

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA MATURAÇÃO GONADAL DE MACHOS DO ROBALO-FLECHA, *Centropomus undecimalis*

Eduardo de Medeiros FERRAZ^{1,2} e Vinicius Ronzani CERQUEIRA³

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar a influência da temperatura sobre a maturação gonadal de machos do robalo-flecha, *C. undecimalis* em laboratório. O fotoperíodo natural foi simulado por lâmpadas fluorescentes (1000 lux). Controle da temperatura da água foi obtido por aquecedores elétricos. Os peixes (n = 54), com peso de 2.348 ± 488 g e comprimento de 642 ± 40 mm, foram distribuídos em seis tanques de 8.000 L, com sistema de filtragem biológica e renovação de água. Dois tratamentos, com três repetições, foram definidos: T1 = 19,9°C no início, chegando a 26,0°C no mês de março (conforme aumento natural) e T2 = 26,0°C constantes, desde outubro até o mês de maio. A maturação foi acompanhada por análises bimestrais durante o período de setembro a maio (2006/2007). Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos para peso, comprimento, fator de condição, taxa de crescimento específico, volume de sêmen e o número de machos com espermiacão. No entanto, o melhor período de produção espermiática foi o mês de março. Os resultados não permitiram definir o melhor regime térmico, entre os dois testados. Observou-se que um incremento precoce para a temperatura de 26,0°C, ainda na primavera, não favoreceu a maturação. Portanto, novos experimentos são necessários para determinar a ação da temperatura e de outros parâmetros ambientais, de forma a se obter um melhor controle da maturação gonadal do robalo-flecha em confinamento.

Palavras-chave: Manejo; regime térmico; produção espermiática

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON GONADAL MATURATION OF THE MALE COMMON SNOOK *Centropomus undecimalis*

ABSTRACT

The objective of the present study was to verify the influence of the temperature on gonadal maturation of the common snook, *Centropomus undecimalis* in laboratory. Natural photoperiod was simulated using fluorescent lamps (1000 lux). Water temperature was controlled by heaters. The fish (n=54), with 2348 ± 488 g in weight and 642 ± 40 mm in length, were distributed in six experimental units. These consisted of 8000-L tanks containing a biological filter and sea water renewal. Two treatments with three replicates were applied: T1 = temperature varying from 19,9°C at the beginning to 26,0°C in March (natural variation) and T2 = constant temperature of 26,0°C from October to May. Maturation was followed taking bimonthly samples from September to May (2006/2007). There were no significant differences ($p > 0.05$) between treatments in weight, length, condition factor, specific growth rate, volume of semen and on the number of spermiating fish. However, optimum period of sperm production was the March month. The results had not allowed to define optimum thermal regime, between the two tested. It was observed that a precocious increment for the temperature of 26,0°C, still in the spring, did not favor the gonadal maturation. Therefore, new experiments are necessary to determine the action of the temperature and other ambiental parameters, in way to obtain one better control of the gonadal maturation of the common snook in captivity.

Key words: Management; thermal regime; spermiatic production

Artigo Científico: Recebido em: 30/11/2009 – Aprovado em: 11/06/2010

¹ Pesquisador Científico. Instituto de Pesca – APTA – SAA/SP. Av. Francisco Matarazzo, 455 – CEP: 05.001-900. São Paulo – SP – Brasil. e-mail: emferraz@pesca.sp.gov.br

² Programa de Doutorado em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina

³ Professor Titular. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Aquicultura. CP 476 – CEP: 88.040.970 – Florianópolis – SC – Brasil. e-mail: vrcerqueira@cca.ufsc.br

INTRODUÇÃO

Um ponto importante para o desenvolvimento da piscicultura marinha é a melhoria de programas de controle dos processos reprodutivos em cativeiro. A chave para o desenvolvimento das atuais e futuras tecnologias de desova é o entendimento do efeito do confinamento sobre o sistema endócrino dos peixes (ZOHAR e MYLONAS, 2001). Exemplo disso pode ser visto na piscicultura do robalo asiático, *Lates calcarifer*, uma espécie marinha da família Latidae, cujos conhecimentos sobre a fisiologia reprodutiva estão bastante avançados, permitindo uma produção de 100 a 150 milhões de juvenis por ano em laboratório, somente na Tailândia (ALVAREZ-LAJONCHÈRE e TSUZUKI, 2008).

Para BROMAGE *et al.* (2001), o fotoperíodo é o principal fator “aproximador” da maturação e exerce papel fundamental em sua regulação para espécies de clima frio e temperado. No entanto, PANKHURST e PORTER (2003) propõem que a sequência de eventos reprodutivos para peixes tropicais depende mais de mudanças na temperatura do que do fotoperíodo. Parece claro que mudanças associadas a estes fatores abióticos são de grande importância em sistemas de confinamento.

No Brasil, as espécies de robalo, que têm mostrado grande potencial para avanço da piscicultura marinha, são o robalo-peva, *Centropomus parallelus* e o robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, devido a qualidade da carne, valor econômico e potencial para a pesca esportiva. A maturação e desova do robalo-peva foi obtida, no Brasil, de exemplares criados em laboratório, e as técnicas desenvolvidas permitem sua larvicultura e produção de juvenis em escala crescente, dependendo da demanda (CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009). Em relação ao robalo-flecha, poucos avanços para maturação foram obtidos até o momento no Brasil. Informações sobre machos da espécie, no litoral da Flórida, mostram que o início da maturação gonadal ocorre em fevereiro e se estende até junho, e a maturação plena, ocorre de maio a outubro no hemisfério norte (GRIER e TAYLOR, 1998). A maturação em cativeiro é vista como o principal entrave para a produção da espécie

(CERQUEIRA, 2009). A desova em cativeiro foi obtida pela primeira vez, no Brasil, no verão de 2005/2006, por meio de indução hormonal e extrusão de gametas a partir de reprodutores selvagens (fêmeas) e animais mantidos em cativeiro (machos), mas com pequena porcentagem de fertilização devido ao pequeno volume de sêmen obtido (SOLIGO *et al.*, 2008).

