

## Inversão sexual da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*

### *Sex inversion of dusky grouper "Epinephelus marginatus"*

SANCHES, Eduardo Gomes<sup>1\*</sup>; OLIVEIRA, Idili da Rocha<sup>2</sup>; SERRALHEIRO, Pedro Carlos da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Pesca-APTA, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Norte, Ubatuba, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto de Pesca-APTA, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Norte, Cananéia, São Paulo, Brasil.

\*Endereço para correspondência: esanches@pesca.sp.gov.br

### RESUMO

Neste estudo pretendeu-se avaliar a inversão sexual de fêmeas por meio de indução hormonal, utilizando-se o andrógeno 17 alfa-metiltestosterona, ministrado via oral e injetável. Vinte e sete peixes com  $863,9 \pm 231,2$  g foram divididos em três tratamentos: T1 = controle (garoupas que não receberam hormônio), T2 = tratamento via oral (garoupas alimentadas com pedaços de peixe através do qual foi administrado o hormônio) e T3 = tratamento via injetável (garoupas que receberam o hormônio por injeção intramuscular) e mantidos em tanques-rede no mar, em Ubatuba/SP. No tratamento via oral, a dosagem de andrógeno foi de 1 mg/kg de peso corporal, diariamente, durante 5 dias por semana, e no tratamento via injetável, de 5 mg/kg de peso corporal, semanalmente, em uma única dose. Após 180 dias, 100 e 77,8%, respectivamente, dos peixes do tratamento via oral e via injetável produziram sêmen, ao passo que os do tratamento controle mantiveram-se como fêmeas funcionais. A inversão sexual induzida de fêmeas de *Epinephelus marginatus* mais efetiva foi a realizada com o uso do hormônio 17-alfa-metiltestosterona, na dosagem de 1 mg/kg de peso corporal, administrada via oral junto com o alimento. O hormônio 17-alfa-metiltestosterona proporciona efeito anabolizante paralelo e incrementa o ganho de peso dos exemplares que recebem aplicação oral.

**Palavras-chave:** maricultura, metiltestosterona, peixe, reprodução, Serranidae

### SUMMARY

This study aimed to evaluate the induced hormonal sex inversion of females using the androgenic 17 alpha-methyltestosterone supplied orally and injectable. Twenty-seven fish with  $863.9 \pm 231.2$  g were divided into three treatments: T1 = control (groupers that did not receive hormone), T2 = orally treatment (groupers fed pieces of fish by which the hormone was administered) and T3 = injectable treatment (groupers that received the hormone by intramuscular injection) and maintained in floating net cages, in Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. In the orally treatment the androgenic dosage was 1 mg/kg of body weight, daily, for 5 days a week, and in the injectable treatment, the dosage was 5 mg/kg of body weight, weekly, in a single dose. After 180 days, 100 and 77.8% of fish of the orally and injectable treatments, respectively, produced semen and the control group remained as females. The most effective sex inversion of *Epinephelus marginatus* females was achieved by the use of hormone 17 alpha-methyltestosterone in the dosage of 1 mg/kg of body weight, administered orally with the food. The hormone 17 alpha-methyltestosterone produces an anabolizant parallel effect and increase weight gain of the fish treated with oral application.

**Keywords:** fish, mariculture, methyltestosterone, reproduction, Serranidae

## INTRODUÇÃO

Os serranídeos (família Serranidae, subfamília Epinephelinae) compreendem 159 espécies distribuídas em 15 gêneros. Denominados genericamente por meros, chernes, garoupas e badejos, estão entre os peixes marinhos mais cultivados no Sudeste Asiático, devido a seu elevado valor comercial, decorrente da alta demanda de mercado, além do rápido crescimento, da resistência ao manejo e adaptação a sistemas intensivos de criação (SANCHES, 2006).

Por apresentarem um período de desova bem definido e a formação de agregações populacionais reprodutivas, os serranídeos são muito susceptíveis à sobrepesca, fato já observado no Sudeste Asiático e no Golfo do México (WHAYLEN et al., 2004). Perera (2006) demonstrou as conseqüências da sobrepesca nas agregações reprodutivas de *Epinephelus striatus* (garoupa de Nassau), que resultaram na drástica diminuição da população desta espécie, antes destaque na produção pesqueira da região do Caribe. Essas evidências reforçam a importância de se desenvolverem estudos para a utilização dos serranídeos na piscicultura marinha. No Brasil, a piscicultura marinha ainda é muito incipiente, embora a atividade tenha sido impulsionada nos últimos anos a partir da consolidação dos resultados de pesquisas desenvolvidas por diversas universidades e instituições de pesquisa, despertando grande interesse junto à iniciativa privada (SANCHES, 2007a).

A espécie *Epinephelus marginatus*, com ocorrência nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, é conhecida popularmente como garoupa-verdadeira e considerada, por Machado et al. (2003), uma espécie importante do ponto de vista econômico e turístico (grande interesse na pesca

esportiva e no mergulho contemplativo) e apontada como uma candidata à piscicultura marinha (MARINO et al., 2000; SANCHES, 2006).

