

SALINIDADE DA ÁGUA E SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR COM MICROALGA MARINHA NO CRESCIMENTO E MASCULINIZAÇÃO DE *Oreochromis niloticus*, TILÁPIA DO NILO

WATER SALINITY AND FOOD SUPPLEMENTATION WITH MARINE MICROALGAE ON GROWTH AND MASCULINIZATION OF *Oreochromis niloticus*, NILE TILAPIA

Ricardo Lafaiete MOREIRA¹; Jamile Mota DA COSTA²; Plácido Soares de MOURA³; Wladimir Ronald Lobo FARIAS⁴

1. Engenheiro de Pesca, bolsista da CAPES, aluno de doutorado em Engenharia de Pesca, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará – UFC, Campus do Pici, Fortaleza, CE, Brasil. ricardolafaiete@hotmail.com; 2. Estudante de graduação em Engenharia de Pesca – UFC e assessora técnica do Ministério da Pesca e Aquicultura, Fortaleza, CE, Brasil; 3. Estudante de graduação em Engenharia de Pesca – UFC, Fortaleza, CE, Brasil; 4. Professor Adjunto, Doutor, pesquisador do Departamento de Engenharia de Pesca – UFC, Fortaleza, CE, Brasil.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da salinidade da água e suplementação alimentar com *Spirulina platensis* no crescimento e masculinização de *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo. Na primeira fase, além da *S. platensis*, foi ofertada ração microparticulada (50% PB; 4500 Kcal/kg) contendo o andrógeno 17- α -metiltestosterona. Na segunda etapa, as tilápias foram cultivadas por mais 32 dias em água doce, alimentadas apenas com ração (38% PB; 1900 Kcal/kg). Os delineamentos foram divididos em três tratamentos com cinco repetições cada. Os animais (peso inicial: 0,01 \pm 0,02 g, comprimento inicial: 1,0 \pm 0,03 cm) ao final de 28 dias apresentaram crescimento médio em peso e crescimento total em comprimento de 1,64 \pm 0,10 g e 4,84 \pm 0,24 cm; 1,59 \pm 0,18 g e 4,94 \pm 0,12 cm e 1,58 \pm 0,09 g e 4,84 \pm 0,02 cm para as salinidades 0, 15 e 25 g.L⁻¹, respectivamente. A masculinização mais satisfatória foi alcançada pelos peixes cultivados a 15 g.L⁻¹, ao qual obtiveram 90% de machos. A análise de variância não evidenciou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos para o desenvolvimento em ambas as fases de cultivo e para a taxa de masculinização ao final do experimento. As salinidades testadas não interferiram no desempenho dos peixes, propondo que a microalga *S. platensis* pode ser utilizada com êxito como suplemento alimentar para tilápias do Nilo nas condições testadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Oreochromis*. *Spirulina*. Desempenho. Dietas. 17- α -metiltestosterona. Diferenciação Gonadal. Inversão sexual.

INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma importante atividade praticada em vários países e se destaca na produção de alimentos de qualidade para a crescente população mundial. De acordo com as estatísticas da FAO (2007), as tilápias, do gênero *Oreochromis*, são o segundo grupo de peixes mais cultivado do mundo, perdendo apenas para as carpas. Em 2005, a produção brasileira de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alcançou o montante de 67.850 t. Os maiores produtores foram os estados do Ceará, Paraná, São Paulo e Santa Catarina, com 16.800 t; 12.097 t; 9.821 t e 7.609 t, respectivamente (IBAMA, 2007). A tilápia do Nilo alcança considerável importância de mercado, possui valores de cultivo relativamente baixos em comparação com outras espécies de interesse aquícola. Araújo et al. (2010) conseguiram custo de produção de R\$ 1,32/kg, quando cultivaram esta espécie na densidade de 200 peixes/m³ em tanques-rede circulares. Dentre suas principais

características atrativas destacam-se a versatilidade alimentar, crescimento rápido (HAYASHI et al., 1999), ausência de espinhos em “y” em seu filé (HILDSORF, 1995) e são organismos tolerantes a condições adversas de qualidade da água e flutuações de salinidade (PULLIN, 1991).

