

Histologia hepática e produção em tanques-rede de tilápia-do-nilo masculinizada hormonalmente ou não masculinizada

Ana Laura Borba de Andrade Gayão⁽¹⁾, Hellen Buzollo⁽²⁾, Gisele Cristina Fávero⁽²⁾, Ancilon Araújo e Silva Junior⁽¹⁾, Maria Célia Portella⁽³⁾, Claudinei da Cruz⁽⁴⁾ e Dalton José Carneiro⁽⁵⁾

⁽¹⁾Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Guanambi, Distrito de Ceraíma, Caixa Postal 09, CEP 46430-000 Guanambi, BA. E-mail: ana.gayao@guanambi.ifbaiano.edu.br, ancilonjr@yahoo.com.br ⁽²⁾Universidade Estadual Paulista (Unesp), Departamento de Zootecnia, Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, s/nº, CEP 14884-900 Jaboticabal, SP. E-mail: hellen_buzollo@yahoo.com.br, giselefav82@yahoo.com.br ⁽³⁾Unesp, Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária. Email: portella@caunesp.unesp.br ⁽⁴⁾Unesp, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais em Mastologia. E-mail: cruzcl@yahoo.com ⁽⁵⁾Unesp, Centro de Aquicultura da Unesp (Caunesp). E-mail: daltonjc@caunesp.unesp.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e a sanidade da estrutura hepática de tilápia-do-nilo, masculinizada hormonalmente ou não masculinizada, criada em tanques-rede com dois níveis proteicos. Tilápias-do-nilo da linhagem Tailandesa (total de 2.400), com peso médio inicial de 127 g, foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, em arranjo fatorial 2×2, correspondente aos grupos de tilápias masculinizadas hormonalmente ou não masculinizadas e ao teor proteico na dieta de 28 ou 32% de proteína bruta, com três repetições. Após 115 dias de alimentação, não houve interação entre os fatores quanto a peso final, ganho de peso, conversão alimentar, comprimento final e sobrevivência. Não houve diferença entre os peixes masculinizados hormonalmente e os não masculinizados, quanto a peso final, ganho de peso e sobrevivência, o que mostra a possibilidade de sua produção em tanques-rede, sem a necessidade de masculinização hormonal. A proteína bruta a 32% na dieta possibilita melhor desempenho para ambos os grupos. Alterações histológicas no fígado – como o incremento do volume das células, o desarranjo da disposição cordonal e o aumento de vesículas nos hepatócitos – são encontradas nos peixes masculinizados hormonalmente e são mais acentuadas nos peixes alimentados com 32% de proteína bruta na dieta.

Termos para indexação: *Oreochromis niloticus*, proteína, reversão sexual, sanidade hepática.

Hepatic histology and cage production of Nile tilapia hormonally masculinized or nonmasculinized

Abstract – The aim of this work was to evaluate the performance and the liver structure health of Nile tilapia hormonally masculinized or nonmasculinized, reared in cages with two protein levels. Two groups of Nile tilapia of Thai lineage (total 2,400), with 127 g initial average weight, were distributed in a completely randomized design with four treatments, in a 2x2 factorial arrangement, corresponding to the groups of hormonally masculinized or nonmasculinized fish, and to diet protein level of 28 or 32% of crude protein, with three replicates. After 115 days feeding, there was no interaction between the factors for final weight, weight gain, feed conversion rate, final length and survival. There was no difference between hormonally masculinized and nonmasculinized fish for final weight, weight gain, and survival, which shows the possibility of their production in cages, without the need of hormonal masculinization. Crude protein at 32% in the diet enables a better performance for both groups. Histological changes in the liver – such as increased cell volume, disruption of the cord-like arrangements, and increase of vesicles in the hepatocytes – are found in hormonally masculinized fish, and are more pronounced in fish fed 32% crude protein in the diet.

Index terms: *Oreochromis niloticus*, protein, sex reversal, hepatic health.

Introdução

A tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma importante espécie na aquicultura brasileira, com produção em crescimento contínuo que já atingiu mais de 155.450 toneladas anuais (Boletim estatístico da pesca e aquicultura, 2012). Isso se atribui a

características como crescimento rápido, tolerância à ampla faixa de condições ambientais (temperatura, salinidade, baixo oxigênio dissolvido), resistência a estresse e doenças, habilidade de reprodução em cativeiro, alimentação no mais baixo nível trófico e aceitação de alimentos artificiais imediatamente após a absorção do saco vitelino (El-Sayed, 2006).