Marino et al. (2003) relatam que desde 1995 a garoupa-verdadeira está incluída na lista de peixes ameaçados (Berne Convention, Annex 3 – Protocol for Mediterranean Biodiversity). Fennessy (2006) também afirmou que *E. marginatus* é considerada, nos dias atuais, uma espécie ameaçada e, por isso, está incluída na lista vermelha da “International Union for Conservation of Nature and Natural Resources” (IUCN).

Como os demais membros da subfamília *Epinephelinae*, a garoupa-verdadeira é uma espécie hermafrodita protogínica, ou seja, matura inicialmente como fêmea e, em determinado momento de seu desenvolvimento, sofre uma inversão sexual, tornando-se macho. Andrade et al. (2003), estudando a reprodução da espécie, observaram que a primeira maturação sexual ocorre quando o indivíduo atinge cerca de 45 cm e 2 kg (idade aproximada de 5 anos). Spedicato et al. (1995), avaliando um lote composto por 138 garoupas com peso entre 0,4 e 23,0 kg observou a ocorrência de machos somente em peixes com peso superior a 13,0 kg.

A inversão sexual é reconhecida como uma estratégia reprodutiva de grande sucesso entre os peixes (BARREIROS, 1998). Nos serranídeos a mudança de sexo é sócio-demograficamente controlada. A remoção dos machos da população induz a inversão sexual das fêmeas dominantes. Barreiros (1998) descrevendo o processo de inversão sexual na garoupa-verdadeira afirmou que, para que uma fêmea se transforme em macho, é necessário que exista uma pressão populacional de indivíduos de pequeno porte que possam induzir a fêmea de maior porte a iniciar o

processo de inversão sexual. A ausência de indivíduos jovens pode fazer com que fêmeas nunca iniciem o processo de inversão e apontou como exemplo algumas regiões do Mar Mediterrâneo onde a espécie não se reproduz, não são observados juvenis e existem fêmeas com peso superior a 20,0 kg, o que em populações não-submetidas a uma elevada pressão de pesca corresponderia a machos.

Então, em razão da complexidade do processo de inversão sexual, associada a fatores como a estrutura sócio-demográfica desses peixes na natureza, a obtenção de machos torna-se um problema para a realização da reprodução em cativeiro (BARREIROS, 1998).

A captura de machos no ambiente natural é extremamente difícil, por vários fatores: os serranídeos formam haréns, com poucos machos e muitas fêmeas, são exemplares de grande porte (dificuldades no manejo) e permanecem em profundidades maiores que 30 m, tornando a sua captura complexa e com resultados frequentemente negativos em termos de sobrevivência dos indivíduos capturados (GRIER & NEIDING, 2000).

Buscando alternativas para este problema, diversos autores têm demonstrado a viabilidade da inversão sexual de serranídeos em cativeiro, com a utilização de andrógenos (KUO et al., 1988; TANFERMIN et al., 1994; QUINTIO et al., 1997, 2001). Técnicas de inversão sexual têm sido utilizadas em várias espécies de serranídeos com resultados positivos; as mais usadas consistem em realizar a inversão sexual baseada na ingestão de alimento tratado com metiltestosterona (PANDIAN & SHEELA, 1995) ou, mais recentemente, em utilizar implantes de metiltestosterona (SARTER et al., 2006). Nos peixes tratados, observa-se o

aumento da concentração de testosterona no plasma sanguíneo, o desenvolvimento dos testículos e a produção de sêmen.

O objetivo neste trabalho foi estabelecer um protocolo de indução hormonal para inversão sexual da garoupa-verdadeira com obtenção de machos viáveis.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Norte – Instituto de Pesca – APTA – SAA, em Ubatuba/SP (23 27'04" S e 45 02'48" W), no período de outubro/2006 a março/2007. Foram obtidas, junto a pescadores locais, 27 fêmeas de garoupa-verdadeira (peso médio de  $863,9 \pm 231,2$  g), mantidas em três tanques-rede de 8,0 m<sup>3</sup>, confeccionados com panagem de náilon multifilamento com 25 mm de abertura de malha, em densidade de 9 peixes/tanque.

Os tanques-rede foram fixados a um sistema de "long line" montado e fixado a 20 m paralelamente à linha de costa, em águas com profundidade de  $4,0 \pm 0,5$  m. Diariamente, ao lado dos tanques-rede, foram medidas as variáveis ambientais: temperatura (máxima e mínima), com auxílio de um termômetro de mercúrio instalado a 50 cm de profundidade; salinidade, por meio de um salinômetro óptico; transparência, com o uso de um disco de Secchi com cabo graduado em centímetros; e pluviometria, por intermédio de um pluviômetro. As incrustações biológicas aderidas às panagens dos tanques-rede foram limpas a cada 30 dias, visando manter adequada circulação de água no interior dos mesmos.

Os peixes foram divididos em três lotes com três tratamentos: T1 = tratamento

controle (garoupas que não receberam hormônio), T2 = tratamento via oral (garoupas alimentadas com pedaços de peixe aos quais foi acrescido o hormônio) e T3 = tratamento via injeção (garoupas que receberam o hormônio por meio de injeção intramuscular).