Em tilápias, o cultivo de apenas indivíduos machos é vantajoso, pois impede a reprodução e subsequente superpopulação nos tanques de engorda (DAN; LITTLE, 2000). Atualmente, o principal modo de obtenção destas populações monossexuais é através da inversão sexual, que consiste na masculinização via oral utilizando o andrógeno 17- α -metiltestosterona incorporado na ração, método este o mais utilizado em larviculturas comerciais. O processo depende, principalmente, do tipo e concentração do hormônio, fatores ambientais e a espécie cultivada (DEVLIN; NAGAHAMA, 2002). Leonhardt; Urbinati (1999) obtiveram produção final média de 0,87 kg/m² para tilápias macho sexados manualmente e 0,94 kg/m² para peixes masculinizados com hormônio.

Em seu habitat natural, adultos da tilápia do Nilo utilizam o fitoplâncton como principal fonte de alimento, enquanto larvas e juvenis utilizam tipicamente o zooplâncton (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2003). No entanto, existem poucos dados disponíveis sobre o efeito destes organismos sobre o desempenho de larvas de tilápia em seus primeiros estágios de vida. A microalga *Spirulina platensis* possui grande potencial para o enriquecimento de dietas para tilápias (LU; TAKEUCHI; LU, et al., 2004). Sua composição química é responsável por seu alto valor nutricional, pois possui elevados níveis de nutrientes essenciais (VONSHAK, 1997). No semi-árido nordestino, de uma maneira geral, as águas subterrâneas são salinizadas e existe uma grande demanda por água doce, seja para a irrigação ou para o próprio abastecimento humano e animal. Devido a importância da tilápia do Nilo para piscicultura brasileira e a demanda subutilizada existente para a água salinizada no semi-árido nordestino, este trabalho teve por objetivo verificar se elevados níveis de sal na água de cultivo podem influenciar o desempenho e a taxa de masculinização de tilápias do Nilo na presença da microalga *S. platensis* como suplemento alimentar.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais experimentados e aclimação a salinidade

As pós-larvas de tilápia do Nilo, oriundas de incubação artificial, foram obtidas junto à Centro de Pesquisas em Aquicultura Rodolpho Von Ihering, pertencente ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), localizado em Pentecoste, Ceará, Brasil. A água salgada (37 g.L^{-1}) foi coletada na Praia de Iracema, Fortaleza, Ceará e transportada em recipientes de polipropileno para o local da pesquisa. A aclimação dos peixes foi realizada em caixa de fibra de vidro (500 L^{-1}) com água doce ($0,2 \text{ g.L}^{-1}$) declorificada, por intermédio de substituição elevando-se a salinidade em 5 g.L^{-1} , diariamente, até que atingissem os níveis desejados. A salinidade foi regulada e aferida constantemente com o auxílio de um refratômetro modelo ATAGO (S/Mill).

Aquisição e oferta da microalga

Para o cultivo de *S. platensis* foi preparado um meio de cultura utilizando cloreto de sódio (30 g.L^{-1}); bicarbonato de sódio (10 g.L^{-1}); NPK - nitrogênio, fósforo e potássio (1 g.L^{-1}) e superfosfato triplo ($0,1 \text{ g.L}^{-1}$). Inicialmente, os sais foram diluídos em um recipiente plástico contendo 10 L^{-1} de água e, posteriormente, os fertilizantes

agrícolas (NPK e superfosfato triplo) foram macerados e adicionados à mistura. Em seguida, a água foi submetida a uma forte aeração por 24 horas e finalmente decantada. Foi obtido um inóculo inicial transferindo-se 300 mL^{-1} do cultivo pré-estabelecido para um erlenmeyer de 1 L^{-1} . Após cinco dias, o inóculo foi transferido para o meio de cultura, iniciando o cultivo em larga escala. A quantidade ofertada aos peixes foi monitorada com o auxílio de um espectrofotômetro e foi mantida constante na água de cultivo, no valor de 20% de absorvância da luz no comprimento de onda de 680 nm. A coleta da microalga *S. platensis* foi realizada através da filtração da cultura em malha de $60 \mu\text{m}$ acoplada a um recipiente tubular de PVC. A biomassa algal retida na rede foi lavada com água destilada para retirar o excesso de meio de cultivo e transferida para um Becker. Foram filtrados, aproximadamente, 15 mL do cultivo pré-estabelecido para cada tratamento em uma única oferta diária.