O presente estudo teve por objetivo obter, em cativeiro, machos maduros do robalo-flecha, aplicando diferentes regimes térmicos associados à simulação do fotoperíodo natural.

MATERIAL E MÉTODOS

Os indivíduos e seu sistema de confinamento

O presente ensaio utilizou robalos-flecha juvenis, capturados no litoral da Bahia (município de Santo Amaro) e transportados para as instalações do laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR) da Universidade Federal de Santa Catarina, no município de Florianópolis - SC, em 1999. Os juvenis foram criados em tanques-rede, instalados em viveiro com água salobra e sob influência de maré. Foram alimentados com ração comercial para peixes carnívoros (40-50% de proteína) e transferidos, no ano de 2003, para tanques de concreto de 8.000 L, com água marinha (salinidade de 35), filtro biológico interno, renovação de água (5% h⁻¹) e aeração constante, localizados no interior de duas salas utilizadas para a manutenção de reprodutores.

Próximo ao período reprodutivo do verão de 2006/2007, os tanques receberam um sistema individual de controle do fotoperíodo e da temperatura. Estavam isolados, de forma que a iluminação de um não influísse sobre os demais, e que os peixes não percebessem qualquer movimentação externa ao seu próprio tanque.

A iluminação de cada tanque consistiu de quatro lâmpadas fluorescentes de 32 W e por três lâmpadas incandescentes de 60 W. O acionamento de cada grupo de lâmpadas foi feito através de um programador de tempo, com 30 minutos de diferença. A intensidade de luz, obtida na superfície da água, foi de aproximadamente 100 lux, para as incandescentes, e de 1.000 lux, com o acionamento das lâmpadas fluorescentes (valor

este utilizado para a maturação do robalo peva *C. parallelus* no LAPMAR). A partir de julho de 2006, o fotoperíodo natural foi simulado, baseando-se em cálculos astronômicos para altitude 1,84 m, latitude 27° 36' S e longitude 48° 37' W, realizados pelo Centro de Informações e Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), para os anos de 2006 e 2007. Os valores foram ajustados semanalmente, de forma crescente, de 10h36min em julho (inverno), até o máximo de 13h48min em dezembro, e decaindo até 10h42min, no mês de maio (Figura 1). Em um dos tratamentos (T1), a temperatura da água não foi controlada, variando conforme a temperatura da água de abastecimento, e no outro (T2), o controle foi feito através de aquecedores de titânio de 3.000 W, ativados por termostatos eletrônicos.

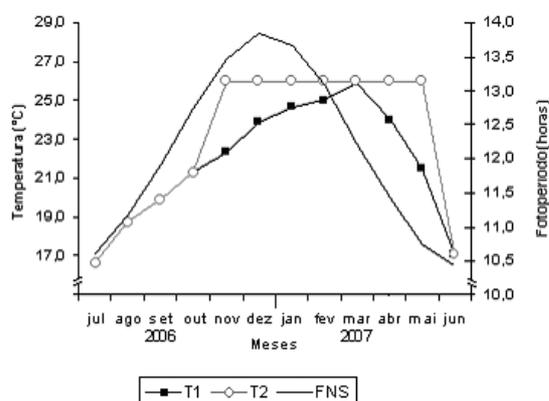


Figura 1. Variações médias da temperatura, para os dois regimes térmicos examinados (T1 e T2), e do fotoperíodo natural simulado (FNS) no período reprodutivo 2006/2007

O alimento consistiu de 50% de um produto comercial seco (Fish Breed-M[®] da empresa INVE Aquaculture) e 50% de matéria úmida moída (30% de sardinha e 20% de lula), preparado na forma de peletes prensados e úmidos, com 1,5 cm de diâmetro por 4,0 cm de comprimento, com teor final de proteína bruta de 65%. A taxa de alimentação foi de 1% do peso vivo por dia, de três vezes a cinco vezes na semana.

Os parâmetros de qualidade da água nos tanques dos reprodutores foram aferidos diariamente da seguinte maneira: temperatura

(°C) (termômetro digital), oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) (oxímetro digital Alfakit), salinidade (refratômetro portátil). A amônia total (mg L⁻¹) (fotocolorímetro digital Alfakit) e o pH (fita indicadora universal de pH, Merck) foram verificados duas vezes por semana.

Delineamento experimental

Em setembro de 2006, 54 adultos de robalo-flecha (peso médio de 2.348 ± 488 g e comprimento médio de 642 ± 40 mm) foram divididos entre seis tanques de 8.000 L de capacidade (2.600 g m⁻³). Destes, foram identificados, no período reprodutivo anterior (verão de 2005/2006), vinte e seis machos, e para o restante, não foi possível determinar o sexo no período da instalação do experimento. Vinte e quatro machos foram distribuídos igualmente pelos seis tanques, e os dois restantes foram, ao acaso, para um tanque de cada tratamento. Os animais foram marcados com microchip eletrônico (AVID).