Foi utilizado o hormônio andrógeno 17 alfa-metiltestosterona, que no tratamento via oral foi fornecido diariamente na dosagem de 1 mg/kg de peso corporal, durante cinco dias, e no tratamento via injetável, na dosagem de 5 mg/kg de peso corporal, em dose única, com as injeções intramusculares efetuadas em intervalos de sete dias, segundo metodologia proposta por Spedicato et al. (1995). No início do experimento, nove exemplares foram sacrificados para confirmação do estágio gonadal.

As garoupas foram alimentadas com peixes da fauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-sete-barbas, obtidos junto a pescadores artesanais. O regime de alimentação (quantidade de alimento a ser fornecida aos peixes) baseou-se na tabela de arraçamento recomendada por APEC (2001). A rotina estabelecida para o trato diário da alimentação foi a seguinte: o alimento foi descongelado, picado manualmente em pedaços de tamanho que os peixes pudessem ingerir com facilidade e, para os peixes do tratamento via oral, adicionado o hormônio, previamente encapsulado. A alimentação, fornecida uma vez ao dia, em um único trato, cinco dias por semana, no período matinal, totalizou 1,5% da biomassa contida em cada tanque-rede. A correção na quantidade de alimento foi realizada mensalmente de acordo com o crescimento da biomassa estocada.

O experimento teve duração de 180 dias, sendo anotados diariamente o consumo de alimento e a ocorrência de mortalidade, para avaliação do

desempenho produtivo de todos os tratamentos.

Para identificar o início da produção de sêmen e quantificar o ganho em comprimento e peso dos exemplares, os peixes de todos os tratamentos foram anestesiados com benzocaína

(1 g/20 L de água) e, em seguida, medidos (cm) em ictiômetro e pesados (g) individualmente em balança eletrônica digital (precisão de 0,01 g) no início e a cada 30 dias durante o período experimental. A partir dos valores de comprimento total (cm), peso (g) e ingestão (g/dia) e do registro de ocorrência de mortalidade, foram calculados os seguintes parâmetros de desempenho:

Taxa de crescimento específico - TCE

$$\text{TCE comprimento (\%PV/dia)} = 100 \times (\ln cf - \ln ci) / t$$

em que cf = comprimento médio final; ci = comprimento médio inicial; t = nº de dias do período experimental.

$$\text{TCE peso (\%PV/dia)} = 100 \times$$

$$(\ln pf - \ln pi) / t$$

em que pf = peso médio final; pi = peso médio inicial; t = nº de dias do período experimental.

$$\text{Ganho de comprimento diário: GCD (cm/dia)} = (cf - ci) / t$$

$$\text{Ganho de peso diário: GPD (g/dia)} = (pf - pi) / t$$

$$\text{Conversão alimentar aparente: CAap} = C/GP$$

em que C = quantidade total de alimento consumida no período; GP = ganho de peso no período experimental.

$$\text{Taxa de sobrevivência (S, \%)} = 100 \times (P_{xf} / P_{xi})$$

em que P<sub>xf</sub> = nº de peixes no final do período experimental; P<sub>xi</sub> = nº de peixes no início do período experimental.

Para a análise estatística dos dados utilizou-se o programa Statistical Analyses System (SAS, 1990). A significância das diferenças obtidas

entre os tratamentos do experimento foram obtidas pelo método ANOVA, usando procedimentos paramétricos, com base no teste de variação múltipla de Tukey. Valores de  $P < 0,05$  foram considerados significantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 180 dias do início do processo de inversão, 100% dos peixes do tratamento via oral e 77,8% dos peixes do tratamento via injeção produziram sêmen. Os peixes do lote controle mantiveram-se como fêmeas.

A produção total de sêmen, em uma única coleta, dos peixes do tratamento via oral, foi de 3,28 mL e a dos peixes do tratamento via injeção de 1,41 mL. Os dados de produção de sêmen dos tratamentos via oral e via injeção foram submetidos ao teste *t*, a 5% de probabilidade, que revelou que a produção de sêmen do tratamento via oral foi significativamente superior à do tratamento via injeção ( $P < 0,05$ ) (Tabela 1).

O consumo total do hormônio 17 alfa-metiltestosterona, por peixe, durante o período experimental foi de 120 mg/kg,

independentemente da forma de administração (Tabela 2).

Os dados de peso final e ganho de peso diário apresentados na Tabela 3 e na Figura 1, submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey, demonstraram que os tratamentos via oral e via injeção não diferiram entre si, porém foram significativamente superiores ao tratamento controle. Chao & Chow (1990) reportaram que o hormônio metiltestosterona administrado oralmente pode induzir à transformação de fêmeas maduras ou fêmeas imaturas em machos funcionais, ressaltando a importância da determinação do estágio do ciclo reprodutivo para a administração de esteróides masculinizantes. Pandian & Sheela (1995) afirmaram que o hormônio 17 alfa-metiltestosterona é o andrógeno mais eficaz na indução do processo de masculinização em peixes, embora outros hormônios possam ser utilizados, como demonstrado por Qunitio et al. (2001), que empregaram o mibolerone e obtiveram a inversão sexual de *E. coioides*. Os resultados obtidos neste estudo corroboram aqueles obtidos na literatura ao demonstrar que o hormônio 17 alfa-metiltestosterona foi eficaz na inversão sexual de *E. marginatus*.