Ração masculinizante

Para a masculinização, foi utilizada uma ração comercial em pó (energia = 4500 Kcal/kg ; granulometria = 1 mm), nutricionalmente completa, composta por farelo de glúten, milho, farelo de soja, milho integral moído, cloreto de sódio, premix vitamínico mineral, farinha de peixe e gordura vegetal estabilizada. A composição centesimal da ração, segundo seu fabricante foi de: 10% de umidade; 50% de proteína bruta; 8% de extrato etéreo; 6% de matéria fibrosa; 13% de matéria mineral; 8% de cálcio e 1,2% de fósforo. Para a incorporação do hormônio sexual a ração foi preparada uma solução estoque, dissolvendo 6 g do hormônio 17- α - metiltestosterona em 1 L^{-1} de álcool etílico absoluto (95%). Para o preparo de 1 kg^{-1} da ração, 10 mL^{-1} da solução estoque foram diluídos em 500 mL^{-1} de álcool comum ou comercial (92%), segundo a metodologia descrita por Shelton et al. (1981). A oferta diária de ração com hormônio foi de 20% do peso vivo dos animais, dividida em seis refeições diárias. Os restos de ração e fezes foram sifonados diariamente das unidades experimentais.

Parâmetros físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos oxigênio dissolvido (OD), temperatura e pH da água de cultivo, em ambas as fases, foram determinados duas vezes por semana, através de um oxímetro digital modelo YSI 550A para os dois primeiros, e um medidor de bancada modelo MARCONI PA 200 para o último.

Desempenho e eficácia da masculinização

A primeira fase consistiu no acompanhamento da masculinização das pós-larvas de tilápia em laboratório e teve duração de 28 dias. Os animais com peso e comprimento médio inicial de $0,01 \pm 0,02$ g e $1,0 \pm 0,02$ cm, respectivamente, foram distribuídos, aleatoriamente, em aquários com capacidade de 45 L^{-1} ($20 \times 20 \times 15$ cm) e volume útil de 25 L^{-1} . O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) e constituído de três tratamentos com cinco repetições cada. O fator de variação entre os tratamentos foi à salinidade da água de cultivo, sendo o primeiro realizado a 0, o segundo a 15 e o terceiro a 25 g.L^{-1} com densidade de estocagem de 1 peixe/L. As biometrias (peso e comprimento totais) foram realizadas no início, após 15 e 28 dias de experimento. Uma amostra de 10 indivíduos de cada repetição foi pesada em uma balança semi-analítica digital e os comprimentos totais foram medidos com o auxílio de papel milimetrado. Em todos os tratamentos, os animais foram alimentados com ração comercial contendo o hormônio sexual, juntamente com iguais concentrações da microalga *S. platensis*.

Após a masculinização, as tilápias foram submetidas a uma segunda etapa de cultivo, apontada de alevinagem. Os animais provenientes das salinidades 15 e 25 g.L^{-1} foram aclimatados novamente à salinidade 0 g.L^{-1} , e este processo teve duração de cinco dias, ou seja, a redução diária da salinidade foi de 5 g.L^{-1} . Foram escolhidos, aleatoriamente, 50 animais de cada tratamento os quais foram distribuídos em quinze reservatórios distintos de polietileno com volume útil de 1000 L^{-1} na densidade de 0,05 peixes L^{-1} . Esta fase teve duração de 32 dias. O desempenho, taxas de sobrevivência e de masculinização foram analisadas no final do experimento. Durante o período experimental foi ofertada, “*ad libitum*”, ração comercial (38% PB e 1900 Kcal/kg), sem hormônio

masculinizante, dividida em quatro refeições diárias. A análise da eficiência da masculinização foi realizada através da análise microscópica das gônadas de cada indivíduo utilizando a técnica do aceto-carmim descrita por Guerrero e Shelton (1974), como instrumento para sexagem de alevinos de tilápia azul (*Oreochromis aureus*) e bluegill (*Lepomis macrochirus*), sendo adaptada e validada para alevinos de tilápia do Nilo por Wassermann; Afonso (2002).

O desempenho dos animais em ambas as fases foi mensurado através do crescimento médio em peso (g), crescimento em comprimento total (cm), ganho de peso (g), taxa de crescimento específico ($\% \text{ dia}^{-1}$) e taxa de sobrevivência (%), de acordo com as fórmulas utilizadas por Candido et al. (2006).

Estatística

As médias do desempenho zootécnico, parâmetros físico-químicos da água de cultivo e taxas de masculinização foram submetidas a uma análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, ao teste t independente para médias. Todos os testes foram realizados ao nível de 5% de significância estatística, utilizando a função estatística do programa ORIGIN[®]. Utilizou-se um transformador angular (arco-seno da raiz quadrada) para homogeneizar as variâncias dos valores de sobrevivência, porém estes valores são aqui apresentados na sua forma original.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) para os parâmetros físico-químicos da água analisados neste experimento, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água de cultivo durante as duas fases do experimento.

