

## UTILIZAÇÃO DE *Spirulina platensis* COMO SUPLEMENTO ALIMENTAR DURANTE A REVERSÃO SEXUAL DE TILÁPIA DO NILO<sup>1</sup>

RICARDO LAFAIETE MOREIRA<sup>2\*</sup>, JAMILE MOTA DA COSTA<sup>3</sup>, RAFAEL VIANA DE QUEIROZ<sup>4</sup>, PLÁCIDO SOARES DE MOURA<sup>3</sup>, WLADIMIR RONALD LOBO FARIAS<sup>5</sup>

**RESUMO** – O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de *Spirulina platensis* como suplemento alimentar para pós-larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram realizados dois experimentos. No primeiro, foram avaliados o efeito da inclusão de microalgas de água doce (água verde) e da inclusão específica da microalga *S. platensis* como suplementos alimentares. No segundo experimento foram avaliados os efeitos da ausência de copépodos, da administração de somente copépodos e da administração de copépodos enriquecidos com *S. platensis*. Durante toda a pesquisa os animais receberam ração com o hormônio masculinizante 17- $\alpha$ -metil-testosterona. Foram avaliados o crescimento em peso e comprimento, a taxa de sobrevivência e o índice de reversão sexual da tilápia (média  $\pm$  DP). No primeiro, os peixes que receberam a *S. platensis* e os que receberam microalgas de água doce apresentaram como resultado: 0,21  $\pm$  0,042 g; 2,50  $\pm$  0,091 cm; 97,5  $\pm$  1,00% e 0,11  $\pm$  0,022 g; 1,91  $\pm$  0,419 cm; 98,33  $\pm$  0,70%, respectivamente. No segundo experimento, quando os copépodos foram administrados com ou sem *S. platensis*, as pós-larvas apresentaram como resultado: 0,221  $\pm$  0,008 g; 2,70  $\pm$  0,070 cm; 86,67  $\pm$  1,03% e 0,211  $\pm$  0,014 g; 2,56  $\pm$  0,121 cm; 77,50  $\pm$  1,33%, respectivamente. Os animais que só receberam ração obtiveram como resultado: 0,190  $\pm$  0,008 g e 2,22  $\pm$  0,215 cm e 79,17  $\pm$  0,21%, respectivamente. A utilização de *S. platensis* resultou em melhor crescimento, mas não afetou a sobrevivência e os índices de reversão sexual dos peixes expostos aos alimentos naturais.

**Palavras-chave:** Microalga. Pós-larva. Copépodos. Alimentação. *Oreochromis niloticus*.

## USE OF *Spirulina platensis* AS A FOOD SUPPLEMENT FOR NILE TILAPIA SEXUAL REVERSION

**ABSTRACT** – This study aimed to evaluate the influence of *S. platensis* as a food supplement for Nile tilapia post-larvae. Two trials was running. In the first, was used two treatments, one offered freshwater microalgae (green water) and other offered microalga *S. platensis*. In the second trial, were evaluated the effect of without copepods, administration of copepods alone and copepods enriched with *S. platensis*. Throughout the study, all animals were fed diets with masculinizing hormone 17- $\alpha$ -methyl-testosterone. It was evaluated the growth in weight and length, the survival rate and the rate of sex reversal of tilapia (mean  $\pm$  SD). In the first trial, the fish that received the *S. platensis* and receiving freshwater microalgae showed as result, 0.21  $\pm$  0.042 g; 2.50  $\pm$  0.091 cm; 97.5  $\pm$  1.00% and 0.11  $\pm$  0.022 g; 1.91  $\pm$  0.419 cm; 98.33  $\pm$  0.70%, respectively. In the second trial, when the copepods were utilized, with and without *S. platensis*, the post-larvae as result, 0.221  $\pm$  0.008 g; 2.70  $\pm$  0.070 cm; 86.67  $\pm$  1.03% and 0.211  $\pm$  0.014 g; 2.56  $\pm$  0.121 cm; 77.50  $\pm$  1.33%, respectively. The animals that received only commercial had as result, 0.190  $\pm$  0.008 g; 2.22  $\pm$  0.215 cm and 79.17  $\pm$  0.21%. Using *S. platensis* resulted in better growth in weight and length, but did not affect survival and rates of sex reversal Nile tilapia post-larvae of exposed to natural food.

**Keywords:** Microalgae. Post-larvae. Copepods. Feeding. *Oreochromis niloticus*.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 26/04/2010; aceito em 06/06/2010.