Tabela 1. Médias e desvios padrão do peso corporal e do volume de sêmen de *Epinephelus marginatus* submetidos ao processo de inversão sexual

Lote	Peso médio (g)	Produção de sêmen (mL)
T-1 (controle) (n = 9)	1.128,8 ± 189,7	0,0
T-2 (via oral) (n = 9)	1.377,9 ± 357,7	0,36 ± 0,26 * (p= 0,0032)
T-3 (via injetável) (n = 9)	1.274,8 ± 279,8	0,20 ± 0,13

Médias seguidas pelo símbolo \* na coluna diferem entre si pelo Teste *t* a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Médias e desvios padrão de comprimento total (cm), peso total (g), volume de sêmen (mL), densidade (células/mL), motilidade (%) e tempo de motilidade (segundos) espermáticas de *Epinephelus marginatus*

Macho	Comprimento total(cm)	Peso total (g)	Características espermáticas do sêmen fresco			
			Volume sêmen (mL)	Densidade (x 10 <sup>9</sup> células/mL)	Motilidade (%)	Tempo de motilidade (s)
T-2*	44,5 ± 3,7	1.377,9 ± 357,7	0,36 ± 0,26	3,1 ± 0,2	100	3060 ± 600
T-3**	42,9 ± 3,0	1.274,8 ± 279,8	0,20 ± 0,13	2,9 ± 0,3	100	3000 ± 540

\*Média obtida de nove peixes; \*\*Média obtida de sete peixes.

Tabela 3. Médias e desvios padrão de desempenho ponderal de três lotes de *Epinephelus marginatus* durante o período experimental de 180 dias

Variáveis	T-1	T-2	T-3
Comprimento inicial (cm)	37,2 ± 2,7	36,6 ± 2,7	36,9 ± 3,4
Peso inicial (g)	841,3 ± 191,9	833,1 ± 179,7	810,3 ± 192,2
Biomassa inicial (g)	7.571,6	7.497,7	7.292,6
Sobrevivência (%)	100	100	100
Comprimento final (cm)	41,7 ± 2,7	44,5 ± 3,7	42,9 ± 3,0
Peso final (g)	1.128,8 ± 189,7 <sup>b</sup>	1.377,9 ± 357,7 <sup>a</sup>	1.274,8 ± 279,8 <sup>a</sup>
Biomassa final (g)	10.158,8	12.400,9	11.473,5
TCE comprimento (%PV/dia)	0,06	0,11	0,09
TCE peso(%PV/dia)	0,17	0,28	0,25
GPD (g/dia)	1,60± 0,35 <sup>b</sup>	3,03± 1,06 <sup>a</sup>	2,58± 0,55 <sup>a</sup>
GCD (cm/dia)	0,03± 0,01	0,04± 0,01	0,03± 0,01
CAap	9,12:1,0	5,02:1,0	5,59:1,0

TCE = taxa de crescimento específico; GPD = ganho de peso diário; GCD = ganho de comprimento diário; CAap = conversão alimentar aparente.

Médias e desvios padrão com diferentes sobrescrito na mesma linha apresentam diferenças significativas (P<0,05).

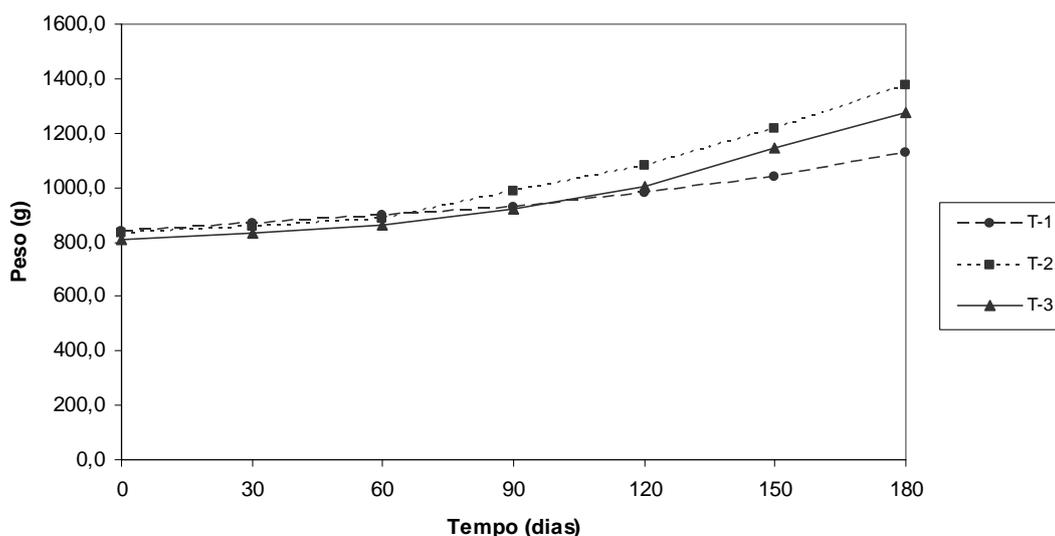


Figura 1. Crescimento de três lotes de *Epinephelus marginatus* durante o período experimental de 180 dias