Salinidade (g.L^{-1})	Parâmetros físico-químicos					
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		Oxigênio mg.L^{-1}		pH	
	1 ^o fase	2 ^o fase	1 ^o fase	2 ^o fase	1 ^o fase	2 ^o fase
0	$27,9 \pm 0,3$	$28,9 \pm 0,1$	$5,0 \pm 0,2$	$4,5 \pm 0,2$	$7,7 \pm 0,2$	$7,4 \pm 0,2$
15	$27,8 \pm 0,2$	$28,8 \pm 0,1$	$4,8 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,1$	$7,7 \pm 0,5$	$7,3 \pm 0,1$
25	$27,5 \pm 0,1$	$28,9 \pm 0,1$	$5,2 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,2$	$8,2 \pm 0,2$	$7,3 \pm 0,2$

Os valores registrados permaneceram dentro dos níveis considerados adequados para o cultivo de tilápias (KUBITZA, 2000). Para esta espécie, faixas acima de $4,0 \text{ mg L}^{-1}$ de oxigênio dissolvido são consideradas ideais para seu crescimento e desenvolvimento (VINATEA, 2004). No início do experimento, as pós-larvas apresentavam peso (g) comprimento médio (cm) de $0,01 \pm 0,02\text{g}$ e $1,0 \pm 0,03 \text{ cm}$, respectivamente. De acordo com Bocek et al. (1992), a masculinização de tilápias deve ser iniciada com indivíduos entre 0,8 e 1,3 cm, pois suas gônadas ainda não estão diferenciadas e a ação masculinizante do hormônio $17\text{-}\alpha\text{-mestiltestosterona}$ é mais eficaz no organismo dos animais.

Os efeitos da salinidade utilizando $17\text{-}\alpha\text{-mestiltestosterona}$ sobre o crescimento em pós-

larvas de *Oreochromis mossambicus* foram detalhadamente avaliados por Sparks et al. (2003), peixes aclimatados em salinidade de 30 mg.L^{-1} e que receberam a ração juntamente com o andrógeno foram os que obtiveram maior ganho de peso. Peixes gastam energia para realizar a osmorregulação, com a elevação da salinidade em ambientes de cultivo este consumo pode ser utilizado para outras funções orgânicas, como por exemplo, o crescimento e melhoria do sistema imunológico (BOEUF; PAYAN, 2001). Ao final de 28 dias, o crescimento médio em peso (g) e o crescimento total em comprimento (cm) foram de $1,64 \pm 0,10 \text{ g}$ e $4,84 \pm 0,24 \text{ cm}$; $1,59 \pm 0,18 \text{ g}$ e $4,94 \pm 0,12 \text{ cm}$ e $1,58 \pm 0,09 \text{ g}$ e $4,84 \pm 0,02 \text{ cm}$ para os tratamentos com salinidades 0, 15 e 25 g.L^{-1} , respectivamente (Figuras 1 e 2).

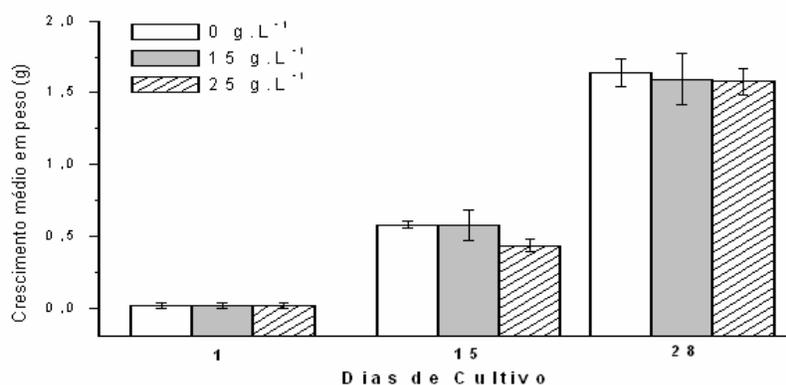


Figura 1. Crescimento médio em peso (g) de tilápias do Nilo durante a fase de masculinização, para os tratamentos 0, 15 e 25 g.L^{-1} .