Dos sistemas de criação existentes, o sistema intensivo em tanques-rede está cada vez mais difundido entre os piscicultores (Ayroza et al., 2006), em razão de menor custo de investimento, tecnologias disponíveis e possibilidade de uso de águas represadas no país. Este sistema de criação de tilápias-do-nilo requer uma alimentação exclusiva com dietas nutricionalmente completas e balanceadas. Nestas dietas, a proteína é o nutriente mais importante a ser considerado, pelo seu alto custo e qualidade variável.

Entre as espécies animais, os peixes necessitam de maior quantidade de proteína na dieta, e o custo com alimentação corresponde de 50 a 70% dos custos totais de produção (Muñoz-Ramírez & Carneiro, 2002; Abimorad et al., 2009). A quantidade de proteína da dieta depende de inúmeros fatores inerentes ao peixe, às condições ambientais de criação e à própria dieta. Vários estudos têm buscado o melhor regime de alimentação quanto à qualidade e aos níveis proteicos, com o objetivo de redução dos custos com alimentação, sem causar danos metabólicos aos peixes (Al Hafedh, 1999; Hayashi et al., 2002; Furuya et al., 2005; Botaro et al., 2007; Righetti et al., 2011; Loum et al., 2013).

A tilápia-do-nilo tem alta capacidade de reprodução e, para seu controle, é necessária a produção de monossexo, por meio de métodos de masculinização que utilizam hormônios esteroides masculinizantes (17- α -metiltestosterona), na fase inicial de alevinagem. Vários autores abordam temas como dosagem, duração, formas de aplicação do hormônio, vantagens, efeitos de sua utilização para o meio ambiente, concentração do hormônio na carcaça, além da proporção sexual dos animais submetidos aos tratamentos (Mainardes-Pinto et al., 2000; Meurer et al., 2003; Dias-Koberstein et al., 2007; Makino et al., 2009; Phelps & Okoko, 2011; Zanardi et al., 2011a, 2011b). Porém, ainda são escassos os estudos sobre o efeito da masculinização hormonal em tilápias-do-nilo, durante a fase de engorda, e as consequências desta técnica à sanidade, particularmente sobre o fígado dos peixes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e a sanidade da estrutura hepática de tilápia-do-nilo, masculinizada hormonalmente ou não masculinizada, criada em tanques-rede com dois níveis proteicos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante 115 dias, em uma represa com aproximadamente 1.800 m² de

lâmina d'água e profundidade média de 2 m, localizada na Universidade Estadual Paulista, no Centro de Aquicultura (Caunesp), em Jaboticabal, SP (a 21°15'S, 48°18'W).

Foram utilizadas 2.400 tilápias-do-nilo, com peso inicial médio de 127 g, da linhagem Tailandesa. Metade do lote passou pelo processo de masculinização hormonal, com 60 mg kg⁻¹ do hormônio 17- α -metiltestosterona adicionada à dieta das larvas, por 38 dias, na própria piscicultura em que os peixes foram adquiridos. A outra metade do lote foi composta por juvenis de ambos os sexos. Os peixes foram distribuídos em 12 tanques-rede de 6 m³ (4 m³ de volume útil), dispostos paralelamente em duas linhas de seis tanques, no sentido longitudinal da represa, à densidade de 50 juvenis por m³. Entre os tanques, foi instalado um aerador que permanecia ligado das 18:00 às 6:00 h.

O delineamento inteiramente casualizado foi utilizado com quatro tratamentos, em um arranjo fatorial 2×2, correspondente aos dois grupos de peixes (masculinizados hormonalmente ou não masculinizados) e a dois teores proteicos (28 ou 32% de proteína bruta), com três repetições. Os tratamentos constituíram-se de dietas extrusadas isoenergéticas (aproximadamente 4.000 kcal kg⁻¹ de EB), e 50% da composição em proteína foi proporcionada por ingredientes de origem animal (farinha de peixe, farinha de carne, farinha de sangue e farinha de penas, em proporções iguais).

As dietas foram processadas na fábrica de ração da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Unesp, em Jaboticabal, SP. As análises dos ingredientes e das dietas foram realizadas no Centro de Aquicultura, no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos, conforme a metodologia descrita por Horwitz (2000). A composição químico-bromatológica calculada das dietas experimentais está apresentada na Tabela 1. O arrazoamento até a saciedade aparente foi realizado cinco vezes ao dia, nos seguintes horários: 9:30, 11:30, 13:30, 15:30 e 17:30 h.