<sup>2</sup>Doutorando em Engenharia de Pesca, Departamento de Engenharia de Pesca, UFC, av. Mister Hull s/n, bloco 825, Campus do Pici, Caixa Postal 12.168, 60.356-000, Fortaleza - CE; ricardolafaiete@hotmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia de Pesca, UFC; jamilemota\_engpesca@hotmail.com

<sup>4</sup>Mestrando em Engenharia de Pesca, Departamento de Engenharia de Pesca, UFC; rafaelvdequeiroz@hotmail.com

<sup>5</sup>Professor adjunto, Departamento de Engenharia de Pesca, UFC; wladimir@ufc.br

## INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (família *Cichlidae*) é cultivada em mais de 100 países do mundo (ROMANA-EGUIA et al., 2004). Sua ampla difusão é originada da fácil reprodução em cativeiro, resistência ao manejo, grande tolerância a condições adversas de qualidade da água e sua versatilidade alimentar (PONZONI et al., 2007). Carmo et al. (2008), avaliaram o crescimento de três linhagens de tilápia (nilótica, vermelha e chitralada), foi constatado que é possível obter produtividade superior a 6 ton/ha/ciclo com a linhagem chitralada (melhor desempenho), sugerindo-se como opção válida para a piscicultura semi-intensiva em viveiros.

Segundo Kubtiza (1997), um dos entraves na produção de peixes é a alimentação inadequada durante o seu período larval, pois é o estágio em que os mesmos encontram-se mais frágeis e susceptíveis a má qualidade de água, manejo errôneo e enfermidades. Todos esses fatores fazem com que a fase de larvicultura seja muito importante para o sucesso da etapa final da produção, ou seja, a engorda. Durante os primeiros dias de vida, a larva atende as suas necessidades energéticas com a reserva vitelínica, pois nem a boca encontra-se aberta nem o trato intestinal completamente formado. Após o consumo do vitelo, o peixe já é uma pós-larva e sua alimentação passa a ser exógena e é composta, por microalgas e zooplâncton (HAYASHI et al., 2002). No caso da tilápia do Nilo, há a necessidade de disponibilizar, além do alimento natural, ração microparticulada contendo o hormônio masculinizante 17- $\alpha$ -mestiltestosterona para a obtenção de indivíduos monosexo (machos), já que esta espécie possui alta prolificidade e maturação sexual precoce, fatores estes indesejáveis nos cultivos comerciais (PHELPS; POPMA, 2000). Uma das técnicas que vêm sendo largamente utilizadas para aumentar a sobrevivência e o crescimento na larvicultura de peixes é a adição de dietas naturais contendo ácidos graxos poliinsaturados (HUFA), os quais são essenciais para o perfeito desenvolvimento de muitas espécies (LU; TAKEUCHI, 2004). Uma microalga que possui grande potencial para o enriquecimento de dietas para tilápias é a *Spirulina platensis*, que tem como principais características ser fotossintética, planctônica, formar populações volumosas em corpos tropicais e subtropicais. É reconhecida pela característica morfológica principal do gênero, isto é, o arranjo de tricomas multicelulares cilíndricos ao longo de seus filamentos (VONSHAK, 1997; SILVEIRA et al., 2007). Sua composição química é responsável por seu alto valor nutricional, pois contém elevados níveis de nutrientes essenciais, tais como pró-vitaminas, minerais, proteínas e ácidos graxos poliinsaturados, como por exemplo, o ácido graxo gama-linolênico (GLA), que possui a propriedade de estimular o sistema imunológico de peixes ou camarões (LU et al., 2002; REGUNATHAN; WESLEY, 2006). Segundo Lee et al. (2003), em

camarões *Penaeus merguensis* alimentados com ração contendo *S. platensis* foi observado um aumento da resistência (atividade fagocitária) contra as bactérias *Vibrio harveyi*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* e *Bacillus subtilis*. Segundo os autores, esta resposta se deu principalmente à presença de lipopolissacarídeos e peptidoglicanos obtidos da alimentação com microalga *S. platensis*.

Uma das grandes dúvidas entre os produtores de tilápias é a eficiência ou não do alimento natural durante a reversão sexual. Devido à importância deste peixe, dentre as espécies exploradas pela aquicultura e a potencialidade da *S. platensis*, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do alimento natural no crescimento e sua influência na eficiência da reversão sexual de pós-larvas de tilápias do Nilo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A duração dos experimentos foi de 73 dias. Foram conduzidos simultaneamente no Laboratório de Planctologia (LABPLANC) e na Estação de Piscicultura Raimundo Saraiva da Costa do Departamento de Engenharia de Pesca, Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará (Brasil) – DEP/CCA/UFC. As pós-larvas (pl's) de tilápia, *O. niloticus*, (peso inicial = 0,023  $\pm$  0,001 g e comprimento inicial = 1,06 cm  $\pm$  0,001) foram adquiridas da Estação de Piscicultura Rodolpho Von Ihering do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Pentecoste-CE.