Dois tratamentos, com três repetições, foram estabelecidos. A temperatura da água manteve-se igual até outubro para os dois tratamentos (19,9°C). No tratamento (T1), a temperatura da água foi aumentando naturalmente, pela variação no período, e no tratamento (T2), foi elevada até 26,0 ± 0,5°C, a partir de meados de outubro de 2006, mantendo-se constante até maio, conforme a Figura 1.

Na coleta do mês de janeiro de 2007, cada indivíduo recebeu uma injeção com o análogo do Hormônio Liberador do Hormônio Luteinizante (LHRHa, da empresa Sigma-Aldrich), em solução salina, na dosagem de 25 µg kg⁻¹ de peso vivo, por volta das 22:00 h, e foram examinados após 36 horas, de acordo com metodologia utilizada por SOLIGO *et al.* (2008).

Avaliação dos reprodutores

Foi feita uma avaliação bimestral da maturação sexual no período de setembro de 2006 a maio de 2007. Os indivíduos foram anestesiados com benzocaína (60 mg L⁻¹), para determinação do comprimento total (C) e do peso (P). O principal critério para identificação da maturação gonadal para machos foi a presença de sêmen, e para fêmeas, a presença de ovócitos. Os animais anestesiados foram massageados na região

ventral, no sentido crânio-caudal, para verificar a liberação de sêmen na papila genital. Em caso positivo, a coleta foi feita até a verificação que a liberação havia cessado. Uma seringa hipodérmica de 1 mL foi utilizada para medição do volume espermático. Volumes menores de sêmen foram aferidos com seringa com precisão em μL (Hamilton 10 μL). Na ausência de sêmen, realizou-se uma biópsia com catéter plástico (0,8 mm de diâmetro interno), inserido no gonoduto (FERRAZ *et al.*, 2004). O material coletado foi examinado em estereomicroscópio. Havendo ovócitos, foi feita uma medição do seu diâmetro. A partir do número de indivíduos maduros em cada amostragem, foi calculada a taxa de maturação sexual, em porcentagem.

O fator de condição (K) foi calculado como $(P(g)/C(\text{cm})^3) \times 100$. Os dados do peso foram usados para calcular a taxa de crescimento específico: $\text{TCE} = (\ln P_2 \times \ln P_1) \times 100 / (t_2 - t_1)$, onde P_1 e P_2 correspondem aos pesos dos peixes nos tempos t_1 e t_2 , respectivamente, e $(t_2 - t_1)$ é o número de dias entre as pesagens.

Análise dos dados

Os parâmetros de comprimento médio (mm), peso médio (g) e fator de condição foram comparados pela análise de medidas repetidas (ANOVA). Diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As médias são apresentadas \pm o desvio padrão (dp). Os dados de taxa de crescimento específico e porcentagem de machos observados no plantel foram transformados para valores de arco-seno, para posterior aplicação na análise de medidas repetidas (ANOVA). Os volumes de sêmen foram avaliados pela análise não paramétrica de Kruskal-Wallis. O aplicativo Statistica® 7.0 foi utilizado para as análises.

RESULTADOS

As variações observadas para os parâmetros de qualidade da água foram: temperatura, de 20.5 a 27,7°C; oxigênio, de 5.0 a 6.9; salinidade, de 35 a 36; amônia, de 0 a 0.12 mg L⁻¹, e pH, 8.0.

Os tratamentos térmicos não resultaram em diferenças significativas ($p > 0,05$) para comprimento, peso, fator de condição (K) e taxa de crescimento específico, como mostrado na

Figura 2. Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) apenas nas comparações entre os meses. Em relação ao peso médio dos animais, verificou-se um incremento diário de $2,23 \pm 0,37$ g para um período de, aproximadamente, 270 dias, e no mesmo período, os animais tiveram um aumento médio em comprimento total de $39,00 \pm 0,01$ mm.

O mês de setembro corresponde aos animais previamente identificados (13 machos divididos para cada tratamento) durante o período reprodutivo anterior (2005/2006), perfazendo 48% do lote.

Através da avaliação bimestral da maturação gonadal para os indivíduos dos dois tratamentos, T1 e T2, foi possível detectar um aumento no número de reprodutores identificados como machos, através da presença de sêmen. No mês de março de 2007, haviam sido identificados 23 machos em cada tratamento, não sendo verificada diferença significativa entre os tratamentos. Deste modo, 85% dos reprodutores, levando-se em consideração os tratamentos T1 e T2, foram identificados como machos no verão 2006/2007 (Figura 3). Este número foi significativamente diferente ($p < 0,05$) em comparação ao período reprodutivo anterior (48%); no entanto, as observações no verão 2005/2006 foram bastante simplificadas, e os animais foram apenas sexados e avaliados nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Estes dados são apresentados parcialmente no trabalho de SOLIGO *et al.* (2008).

Durante todo o período, somente uma fêmea foi identificada em janeiro, estando entre os exemplares de maior tamanho do grupo experimental (758 mm e 4.130 g). Os ovócitos tinham diâmetro inferior a 50 μm nas amostras, tanto de janeiro como de março de 2007. Não apresentavam indício de acúmulo de vitelo, o que foi evidenciado por sua transparência.

A produção de sêmen foi outro critério para avaliação dos reprodutores. Houve um aumento no volume de sêmen ao longo do período (Figura 4), com picos em janeiro e março de 2007. Um possível aumento no volume de sêmen, em decorrência da aplicação de LHRHa em janeiro de 2007, não pode ser identificado, pois os valores foram bastante similares aos de março, no qual não se utilizou dose hormonal.