Tabela 4. Médias, amplitude e coeficiente de variação (CV) das variáveis ambientais da área experimental

Variável	Média	Amplitude	CV (%)
Temperatura máxima (°C)	26,3	23,0 – 30,0	7,58
Temperatura mínima (°C)	24,3	22,0 – 28,0	6,82
Salinidade (‰)	34,0	21,0 – 36,0	6,74
Transparência (m)	2,2	0,5 – 4,0	40,59
Pluviometria (mm)	30,6	0,0 – 238,7	136,12

Yeh et al. (2003) afirmaram que a dose de 17 alfa-metil-testosterona (MT) por quilograma (kg) de alimento foi eficiente na inversão sexual de *E. tukula*. A inversão sexual também foi obtida em *E. coioides* com peso médio de 1,2 kg, após um período de cinco meses, com a administração de injeções intramusculares de 17 alfa-metiltestosterona, em intervalos de 15 dias, na dosagem de 0,5 a 1,0 mg/kg (TAN-FERMIN et al., 1994). Em ambos os casos, após seis meses de inter rompimento do tratamento hormonal, os machos sexualmente

invertidos retornaram à condição funcional de fêmeas. Resultados promissores de inversão sexual permanente foram obtidos por Sarter et al. (2006), que utilizaram implantes de 17 alfa-metiltestosterona em exemplares de *E. marginatus* com peso médio de 131 g. Neste estudo as dosagens empregadas de 17 alfa-metiltestosterona foram eficientes na obtenção da masculinização de exemplares *E. marginatus*.

A forma de administração do hormônio masculinizante no processo de inversão sexual foi discutida por Pandian &

Sheela (1995), que afirmaram ser a via oral a forma mais eficiente em contraponto à administração via intramuscular, em função do estresse causado pelas injeções nos peixes, aumentando os riscos de injúrias e patologias associadas a lesões decorrentes da aplicação. Marino et al. (2000) corroboraram os achados desses autores ao relatarem que os resultados da inversão sexual via intramuscular podem ser negativos em razão do estresse causado pelos sucessivos manuseios dos exemplares, induzindo à baixa resposta ao hormônio. Neste estudo as menores porcentagens de peixes invertidos no tratamento via injetável pode ser creditada a este problema, visto que a produção de sêmen dos peixes deste tratamento foi significativamente inferior ao tratamento via oral.

Por outro lado, alternativas às técnicas de inversão sexual que empregam hormônios, como a que envolve o efeito do controle social, têm sido pesquisadas. Quintio et al. (1997), estudando a aplicação desta técnica, estocaram uma fêmea de maior porte com outras *E. coioides* de menor porte em um mesmo tanque-rede e conseguiram que a fêmea de maior porte fosse induzida à inversão sexual, sem o emprego de hormônios. O princípio baseia-se no ciclo biológico da espécie, em que a remoção dos machos da população induz à inversão sexual de fêmeas dominantes.

Com relação ao sucesso do processo de inversão sexual, Yeh et al. (2003) obtiveram 66,7% de peixes invertidos em um lote de *E. tukula* e 100% em um lote de *E. salmoides*. Tan-Fermin et al. (1994) obtiveram 85% com *E. coioides*. Marino et al. (2000) obtiveram apenas 25% com *E. marginatus*, em da decorrência da hierarquia social entre os peixes nos tanques, que resulta em

baixa ingestão do hormônio por muitos exemplares. Os resultados obtidos nesta pesquisa apontaram resultados de 100% (via oral) e 77,8% (via intramuscular) de inversão sexual de *E. marginatus*, o que traduz a eficiência da técnica adotada.

Diversos autores afirmaram que em peixes do gênero *Epinephelus* pode ser longo o tempo para a finalização do processo de inversão sexual. Kuo et al. (1988) obtiveram a inversão sexual induzida de *E. fario* após 150 dias; Chao & Chow (1990) com *E. tauvina*, em 210 dias; Tan-Fermin et al. (1994) com *E. coioides*, em 180 dias. Neste trabalho o tempo necessário para inversão sexual induzida de *E. marginatus* foi de 180 dias, portanto, dentro do tempo esperado para espécies do gênero *Epinephelus*. Alam et al. (2006) demonstraram a possibilidade de se reduzir esse tempo com implantes de inibidores de aromatase. Esses autores obtiveram a inversão sexual de exemplares de *E. merra* em apenas 21 dias, comprovando o potencial desta técnica. Li et al. (2006) utilizando inibidores de aromatase obtiveram a inversão sexual de *E. akaara* em menos de 30 dias, confirmando a eficiência dos inibidores de aromatase na aceleração do processo de inversão sexual em espécies do gênero *Epinephelus*. Este processo baseia-se na inibição da atividade da enzima aromatase, que provoca a redução da produção de estrógenos.

A quantidade de 17 alfa-metiltestosterona necessária para a inversão sexual varia com a espécie estudada e o tempo de emprego do hormônio. Kuo et al. (1988) precisaram de 160 mg/kg para a masculinização de *E. fario*. Glamuzina et al. (1998) apontaram um consumo de 120 mg/kg para a masculinização de fêmeas de *E. marginatus*, enquanto Marino et al.