Durante o ensaio, variáveis físico-químicas da água foram monitoradas. Os valores médios para o período experimental foram: temperatura média pela manhã e pela tarde de 25,80±0,89°C e 26,66±1,23°C, respectivamente; oxigênio dissolvido pela manhã e pela tarde de 2,98±0,49 mg L⁻¹ e 5,47±1,41 mg L⁻¹, respectivamente; pH de 6,48±0,27 e amônia de 0,062±0,004 mg L⁻¹. Os valores médios estão dentro

da faixa considerada adequada para a criação desta espécie, de acordo com El-Sayed (2006).

Ao final do ensaio realizaram-se a despesca nos tanques-rede e a biometria em todos os peixes. Foram avaliados: peso (PF), comprimento total (CF), ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de sobrevivência (SO). Durante a biometria final, realizou-se o exame macroscópico para a identificação do sexo dos peixes e a determinação da proporção de machos, pela análise visual da papila urogenital de todos os peixes (Popma & Green, 1990).

Para a análise histológica, foram coletados aleatoriamente os fígados de quatro peixes de cada tratamento. Os peixes foram mortos por meio de aprofundamento do plano anestésico com benzocaína. O fígado foi retirado após a abertura da cavidade celomática, com gotas de glutaraldeído a 2,5%, em solução tampão fosfato (pH 7,2, 0,1 mol L⁻¹). Os fígados coletados foram picados e mantidos na

solução de glutaraldeído a 2,5%, em solução tampão fosfato (pH 7,2; 0,1 mol L⁻¹) por 24 horas, para fixação. Após a fixação, procedeu-se a oito lavagens diárias, em tampão fosfato (pH 7,2, 0,1 mol L⁻¹), para a retirada da solução fixadora. Em seguida, o material foi preservado em álcool a 80%, para posterior realização da análise histológica. A inclusão do material foi realizada em historresina. A microtomia foi realizada em micrótomo automático Leica-RM2155, (Leica Microsystems GmbH, Wetzler, Alemanha), de acordo com protocolo do fabricante, com a obtenção de cortes com 3 µm de espessura. Posteriormente, foi realizada a coloração em hematoxilina-eosina, azul de toluidina a 0,5% e fucsina básica a 0,5% (Behmer et al., 1976). Os cortes histológicos foram analisados e fotomicrografados com fotomicroscópio Leica em programa gwin.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa SAS versão 9.0 (SAS Institute, Cary, NC, EUA).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.

Ingrediente (%)	Dietas	
	28% PB ⁽¹⁾	32% PB
Milho	46,63	38,57
Farelo de trigo	14,63	14,96
Farelo de soja	16,18	22,22
Óleo de soja	1,00	0,50
Farinha de peixe (70% PB)	4,81	5,49
Farinha de carne (44% PB)	4,81	5,49
Farinha de sangue (89% PB)	4,81	5,49
Farinha de penas de aves (89%PB)	4,81	5,49
L-Lys ⁽²⁾	0,15	0,00
Fosfato bicálcico	1,20	0,80
Suplemento mineral e vitamínico ⁽³⁾	1,00	1,00
Total	100,00	100,00
Composição bromatológica ⁽⁴⁾		
Matéria seca (%)	89,36	89,76
Proteína bruta (%)	28,00	32,00
Extrato etéreo (%)	4,37	3,78
Carboidratos totais (%)	50,22	46,66
Matéria mineral (%)	6,77	7,32
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	4072	4098

⁽¹⁾PB, proteína bruta. ⁽²⁾L-Lys- níveis de garantia: mínimo 78% de lisina base; máximo 1,5% de umidade; mínimo 99% de pureza. ⁽³⁾Níveis de garantia por quilograma de produto: vitamina A, 860.000 UI; vitamina D3, 240.000 UI; vitamina E, 10.500 UI; vitamina K3, 1.400 mg; vitamina B1, 2.100 mg; vitamina B2, 2.150 mg; vitamina B6, 2.100 mg; vitamina B12, 2.200 mcg; niacina, 10.000 mg; pantotenato de cálcio, 5.600 mg; ácido fólico, 580 mg; biotina, 17 mg; vitamina C, 18.000 mg; metionina, 100.000 mg; colina, 60.000 mg; cobre, 1.800 mg; manganês, 5.000 mg; zinco, 8.000 mg; iodo, 90 mg; cobalto, 55 mg; selênio, 30 mg; antioxidante, 10.000 mg. ⁽⁴⁾Composição calculada a partir da análise dos ingredientes.

