforo disponível (%) ⁴	0,60
Lisina total (%) ⁵	1,598
Lisina digestível (%) ⁵	1,450
Met. + Cist. total (%) ⁶	1,016
Met. + Cist. digestível (%) ⁶	0,953
Treonina total (%)	1,228
Treonina digestível (%)	1,102
Triptofano total (%)	0,372
Triptofano digestível (%)	0,343

¹Suplemento vitamínico e mineral comercial para peixes. Níveis de garantia (por kg do produto): Vit. A: 1 200 000 UI; Vit. B1: 4800 mg; Vit. B12: 4,8 mg; Vit. B2: 4800 mg; Vit. B6: 4800 mg; Vit. C: 48 g; Vit. D3: 200 000 UI; Vit. E: 1200 mg; Vit. K3: 2400 mg; Ácido fólico: 1200 mg; Biotina: 48 mg; Pantotenato de cálcio: 12 000 mg; Cloreto de colina: 108 g; Niacina: 24 000 mg; Selênio: 100 mg; Iodo: 100 mg; Cobalto: 10 mg; Cobre: 3000 mg; Ferro: 50 000 mg; Manganês: 20 000 mg; Zinco: 30 000 mg; Veículo Q.S.P.: 1000 g; Antioxidante: 25 g; ²Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes segundo Rostagno *et al.* (2005); ³NRC (1993); ⁴Ribeiro *et al.* (2006); ^{5,6}Furuya *et al.* (2006).

em banho de gelo para morte e paralisação das atividades enzimáticas, totalizando seis amostras de cada tratamento. Os peixes sofreram incisão longitudinal ventral, com posterior isolamento da porção cranial do esôfago e da porção caudal do reto, por meio de ligaduras duplas, para evitar o extravasamento do quimo das regiões a serem estudadas. Após o isolamento, o intestino médio e posterior foram retirados e acondicionados em frascos de polietileno. Este material foi imediatamente congelado e armazenado em freezer a -8°C.

As análises de atividade de lipase foram realizadas no Laboratório de Enzimologia, Bioquímica de Proteínas e Peptídeos do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (Bioagro) da UFV no período de 21/9/2005 a 20/1/2006.

Para as análises, utilizou-se 0,5 g de cada amostra congelada e 1,5 mL de tampão (Tris-HCl 0,1 M), para descongelamento e maceração. Em seguida, esse material foi centrifugado a 15 000 rpm por 15 minutos a 4°C e o sobrenadante utilizado para as determinações da atividade de amilase em duplicata.

As atividades foram determinadas por intermédio de um kit BIOCLIN, com metodologia modificada de Cherry and Crandall Jr. (1932), que consiste na verificação da atuação da lipase do quimo sobre um éster de glicerol, liberando um cromogênio, que é quantitativamente determinado em espectrofotometria óptica a 410 nm. A intensidade de cor formada é proporcional à atividade de lipase e os valores são expressos em Unidades Internacionais (UI). Para obter a atividade específica de lipase, os valores da atividade de lipase foram divididos pela proteína total corrigida.

A concentração de proteína da amostra foi medida em espectrofotômetro óptico na absorvância de 280 nm. A presença de resíduos de tirosina, triptofano e ácidos nucleicos causam interferências nas leituras ópticas. Este problema foi solucionado fazendo uma leitura a 260 nm, pois os ácidos

nucleicos absorvem mais fortemente a luz neste comprimento de onda. A razão destes dois valores foi determinada e usada para selecionar um fator correção. A absorvância de 280 nm foi multiplicada por este fator e com isso, a concentração de proteína, em mg.mL⁻¹, foi obtida (Warburg e Christian, 1941).

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão linear com o auxílio do programa SAEG (UFV, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de recirculação foi eficiente para manter a qualidade da água em níveis aceitáveis (**tabela II**) de acordo com Boyd (1982), Piper *et al.* (1982) e Kubitzka (2000).

Os parâmetros avaliados de desempenho e atividade de lipase em função da temperatura se encontram na **tabela III**. Com a elevação da temperatura houve aumento linear ($p < 0,01$) no consumo de ração aparente pelas tilápias, mostrando que este fator pode interferir no desempenho.

Este resultado foi semelhante ao observado por Dias-Koberstein *et al.* (2004), que em pacus (*Piaractus mesopotamicus*), o consumo diário de ração também foi influenciado pela temperatura, proporcionando índices de ingestão de 2,29 e 2,97% do peso vivo ao dia, para as temperaturas de

Tabela II. Temperatura (T), oxigênio dissolvido (OD) e pH da água durante o período experimental. (Temperature (T), dissolved oxygen (OD) and pH of water during the experimental period).