A água utilizada em todos os experimentos foi oriunda da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), a qual permaneceu sob aeração por 48 horas, em um recipiente de 500 L, para a completa evaporação do cloro residual, sendo então transferida para os aquários. Os aquários de 20 L (20x10x10 cm), providos de aeração constante, foram dispostos em uma estante metálica no Laboratório de Planctologia e submetidos à iluminação artificial com fotoperíodo de 12 h de claro e 12 h de escuro.

Para o cultivo da microalga cianofíceia *S. platensis* foi preparado o meio de cultura, utilizando cloreto de sódio (30 g L<sup>-1</sup>); bicarbonato de sódio (10 g L<sup>-1</sup>); NPK - nitrogênio, fósforo e potássio (1 g L<sup>-1</sup>) e superfosfato triplo (0,1 g L<sup>-1</sup>). Inicialmente, os sais foram macerados e diluídos em um recipiente plástico contendo 10 L 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. A partir de um cultivo de *S. platensis* mantido no Laboratório de Planctologia, foi obtido um inóculo inicial transferindo-se 300 mL do cultivo pré-estabelecido para um erlenmeyer de 1 L. Em seguida, a cada dois dias, este inóculo era adicionado ao meio de cultivo até completar o volume do

recipiente. O inóculo era mantido sob iluminação constante de, aproximadamente, 1.000 Lux e temperatura de  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ . Diariamente, o inóculo foi agitado manualmente até que a densidade celular fosse semelhante à do cultivo pré-estabelecido. Após este período, o inóculo foi transferido para um garrafão de 14 L, iniciando o cultivo em larga escala. A ração comercial, nutricionalmente completa, era 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 bioquímica da ração, segundo seu fabricante, era 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 na ração foi, inicialmente, preparada uma solução estoque, dissolvendo 6 g do hormônio 17- $\alpha$ -metiltestosterona em 1 L de álcool etílico absoluto (95%). Para o preparo de 1 kg da ração de reversão, 10 mL da solução estoque foram diluídos em 500 mL de álcool comercial. Após a diluição, a solução foi adicionada, lentamente, à ração e misturada suavemente com as mãos até a completa homogeneização. Em seguida, a ração com o hormônio foi peneirada e disposta dentro de bandejas plásticas em camadas de até 3 cm para secagem à sombra por um período de 24 h. Após a secagem, a ração era armazenada na geladeira, evitando-se umidade excessiva. A oferta diária de ração com hormônio foi de 20% do peso vivo dos animais, dividida em seis refeições diárias.

No experimento 1 utilizou-se utilizadas microalgas de água doce e *S. platensis* na fase de reversão sexual da tilápia do Nilo (*O. niloticus*). As pós-larvas aptas à reversão sexual foram distribuídas, aleatoriamente, em seis aquários com capacidade de 20 L cada. O delineamento foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e três repetições cada. No primeiro tratamento, foram utilizadas microalgas de água doce (água verde) composta principalmente pelos gêneros *Pediastrum* sp., *Scenedesmus* sp. e *Chlorella* sp. coletadas nos tanques de cultivo de tilápias do Nilo da Estação de Piscicultura do DEP/CCA/UFC. No segundo, foi utilizada a microalga *S. platensis*. Ambos os tratamentos receberam ração com o hormônio masculinizante 17- $\alpha$ -metiltestosterona e cada repetição contou com 40 pl's (2 pl's L<sup>-1</sup>), totalizando 240 pl's para todo o experimento. A quantidade de microalgas ofertada nas unidades experimentais foi monitorada diariamente através da transparência da água 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 para que os aquários recebessem a mesma quantidade de alimento natural.

