

BIOLOGIA E AQUICULTURA DO BEIJUPIRÁ: UMA REVISÃO

Santiago HAMILTON ¹; William SEVERI ¹; Ronaldo Olivera CAVALLI ¹

RESUMO

O presente artigo apresenta uma revisão da biologia e estado da arte da criação do beijupirá (*Rachycentron canadum*), espécie nativa do litoral brasileiro que, nos últimos anos, vem sendo alvo de uma série de estudos e iniciativas de aquicultura em nosso país. Os principais resultados das pesquisas sobre alimentação, idade e crescimento, reprodução, larvicultura, engorda, nutrição e alimentação, sanidade e mercado, disponíveis na literatura nacional e internacional até janeiro de 2013, são apresentados e discutidos.

Palavras chave: *Rachycentron canadum*; hábito alimentar; biologia reprodutiva; piscicultura marinha

BIOLOGY AND AQUACULTURE OF COBIA: A REVIEW

ABSTRACT

The present article presents a review of the biology and the state-of-the-art of the culture of cobia (*Rachycentron canadum*), a native species to Brazilian coastal waters, which, in the last few years, has been targeted as a potential candidate for marine fish farming in Brazil. Main research findings related to feeding, age and growth, reproduction, larviculture, growout, nutrition and feeding, diseases and market that were published until January 2013 are presented and discussed.

Keywords: *Rachycentron canadum*; food habit; reproductive biology; marine fish farming

Artigo de Revisão: Recebido em 07/03/2013 – Aprovado em 28/08/2013

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos – CEP: 52.171-900 – Recife – PE – Brasil. e-mail: santihamilton@hotmail.com (autor correspondente)

INTRODUÇÃO

A criação de peixes marinhos no Brasil provavelmente teve início no século XVII, em Pernambuco (SILVA, 1976). Na década de 1930, robalos (*Centropomus*), tainhas ou curimãs (*Mugil*) e carapebas (*Eugerres* e *Diapterus*) eram criadas extensivamente em viveiros de maré nas cidades de Recife e Olinda, sendo sua produção anual estimada em 25 t (SCHUBART, 1936). Não obstante esse início promissor, a piscicultura marinha ainda é incipiente no país, limitando-se às iniciativas de pesquisa, principalmente com o robalo-peva e flecha (*Centropomus parallelus* e *C. undecimalis*) e o linguado (*Paralichthys orbignyanus*) (BALDISSEROTTO e GOMES, 2010) e, mais recentemente, com o beijupirá (*Rachycentron canadum*) (CAVALLI e HAMILTON, 2009; CAVALLI *et al.*, 2011). A possibilidade de criação da tainha (*Mugil liza*), cioba (*Lutjanus analis*), garoupa (*Epinephelus marginatus*), pampo (*Trachinotus marginatus*) e peixe-rei (*Odonthestes argentinensis*) também foi e/ou vem sendo considerada, porém com menor intensidade.

Dentre as diversas espécies com potencial para o desenvolvimento da piscicultura marinha no Brasil, o beijupirá apresenta características consideradas adequadas à criação, como rápido crescimento (ARNOLD *et al.*, 2002; CHOU *et al.*, 2004; BENETTI *et al.*, 2008), facilidade para desovar em cativeiro (FRANKS *et al.*, 2001; ARNOLD *et al.*, 2002; SOUZA-FILHO e TOSTA, 2008; PEREGRINO JR. *et al.*, *In press*), domínio da tecnologia de produção de formas jovens (LIAO e LEAÑO, 2007; BENETTI *et al.*, 2008), carne branca de ótima qualidade (CRAIG *et al.*, 2006; LIAO e LEAÑO, 2007), conversão alimentar relativamente baixa (BENETTI *et al.*, 2008), tolerância à salinidade (ATWOOD *et al.*, 2004; FAULK e HOLT, 2006; RESLEY *et al.*, 2006), resposta positiva à vacinação (LIN *et al.*, 2006) e fácil adaptação ao confinamento e aceitação de dietas extrusadas (CRAIG *et al.*, 2006). Estes fatores, além da intenção de desenvolver a piscicultura marinha no Brasil, influenciaram o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) a investir em projetos-pilotos de criação da espécie, inicialmente em São Paulo e na Bahia (OSTRENSKY e BOEGER, 2008). Posteriormente, surgiram iniciativas em Pernambuco, Rio de Janeiro e Rio Grande do Norte (CAVALLI *et al.*, 2011). Atualmente,