(2000) utilizaram apenas 85 mg/kg para masculinização de exemplares da mesma espécie em 105 dias.

A densidade populacional mantida nos tanques-rede neste estudo (1,1 peixes/m<sup>3</sup>) esteve bem abaixo da recomendada pelo APEC (2001), que indica densidades de engorda entre 15 e 20 peixes/m<sup>3</sup>. Ahmad et al. (1999), avaliando o desempenho de *Epinephelus coioides* sob diferentes densidades de estocagem (10, 20 e 40 peixes/m<sup>3</sup>), concluíram que, para produzir peixes com peso superior a 800 g, a densidade de 10 peixes/m<sup>3</sup> é a mais recomendada, por proporcionar crescimento mais rápido e melhor conversão alimentar. A baixa densidade adotada neste trabalho visou melhor controle sobre os tratamentos alimentares dos peixes, para permitir, conseqüentemente, melhor controle da ingestão do hormônio, o que refletiu na sobrevivência da totalidade dos exemplares usados no experimento.

Os serranídeos são conhecidos pela lenta taxa de crescimento em condições naturais. Gracia-Lopez & Castello-Orvay (2003) demonstraram que, em condições de criação, a velocidade de crescimento de *Epinephelus guaza* pode ser substancialmente aumentada, obtendo-se peixes com peso médio de 450 g após 15 meses. Em razão de uma confusão taxonômica, publicações referentes a *E. guaza* no Mar Mediterrâneo referem-se a *E. marginatus*. Quanto ao ganho de peso, embora não fosse o objetivo neste estudo, foi possível observar que exemplares de *E. marginatus* alcançaram um crescimento expressivo (T1 = 287,5 g; T2 = 544,8 g; T3 = 464,5 g) em 180 dias de cultivo.

Segundo Chua & Teng (1980) hormônios andrógenos, dependendo da dose empregada, podem atuar como promotores do crescimento em peixes

do gênero *Epinephelus*, o que estimula o apetite, melhora a eficiência da conversão alimentar, induz à retenção de nitrogênio e promove o desenvolvimento muscular. Em um caso analisado por esses autores, o emprego do hormônio 17-alfa-metiltestosterona, por cinco meses, em um lote de *E. tauvina* resultou em incremento de mais de 43% no peso dos exemplares. Neste estudo os dados de peso final e ganho de peso diário foram significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) nos lotes submetidos ao hormônio masculinizante (T2 e T3) em comparação ao tratamento controle (T1), comprovando o efeito de promotor de crescimento do hormônio 17-alfa-metil-testosterona.

Avaliando-se a taxa de crescimento específico de *E. itajara*, Botero & Ospina (2003) encontraram valores entre 0,13 (lote alimentado com ração) e 0,96 a 1,40 (lote alimentado com rejeito de pesca). Gracia-Lopez & Castello-Orvay (2003), avaliando o crescimento de *E. marginatus* criadas em laboratório e alimentadas com polvos e mexilhões, obtiveram TCE de 0,78. Neste trabalho obteve-se TCE de 0,17 (T1), 0,28 (T2) e 0,25 (T3), o que demonstrou claramente a habilidade em ganho de peso da garoupa-verdadeira quando submetida a uma dieta à base de rejeito de pesca, corroborando os resultados conhecidos para espécies do gênero *Epinephelus* que apresentam boa TCE em diferentes condições de criação. A grande diferença nos valores da TCE entre os exemplares de *E. itajara* e *E. marginatus* alimentados com rejeito de pesca, bem maiores para *E. itajara*, está relacionada à velocidade de crescimento própria de cada espécie, já que exemplares de *E. itajara* atingem um tamanho máximo muito superior aos exemplares de *E. marginatus* na natureza.

Os serranídeos são predadores de topo de cadeia trófica, alimentando-se, quando jovens, basicamente de crustáceos e pequenos peixes e, quando adultos, de polvos e peixes maiores, apresentando, assim como outros peixes carnívoros, dificuldade em aceitar ração inerte (GRACIA-LOPEZ & CASTELLO-ORVAY, 2003). Por essa razão, segundo APEC (2001), a grande maioria dos produtores de serranídeos alimenta seus plantéis com rejeito de pesca (pequenos peixes ou formas jovens de peixes rejeitados em operações de pesca de arrasto-de-fundo). Uma das vantagens em utilizar o rejeito de pesca consiste em seu baixo custo e elevada disponibilidade. Em regiões onde ocorrem desembarques da pesca camaroeira de pequeno porte, a obtenção de rejeito de pesca é muito facilitada (SANCHES, 2006). Sanches et al. (2007b) avaliando a utilização do rejeito de pesca na alimentação da garoupa-verdadeira, concluíram que esta fonte alimentar proporcionou boa conversão alimentar e adequado ganho de peso.

Utilizando-se rejeito de pesca em criações de serranídeos, esperam-se valores para a conversão alimentar valores entre 4:1 e 6:1 (SANCHES et al., 2007b). Os resultados da conversão alimentar obtidos neste estudo corroboram estas informações, porém, o de 9,12:1,0 obtido no tratamento controle, comparativamente aos demais tratamentos, indica que, neste lote, a metodologia alimentar adotada não foi adequada, pois parte do alimento ofertado não foi aproveitada pelos peixes, elevando o valor da conversão alimentar.