No experimento 2, distribuí-se, aleatoriamente, as larvas em nove aquários com capacidade de 20 L. O experimento foi constituído de 3 tratamentos com 3 repetições. Cada repetição contou com 40 indivíduos (2 pl's L<sup>-1</sup>), totalizando 360 pl's para todo

o experimento. Em um dos tratamentos foi oferecido apenas ração comercial com o hormônio sexual, para o outro tratamento, além da ração com hormônio foram ofertados copépodos não enriquecidos e, finalmente, o último tratamento recebeu ração com hormônio e copépodos enriquecidos com a microalga *S. platensis*. Os copépodos foram coletados por meio de filtração de 20 L d'água de um tanque, contendo tanto fitoplâncton quanto zooplâncton. A filtragem foi realizada, em uma tela de 77 micras que retém apenas o zooplâncton, os quais foram levados ao Laboratório de Planctologia para separar os copépodos dos demais organismos. Em seguida os mesmos foram distribuídos em dois grupos em recipientes de vidro com pouca aeração, sendo um grupo alimentado com *S. platensis*, e o outro não. Depois de 24 h de alimentação, os copépodos foram novamente capturados com a mesma tela e oferecidos aos peixes na proporção de 40 copépodos/tilápia/dia, dividido em três refeições diárias, de forma que sempre estivessem disponíveis até o final do experimento. No momento da oferta, a aeração era desligada por três minutos para facilitar a captura dos copépodos pelos peixes.

O oxigênio dissolvido, a temperatura e o pH da água foram medidos semanalmente, sendo utilizado um oxímetro digital para os dois primeiros e um medidor de pH de bancada para último. A qualidade da água foi mantida através de renovações diárias de 10% do volume de cada aquário, através de sifonamento quando também foram eliminados os dejetos e restos alimentares dos peixes.

As biometrias (peso e comprimento) foram realizadas no início, após 15 dias e aos 28 dias de cultivo. Também foi observada a sobrevivência dos animais e a taxa de reversão sexual. O ganho de peso médio (GPI) foi calculado a partir da seguinte fórmula:  $GPI (g) = Wf/Nf$  onde,  $Wf$  = peso médio da biomassa de cada tratamento e  $Nf$  = número de indivíduos em cada biometria. Para a determinação do comprimento médio todos os peixes de cada repetição foram medidos com um paquímetro de precisão 0,001 cm. Para a sobrevivência (S%) foi utilizada a seguinte fórmula:  $S\% = 100 \times Nf/Ni$ , onde,  $Nf$  = número de peixes no final do experimento;  $Ni$  = número de peixes no início do experimento. Para aumentar o tamanho dos animais (aumento das gônadas) e facilitar a verificação da taxa de reversão sexual, ao final dos 28 dias de cultivo, os peixes foram transferidos para tanques de 3000 L<sup>-1</sup> na Estação de Piscicultura, onde foram cultivados apenas com ração comercial possuindo 32% de proteína bruta (10% da biomassa total/dia) por 45 dias. A eficácia da reversão foi realizada através da análise microscópica das gônadas dos indivíduos (5 peixes/repetição) 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 (*O. niloticus*) por

Wassermann e Afonso (2002).

No primeiro experimento, os quais constavam de apenas dois tratamentos, as referidas médias foram submetidas ao teste “t de Student”. As médias do segundo experimento foram submetidas a uma análise de variância com fator único (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 5.0. 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

Segundo Kubitzka (2000), os parâmetros físico-químicos, temperatura, oxigênio dissolvido e pH não apresentaram grandes variações durante a realização dos experimentos conforme a tabela 1 e ficaram dentro dos limites estabelecidos para o cultivo de tilápias. De acordo com o mesmo autor, as tilápias são peixes tropicais que apresentam conforto térmico de 27 a 32 °C. Nos três experimentos a temperatura permaneceu próxima da faixa ideal para crescimento, variando de  $26,8 \pm 0,001$  a  $27,9 \pm 0,013$  °C.

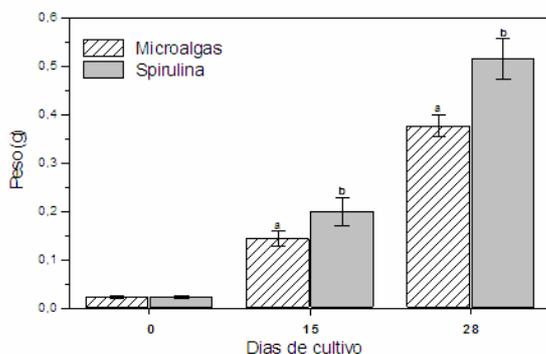
**Tabela 1.** Valores médios e desvios dos parâmetros físico-químicos obtidos durante a realização dos experimentos.