existem quatro laboratórios de produção de formas jovens (larvicultura), um no Rio Grande do Norte, dois em São Paulo, e um na Bahia. Existem, ainda, projetos de engorda em São Paulo (Ilhabela e Ubatuba), no Rio de Janeiro (Angra dos Reis) e na Bahia (Igrapiúna).

Contudo, no Brasil, a espécie não tem recebido a devida atenção no que concerne à sua biologia. No nosso conhecimento, apenas duas publicações específicas a respeito da biologia dessa espécie no país estão disponíveis (LOPES *et al.*, 2001; FELIX e HACKRADT, 2008), e, em relação à aquicultura, temos os artigos de SANCHES *et al.* (2008), CAVALLI e HAMILTON (2009), CAVALLI *et al.* (2011), SAMPAIO *et al.* (2010; 2011), KERBER *et al.* (2011) e GUERRA-SANTOS *et al.* (2012). Diante do potencial do beijupirá como espécie candidata a promover o desenvolvimento da piscicultura marinha no Brasil, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma sinopse do conhecimento atual sobre a biologia e aquicultura dessa espécie.

DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

O beijupirá (*R. canadum*) foi descrito, inicialmente, por Linnaeus, em 1766, como *Gasterosteus canadus*. Pertence à classe dos peixes ósseos, da ordem Perciformes, sendo a única espécie da família Rachycentridae. Antes de ser definida como do gênero *Rachycentron* (Kaup, 1826), aceito até a atualidade, a espécie foi descrita com outras sinonímias, tais como *Scomber niger* (Bloch, 1793), *Centronotus spinosus* (Mitchill, 1815), *Rachycentron typus* (Kaup, 1826), *Naucrates niger* e *Elacate motta* (Cuvier, 1829), entre outras (GILL, 1895).

No Brasil, é comumente conhecido como bijupirá (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980), beijupirá, pirambijú e cação-de-escama (CARVALHO FILHO, 1999). Naquela que provavelmente foi a primeira descrição da espécie em águas brasileiras, PISO e MARCGRAVE (1648) o chamaram de ceixupirá. Segundo COLLETE (2002), os nomes comuns são “cobia”, em inglês; “mafou”, em francês; e “cobie”, em espanhol. Embora em inglês seja mais conhecida como “cobia”, a espécie também é chamada “lemonfish”, “ling” (CAYLOR *et al.*, 1994),

“crabeater”, “sergeantfish” (SMITH, 1897) e “black kingfish” (BIANCHI, 1985).

O beijupirá apresenta de sete a nove espinhos curtos, geralmente oito, na primeira nadadeira dorsal, isolados e não conectados por membrana (COLLETE, 2002). A segunda nadadeira dorsal possui de 26 a 33 raios, sendo a anal similar à segunda dorsal, porém com dois ou três espinhos e entre 22 e 28 raios. A cabeça é grande e achatada. O corpo é alongado e fusiforme e a nadadeira caudal é truncada nos jovens e lunada nos adultos, com o lobo superior ligeiramente mais longo que o inferior. Possui coloração marrom escuro no dorso e nas laterais, apresentando duas faixas longitudinais, de coloração prata, bem definidas nos flancos. Na porção ventral, a coloração é clara, mas as nadadeiras são escuras. As escamas são pequenas e profundamente implantadas na pele. A boca é grande, e a mandíbula prolonga-se mais à frente que a maxila, apresentando dentes aciculares na maxila e mandíbula, palato e língua (GILL, 1895; FIGUEIREDO e MENEZES, 1980; COLLETE, 2002).