É importante registrar que durante o período experimental foi constatado na garoupa-verdadeira o mesmo “comportamento tímido” já descrito para outros peixes do gênero

*Epinephelus* por Botero & Ospina (2003). Nesse caso os exemplares permanecem agrupados nas laterais e no fundo dos tanques-rede, o que implica em subutilização do espaço disponível nos tanques.

Segundo APEC (2001) os parâmetros ambientais ideais para o cultivo de garoupas são: salinidade entre 20 e 32‰, temperatura da água entre 26 e 32°C, amônia inferior a 0,1 mg/L, pH entre 7,5 e 8,3 e teor de oxigênio dissolvido acima de 4 mg/L. Em estudo preliminar, Gracia-Lopez & Castello-Orvay (2003) afirmaram que a espécie *E. marginatus* possui ampla tolerância à flutuação de variáveis ambientais como salinidade e temperatura e não apresentam mortalidade em águas com flutuação de salinidade entre 20 e 35‰ e temperatura da água entre 20 e 26°C.

A relação entre a salinidade e a pluviometria observada neste estudo foi a mesma constatada por Arulampalam et al. (1998), em cultivos de garoupas na Malásia. Esses autores destacaram que as garoupas cultivadas suportavam bem, isto é, sem registro de mortalidade, estas flutuações na salinidade. Os valores de salinidade, transparência e temperatura da água obtidos neste trabalho estiveram dentro dos intervalos ideais para o cultivo de *E. marginatus*.

A inversão sexual induzida de fêmeas de *Epinephelus marginatus* mais efetiva é a realizada com o uso do hormônio 17-alfa-metiltestosterona, na dosagem de 1 mg/kg de peso corporal, administrada via oral com o alimento.

O hormônio 17-alfa-metiltestosterona proporciona efeito anabolizante e eleva o ganho de peso dos exemplares tratados nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AHMAD, T.A.; EL-ZAHAR, C.; WUAN, T.O. Nursing and production of the grouper *Epinephelus coioides* at different stocking densities in tanks and sea cages. **Asian Fisheries Society**, v.12, n.2, p. 154-161, 1999. [ [Links](#) ].

ALAM, M.A.; BHANDARI, R.K.; KOBAYASHI, Y.; SOYANO, K.; NAKAMURA, M. Induction of sex change within two full moons during breeding season and spawning in grouper. **Aquaculture**, v.255, p.532-535, 2006. [ [Links](#) ].

ANDRADE, A.B.; MACHADO, L.F.; HOSTIM-SILVA, M.; BARREIROS, J.P. Reproductive biology of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (LOWE, 1834). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, n.3, p.373-381, 2003. [ [Links](#) ].

ASIA-PACIFIC ECONOMIC COOPERATION – APEC. SEAFDEC **Husbandry and health management of grouper**. Philippines, 2001. 94p. [ [Links](#) ].

ARULAMPALAM, P.; YUSOFF, F.M.; SHARIFF, M.; LAW, A.T.; SRINIVASA RAO, P.S. Water quality and bacterial populations in a tropical marine cage culture farm. **Aquaculture Research**, v.29, p.617-624, 1998. [ [Links](#) ].

BARREIROS, J.P. Sexual inversion in *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae, Epinephelinae) nos Açores. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v.5, n.1, p.81-90, 1998. [ [Links](#) ].

BOTERO, J.Y.; OSPINA, J.F. Crecimiento y desempeño general de juveniles silvestres de mero guasa *Epinephelus itajara* (Liechtenstein) mantenidos en jaulas flotantes bajo diferentes condiciones de cultivo. **Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras**, v.32, p.25-36, 2003. [ [Links](#) ].

CHAO, T.M.; CHOW, M. Effect of methyl testosterone on gonadal development of *Epinephelus tauvina* (Forsk.) **Singapore Journal of Primary Industries**, v.18, p.1-14, 1990. [ [Links](#) ].

CHUA, T.E.; TENG, S.K. Economic production of estuary grouper *Epinephelus salmoides* Maxwell, reared in floating net cages. **Aquaculture**, v.20, n.3, p.187-228, 1980. [ [Links](#) ].

FENNESSY, S.T. Reproductive biology and growth of the yellowbelly rockcod *Epinephelus marginatus* (Serranidae) from South-East Africa. **África Journal of Marine Science**, v.28, n.1, p.1-11, 2006. [ [Links](#) ].

GLAMUZINA, B.; SKARAMUCA, B.; GLAVIC N.; KOZUL, V. Preliminary studies on reproduction and early life stages in rearing trial with dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). **Aquaculture Research**, v.29, n.10, p.769-771, 1998. [ [Links](#) ].

GRACIA-LOPEZ, V.G.; CASTELLO-ORVAY, F. Preliminary data on the culture of juveniles of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). **Hidrobiologica**, v.13, n.4, p.321-327, 2003. [ [Links](#) ].

GRIER, H.; NEIDING, C. Gonads and gametes of fishes. In: TIERSCH, T.R.; MAZIK, P.M. (Eds.).