Em maio de 2007, somente um macho estava espermiando e os valores de volume de sêmen chegaram a praticamente zero. Os valores médios do sêmen para os exemplares no tratamento (T1) foram de $12,9 \pm 7,6 \mu\text{L}$ (10 - 30 μL), $48,7 \pm 87,2 \mu\text{L}$ (10 - 320 μL) e $85,0 \pm 104,2 \mu\text{L}$ (10 - 400 μL), e para aqueles do tratamento (T2) foram de $13,3 \pm 15,6 \mu\text{L}$ (10 - 60 μL), $14,7 \pm$

$12,3 \mu\text{L}$ (10 - 60 μL) e $47,0 \pm 65,5 \mu\text{L}$ (10 - 200 μL), respectivamente, para os meses de novembro, janeiro e março. Apesar da diferença verificada em favor do tratamento (T1) para volume de sêmen, não foi possível identificar diferença entre os dois tratamentos ($p > 0,05$) através de análise não paramétrica de Kruskal-Wallis.

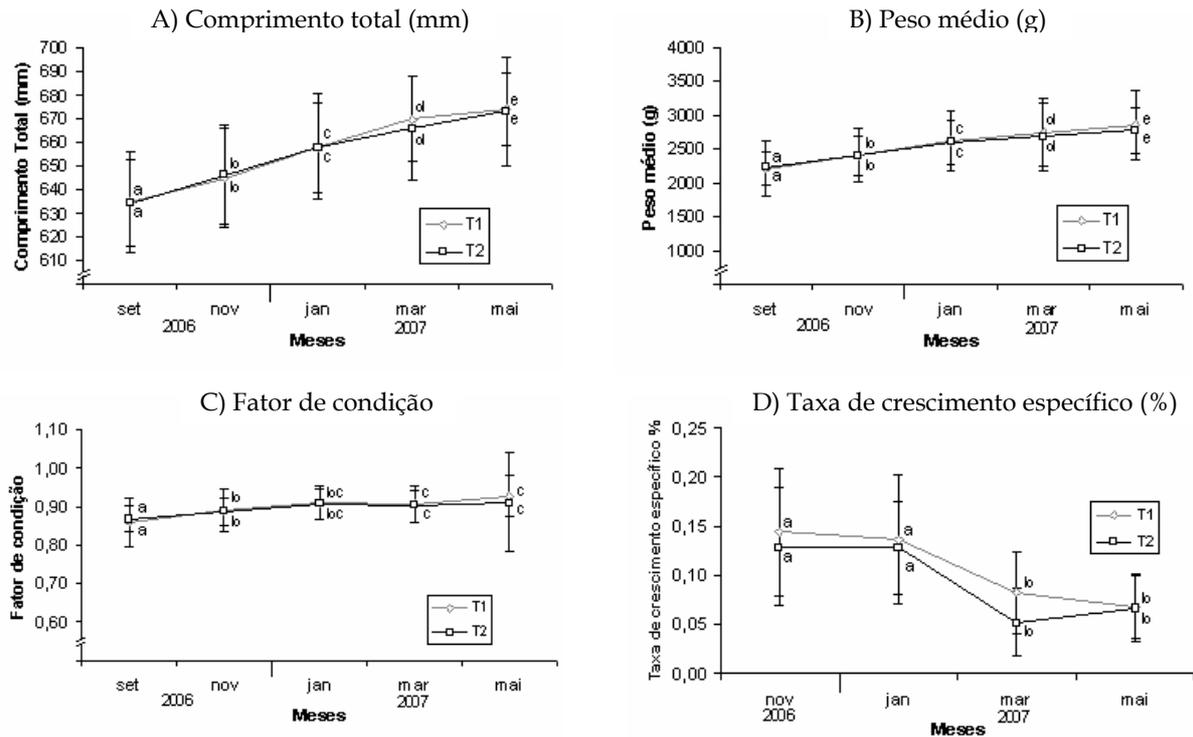


Figura 2. Comprimento total (mm) (A), peso (g) (B), fator de condição (C) e taxa de crescimento específico (%) (D), (médias \pm desvio padrão (dp)), do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, no verão 2006/2007, em dois regimes de temperatura (T1 e T2). Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os meses

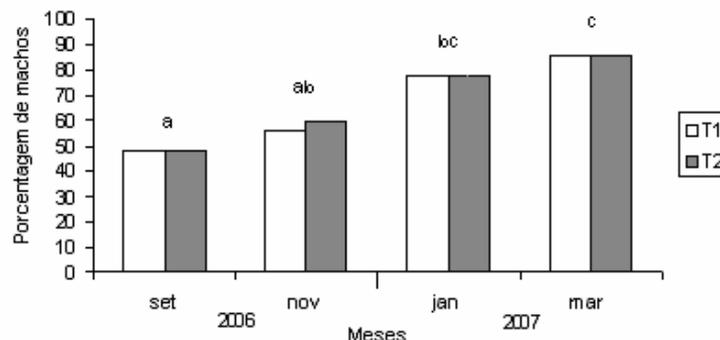


Figura 3. Porcentagem de machos do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* do plantel no verão 2006/2007 em dois regimes térmicos (T1 e T2). O mês de setembro corresponde aos animais previamente identificados no verão (2005/2006). Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os meses

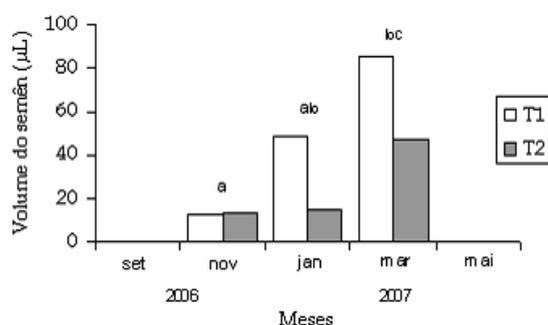


Figura 4. Volume de sêmen do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, no verão 2006/2007 em dois regimes térmicos (T1 e T2). Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os meses

DISCUSSÃO

Nas condições ambientais simuladas no presente trabalho, observou-se, no robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, produção de pequena quantidade de sêmen, indicando disfunção em relação ao desenvolvimento gonadal, com base nas informações obtidas para o robalo-peva, *Centropomus parallelus*, que apresenta estágios bastante avançados de maturação e reproduzem com certa facilidade após a aplicação de indutores hormonais (FERRAZ *et al.*, 2007).