Variáveis físico-químicos	20°C	24°C	28°C	32°C
T (°C)	20,53	24,04	27,92	31,76
CV (%)	2,270	0,650	0,640	0,630
OD (mg.L ⁻¹)	7,20	6,80	6,60	6,50
CV (%)	1,324	1,720	3,202	4,287
pH	6,58	6,18	6,36	6,29
CV (%)	1,931	3,420	3,299	2,437

DESEMPENHO DE TILÁPIAS DO NILO

Tabela III. Consumo de ração aparente (CRA), peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP) e conversão alimentar aparente (CAA), atividade de lipase (ATL), atividade específica de lipase (AEL) e proteína bruta presente no quimo (PBQ) de tilápia do Nilo em função da temperatura. (Apparent feed intake (CRA), initial weight (PI), final weight (PF), weight gain (GP), apparent feed conversion (CAA), lipase activity, specific lipase activity and crude protein of chime of Nile tilapia as a function of temperature).

	Temperatura (°C)				Ponto de inflexão (°C)	CV (%)
	20	24	28	32		
CRA (g) ¹	41,3	150,2	302,6	424,3	-	22,746
PI (g)	0,831	0,832	0,840	0,838	-	-
PF (g) ²	3,135	14,088	29,813	48,589	-	12,117
GP (g) ³	2,30	13,26	28,97	47,75	-	12,574
CAA (g g ⁻¹) ⁴	1,79	1,15	1,10	1,04	29,15	9,076
ATL (UI) ⁵	148,36	229,00	360,93	406,11	-	2,797
AEL (UI.mg ⁻¹) ⁶	918,07	1147,87	1306,30	1391,74	-	3,807
PBQ(mg.mL ⁻¹) ⁷	0,1616	0,1995	0,2763	0,2918	-	5,384

¹Efeito linear (p<0,01): Y= -616,5210 + 32,5460T; R²= 0,99.

²Efeito linear (p<0,01): Y= -74,3504 + 3,77571T; R²= 0,99.

³Efeito linear (p<0,01): Y= -75,1652 + 3,77492T; R²= 0,99.

⁴Efeito quadrático (p<0,01): Y= 8,99913 - 0,54887T + 0,009413T²; R²= 0,95.

⁵Efeito linear (p<0,01): Y= 22,6291 + 302,258T; R²= 0,97.

⁶Efeito linear (p<0,01): Y= 39,2173 + 173,223T; R²= 0,96.

⁷Efeito linear (p<0,01): Y= 0,01169 + 0,07158T; R²= 0,95.

23 e 27°C, respectivamente. Além disso, os valores de tempo de trânsito gastrointestinal foram influenciados pelas temperaturas, com médias de 36 e 14 horas, para 23 e 27°C, respectivamente, e a digestão do alimento foi mais lenta a 23°C do que a 27°C, que alcançou menores índices de repleção. Estudando o desempenho de jundiás (*Rhamdia quelen*) em três temperaturas (20, 23 e 26°C), Piedras *et al.* (2004) observaram que o consumo de ração foi influenciado pela temperatura da água. Porém, o maior consumo foi a 23°C, mostrando que esta temperatura proporciona melhor conforto térmico para esta espécie.

Quanto ao ganho de peso, foi observado efeito linear (p<0,01) em função da temperatura. O aumento do consumo de ração associado à elevação no metabolismo dos peixes ocasionados pela temperatura proporcionou um maior ganho de peso. As

tilápias criadas a 32°C tiveram um ganho de peso médio de 45,45 g a mais do que as tilápias submetidas à menor temperatura. Em outro trabalho similar alevinos de tilápias submetidos às temperaturas de 23, 26, 29 e 32°C obtiveram ganho de peso médio de 6,8; 11,2; 14 e 14,4 g, respectivamente (Justin *et al.*, 2005). Avaliando o desempenho de catfish (*Ictalurus punctatus*), Piedras *et al.* (2006) observaram que os peixes criados à temperatura de 26°C ganharam 104 e 48% mais peso do que os peixes mantidos a 20 e 23°C, respectivamente. Foi observado em tiger puffer (*Takifugu rubripes*), que o ganho de peso somente aumentou com a elevação da temperatura de 25 para 30°C, reduzindo após esta faixa térmica (Kikuchi *et al.*, 2006). Em tainhas (*Mugil platanus*), o crescimento em peso e comprimento foi diretamente proporcional à temperatura, com um melhor resultado a 30°C (Okamoto *et al.*, 2006).