Os jovens têm aparência similar às rêmoras (família Echeneidae), embora as larvas apresentem maior similaridade morfológica com o dourado (família Coryphaenidae), principalmente devido ao idêntico padrão de espinhos na cabeça de ambas as espécies, o que não ocorre nas larvas dos echeneídeos (JOHNSON, 1984).

O comprimento máximo alcança 200 cm no ambiente natural, mas exemplares com cerca de 110 cm são mais comuns. O peso máximo registrado para um exemplar capturado foi 61,5 kg no oeste da Austrália (COLLETE, 2002), e 62,2 kg no Golfo do México (FRANKS *et al.*, 1999).

O beijupirá é uma espécie pelágica costeira e circumtropical (BRIGGS, 1960), distribuindo-se por águas tropicais e subtropicais de todos os oceanos, exceto no leste do Pacífico (SHAFFER e NAKAMURA, 1989). No Atlântico ocidental, estende-se de Massachusetts, EUA, à Argentina (FIGUEIREDO e MENEZES, 1980).

Podem ser encontrados sobre fundos de lama, rochas, areia e cascalho, em ambientes de recife de corais e estuários (SHAFFER e NAKAMURA, 1989) e, ainda, próximos a naufrágios, boias,

plataformas de petróleo ou objetos à deriva (ARNOLD *et al.*, 2002). Também são frequentemente vistos nadando junto a tartarugas, raias (GRANT e FERRELL, 1993) e meros (FELIX e HACKRADT, 2008), com os quais apresentam associação, provavelmente aproveitando-se da suspensão do sedimento para alimentar-se de organismos demersais ou bentônicos (SMITH e MERRINER, 1982).

Trata-se de uma espécie pouco encontrada no comércio devido à sua baixa captura pela pesca. Por formar pequenos cardumes, de cinco a 10 peixes (CARVALHO FILHO, 1999), a captura ocorre de forma acidental, não havendo uma pesca específica. A captura mundial em 2010 foi de 11.944 t, sendo as Filipinas o maior produtor, com 3.033 t (FAO, 2012). No Brasil, a pesca em 2010 produziu 923 t, o que representa cerca de 0,2% do total de peixes marinhos pescados no país, que foi de 465.455 t (BRASIL, 2012). Em 2007, os principais estados produtores foram Pará, Ceará e Bahia (BRASIL, 2007).

BIOLOGIA

Reprodução

O beijupirá é uma espécie que desova preferencialmente na primavera e verão. LOTZ *et al.* (1996) concluíram que o beijupirá realiza desovas múltiplas ou parceladas ao longo da temporada reprodutiva, a qual, no hemisfério norte, se estende de abril a setembro. Embora a reprodução na costa sul dos EUA ocorra durante a primavera e o verão (BIESIOT *et al.*, 1994; BROWN-PETERSON *et al.*, 2001), a elevação do índice gonadossomático entre maio e julho indica o aumento das desovas nesse período (BROWN-PETERSON *et al.*, 2001). Na Bahia, as primeiras desovas naturais de reprodutores selvagens mantidos em cativeiro foram registradas em outubro (CARVALHO FILHO, 2006), enquanto que a histologia de exemplares capturados em Pernambuco indicou que o período natural de desova é de outubro a abril (DOMINGUES *et al.*, 2007). Estes resultados indicam que a atividade reprodutiva desta espécie no nordeste do Brasil também ocorre principalmente na primavera e verão.

Os ovos e as larvas do beijupirá são planctônicos. Larvas de 1,5 cm foram encontradas

a mais de 30 milhas da costa, evidenciando a migração para águas abertas para a reprodução (CARVALHO FILHO, 1999). Posteriormente, os jovens retornam para águas costeiras à medida que crescem (DAWSON, 1971; CARVALHO FILHO, 1999). Por outro lado, a presença de ovos nas imediações da Baía de Chesapeake, EUA, indica que a reprodução também ocorre em áreas próximas a baías (JOSEPH *et al.*, 1964), com juvenis sendo encontrados no interior destas, como na Baía de Todos os Santos, Bahia (LOPES *et al.*, 2001).