|                                 | Parâmetros físico-químicos |   |             |
|---------------------------------|----------------------------|---|-------------|
|                                 | Temperatura (°C)           | Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> ) | pH          |
| Experimento 1                   |                            |   |             |
| Ração + microalgas de água doce | 27,9 ± 0,013               | 4,5 ± 0,022                               | 7,6 ± 0,023 |
| Ração + <i>S. platensis</i>     | 27,8 ± 0,012               | 4,2 ± 0,021                               | 7,9 ± 0,054 |
| Experimento 2                   |                            |   |             |
| Ração                           | 26,9 ± 0,001               | 4,2 ± 0,002                               | 7,2 ± 0,002 |
| Ração + copépodos               | 26,8 ± 0,001               | 4,4 ± 0,001                               | 7,1 ± 0,001 |
| Ração + copépodos enriquecidos  | 26,8 ± 0,001               | 4,2 ± 0,021                               | 7,1 ± 0,021 |

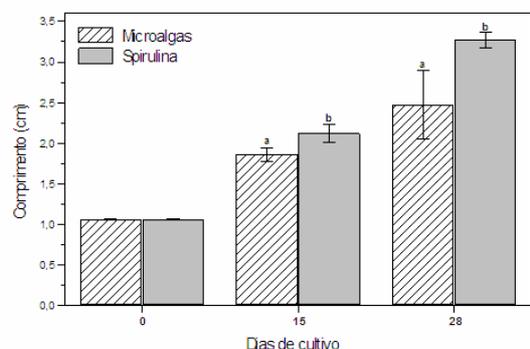
Com relação ao oxigênio dissolvido, a aeração contínua e as constantes trocas de água garantiram bons níveis deste parâmetro em todos os experimentos, os quais variaram de  $4,2 \pm 0,002$  a  $4,5 \pm 0,022$  mg L<sup>-1</sup>. Para a tilápia do Nilo, *O. niloticus*, faixas acima de 4 mg L<sup>-1</sup> são consideradas ideais para seu crescimento e desenvolvimento. No presente trabalho, os valores de pH encontrados em todos os experimentos ficaram dentro da faixa considerada ideal para o cultivo de peixes que, segundo Proença; Bittencourt (1994), situa-se entre 6,0 e 9,0.

No primeiro experimento, quando a reversão sexual foi realizada utilizando ração e água enriquecida com microalgas de água doce (tratamento 1), as pós-larvas apresentaram após 15 dias de cultivo,

peso e comprimento médios de  $0,054 \pm 0,015$  g e  $1,36 \pm 0,085$  cm, respectivamente. Já as pós-larvas que receberam ração e água enriquecida com *S. platensis* (tratamento 2) apresentaram, no mesmo período, peso e comprimento médios significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) com valores de  $0,085 \pm 0,029$  g e  $1,60 \pm 0,113$  cm, respectivamente. Aos 28 dias de reversão sexual, as pl's que receberam ração e *S. platensis* continuaram apresentando maior peso e comprimento médios ( $p < 0,05$ ) com valores de  $0,21 \pm 0,042$  g e  $2,50 \pm 0,091$  cm, respectivamente. Por outro lado, as pós-larvas que receberam ração e microalgas de água doce (água verde) apresentaram peso e comprimento médios finais de  $0,11 \pm 0,022$  g e  $1,91 \pm 0,419$  cm, respectivamente (Figuras 1 e 2).

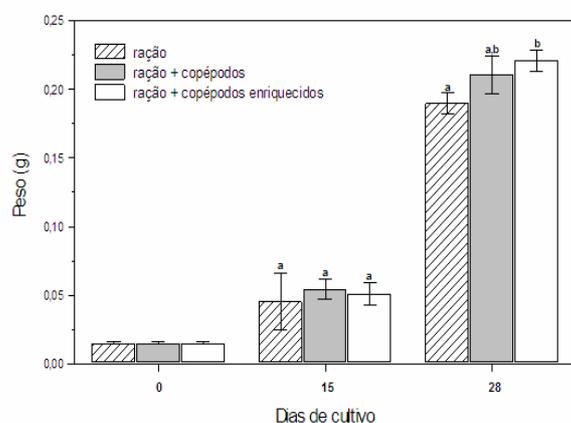


**Figura 1.** Crescimento em peso (g) de tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a fase de reversão sexual, na presença de microalgas de água doce (água verde) ou de *S. platensis*. Letras diferentes sobre as barras de erro indicam diferenças significativas ao nível de 5% através do teste “t de Student”.