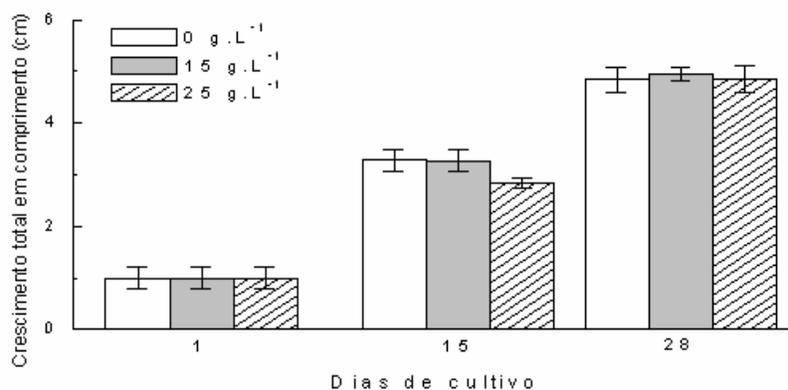


Figura 2. Crescimento total em comprimento (cm) de tilápias do Nilo durante a fase de masculinização, para os tratamentos 0, 15 e 25 g.L^{-1} .

A análise de variância não evidenciou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos para o crescimento médio em peso, crescimento total em comprimento, ganho de peso e taxas de crescimento específico e sobrevivência conforme apresentado na Tabela 2. Os resultados de desempenho das tilápias alimentadas com a microalga marinha foram superiores aos descritos por YASUI et al. (2007) e BEZERRA et al. (2008).

Hena et al. (2005), comprovaram que *O. niloticus* obtém melhor desempenho em água de

baixa salinidade, enquanto *O. mossambicus* revelou resultados mais satisfatórios nas maiores salinidades. Moreira et al. (2010), avaliaram o efeito da inclusão de microalgas de água doce e *S. platensis*, copépodos e copépodos enriquecidos com *S. platensis* como suplementos alimentares para tilápia do Nilo em água doce. A utilização dos suplementos alimentares, sejam “*in natura*” ou bioencapsulados, resultaram em melhor desempenho para a espécie estudada.

Tabela 2. Valores médios do desempenho zootécnico de tilápia do Nilo submetida a diferentes salinidades.

Desempenho zootécnico	Salinidades		
	0 g.L ⁻¹	15 g.L ⁻¹	25 g.L ⁻¹
Peso inicial (g)	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,02
Crescimento médio em peso (g) – 28 DC*	1,64 ± 0,10	1,59 ± 0,18	1,58 ± 0,09
Crescimento médio em peso (g) – 60 DC*	23,34 ± 0,34	20,13 ± 0,25	24,76 ± 0,15
Comprimento inicial (cm)	1,0 ± 0,02	1,0 ± 0,02	1,0 ± 0,02
Crescimento total em comprimento (cm) – 28 DC*	4,84 ± 0,16	4,94 ± 0,15	4,85 ± 0,18
Crescimento total em comprimento (cm) – 60 DC*	12,34 ± 0,23	11,54 ± 0,13	14,01 ± 0,13
Ganho de peso (%)	2334 ± 0,02	2013 ± 0,05	2476 ± 0,04
Taxa de crescimento específico (% dia ⁻¹)	38,90 ± 0,31	33,55 ± 0,05	41,27 ± 0,08
Taxa de sobrevivência (%)	78,23 ± 0,19	84 ± 0,10	96,87 ± 0,21
Taxa de masculinização (%)	88,0	90,0	88,0

* DC = dias de cultivo

Na presente pesquisa, sob a influência de *S. platensis*, após 15 dias de cultivo, na salinidade de 25 g.L⁻¹, as tilápias já possuíam peso médio de 0,58 ± 0,26 g. Resultados superiores aqueles atingidos por El-Sayed e Kawanna (2004), quando observaram as taxas de crescimento e sobrevivência de tilápias. Takeuchi et al. (2002) cultivaram juvenis de tilápia do Nilo com diferentes idades alimentados com *S. platensis* seca e ração comercial.

O melhor crescimento foi observado nos peixes com 2,0 cm. Esta microalga além de maximizar o desempenho dos animais, também pode possuir características imunoestimulantes (VONSHAK, 1997; TAYAG et al., 2010). Watanuki et al. (2006), alimentaram carpas (*Cyprinus carpio*) com *S. platensis*, os resultados mostraram que a atividade fagocitária foi aumentada nas células do rim. Chuntapa et al. (2003) provaram que o meio de cultivo de camarões marinhos sobre influência de *S. platensis*, melhoraram as taxas de sobrevivência, enquanto Silva-Neto et al. (2008), observaram o desempenho de pós-larvas do camarão

Litopenaeus vannamei submetidas a diferentes estratégias alimentares em água salina (20 g.L⁻¹). O uso de biomassa de artêmia e *S. platensis* proporcionou aos animais um maior incremento em peso e comprimento. Por outro lado pesquisas em relação à nutrição de larvas estão sendo desenvolvidas no sentido de limitar o emprego de alimento vivo aos primeiros dias de vida, substituindo-o por alimentos totalmente artificiais (MEURER et al., 2003).