RICHARDS (1967) relata que, na Baía de Chesapeake, EUA, os machos alcançaram a maturidade no segundo ano de vida, com comprimento furcal (CF) de 51,8 cm e peso de 1,14 kg, enquanto as fêmeas somente alcançaram aos três anos, com 69,6 cm de CF e 3,27 kg de peso. VELDE *et al.* (2010) estimaram o tamanho médio de primeira maturação (L_{50}) para fêmeas em 78,4 cm de CF.

Fêmeas com 10 kg podem produzir uma média de 1.800.000 ovos por desova (BROWN-PETERSON *et al.*, 2001; ARNOLD *et al.*, 2002; WEIRICH *et al.*, 2007), enquanto VELDE *et al.* (2010) estimaram a fecundidade média em 2.877.669 ovos. Os ovos são esféricos (diâmetro médio de 1,2 a 1,4 mm), fortemente pigmentados, e eclodem após cerca de 26 horas quando mantidos a 29°C. Os ovos fertilizados são livres, transparentes e flutuantes (LEFEBVRE e DENSON, 2012).

Hábito Alimentar

KNAPP (1951) e MEYER e FRANKS (1996) classificam o beijupirá como uma espécie carnívora de hábito predador oportunista. Ao encontrar diversos itens alimentares nos estômagos de 22 exemplares capturados na costa do Texas, EUA, KNAPP (1951) destacou a voracidade e preferência por peixes, tanto de hábitos demersais como pelágicos, embora aparentemente haja predileção pelos primeiros. DARRACOTT (1977) verificou que beijupirás do oceano Índico tinham preferência por crustáceos, já que estes foram encontrados em 100% dos estômagos com alimento, enquanto a frequência de ocorrência de peixes e moluscos foi 50% e 23%, respectivamente. No oceano Índico ocidental, RANDALL e BISHOP (1967) constataram que o

beijupirá é raramente capturado, sendo o conteúdo estomacal do único exemplar obtido composto por duas espécies de peixe do gênero *Lactophrys* (Família Ostraciidae).

FRANKS *et al.* (1996) descreveram que os principais itens alimentares de juvenis no norte do Golfo do México eram peixes ósseos, crustáceos e cefalópodes, enquanto os adultos apresentavam hábito diferenciado dos juvenis, alimentando-se, principalmente, de crustáceos da família Portunidae (MEYER e FRANKS, 1996). De forma similar, na Baía de Chesapeake, EUA, os principais itens consumidos foram dois crustáceos da família Portunidae, *Callinectes sapidus* e *Ovalipes ocellatus* (ARENDRT *et al.*, 2001). Na Baía de Todos os Santos, Brasil, LOPES *et al.* (2001) analisaram o conteúdo estomacal de três juvenis e verificaram a preferência por crustáceos decápodes. Recentemente, FINES e HOLT (2010) comprovaram que juvenis de beijupirá são capazes de digerir a quitina, transformando-a em N-acetilglicosamina, o que permite a utilização de ingredientes ricos em quitina como fonte de carboidrato em dietas comerciais (LU e KU, 2013).

Idade e crescimento

Embora não apresente dimorfismo sexual aparente (SHAFFER e NAKAMURA, 1989), as fêmeas apresentam crescimento mais acelerado que os machos no ambiente natural. Fêmeas capturadas no nordeste do Golfo do México apresentavam maiores CF (1.651 mm) e peso (62,2 kg) do que os machos (1.450 mm; 29,0 kg) (FRANKS *et al.*, 1999). Estes autores também encontraram CF superiores para as fêmeas com idade entre um e nove anos, enquanto que nas maiores classes de comprimento (entre 1.450 e 1.650 mm), as fêmeas representaram 100% dos exemplares amostrados. Padrão similar foi relatado por RICHARDS (1967) e SMITH (1995).

AQUICULTURA

O primeiro relato sobre a criação do beijupirá ocorreu nos EUA, quando HASSLER e RAINVILLE (1975) coletaram ovos na natureza e mantiveram exemplares vivos no laboratório por 131 dias. Entretanto, foi somente no início dos anos 1990 que a primeira desova em cativeiro foi obtida em Taiwan, o que permitiu a criação de larvas (LIAO *et al.*, 2004; KAISER e HOLT, 2005).