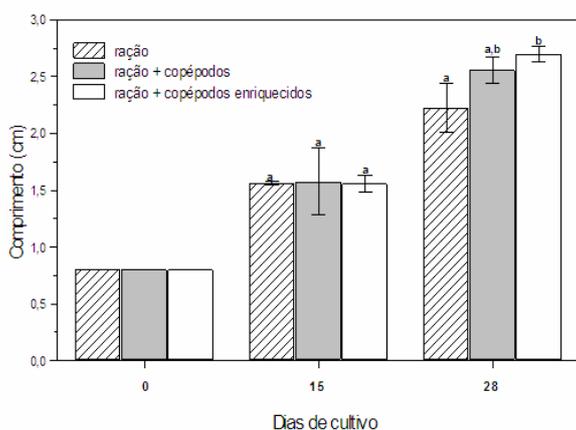


**Figura 2.** Crescimento em comprimento (cm) de tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a fase de reversão sexual, na presença de microalgas de água doce (água verde) ou de *S. platensis*. Letras diferentes sobre as barras de erro indicam diferenças significativas ao nível de 5% através do teste “t de Student”.

No segundo experimento, após 15 dias de reversão sexual na presença de copépodos enriquecidos ou não com *S. platensis*, não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) no peso e comprimento, quando comparadas à reversão utilizando apenas ração. No entanto, ao final da reversão (28 dias), os peixes que receberam copépodos enriquecidos com *Spirulina* apresentaram peso e comprimento médios finais de  $0,221 \pm 0,008$  g e  $2,70 \pm 0,070$  cm, respectivamente, valores esses significativamente maiores ( $p < 0,05$ ), quando comparados aos obtidos para as pós-larvas que receberam apenas ração ( $0,190 \pm 0,008$  g e  $2,22 \pm 0,215$  cm), não diferindo dos valores obtidos para os animais que receberam ração e copépodos não enriquecidos ( $0,211 \pm 0,014$  g e  $2,56 \pm 0,121$  cm (Figuras 3 e 4).



**Figura 3.** Crescimento em peso (g) de tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a fase de reversão sexual, na presença de copépodos ou de copépodos enriquecidos com *S. platensis*. Letras diferentes sobre as barras de erro indicam diferenças significativas ao nível de 5% através da análise de variância com fator único (ANOVA).



**Figura 4.** Crescimento em comprimento (cm) de tilápias do Nilo, *O. niloticus*, durante a fase de reversão sexual, na presença de copépodos ou de copépodos enriquecidos com *S. platensis*. Letras diferentes sobre as barras de erro indicam diferenças significativas ao nível de 5% através da análise de variância com fator único (ANOVA).

Estudos com dietas alternativas ou suplementares tendem a beneficiar a cadeia produtiva da tilápia do Nilo. Santos et al. (2009) concluíram que o farelo de coco e de resíduo de goiaba são alimentos com potencial para utilização em rações para alevinos de tilápia do Nilo. A administração de *S. platensis* durante a reversão sexual resultou em peixes com peso e comprimento médios maiores do que os que receberam microalgas de água doce. Lu et al. (2004) utilizaram as microalgas *Spirulina platensis*, *Euglena gracilis* e *Chlorella vulgaris* como suplementação alimentar durante o período larval da tilápia do Nilo. Os autores avaliaram as taxas de ingestão (IT) para cada microalga e concluíram que a microalga *S. platensis* mostrou-se mais eficiente das espécies testadas, com taxas de ingestão de 80%. Provavelmente, o caráter filamentososo da *S. platensis* facilita a retenção da microalga pelos rastros branquiais das tilápias. A oferta de copépodos enriquecidos com *S. platensis*, durante a reversão sexual das tilápias, resultou em indivíduos com peso e comprimento significativamente maiores do que os peixes alimentados apenas com ração. Takeuchi et al. (2002) alimentaram tilápias do Nilo com *S. platensis* seca e ração comercial, o melhor índice de crescimento foi observado em peixes com 2,0 cm de comprimento.

Nos estágios iniciais de crescimento, as pós-larvas de peixes consomem indivíduos de pequeno porte, tais como protozoários, rotíferos e larvas de copépodos. Em poucos dias, os alevinos passam a consumir organismos maiores, dando preferência a microcrustáceos adultos, principalmente cladóceros e, em seguida, passaram a se alimentar de copépodos ou mesmo larvas de insetos, dependendo da espécie considerada. Lourdes et al. (2001) estudaram o manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo sob diferentes dietas e concluíram que o grau de repleção do estômago (GR) é influenciado pela temperatura do ar, período do dia, temperatura da água, pH e biovolume do plâncton. O tipo de alimento preferencial foi o artificial, seguido pelo plâncton, que é consumido constantemente, confirmando a tendência plânctófaga e filtradora da espécie. O zooplâncton (rotíferos, copepódos e cladóceros) é uma fonte valiosa de proteínas, aminoácidos, lipídeos, ácidos graxos, minerais e enzimas, sendo um possível substituto para a farinha de peixe e artêmia. Estes organismos nutrem-se, das mais variadas partículas de alimento, servindo como presa para outras espécies carnívoras, tanto invertebrados como vertebrados (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2003). Em todos os experimentos realizados foi notória a aceitabilidade da microalga *S. platensis* por parte das pl's de tilápia do Nilo. Esta microalga é considerada uma rica fonte de proteínas, vitaminas, aminoácidos essenciais, minerais, ácidos graxos essenciais e pigmentos antioxidantes, como os carotenóides. Além de seu elevado valor nutricional, também possui ação imunoestimulante, é produtora efetiva de oxigênio e consumidora de gás carbônico se tornando muito