Para conversão alimentar aparente, foi observado efeito quadrático ($p < 0,01$) em função dos tratamentos, com melhora de 1,79 a 1,0 com o aumento da temperatura até 29,15°C, com tendência de piorar a partir desse valor. Baldisseroto (2002) citou que as temperaturas pelas quais são verificadas as maiores taxas de consumo de alimento, resultando em crescimento máximo, em geral, não correspondem a melhores resultados de conversão alimentar. Estas observações ficaram evidentes neste trabalho, pois o ganho de peso aumentou linearmente ($p < 0,01$) enquanto a conversão alimentar melhorou somente até 29,15°C. Resultados semelhantes foram observados em largemouth black bass (*Micropterus salmoides*), onde o crescimento foi pior a 20°C e similar entre 26 e 32°C, mas a conversão alimentar foi mais eficiente na temperatura intermediária (Tidwell *et al.*, 2003).

Houve aumento linear ($p < 0,01$) da atividade de lipase com aumento da temperatura da água. A atividade de lipase foi 2,74 vezes maior na temperatura de 32°C quando comparada ao tratamento térmico mais baixo (20°C). Este resultado corrobora com Moura *et al.* (2009), que observaram aumento de 36,7% na atividade de tripsina quando tilápias do Nilo foram submetidas à temperatura de 32°C em comparação às tilápias mantidas na temperatura de 20°C.

O resultado deste experimento também sugere que o consumo de ração pode ter influenciado a atividade de lipase. A temperatura de 32°C, as tilápias consumiram mais, o que levou ao intestino maiores quantidades de lipídeos. Esta maior concentração de substrato pode ter estimulado o pâncreas a produzir maiores quantidades de lipase, aumentando a eficiência de aproveitamento dos lipídeos. Com o melhor aproveitamento do lipídeo como fonte energética, a proteína foi poupada para a função estrutural, ou seja, desenvolvimento dos tecidos. Isto refletiu no desempenho das tilápias com o aumento da temperatura, o que proporcionou um maior ganho de peso e uma

melhor conversão alimentar.

Em duas espécies de bagre (*Clarias gariepinus* e *Heteropneustes fossilis*), Usmani e Jafri (2002) verificaram que a digestibilidade da proteína e de outros nutrientes das rações melhorou com a elevação da temperatura de 18°C para 28°C. Também foi observado por Azevedo *et al.* (1998) melhora na digestibilidade da dieta de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) ao se elevar a temperatura, gradativamente, de 6°C para 15°C. Silva e Araújo Lima (2003), concluíram que o tamanho de piranha-caju (*Pygocentrus nattereri*) não influenciou a digestibilidade de músculo de peixe, mas a temperatura agilizou a digestão, reduzindo o tempo de esvaziamento gástrico.

Quanto à atividade específica da lipase, também houve aumento linear ($p < 0,01$) em relação à temperatura. Ao elevar a temperatura, a atividade da lipase foi aumentando e a atividade específica também, mostrando que o pâncreas produz esta enzima de acordo com a quantidade de substrato que chega ao duodeno, conforme foi discutido acima. Porém, com a temperatura de 32°C, houve uma maior eficiência na utilização dos nutrientes pelos peixes devido ao aumento da ação catalítica da lipase. Desta forma, o pâncreas não produziu lipase em proporções diretas ao consumo de lipídeos. Esta redução na produção da enzima é uma medida poupadora de energia e proteína, fazendo com que estes sejam utilizados para o fim que é proposto, ou seja, ganho de peso. O aumento da quantidade e da ação da lipase sugere que as tilápias podem receber dietas com maiores quantidades de lipídeos em temperaturas mais elevadas, poupando os aminoácidos para a função de ganho em carne. Este fator também reduz o incremento calórico, aumentando a energia líquida da dieta.

CONCLUSÕES

O desempenho e a atividade catalítica da lipase de tilápias do Nilo machos, linhagem

DESEMPENHO DE TILÁPIAS DO NILO

tailandesa, são influenciados pela temperatura da água.

Aos 32°C de temperatura, as tilápias apresentaram maior ganho de peso e melhor

conversão alimentar. Além disso, nesta mesma temperatura, ocorreu a maior atividade de lipase e a maior atividade específica de lipase.