Resultados e Discussão

Não houve interação entre os fatores masculinização hormonal e nível de proteína na dieta quanto aos parâmetros analisados (Tabela 2). Os peixes masculinizados hormonalmente e não masculinizados apresentaram médias de ganho de peso semelhantes e não diferiram estatisticamente. Porém, o lote não masculinizado apresentou um desvio-padrão alto nas médias de peso final e ganho de peso, o que caracterizou maior desuniformidade do lote. O grupo de tilápias-do-nilo masculinizadas apresentou melhor média de conversão alimentar, pois utilizou mais eficientemente o alimento consumido. Dan & Little (1997) estudaram três linhagens diferentes de tilápia-do-nilo, criadas em gaiolas de 1,2 m³, alimentadas com dieta com 30% PB, e verificaram maior ganho de peso em tilápias-do-nilo do grupo monosssexual, do que nos grupos mistos (machos e fêmeas).

As taxas médias de sobrevivência dos peixes não diferiram significativamente entre os tratamentos avaliados. Dias-Koberstein et al. (2007) também não observaram diferença entre as taxas de sobrevivência, em tilápias-do-nilo alimentadas com dietas com diferentes níveis de hormônio masculinizante, aos 90 dias de idade.

A dieta com 32% PB possibilitou aos peixes maior média de peso e de ganho de peso e melhor média de

conversão alimentar (Tabela 2). As médias de ganho de peso dos peixes, no período experimental, podem ser comparados aos resultados médios de Yi et al. (1996), em condições semelhantes de experimentação. Estes autores encontraram a média de ganho de 413 g por peixe e conversão alimentar de 1,46, em tilápias-do-nilo alimentadas com dieta comercial com 30% PB, em tanques-rede de 4 m³, à densidade de 50 peixes por m³, em um período de 90 dias. A diferença entre a conversão alimentar de 1,46, para os valores encontrados no presente trabalho, pode estar relacionada à taxa de alimentação fornecida. As tilápias-do-nilo deste estudo foram alimentadas até a saciedade aparente, e os animais dos autores citados tiveram alimentação controlada. Botaro et al. (2007) utilizaram o conceito de proteína ideal, em estudo sobre a exigência proteica de tilápias-do-nilo criadas em tanques-rede, e observaram que a utilização da dieta com um valor menor de proteína digestível, a 22,70% PD (24,54% PB), promoveu ganho de peso médio semelhante ao dos peixes alimentados com maior teor proteico 27,0% PD (29,05% de PB), e sem efeitos destes níveis de proteína digestível sobre a conversão alimentar, fato não observado no presente estudo.

Houve influência da masculinização hormonal sobre a proporção de machos. Na análise realizada ao final do experimento, o grupo de tilápias-do-nilo não masculinizadas hormonalmente apresentou alto valor médio de machos (84,33%), mas que diferiu do grupo

de tilápias-do-nilo masculinizadas hormonalmente, 97,92% de machos (Tabela 2).

A alta proporção de machos encontrada no grupo de peixes não masculinizados hormonalmente confronta-se com os resultados obtidos por Zanardi et al. (2011a), que estudaram os efeitos do 17- α -metiltestosterona por dois métodos de masculinização. Estes autores obtiveram a proporção de 68,0 \pm 13,03% de machos com uso de dieta sem hormônio e 94,0 \pm 8,94% com dieta com hormônio. Beardmore et al. (2001), sugerem que a variação da proporção de machos é influenciada pela genética, mas fatores externos, como por exemplo, temperatura, pH, densidade de estocagem e poluição também podem modificar as proporções de machos em grupos de tilápias-do-nilo.

No lote de tilápias-do-nilo masculinizadas, observou-se macroscopicamente manchas esbranquiçadas e aspecto friável do fígado que, normalmente, apresenta uma estrutura homogênea, com coloração marrom-avermelhada, em virtude de sua rica vascularização (Rocha et al., 2010). Na literatura, são raros os trabalhos que abordam os efeitos de hormônios usados na masculinização durante a fase de engorda e, principalmente, suas consequências no fígado dos peixes. Na análise histológica, as amostras de fígado de tilápias-do-nilo não masculinizadas e alimentadas com dietas com 28% PB apresentaram hepatócitos arredondados, de tamanho normal, com núcleo central com alta basofilia

Tabela 2. Valores de F e médias dos parâmetros de desempenho, sobrevivência e proporção de machos de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), masculinizadas hormonalmente e não masculinizadas, alimentadas com dietas com dois níveis de proteína bruta e criadas em tanques-rede por 115 dias⁽¹⁾.