importante nos ambientes de cultivo onde está presente (BELAY et al., 1996). Desta forma, a oferta de alimento natural durante a fase de reversão sexual de tilápias é extremamente importante para o bom desempenho dos peixes (EL-SAYED, 1999; 2002). Por outro lado, Baldisserotto; Radunz-Neto (2004) alertam para o fato de que o uso de alimento vivo apresenta alguns inconvenientes como: elevado custo de produção, variabilidade na produção em função das condições climáticas e riscos de introdução de predadores e patógenos nos sistemas de criação. Com relação ao alimento artificial, salienta que este apresenta maior facilidade de aquisição e estocagem, além da uniformidade dos ingredientes e agilidade no fornecimento.

Em relação a sobrevivência, não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) para os experimentos realizados (tabela 2). Resultados opostos foram encontrados por Watanuki et al. (2006) para carpas (*Cyprinus carpio*), que após alimentá-las com *S. platensis* demonstraram que a atividade fagocitária nas células do rim e os índices de sobrevivência foram maximizados, sugerindo que dietas com *Spirulina* possuem efeitos imunostimulantes para a espécie estudada. Após cultivar camarões marinhos com *S. platensis* presente no ambiente de cultivo, Chuntapa et al. (2003) concluíram que esta microalga melhorou as taxas de sobrevivência dos animais. Com base

nos cultivos convencionais que realizam a larvicultura juntamente com a reversão sexual da tilápia do Nilo, os peixes de ambos os experimentos obtiveram sobrevivência satisfatória. Uma vez que o cultivo foi feito em laboratório, ou seja, em condições controladas, a sobrevivência foi maior do que nas larviculturas intensivas. Em larviculturas comerciais de tilápia do Nilo, a sobrevivência é de aproximadamente 60% (KUBITZA, 2000). Em relação as taxas de reversão sexual, após a análise gonadal do primeiro experimento, os peixes apresentaram 90 e 94% de machos para os peixes que consumiram apenas ração com microalgas de água doce e ração com *S. platensis*, respectivamente.

Já no segundo experimento, os peixes apresentaram 97, 97 e 98% de machos para os tratamentos com apenas a ração, ração com copépodos e ração com copépodos enriquecidos com *S. platensis*, respectivamente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Neumann et al. (2009) que descreveram o efeito da reversão sexual de linhagens de tilápia em condições ambientais variáveis. O percentual de machos, de acordo com o exame de gônadas, decresceu na seguinte ordem: tilápia do Nilo comum, tailandesa e vermelha com as respectivas reversões sexuais de 98,73; 96,23 e 89,46%.

**Tabela 2.** Sobrevivências médias e desvios das tilápias obtidas durante a realização dos experimentos.

|                                 | Sobrevivência (%) |              |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
|                                 | Dias de cultivo   |              |
| Experimento 1                   | 15                | 28           |
| Ração + microalgas de água doce | 99,20 ± 0,57      | 97,50 ± 1,00 |
| Ração + <i>S. platensis</i>     | 99,20 ± 0,57      | 98,33 ± 0,70 |
| Experimento 2                   |                   |              |
| Ração                           | 85,83 ± 1,04      | 79,17 ± 0,21 |
| Ração + copépodos               | 81,67 ± 0,77      | 77,50 ± 1,33 |
| Ração + copépodos enriquecidos  | 87,50 ± 0,66      | 86,67 ± 1,03 |

Mainardes-Pinto et al. (2000) compararam a eficiência de duas rações contendo o andrógeno sintético 17  $\alpha$ -metilttestosterona (MT) para analisar sua dosagem mais efetiva na reversão sexual da tilápia do Nilo, sendo 60 mg MT/kg a mais eficiente, resultando em 98% de machos.