Ao final dos 32 dias de cultivo (alevinagem), aos quais todos os peixes foram cultivados em água doce, os parâmetros de desempenho analisados continuaram sem apresentar diferença estatística significativa ($p > 0,05$) (Tabela 2). Após a análise gonadal, os percentuais de machos também não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) (Tabela 2). Os peixes cultivados na salinidade de 15 mg.L⁻¹ obtiveram 90% de masculinização, resultados superiores e inferiores aos de Borges et al. (2005) e Mainardes-Pinto et al. (2000), respectivamente.

Os principais fatores que podem afetar a eficiência da masculinização em tilápias são o tamanho das larvas (<14 mm), duração do tratamento hormonal (entre 21 e 28 dias), fatores ambientais (temperatura e qualidade da água), dose hormonal (60 mg/kg de 17 α -metiltestosterona incorporado na dieta), condições anabólicas, ambientais e higiênicas, sendo pelo menos um destes a causa masculinização insatisfatória encontrados em algumas pisciculturas convencionais (BAROILLER et al., 1999; PHELPS; POPMA, 2000; BAROILLER; D'COTTA, 2001). Raramente este percentual alcança 100% de sucesso, devido à aparente resistência ao hormônio por 1 a 5% das fêmeas tratadas (BOCEK et al., 1992). Riley et al. (2002), comprovaram que *Oreochromis mossambicus* quando cultivadas em água salina obtém melhor crescimento e masculinização. Neumann et al. (2009), descreveu o efeito da masculinização de linhagens de tilápia em condições ambientais variáveis. O percentual de machos, de acordo com o exame de gônadas, foi superior para a tilápia do Nilo.

CONCLUSÕES

As salinidades testadas não interferiram no desempenho dos peixes durante o período de

masculinização e alevinagem de tilápia do Nilo. Desta forma, a utilização de águas salobras para seu cultivo no meio rural poderia reduzir a concorrência pela água doce otimizando a utilização deste recurso.

A introdução da microalga *S. platensis* poderia substituir o papel das microalgas de água doce, tanto do ponto de vista nutricional quanto com relação à manutenção da qualidade da água, podendo ser utilizada com êxito como suplemento alimentar para tilápias do Nilo nas condições testadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores sinceramente agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e à Fundação Cearense de apoio e Desenvolvimento Científico (FUNCAP), pelo auxílio financeiro concedido durante a pesquisa. À Ind. e Com. de Alimentos Desidratados Alcon Ltda (Camboriú - SC) e à GUABI NUTRIÇÃO ANIMAL pelo fornecimento de insumos oriundos da parceria firmada com nossa instituição de pesquisa.

ABSTRACT: The aim of this study was evaluate the influence of water salinity and diet supplemented with *Spirulina platensis* on growth and masculinization of Nile tilapia. In the first phase, in addition to *S. platensis*, was offered microparticulate diet (50% CP, 4500 Kcal/kg) containing 17- α -methyltestosterone androgen. In the second phase, the tilapias were cultivated for 32 days in fresh water, fed only with ration (38% CP, 1900 kcal/kg). The designs were divided into three treatments with five replicates each. The animals (initial weight: $0,01 \pm 0,02$ g, initial length: $1,0 \pm 0,03$ cm) after 28 days showed average weight growth and total length growth of $1,64 \pm 0,10$ g; $4,84 \pm 0,24$ cm, $1,59 \pm 0,18$ g; $4,94 \pm 0,12$ cm, $1,58 \pm 0,09$ g; $4,84 \pm 0,02$ cm, in salinities 0, 15 and 25 g.L⁻¹, respectively. The indices of improvement sexual inducing were achieved by animals cultured at 15 g.L⁻¹, which reached 90% of masculinization. Analysis of variance showed no significant differences ($p>0,05$) among treatments for development in cultivation phases both and the masculinization rate in the experiment final. The salinities tested did not interfere with the performance of fish, suggesting that the microalgae *S. platensis* can be successfully used as a food supplement for Nile tilapia in the tested conditions.