Parâmetro	Peso Final (g)	Comprimento Final (cm)	Ganho de peso ⁽²⁾ (g)	CAA ⁽³⁾ (g)	Sobrevivência ⁽⁴⁾ (%)	Proporção de machos (%)
Valores de F						
Masculinização hormonal (MH)	2,21 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,07 ^{ns}	5,65*	1,31 ^{ns}	45,27**
Proteína bruta (PB)	34,36**	0,42 ^{ns}	44,65**	70,21**	0,13 ^{ns}	6,48*
MH \times PB	3,16 ^{ns}	0,39 ^{ns}	2,67 ^{ns}	2,17 ^{ns}	0,08 ^{ns}	5,09 ^{ns}
CV (%)	3,18	3,46	3,48	2,84	3,98	3,84
Médias para tilápias						
Não masculinizadas	593,91 \pm 50,52	31,02 \pm 1,22	473,67 \pm 47,24	1,83 \pm 0,17a	90,58 \pm 3,76	84,33 \pm 6,83b
Masculinizadas	610,34 \pm 27,87	30,90 \pm 0,73	476,20 \pm 28,10	1,76 \pm 0,12b	93,00 \pm 2,79	97,92 \pm 1,08a
Médias para dietas						
28% PB	569,77 \pm 28,29b	30,76 \pm 1,09	443,06 \pm 20,09b	1,92 \pm 0,07a	91,42 \pm 4,38	88,56 \pm 10,35b
32% PB	634,49 \pm 13,34a	31,16 \pm 0,86	506,82 \pm 13,53a	1,67 \pm 0,06b	92,17 \pm 2,44	93,70 \pm 5,96a

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo. **, *Significativo pelo teste de Tukey, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ⁽²⁾Ganho de peso = peso médio final - peso médio inicial. ⁽³⁾Conversão alimentar aparente = consumo de dieta / ganho de peso total. ⁽⁴⁾Sobrevivência = (número final de peixes / número inicial de peixes) \times 100.

e citoplasma com pequenas vesículas e alta acidofilia, porém, em desarranjo quanto à organização cordonal (Figura 1 A). Neste tecido, foi também observada a presença de hepatopâncreas e grânulos de glicogênio no citoplasma dos hepatócitos. A partir da veia central, observaram-se pequenos capilares sinusoides que estavam em contato direto com os hepatócitos. Os resultados conferem com a descrição histológica de Vicentini et al. (2005), sobre fígado de tilápia-do-nilo, o que permitiu caracterizar a histologia do fígado

desses peixes como padrão estrutural para a espécie. No lote de tilápias-do-nilo alimentadas com 32% PB, visualizou-se estase sanguínea no interior dos capilares sinusoides e hepatócitos que estavam mais deslocados quanto à organização cordonal (Figura 1B).

Nas amostras provenientes de tilápias-do-nilo masculinizadas e alimentadas com 28% PB, também se visualizou estase sanguínea no interior dos capilares sinusoides e hepatócitos que estavam mais desarranjados quanto à organização cordonal (Figura 2