## CONCLUSÕES

A utilização da microalga *Spirulina platensis*, seja *in natura* ou bioencapsulada em copépodos, resulta em melhor crescimento (peso e comprimento) quando utilizada como alimento para pós-larvas de tilápia do Nilo;

O alimento natural não influencia nos índices de sobrevivência e nas taxas de reversão sexual de tilápia do Nilo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores sinceramente agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido durante a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. Cria-

- ção do jundiá. 1. ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2004. v. 1, 232 p.
- BELAY, A.; KATO, T.; OTA, Y. *Spirulina* (*Arthrospira*): Potential application as an animal feed supplement. **Journal of Applied Phycology**, v. 8, n. 4-5, p. 303-311, 1996.
- CARMO, J. L. et al. Crescimento de três linhagens de tilápia sob cultivo semi-intensivo em viveiros. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 20-26, 2008.
- CHUNTAPA, B.; POWTONGSOOK, S.; MENAS-VETA, P. Water quality control using *Spirulina platensis* in shrimp culture tanks. **Aquaculture**, v. 220, n. 1-4, p.355-366, 2003.
- EL-SAYED, A. M. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. **Aquaculture Research**, v. 33, n. 9, p. 621-626, 2002.
- EL-SAYED, A. M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v. 179, n. 1-4, p. 149-168, 1999.
- HAYASHI, C. et al. 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.
- 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, 1974.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiá: F. Kubitza, 2000. 285 p.
- KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 74 p.
- LEE Y. K. et al. Enhancing phagocytic activity of hemocytes and disease resistance in the prawn *Penaeus merguensis* by feeding *Spirulina platensis*. **Journal of Applied Phycology**, v. 15, n. 4, p. 279-287, 2003.
- LOURDES, B. T. R. R. et al. Manejo alimentar de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), associado às variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 877-883, 2001.
- LU, J.; TAKEUCHI, T.; SOTOH, H. Ingestion and assimilation of three species of freshwater algae by larval tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 238, n. 1-4, p. 437-449, 2004.
- LU, J.; TAKEUCHI, T. Spawning and quality of eggs of the tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *Spirulina* throughout three generations. **Aquaculture**, v. 234, n. 1-4, p. 625-640, 2004.
- LU, J. et al. Acceptability of raw *Spirulina* to larval tilapia *Oreochromis niloticus*. **Fisheries Science**, v. 68, n. 1, p. 51-58, 2002.
- MAINARDES-PINTO, C. S. R. et al. Masculinização da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, Utilizando Diferentes Rações e Diferentes Doses de 17  $\alpha$ -metiltestosterona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 654-659, 2000.
- NEUMANN, E.; KOBERSTEIN, T. C. R. D.; BRAGA, F. M. S. Desempenho de três linhagens de tilápia submetidas ao tratamento com 17  $\alpha$ -metiltestosterona em condições ambientais não controladas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 973-979, 2009.
- PHELPS, R. P.; POPMA, T. J. Sex reversal of tilapia In: COSTA-PIERCE, B. A.; RAKOCY, J.E (Ed.). **Tilapia aquaculture in the Americas**. Louisiana: World Aquaculture Society, 2000. v. 2, p. 34-59.
- PONZONI, R. W.; NGUYEN, N. H.; KHAW, H. L. Investment appraisal of genetic improvement programs in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 269, n. 1-4, p. 187-199, 2007.
- PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994. 195 p.
- REGUNATHAN, C.; WESLEY, S. G. Pigment deficiency correction in shrimp broodstock using *Spirulina* as a carotenoid source. **Aquaculture Nutrition**, v. 12, n. 6, p. 425-432, 2006.
- ROMANA-EGUIA, M. R. R. et al. Genetic diversity in farmed Asian Nile and red hybrid tilapia stocks evaluated from microsatellite and mitochondrial DNA analysis. **Aquaculture**, v. 236, n. 1-4, p. 131-150, 2004.
- SANTOS, E. L. et al. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 175-180, 2009.
- SILVEIRA, S. T. et al. Optimization of phycocyanin extraction from *Spirulina platensis* using factorial design. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 8, p. 1629-1634, 2007.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produ-**

**ção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos.** São Carlos: RiMa, 2003. 106 p.

TAKEUCHI, T. et al. Effect on the growth and body composition of juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* fed raw *Spirulina*. **Fisheries Science**, v. 68, n. 1, p. 34-40, 2002.

VONSHAK, A. *Spirulina platensis* (Arthrospira). **Physiology, Cell-biology and Biotechnology**. 1. ed. London: Taylor & Francis, 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**, Santa Maria, v. 32, p. 113-139, 2002.

WATANUKI, H. et al. Immunostimulant effects of dietary *Spirulina platensis* on carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture**, v. 258, n. 1-4, p. 157-163, 2006.