Apesar das dificuldades encontradas no presente estudo, em relação à maturação do robalo-flecha, RESLEY *et al.* (2009) relatam que obtiveram resultados satisfatórios na obtenção de exemplares maduros da espécie em condições similares de fotoperíodo de luz solar, mas com acréscimo do emprego de fotoperíodo lunar, e da utilização de temperaturas maiores que as utilizadas no presente trabalho. Segundo os autores, outra importante relação parece estar associada à adição de uma dieta rica em ácido araquidônico (ARA). HOLT e KLINE (2009) verificaram obtenção de animais maduros mantidos em sistema de recirculação (raceway) em água salgada, com condições similares às do presente trabalho. No entanto, as temperaturas foram mais elevadas no período de verão (28°C). Os autores relatam a obtenção de desovas sem a utilização de hormônio, porém, sem a obtenção de fertilização dos ovócitos. SÁNCHEZ-ZAMORA (2009), também para espécie, comenta que variações bruscas de salinidade podem ter

importância para obtenção de fêmeas maduras em condições de cativeiro.

Desta forma, a questão passa a ser qual fator pode ser decisivo para a maturação do robalo-flecha em cativeiro? Alimento, fotoperíodo (existindo a necessidade do emprego do ciclo lunar), a fonte luminosa (com relação à intensidade da luz e a distinção, pelo animal, do claro e do escuro), a temperatura ou a salinidade?

Uma alimentação adequada, junto a outros fatores ambientais, é considerada essencial para a maturação e desova de peixes em cativeiro (HARVEY e CAROLSFELD, 1993). No México, SÁNCHEZ-ZAMORA *et al.* (2002) tiveram sucesso na obtenção de exemplares maduros do robalo-flecha, com uma dieta à base de carne de peixe e suplemento de óleo de peixe. REYES *et al.* (2004) e FRAGA *et al.* (2006) relataram um bom crescimento para reprodutores robalo-flecha em Cuba, com rações úmidas com cerca de 40% de proteína, à base de farinha de peixe, carne de peixe e de lula, com uma frequência alimentar similar à do presente estudo. No entanto, os valores de incremento de peso diário, verificado para o robalo-flecha neste trabalho, (2,23 g dia⁻¹) foram superiores aos observados por FRAGA *et al.* (2006) (0,82 g dia⁻¹) para a espécie, mas no caso examinado por estes autores, inclui-se períodos de baixa temperatura. TAYLOR *et al.* (2000) relatam que exemplares do robalo-flecha, criados em tanque estuarino na Flórida e alimentados com lula, peixe e ração de truta, cresceram, em relação ao comprimento médio, cerca 26 mm em 13 meses, incluindo o inverno. No presente estudo, para o período avaliado (9 meses), o aumento no comprimento total médio observado foi de 39 mm.

O comportamento alimentar dos peixes, no presente estudo, foi considerado adequado, visto a aparente condição de ganho de peso e comprimento, similar ou superior ao observado em trabalhos prévios para espécie (TAYLOR *et al.*, 2000; FRAGA *et al.*, 2006; REYES *et al.*, 2004). Outro critério importante em relação a qualidade da ração utilizada neste trabalho, são os resultados obtidos para maturação, desova e boa qualidade das larviculturas realizadas com o robalo-peva, *C. parallelus*, em Santa Catarina (CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009). Portanto, é bastante provável que a dieta fornecida seja

apropriada e que não tenha sido a principal causa da dificuldade na maturação.

O fotoperíodo é um dos fatores ambientais mais importantes na reprodução, tanto que BROMAGE *et al.* (2001) o consideraram como o principal fator “aproximador” da maturação, provavelmente, associado à temperatura, ao estado nutricional e a outros fatores, que atuam de maneira “permissiva”, dando sequência à maturação. Segundo os autores, os níveis de melatonina na circulação dos peixes são aumentados durante a noite e caem a níveis basais durante o dia, existindo, ainda, uma relação direta da intensidade da luz e a produção da melatonina. Isto parece estar associado ao efeito do fotoperíodo na reprodução, através de alterações no sincronismo dos ciclos de secreção de vários hormônios da linha central do cérebro-hipófise-gônada. Para BOEUF e LE BAIL (1999), a qualidade da fonte de luz deve ser adequada para a espécie em estudo, de maneira que, tanto a intensidade quanto o tipo de iluminação, proporcionem um espectro adequado para que o animal diferencie o claro do escuro, e com isso, as condições de fotoperíodo possam ser controladas. O sistema de iluminação, no presente trabalho, foi baseado na simulação do nascer do sol, passando de zero para 100 e para 1.000 lux, e inversamente, para o por do sol. Os valores simulados de exposição a luz foram de 10h36min, em julho (inverno), até o máximo de 13h48min, em dezembro (verão), e decaindo até 10h42min, no mês de maio. ROBERTS (1987) examinou, para a espécie, fotoperíodos de 8 h de luz para 16 h de escuro, 16 h de luz para 8 h de escuro e 12 h de luz para 12 h de escuro, por 120 dias, sendo os melhores resultados de maturação dos animais verificados com maior exposição de luz. HOLT e KLINE (2009) comentam que o emprego de fotoperíodo de 14 h de luz no verão e de 10 h luz no inverno, associado ao emprego do ciclo lunar natural, foi efetivo para maturação do robalo-flecha. RESLEY *et al.* (2009), empregando fotoperíodo de 12 h de luz, por dois meses, no inverno; 13 h de luz, por um mês, na primavera, seguido por 14 a 15 h de luz no resto do verão, associados também ao ciclo lunar, também conduziram a resultados positivos na maturação da espécie. Os autores comentam que, no total, 1.000 unidades de luz foram utilizadas no