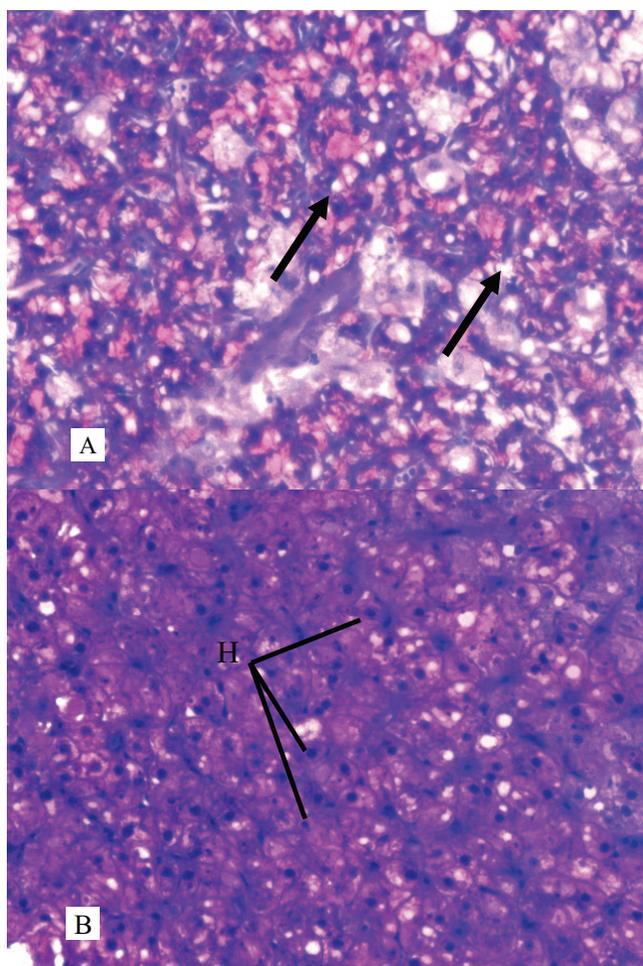


Figura 1. Fotomicrografias de fígados de tilápias-do-nilo (*O. niloticus*) não masculinizadas hormonalmente e alimentadas com dietas com dois níveis de proteína bruta. A, tilápia-do-nilo não masculinizada hormonalmente e alimentada com 28% PB, com presença de vesículas no interior dos hepatócitos (seta). Azul de toluidina a 1% e fucsina básica a 0,5%, 200X. B, tilápia-do-nilo não masculinizada hormonalmente a alimentada com 32% PB, com desorganização nos cordões de hepatócitos (H). Azul de toluidina a 1% e fucsina básica a 0,5%, 400X.

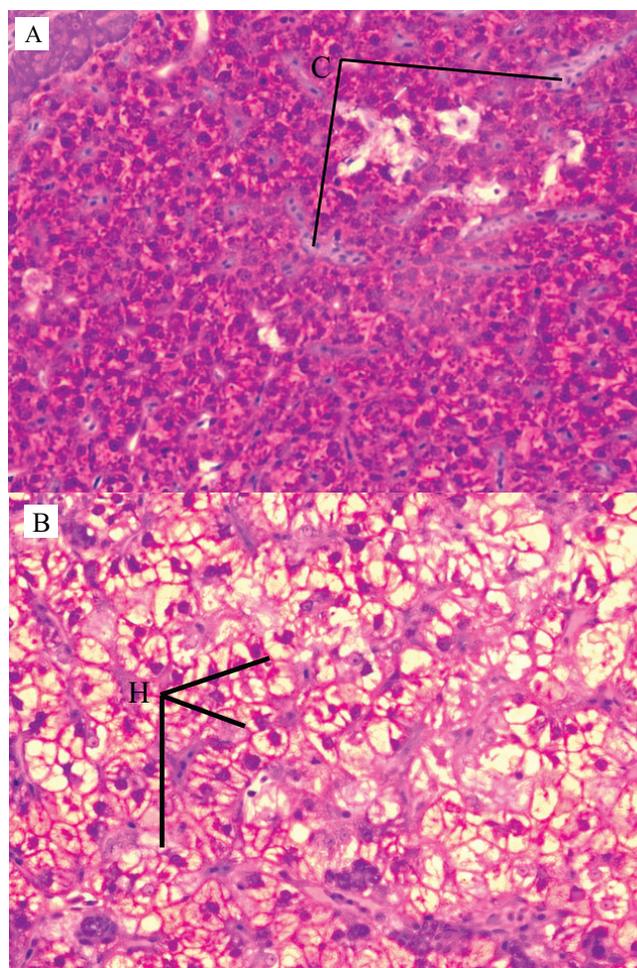


Figura 2. Fotomicrografias de fígados de tilápias-do-nilo (*O. niloticus*) masculinizadas hormonalmente e alimentadas com dietas com dois níveis de proteína bruta. A, tilápias-do-nilo masculinizadas e alimentadas com 28% PB, com estase sanguínea (C) no interior dos capilares sinusoides. Azul de toluidina a 1% e fucsina básica a 0,5%, 200X. B, tilápia-do-nilo masculinizada hormonalmente e alimentada com 32% PB, com aumento do volume dos hepatócitos (H). Azul de toluidina a 1% e fucsina básica a 0,5%, 400X.

A). Em amostras de fígado do grupo de tilápias-do-nylo masculinizadas e alimentadas com 32% PB, as alterações no tecido hepático foram mais acentuadas, e pôde-se notar, além da desorganização nos cordões de hepatócitos e estase sanguínea no interior dos capilares sinusoides, um aumento do volume das células e das vesículas no interior dos hepatócitos (Figura 2 B). O deslocamento do núcleo é um indicativo de que a célula está com a atividade metabólica alterada. Com o aumento de volume dos hepatócitos ocorreu o deslocamento do núcleo para a periferia da célula e presença de vesículas no interior do citoplasma.