BIBLIOGRAFIA

- Azevedo, P.A., Cho, C.Y. and Leeson, S. 1998. Effects of feeding level and water temperatura on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquat Living Resour*, 11: 227-238.
- Baldisseroto, B. 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. UFSM. Santa Maria. 212 pp.
- Boyd, C.E. 1982. Water quality management for pond fish culture? Developments in aquaculture and fisheries science, vol. 9. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam. 318 pp.
- Cherry, I.S. and Crandall Jr., L.A. 1932. The specificity of pancreatic lipase: Its appearance in the blood after pancreatic injury. *Am J Physiol*, 100: 266-273.
- Dias-Koberstein, T.C.R., Carneiro, D.J. e Urbinati, E.C. 2004. Comportamento alimentar de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas de cultivo. *Acta Sci Anim Sci*, 26: 339-344.
- Furuya, W.M., Botaro, D. e Santos, V.G. 2006. Exigências de lisina digestível para juvenis de tilápia-do-Nilo. *Rev Bras Zootecn*, 35: 937-942.
- Justin, K.C., Padre, R.G., Hayashi, C., Soares, C.M., Visentainer, J.V., Souza, N.E. e Matsushita, M. 2005. Efeito da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Sci Anim Sci*, 27: 529-534.
- Kikuchi, K., Iwata, N., Kawabata, T. and Yanagawa, T. 2006. Effect of feeding frequency, water temperature, and stocking density on the growth of tiger puffer, takifugu rubripes. *J World Aquacult Soc*, 37: 12-20.
- Koven, W.M., Van Anholt, R., Lutzky, S., Ben-Atia, I., Nixon, O., Ron, B. and Tandler, A. 2003. The effect of dietary arachidonic acid on growth, survival, and cortisol levels in different-age gillthead seabream larvae (*Sparus aurata*) exposed to handling or daily salinity change. *Aquaculture*, 228: 307-320.
- Kubitza, F. 2000. Tilápia - Tecnologia e planejamento na produção pomercial. Fernando Kubitza. Jundiaí. 289 pp.
- Moura, G.S., Oliveira, M.G.A. e Lanna, E.A.T. 2009. Atividade de tripsina no quimo de tilápia-tailandesa submetida a diferentes temperaturas da água. *Rev Bras Zootecn*, 38: 2086-2090.
- NRC. 1994. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. 9th ed. revised. National Academy Press. Washington.
- Okamoto, M.H., Sampaio, L.A. e Maçada, A.P. 2006. Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis da tainha *Mugil platanus* Gunther, 1880. *Rev Atlântica*, 28: 61-66.
- Piedras, S.R.N., Moraes, P.R.R. e Pouey, J.L.O.F. 2004. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) de acordo com a temperatura da água. *B I Pesca*, 30: 177-182.
- Piedras, S.R.N., Moraes, P.R.R. e Pouey, J.L.O.F. 2006. Desempenho de juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*) em diferentes temperaturas. *Rev Bras Agroc*, 12: 367-370.
- Piper, R.G., Mcelwain, I.B. and Orme, L.E. 1982. Fish Hatchery Management. Department of Interior. Washington. U.S. 517 pp.
- Ribeiro, F.B., Lanna, E.A.T. e Bomfim, M.A.D. 2006. Níveis de fósforo total em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. *Rev Bras Zootecn*, 35: 1488-1593.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T. e Donzele, J.L. 2005. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 186 pp.
- Seixas Filho, J.T., Oliveira, M.G.A., Donzele, J.L., Gomide, A.T.M. e Menin, E. 2000. Atividade de lipase em quimo de três espécies tropicais de peixes Teleostei de água doce. *Rev Bras Zootecn*, 29: 6-14.
- Silva, E.C.S. e Araújo Lima, C.A.R.M. 2003.

MOURA, OLIVEIRA E LANNA

- Influência do tipo de alimento e da temperatura na evacuação gástrica da piranha caju (*Pygocentrus nattereri*) em condições experimentais. *Acta Amazônica*, 33: 145-156.
- Sklan, D., Prag, T. and Lupatsch, I. 2004. Structure and function of the small intestine of the tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Teleostei, Cichlidae). *Aquac Res*, 35: 350-357.
- Tidwell, J.H., Coyle, S.D., Bright, L.A., Arnum, A.V. and Yasharian, D. 2003. Effect of water temperature on growth, survival, and biochemical composition of largemouth bass *Micropterus salmoides*. *J World Aquacult Soc*, 34: 175-183.
- UFV. 2004. Sistemas para análises estatísticas e genéticas. Versão 9,0. Fundação Arthur Bernardes. Viçosa, MG.
- Usmani, N. and Jafri, A.K. 2002. Effect of fish size and temperature on the utilization of different protein sources in two catfish species. *Aquac Res*, 33: 959-967.
- Warburg, O. und Christian, W. 1941. Isohering und kristallisation des gährungs ferments enolase. *Biochem Zool*, 310: 384-421.