conjunto (luz do dia e ciclo lunar). Diferentemente dos trabalhos citados, apenas não utilizamos ciclo lunar no experimento, mas maiores estudos são necessários para saber o quanto a simulação do ciclo lunar pode ser um fator realmente decisivo na maturação da espécie em cativeiro. Desta forma, acreditamos que também não tenha sido o uso do fotoperíodo lunar o diferencial em relação ao presente trabalho.

PANKHURST e PORTER (2003) propuseram que o desenrolar dos eventos reprodutivos nos peixes tropicais depende muito mais de mudanças na temperatura do que do fotoperíodo. Isto também foi sugerido, para o robalo-flecha, por TAYLOR *et al.* (1998), que verificaram um aumento no índice gonadossomático à medida que a temperatura da água e o fotoperíodo aumentavam no litoral da Flórida. YANES-ROCA (2006), trabalhando também no litoral da Flórida, verificou uma redução no número de capturas de robalo-flecha maduros em anos em que a temperatura da água, no período de desova, foi inferior a 25°C. Na condução do presente experimento, a elevação da temperatura da água até $26 \pm 0,5^\circ\text{C}$ (T2), baseou-se nos valores encontrados para a água do mar captada para o laboratório durante o verão, como pode ser observado no aumento gradual ocorrido na temperatura da água do outro tratamento (T1). No litoral da Florida, ROBERTS (1987) utilizou um sistema de recirculação de água fechado para reprodutores de robalo-flecha, com temperatura constante de 27°C por um período de 120 dias, mas sem conclusiva maturação das gônadas. Há evidências de que a manutenção de temperatura constante da água por longo tempo, durante o período reprodutivo, possa ser prejudicial à maturação gonadal (BROMAGE *et al.*, 2001; CLARK *et al.*, 2005; GARCÍA-LÓPEZ *et al.*, 2006). Isto poderia explicar, em parte, o melhor desempenho do tratamento T1, em relação à produção de sêmen, nos meses de janeiro e março, em comparação ao tratamento T2, conforme apresentado na Figura 4. RESLEY *et al.* (2009) utilizaram variações de temperatura da água de 24°C no inverno, 26°C na primavera e 28°C no verão, com efetivos resultados de maturação da espécie. HOLT e KLINE (2009) verificaram que temperatura da água, de 21°C durante o inverno, e 28°C no verão, foram efetivas para maturação da

espécie. Talvez, a chave das variáveis aplicadas possa realmente estar associada ao emprego de maiores temperaturas nas diferentes fases de manutenção dos reprodutores.

Apesar das dificuldades, o número de machos espermiando no período foi de 85%, ou seja, 37% a mais do que no período reprodutivo anterior (SOLIGO *et al.*, 2008), indicando uma possível melhora nas condições ambientais utilizadas no presente experimento. No entanto, as formas de análise nos dois períodos foram diferentes, dificultando uma efetiva comparação. Com respeito às fêmeas, apenas um exemplar, que não tinha o sexo determinado no período reprodutivo anterior, foi identificado efetivamente.

A dificuldade encontrada, em relação à pequena quantidade de reprodutores femininos no plantel, pode ser justificada por se tratar de uma espécie protândrica, confirmado por TAYLOR *et al.* (2000), que verificaram a reversão sexual para espécie em condições de confinamento em taxas bastante reduzidas (3% da população examinada). DEVLIN e NAGAHAMA (2002) consideram que a determinação do sexo em peixes é um processo flexível, mesmo com respeito a padrões evolutivos, e está sujeito a modificações através de fatores externos. No caso dos reprodutores utilizados no experimento, existe uma curiosidade em relação a sua procedência, pois eles vieram ainda alevinos do litoral da Bahia, e passaram por diferentes processos de adaptação no laboratório em Santa Catarina, até atingirem a fase adulta. Neste caso, é difícil imaginar se, de alguma forma, esta mudança do ambiente de desenvolvimento possa ter exercido algum tipo de influência na proporção sexual destes indivíduos. STRÜSSMANN e NAKAMURA (2002) comentam que a temperatura interfere na esteroidogênese nas gônadas, através da modulação da expressão do gene aromatase. Eles consideram ainda que, além do aromatase, outros genes, enzimas e hormônios não esteróides das gônadas, como também os produzidos no cérebro e hipófise, possam ser afetados pela temperatura, mas que, para muitas espécies, a ação gênica é mais forte na determinação sexual. No presente trabalho, não foi constatado nenhum indício em relação a mudança do sexo dos reprodutores, visto que os animais identificados como machos no período

reprodutivo anterior 2005/2006 (SOLIGO *et al.*, 2008), permaneceram do mesmo modo. Isto também pôde ser observado no período reprodutivo seguinte 2007/2008, visto que os reprodutores utilizados nos tratamentos T1 e T2, identificados como machos, mantiveram-se como tal (FERRAZ, 2009). Deste modo, a seleção de animais selvagens reconhecidamente fêmeas pode ser uma medida bastante importante na renovação do plantel de reprodutores atualmente utilizado.