A presença de vacuolizações citoplasmáticas, que aumentam o volume dos hepatócitos, indica a existência de regiões com provável concentração de lipídeos e glicogênio, ou a combinação de agentes tóxicos com lipídeos intracitoplasmáticos (Santos et al., 2004). O acúmulo de lipídeos e a diminuição de glicogênio no citoplasma dos hepatócitos prejudicam as atividades metabólicas. As alterações dos hepatócitos encontradas são semelhantes às observadas por Santos et al., 2004 e foram mais acentuadas no grupo de tilápias-do-nylo masculinizadas, alimentadas com 32% PB na dieta. A sobrecarga dos capilares, revelada pelo desarranjo em forma de cordão dos hepatócitos, pode ser consequência dos efeitos deletérios do aporte excessivo de proteína na dieta. O tipo de alimentação e a qualidade do alimento podem influenciar a estrutura do fígado e provocar lesões no tecido hepático (Rocha et al., 2010).

Assim, a redução do nível proteico poderia ser recomendada, mas estes efeitos não foram significativamente evidenciados pelos resultados de desempenho e de estrutura hepática. Abdel-Tawwab et al. (2009) avaliaram tilápias-do-nylo, criadas em gaiolas de 1,0 m³, e mostraram a possibilidade da redução de níveis proteicos de 45,0% de proteína PB para 35,0% PB e, depois, para 25,0% PB, sem prejudicar o desempenho dos peixes. Outros trabalhos com tilápia-do-nylo também ressaltaram melhor desempenho zootécnico dos grupos alimentados com menor teor proteico (Furuya et al., 2005; Botaro et al., 2007).

Em geral, os resultados apresentados indicam a possibilidade da produção de lotes não masculinizados hormonalmente e com menor comprometimento hepático do fígado dos peixes, por meio do manejo proteico da dieta.

Conclusões

1. A masculinização hormonal não altera o desempenho produtivo de tilápia-do-nylo em tanques-rede, exceto quanto à conversão alimentar aparente.

2. A dieta extrusada com 32% de proteína bruta melhora o desempenho de tilápia-do-nylo em tanques-rede, mas altera a estrutura hepática do fígado.

Referências

- ABDEL-TAWWAB, M.; AHMAD, M.H. Effect of dietary protein regime during the growing period on growth performance, feed utilization and whole-body chemical composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture Research**, v.40, p.1532-1537, 2009. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02254.x.
- ABIMORAD, E.G.; FAVERO, G.C.; CASTELLANI, D.; GARCIA, F.; CARNEIRO, D.J. Dietary supplementation of lysine and/or methionine on performance, nitrogen retention and excretion in pacu *Piaractus mesopotamicus* reared in cages. **Aquaculture**, v.295, p.266-270, 2009. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2009.07.001.
- AL HAFEDH, Y.S. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, v.30, p.385-393, 1999. DOI: 10.1046/j.1365-2109.1999.00343.x.
- AYROZA, D.M.M. de R.; FURLANETO, F. de P.B.; AYROZA, L.M. da S. **Regularização dos projetos de tanques-rede em águas públicas continentais de domínio da União no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesca, 2006. 36p. (Instituto de Pesca. Boletim técnico, 36).
- BEARDMORE, J.A.; MAIR, J.C.; LEWIS, R.I. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems, and prospects. **Aquaculture**, v.197, p.283-301, 2001. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00590-7.
- BEHMER, A.O.; TOLOSA, E.M.C. de; FREITAS-NETO, A.G. de. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. São Paulo: EDART, 1976. 239p.
- BOLETIM estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012. 129p. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2012.
- BOTARO, D.; FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; SANTOS, L.D. dos; SILVA, T.S. de C.; SANTOS, V.G. dos. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.517-525, 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000300001.
- DAN, N.C.; LITTLE, D.C. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Northern Vietnam. **Aquaculture**, v.184, p.221-231, 1997. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00329-4.

- DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; NETO, A.G.; DE STÉFANI, M.V.; MALHEIROS, E.B.; ZANARDI, M.F.; SANTOS, M.A. dos. Reversão sexual de larvas de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) por meio de banhos de imersão em diferentes dosagens hormonais. **Revista Acadêmica**, v.5, p.391-395, 2007.
- EL-SAYED, A.-F.M. **Tilapia culture**. Cambridge: CABI Publishing, 2006. 277p. DOI: 10.1079/9780851990149.0000.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G. de; SANTOS, V.G. dos; SILVA, L.C.R.; SILVA, T. de C.; FURUYA, V.R.B.; SALES, P.J.P. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1433-1441, 2005. DOI: 10.1590/S1516-35982005000500002.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M.; MEURER, F. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.823-828, 2002. DOI: 10.1590/S1516-35982002000400003.
- HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th ed. Arlington: AOAC International, 2000. 2v.
- LOUM, A.; SAGNE, M.; FALL, J.; NDONG, D.; DIOURF, M.; SARR, A.; THIAW, O.T. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and survival rate of fry monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, reared under re-circulating system. **Journal of Biology and Life Science**, v.4, p.13-22, 2013. DOI: 10.5296/jbls.v4i2.3043.
- MAINARDES-PINTO, C.S.R.; FENERICH-VERANI, N.; CAMPOS, B.E.S. de; SILVA, A.L. da. Masculinização da tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus*, utilizando diferentes rações e diferentes doses de 17- α -metiltestosterona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.654-659, 2000. DOI: 10.1590/S1516-35982000000300003.
- MAKINO, L.C.; NAKAGHI, L.S.O.; PAES, M. do C.F.; MALHEIROS, E.B.; DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R. Efetividade de métodos de identificação sexual em tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) revertidas sexualmente com hormônio em ração com diferentes granulometrias. **Bioscience Journal**, v.25, p.112-121, 2009.
- 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**, v.32, p.262-267, 2003. DOI: 10.1590/S1516-35982003000200003.
- MUÑOZ-RAMÍREZ, A.P.; CARNEIRO, D.J. Lysine and methionine supplementation in diets with low protein level for the initial growth of pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg). **Acta Scientiarum**, v.24, p.909-916, 2002.
- PHELPS, R.P.; OKOKO, M. A non-paradoxical dose response to 17 alpha-methyltestosterone by Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.): effects on the sex ratio, growth and gonadal development. **Aquaculture Research**, v.42, p.549-558, 2011. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2010.02650.x.
- POPMA, T.J.; GREEN, B.W. **Sex reversal of tilapia in earthen ponds: aquaculture production manual**. Alabama: Auburn University, 1990. 15p. (Research and development series, 35).
- RIGHETTI, J.S.; FURUYA, W.M.; CONEJERO, C.I.; GRACIANO, T.S.; VIDAL, L.V.O.; MICHELLATO, M. Redução da proteína em dietas para tilápias-do-nilo por meio da suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.469-476, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000300002.
- ROCHA, R.M.; COELHO, R.P.; MONTES, C.S.; SANTOS, S.S.D.; FERREIRA, M.A.P. Avaliação histopatológica do fígado de *Brachyplatystoma rousseauxii* (Castelnau, 1855) da Baía do Guajará, Belém, Pará. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, p.101-109, 2010. DOI: 10.5216/cab.v11i1.3028.
- SANTOS, A.A.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; FELIZARDO, N.N.; RODRIGUES, E. de L. Análise histopatológica de fígado de tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus*, criadas em tanque-rede na represa de Guarapiranga, São Paulo, SP, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, p.141-145, 2004.
- VICENTINI, C.A.; FRANCESCHINI-VICENTINI, I.B.; BOMBONATO, M.T.S.; BERTOLUCCI, B.; LIMA, S.G.; SANTOS, A.S. Morphological study of the liver in teleost *Oreochromis niloticus*. **International Journal of Morphology**, v.23, p.211-216, 2005. DOI: 10.4067/S0717-95022005000300003.
- YI, Y.; LIN, C.K.; DIANA, J.S. Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. **Aquaculture**, v.146, p.205-215, 1996. DOI: 10.1016/S0044-8486(96)01377-4.
- ZANARDI, M.F.; DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; SANTOS, M.A. dos; MALHEIRO, E.B. Desempenho produtivo e reversão sexual em tilápias em dois métodos hormonal. **Veterinária e Zootecnia**, v.18, p.45-52, 2011a.
- ZANARDI, M.F.; DIAS K OBERSTEIN, T.C.R.; URBINATI, E.C.; FAGUNDES, M.; SANTOS, M.A. dos; MATAQUEIRO, M.I. Concentrações de hormônio na carcaça de tilápias-do-nilo e maturação precoce após reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.7-11, 2011b. DOI: 10.1590/S1516-35982011000100002.

Recebido em 30 de julho de 2011 e aprovado em 22 de julho de 2013