KEYWORDS: *Oreochromis*. *Spirulina*. Development. Diets. 17- α -methyltestosterone. Gonadal differentiation. Sexual inversion.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, G. S.; RODRIGUES, J. A. G.; DA SILVA, J. W. A. FARIAS, W. R. L. Cultivo da tilápia do Nilo em tanques-rede circulares em diferentes densidades de estocagem. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 428-434, mai-jun. 2010.

BAROILLER, J. F.; GUIGEN, Y.; FOSTIER, A. Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. **Cellular Molecular Life Sciences**, Switzerland, v. 55, n. 6-7, p. 910-931, jun. 1999.

- BAROILLER, J. F.; D'COTTA, H. Environment and sex determination in farmed fish. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology**, Victoria, v. 130, n. 4, p. 399-409, dez. 2001.
- BEZERRA, K. S.; SANTOS, A. J. G.; LEITE, M. R.; DA SILVA, A. M.; LIMA, M. R. Crescimento e sobrevivência da tilápia chitralada submetida a diferentes fotoperíodos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 6, p. 737-743, jun. 2008.
- BOCEK, A.; PHELPS, R. P.; POPMA, T. J. Effect of feeding frequency on sex reversal and growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Journal of Applied Aquaculture**, Amsterdam, v. 1, n. 3, p. 97-103, abr. 1992.
- BOEUF, G.; PAYAN, P. How should salinity influence fish growth? **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology**, Victoria, v. 130, n. 4, p. 411-423, dez. 2001.
- BORGES, A. M.; MORETTI, J. O. C.; CONCEPÇÃO MCMANUS, C.; MARIANTE, A. S. Produção de populações monossexo macho de tilápia-do-nilo da linhagem Chitralada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 153-159, fev. 2005.
- CANDIDO, A. S.; MELO JÚNIOR, A. P.; SANTOS, C. H. A.; COSTA, H. J. M. S.; IGARASHI, M. A. Policultivo do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 9, n. 1, p. 9-14, jan-jun. 2006.
- CHUNTAPA, B.; POWTONGSOOK, S.; MENASVETA, P. Water quality control using *Spirulina platensis* in shrimp culture tanks. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 220, n. 1-4, p. 355-366, abr. 2003.
- 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**, Amsterdam, v. 184, n. 3-4, p. 221-231, abr. 2000.
- DEVLIN, R. H.; NAGAHAMA, Y. Sex determination in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 208, n. 3-4, p. 191-364, jun. 2002.
- EL-SAYED, A. M.; KAWANNA, M. Effects of photoperiod on the performance of farmed Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: I. Growth, feed utilization efficiency and survival of fry and fingerlings. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, n. 1-4, p. 393-402, mar. 2004.
- FAO. **Fisheries Technical Paper**. Rome: FAO 2007. n. 500, 134p.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, V. R.; GALDIOLI, E. M. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 733-737, 1999.
- HENA, A.; KAMAL, M.; MAIR, G. C. Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 247, n. 1-4, p. 189-201, jun. 2005.
- HILDSORF, A. W. S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 73-78, jan-jun. 1995.
- IBAMA. Estatística da Pesca 2007. Brasil. **Grandes regiões e unidades de federação**. Brasília, 2007. 174p.
- GUERRERO, R. D.; SHELTON, W. L. An Aceto-Carmine Squash Method for Sexing Juvenile Fish. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 36, n. 1, p. 56-56, jan. 1974.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2. ed. Jundiaí, SP: Editora DEGASPARI, 2000. 289 p.