A maior produção espermática, em volume de sêmen e número de machos espermiando, foi observada no mês de março. SOLIGO *et al.* (2008) induziram o robalo-flecha com o hormônio LHRHa, no começo de janeiro de 2006, e constataram um reduzido volume de sêmen do robalo-flecha. É possível que as condições do início do verão não fossem ainda as ideais.

Segundo TRIPPEL (2003), estudos com machos são bem menos numerosos que os das fêmeas, mas vem aumentando na última década. O autor, em trabalho de revisão, descreve características importantes ligadas ao sucesso reprodutivo para machos, e apresenta citações de produção espermática consistentes para peixes marinhos como o bacalhau, *Gadus mohua*, que pode produzir 125 mL de sêmen (TRIPPEL e NEILSON, 1992) e o linguado, *Scophthalmus maximus*, que em cativeiro chega a produzir 4,9 mL de sêmen para animais com 1,4 - 3,2 Kg (SUQUET *et al.* 1994). Já SORBERA *et al.* (1996), em ensaio sobre a ação hormonal prolongada do hormônio GnRHa para o robalo europeu, *Dicentrarchus labrax*, obtiveram picos de até 3,9 mL de sêmen Kg⁻¹ de peixe. Os volumes de sêmen obtidos no presente trabalho (o maior valor de 400 µL) poderiam indicar uma deficiência na espermatogênese destes animais. Por outro lado, nem mesmo a utilização do hormônio LHRHa foi capaz de estimular a produção de sêmen, prevalecendo o bloqueio. Para ZOHAR e MYLONAS (2001), a maioria dos peixes criados em cativeiro exibe alguma forma de disfunção reprodutiva. Em fêmeas, existem, frequentemente, falhas para alcançar a maturação final do ovócito, ovulação e desova, enquanto que em machos, a produção de sêmen é pequena e de baixa qualidade. Ainda, segundo os autores, problemas reprodutivos, sobretudo das fêmeas, podem

diminuir com a domesticação dos animais, diminuindo inclusive a necessidade de agentes hormonais.

Como conclusão, verificou-se que a maturação em cativeiro do robalo-flecha é bastante difícil, e poderia exigir um controle ambiental distinto do que foi utilizado no presente trabalho, sobretudo com respeito à temperatura. Apesar disso, o aumento do número de reprodutores, nos quais foram observados sinais de maturação gonadal, em comparação ao ano anterior, bem como a maior produção espermática no mês de março, são informações importantes para que se possa ter um maior controle do ciclo reprodutivo desta espécie.

AGRADECIMENTOS

Aos Técnicos e colegas de trabalho do Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR) e a José Luiz Pedreira Mourinho, pela ajuda nos tratamentos estatísticos.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L. and TSUZUKI, M.Y. 2008 A review of methods for *Centropomus spp.* (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. *Aquaculture Research*, Oxford, 39: 684-700.
- BOEUF, G. and LE BAIL, P.Y. 1999 Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture*, Amsterdam, 177: 129-152.
- BROMAGE, N.; PORTER, M.; RANDALL, C. 2001 The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture*, Amsterdam, 197: 63-98.
- CERQUEIRA, V.R. 2009 Spawning and larviculture of the fat snook (*Centropomus parallelus*) and the common snook (*Centropomus undecimalis*) in Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE BIOLOGY AND CULTURE OF SNOOKS, 2., Villahermosa, Mexico, 13-15/jul./2009. *Resúmenes...1 CD-ROM*.
- CERQUEIRA, V.R. and TSUZUKI, M.Y. 2009 A review of spawning induction, larviculture, and juvenile rearing of the fat snook, *Centropomus parallelus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, Amsterdam, 35: 17-28.
- CLARK, R.W.; HENDERSON-ARZAPALO, A.; SULLIVAN, C.V. 2005 Disparate effects of constant and annually-cycling daylength and water temperature on reproductive maturation of striped bass (*Morone saxatilis*). *Aquaculture*, Amsterdam, 249: 497-513.
- DEVLIN, R.H. and NAGAHAMA, Y. 2002 Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, Amsterdam, 208: 191-364.
- FERRAZ, E.M.; ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; CERQUEIRA, V.R.; CANDIDO, S. 2004 Validation of an ovarian biopsy method for monitoring oocyte development in the fat snook, *Centropomus parallelus* Poey, 1860 in captivity. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, 47(4): 643-648.
- FERRAZ, E.M.; SAYÃO, A.C.; SILVA, I.D.; ANGELO, A.O.; SOLIGO, T.A.; SOUZA, R.M.; LAFFITTE, L.V.; FLORINDO, I.I.; TSUZUKI, M.Y.; CERQUEIRA, V.R. 2007 Desova induzida de reprodutores do robalo-peva adaptados para um sistema com controle de temperatura e simulação do fotoperíodo natural. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 12., Florianópolis, 15-19/abr./2007. *Resumos...1 CD-ROM*
- FERRAZ, E.M. 2009 *Maturação do robalo-flecha Centropomus undecimalis e crescimento de alevinos do robalo-peva Centropomus parallelus em laboratório*. 125p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina).
- FRAGA, I.; REYES, R.; ORTEGA, N.J.; REGUEIRA, E.; FONT, R.; BRAVO, A. 2006 Desarrollo de un banco de reprodutores de Róbalo (*Centropomus undecimalis*, Bloch 1792): I. Manejo del alimento. In: CONGRESO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA CIVA, 4., 2006. *Comunicación Científica...* p.1-9. Disponível em: <<http://www.civa2006.org>> Acesso em: 20 set. 2007.