**Cryopreservation in aquatic species**. Louisiana: World Aquaculture Society, 2000. p.1-12. [ [Links](#) ].

KUO, C.M.; TING, Y.Y.; YEH, S.L. Induced sex reversal and spawning of blue-spotted grouper *Epinephelus fario*. **Aquaculture**, v.74, n.1/2p.113-126, 1988. [ [Links](#) ].

LI, G.L.; LIU, X.C.; ZHANG, Y.; LIN, H.R. Gonadal development, aromatase activity and p450 aromatase gene expression during sex inversion of protogynous red-spotted grouper *Epinephelus akaara* (Termminck and Schlegel) after implantation of the aromatase inhibitor, fadrozole. **Aquaculture Research**, v.37, n.5, p.484-491, 2006. [ [Links](#) ].

MACHADO, L.F.; ANDRADE, A.B.; HOSTIM – SILVA, M.; BARREIROS, J.P. Habitat use by the juvenile dusky grouper *Epinephelus marginatus* and relative abundance, in Santa Catarina, Brazil. **Journal of Ichthyology and Aquatic Biology**, v.6, n.4, p.133-138, 2003. [ [Links](#) ].

MARINO, G.; AZZURRO, E.; FINOIA, M.G.; MESSINA, M.T.; MASSARI, A.; MANDICH, A. Recent advances in induced breeding of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). **Ciheam Options Mediterraneennes**, v.47, p.215-225, 2000. [ [Links](#) ].

MARINO, G.; PANINI, E.; LONGOBARDI, A.; MANDICH, A.; FINOIA, M.G.; ZOHAR, Y.; MYLONAS, C.C. Induction of ovulation in captive-reared dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), with a sustained-release GnRH $\alpha$  implant. **Aquaculture**, v.219, p.841-858, 2003. [ [Links](#) ].

PANDIAN, T. J.; SHEELA, S.G. Hormonal induction of sex reversal in fish. **Aquaculture**, v.138, p.1-22, 1995. [ [Links](#) ].

PERERA, A.A. Disappearance of a Nassau grouper spawning aggregation of the southern Mexican Caribbean coast. **Marine Ecology Progress Series**, v.327, p.289-296, 2006. [ [Links](#) ].

QUINITIO, G.F.; CABEROY, N.D.; REYES JR, D.M. Induction of sex change in female *Epinephelus coioides* by social control. **Israeli Journal of Aquaculture**, v.49, p.77-83, 1997. [ [Links](#) ].

QUINITIO, G.F.; TAN-FERMIN, J.D. Possible application of mibolerone for induced sex inversion of grouper *Epinephelus coioides*. **Fisheries Science**, v.67, p. 232-237, 2001. [ [Links](#) ].

SANCHES, E.G. Boas perspectivas para o cultivo de meros, garoupas e badejos no Brasil. **Panorama da Aqüicultura**, v.16, n.93, p. 44-51, 2006. [ [Links](#) ].

SANCHES, E. G. Piscicultura marinha no Brasil: uma alternativa de produção e conservação. **Revista Aqüicultura e Pesca**, p.16-22, 2007a. [ [Links](#) ].

SANCHES, E.G.; AZEVEDO, V.G.; COSTA, M.R. Criação da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Teleostei, Serranidae) alimentada com rejeito de pesca e ração úmida em tanques-rede. **Atlântica**, v.29, n.2, p. 121-126, 2007b. [ [Links](#) ].

SARTER, K.; PAPADAKI, M.; ZANUY, S.; MYLONAS, C.C. Permanent sex inversion in 1-year-old juveniles of the protogynous dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) using controlled-release 17- $\alpha$ -methyltestosterone implants. **Aquaculture**, v.256, p.443-456, 2006. [ [Links](#) ].

SAS INSTITUTE. **User's Guide:** statistics version 6 edition, Cary, 1990. 846p. [ [Links](#) ].

SPEDICATO, M.T.; LEMBO, G.; DI MARCO, P.; MARINO, G. Preliminary results in the breeding of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). **Ciheam Options Mediterraneennes**, v.16, p.131-148, 1995. [ [Links](#) ].

TAN-FERMIN, J.D.; GARCIA, I.M.B.; CASTILLO JR, A.R. Induction of sex inversion in juvenile grouper *Epinephelus suillus*, (Valenciennes) by injections of 17- $\alpha$ -methyltestosterone. **Japanese Journal of Ichthyology**, v.40, p.413-420, 1994. [ [Links](#) ].

WHAYLEN, L.; PATTENGILL-SEMMENS, C.V.; SEMMENS, B.X.; BUSH, P.G.; BOARDMAN, M.R. Observations of a Nassau grouper, *Epinephelus striatus*, spawning aggregation site in Little Cayman, Cayman Islands, including multi-species spawning information. **Environmental Biology of Fishes**, v.70, p. 305-313, 2004. [ [Links](#) ].

YEH, S.L.; DAI, Q.C.; CHU, Y.T.; KUO, C.M.; TING, Y.Y.; CHANG, C.F. Induced sex change, spawning and larviculture of potato grouper, *Epinephelus tukula*. **Aquaculture**, v.228, p.371-381, 2003. [ [Links](#) ].

Data de recebimento: 10/03/2008  
Data de aprovação: 28/11/2008