- LEONHARDT, J. H.; URBINATI, E. C. Estudo comparativo do crescimento entre machos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sexados e revertidos. **Boletim do Instituto de Pesca**, Brasil, v. 25, n. 1, p. 19-26, 1998-1999.
- LU, J.; TAKEUCHI, T.; SOTOH, H. Ingestion and assimilation of three species of freshwater algae by larval tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 238, n. 1-4, p. 437-449, set. 2004.
- LU, J.; TAKEUCHI, T. Spawning and quality of eggs of the tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina* throughout three generations. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 234, n. 1-4, p. 625-640, mai. 2004.
- MAINARDES-PINTO, C. S. R.; FENERICH-VERANI, N.; CAMPOS, B. E. S.; SILVA, A. L. Masculinização da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, Utilizando Diferentes Rações e Diferentes Doses de 17- α -metiltestosterona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 654-659, mai-jun. 2000.
- 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, v. 32, n. 2, p. 262-267, mar-abr. 2003.
- MOREIRA, R. L.; DA COSTA, J. M.; DE QUEIROZ, R.V.; DE MOURA, P. S.; FARIAS, W. R. L. Utilização de *Spirulina platensis* como suplemento alimentar durante a reversão sexual de tilápia do Nilo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 134-141, abr-jun. 2010.
- NEUMANN, E.; KOBERSTEIN, T. C. R. D.; BRAGA, F. M. S. Desempenho de três linhagens de tilápia submetidas ao tratamento com 17- α -metiltestosterona em condições ambientais não controladas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v. 38, n. 6, p. 973-979, jun. 2009.
- PHELPS, R. P.; POPMA, T. J. Sex Reversal of Tilapia. In: COSTAPIERCE, B. A.; RAKOCY, J. E. (Ed.). Tilapia aquaculture in the Americas. Louisiana: **The World Aquaculture Society**, v. 2, p. 34-59, 2000.
- PULLIN, R. **Cichlids in aquaculture**. In: Keenleyside, M. H. A. (Ed.), **Cichlid Fishes: Behavior, Ecology and Evolution**. Chapman and Hall, New York, p. 280-309, 1991.
- RILEY, L. G.; RICHMAN III, N. H.; HIRANO, T.; GRAU, E. G. Activation of the growth hormone/insulin-like growth factor axis by treatment with 17- α -methyltestosterone and seawater rearing in the tilapia, *Oreochromis mossambicus*. **General and Comparative Endocrinology**, Denver, v. 127, n. 3, p. 285-292, jul. 2002.
- SHELTON, W. L.; RODRIGUES-GUERRERO, D.; LOPES-MACIAS, J. Factors affecting androgen sex reversal of tilapia aurea. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 59-65, jul. 1981.
- SILVA-NETO, J.F.; TORRES, W.M.; LIMA, P.W.C.; FARIAS, W.R.L. Cultivo experimental de pós-larvas do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* submetidas a três estratégias de alimentação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 410-415, jul-set. 2008.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Carlos: RiMa, 2003. 106p.
- SPARKS, R. T.; SHEPHERD, B. S.; RON, B.; HAROLD, N. R.; RILEY, L. G.; IWAMA, G. K.; HIRANO, T. E.; GRAU, G. Effects of environmental salinity and 17 α -methyltestosterone on growth and oxygen consumption in the tilapia, *Oreochromis mossambicus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, Victoria, v. 136, n. 4, p. 657-665, dez. 2003.
- TAKEUCHI, T.; LU, J.; YOSHIZAKI, G.; SATOH, S. Effect on the growth and body composition of juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* fed raw *Spirulina*. **Fisheries Science**, v. 68, n. 1, p. 34-40, fev. 2002.

TAYAG, C. M.; LIN, Y. C.; LI, C. C.; LIOU, C. H.; CHEN, J. C. Administration of the hot-water extract of *Spirulina platensis* enhanced the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. **Fish & Shellfish Immunology**, Aberdeen, v. 28, n. 5-6, p. 764-773, mai-jun. 2010.

VINATEA, L. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura**. Florianópolis: UFSC, 2004. 345p.

VONSHAK, A. *Spirulina platensis (Arthrospira)*. **Physiology, Cell-biology and Biotechnology**. 1. ed. London: Taylor & Francis. ISBN 0-7484-0674-3. 1997. 227 p.

WASSERMANN, G.J.; AFONSO, L.O.B. Validation of the aceto-carmin technique for evaluating phenotypic sex in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. **Ciência Rural**, Universidade Federal de Santa Maria-RS, v. 32, n. 1, p. 113-139, fev. 2002.

WATANUKI, H.; OTA, K.; TASSAKKA, A.C.T.; KATO, T.; SAKAI, M. Immunostimulant effects of dietary *Spirulina platensis* on carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture**, v. 258, n. 1-4, p. 157-163, ago. 2006.

YASUI, G.S.; DOS SANTOS, L.C.; SHIMODA, E.; RIBEIRO-FILHO, O.P.; CALADO, L.L.; FREITAS, A.S.; VIDAL, M.V.; FERREIRA, E.B. Masculinização de três linhagens de tilápias do Nilo utilizando o andrógeno sintético 17 α -metil-testosterona. **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 25, n. 4, p. 307-310, out. 2007.