- GARCÍA-LÓPEZ, Á.; PASCUAL, E.; SARASQUETE, C.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, G. 2006 Disruption of gonadal maturation in cultured Senegalese sole *Solea senegalensis* Kaup by continuous light and/or constant temperature regimes. *Aquaculture*, Amsterdam, 261: 789-798.
- GRIER, H.J. and TAYLOR, R.G. 1998 Testicular maturation and regression in the common snook. *Journal of Fish Biology*, London, 53: 521-542.
- HARVEY, B.J. and CAROLSFELD, J. 1993 Induced breeding in tropical fish culture. I.D.R.C. Ottawa, Canadá. 144 p.
- HOLT, G. J. and KLINE, R. 2009 Culturing Texas snook - What we have learned so far. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE BIOLOGY AND CULTURE OF SNOOKS, 2., Villahermosa, México, 13-15/jul./2009. *Resúmenes...* 1 CD-ROM.
- PANKHURST, N.W. and PORTER, M.J.R. 2003 Cold and dark or warm and light: variations on the theme of environmental control of reproduction. *Fish Physiology and Biochemistry*, Amsterdam, 28: 385-389.
- RESLEY, M.; MAIN, K.; STUBBLEFIELD, J. 2009 An overview of common snook (*Centropomus undecimalis*) broodstock maturation and spawning research in Florida. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE BIOLOGY AND CULTURE OF SNOOKS, 2., Villahermosa, México, 13-15/jul./2009. *Resúmenes...* 1 CD-ROM.
- REYES, R.; RAMOS, D.; FRAGA, I.; GALINDO, J.; ORTEGA, N. 2004 Creación de un banco de progenitores de Róbalo *Centropomus undecimalis*, Bloch. Evaluación de alimentos artificiales. In: CONGRESO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA - CIVA, 2004. *Comunicación Científica...* p.814-820. Disponível em: <<http://www.civa2004.org>> Acesso em: 10 março 2006.
- ROBERTS Jr. E.R. 1987 Induced maturation and spawning of common snook, *Centropomus undecimalis*. In: ANNUAL GULF AND CARIBBEAN FISHERIES INSTITUTE, 38., Trois-Islets, Martinique, 1985. *Proceedings...* p. 222-230.
- SÁNCHEZ-ZAMORA, A.; GÓMEZ, L.M.; GARCÍA, T.; SUÁREZ, C.R.; GAXIOLA, G. 2002 Maturation and spawning of common snook: First experiences in Southeast Mexico. *World Aquaculture Magazine*, Baton Rouge, 33(1): 62-65.
- SÁNCHEZ-ZAMORA, A. 2009 Status of the common snook reproduction in captivity at UMDI, UNAM, Sisal, UNAM, Yucatán, México. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE BIOLOGY AND CULTURE OF SNOOKS, 2., Villahermosa, México, 13-15/jul./2009. *Resúmenes...* 1 CD-ROM.
- SOLIGO, T.A.; FERRAZ, E.M.; CERQUEIRA, V.R.; TSUZUKI, M.Y. 2008 Primeira experiência de indução hormonal, desova e larvicultura do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* no Brasil. In: CYRINO, J.E.P; SCORVO F., J.D.; SAMPAIO, L.A.; CAVALLI, R. *Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura*. 2ª Ed. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. p. 143-152.
- SORBERA, L.; MYLONAS, C.C.; ZANUY, S.; CARRILLO, M.; ZOHAR, Y. 1996 Sustained administration of GnRH α increases milt volume without altering sperm counts in the sea bass. *The Journal of Experimental Zoology*, Philadelphia, 276: 361-368.
- STRÜSSMANN, C.A. and NAKAMURA, M. 2002 Morphology, endocrinology, and environmental modulation of gonadal sex differentiation in teleost fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*, Amsterdam, 26: 13-29.
- SUQUET, M; BILLARD, R.; COSSON, J.; DORANGE, G.; CHAUVAUD, L.; MUGNIER, C.; FAUVEL, C. 1994 Sperm features in turbot (*Scophthalmus maximus*): a comparison with other freshwater and marine fish species. *Aquatic Living Resources*, Les Ulis, 7: 283-294.
- TAYLOR, R.G.; GRIER, H.J.; WHITTINGTON, J.A. 1998 Spawning rhythms of common snook in Florida. *Journal of Fish Biology*, London, 53: 502-520.
- TAYLOR, G.T.; WHITTINGTON, J.A.; GRIER, H.J.; CRABTREE, R.E. 2000 Age, growth,

- maturation, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coast of South Florida. *Fishery Bulletin*, Petersburg, 98: 612-624.
- TRIPPEL, E.A. and NEILSON, J.D. 1992 Fertility and sperm quality of virgin and repeat-spawning Atlantic cod (*Gadus morhua*) and associated hatching success. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Toronto, 49: 2118-2127.
- TRIPPEL, E.A. 2003 Estimative of male reproductive success of marine fishes. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, Dartmouth, 33: 81-113.
- YANES-ROCA, C. 2006 *Husbandry and larval rearing of common snook (Centropomus undecimalis)*. Stirling, Scotland. 271p. (Phd. Thesis. Phylosophy Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland).
- ZOHAR, Y. and MYLONAS, C. C. 2001 Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture*, Amsterdam, 197: 99-136.