A partir da disponibilidade de juvenis e dos bons resultados na engorda, a produção naquele país cresceu exponencialmente (LIAO *et al.*, 2004; MIAO *et al.*, 2009), fazendo com que outros países se interessassem na aquicultura dessa espécie. Em 2010, a produção mundial da aquicultura foi estimada em 40.767 t, o que representa cerca de quatro vezes a produção da pesca (FAO, 2012). China, Taiwan e Vietnã são os principais produtores, mas existem relatos sobre o desenvolvimento da criação desta espécie em outros países (LIAO e LEAÑO, 2007; BENETTI *et al.*, 2008; FAO, 2013).

Como a aquicultura do beijupirá é uma atividade relativamente recente, ainda existem importantes lacunas no seu ciclo produtivo. Estas incluem a ausência de laboratórios de produção de juvenis com esquemas de biossegurança e com a devida diversidade genética, uma produção limitada e inconsistente de ovos e juvenis de qualidade, e limitações referentes aos sistemas de engorda (HOLT *et al.*, 2007), além do desconhecimento das necessidades nutricionais que permitam a formulação de dietas específicas (CRAIG *et al.*, 2006; FRASER e DAVIES, 2009). Há, também, a necessidade de desenvolvimento de mercado (CAVALLI *et al.*, 2011; NHU *et al.*, 2011).

Reprodução em cativeiro

Diversos métodos têm sido aplicados na obtenção de desovas em cativeiro. Na Carolina do Sul, EUA, adultos desovaram naturalmente dois a três dias após terem sido capturados no mar (WEIRICH *et al.*, 2007). A desova espontânea de juvenis capturados no mar e criados em cativeiro até a maturação sexual também teve sucesso no Texas, EUA (ARNOLD *et al.*, 2002), em Taiwan (LIAO *et al.*, 2004), e no Brasil, na Bahia (CARVALHO FILHO, 2006) e em Pernambuco (PEREGRINO JR. *et al.*, *In press*).

A indução hormonal da desova pode ser realizada por aplicações intramusculares de gonadotrofina coriônica humana (HCG), do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) ou do análogo do hormônio liberador do hormônio luteinizante (LHRHa) (FRANKS *et al.*, 2001; KILDUFF *et al.*, 2002; NHU *et al.*, 2011). Estes hormônios são injetados intramuscularmente em dose única ou múltipla. O HCG é normalmente usado na dosagem de 275 UI kg⁻¹ (KAISER e

HOLT, 2005), enquanto a dose de LHRHa é de 20 µg kg⁻¹ para as fêmeas e 10 µg kg⁻¹ para os machos (NHU *et al.*, 2011). Os implantes intramusculares geralmente contêm 150 µg de GnRHa de salmão (KILDUFF *et al.*, 2002) ou de 100 a 200 µg de GnRHa (WEIRICH *et al.*, 2007).

Outra possibilidade de induzir a desova em cativeiro é por meio da manipulação ambiental, principalmente do fotoperíodo e temperatura. GAUMET *et al.* (2007) e PEREGRINO JR. *et al.* (*In press*) relataram que o período de desova se estendeu além do observado em condições naturais, o que pode estar relacionado ao fornecimento constante de alimentos de qualidade e à manutenção de condições ambientais favoráveis. LIAO *et al.* (2004), NHU *et al.* (2011) e STIEGLITZ *et al.* (2012a) relataram a ocorrência de desovas durante o inverno, o que demonstra a possibilidade de expansão do período de desovas. Adultos podem ser induzidos a desovar com o aumento do fotoperíodo, de 10 para 14 h diárias de luz, paralelamente ao aumento da temperatura da água, de 20°C para 26-27°C (KAISER e HOLT, 2005).

No Brasil, exemplares da geração F1, com peso médio de 5,4 kg e idade inferior a 20 meses, entraram em processo de vitelogenese e maturação final dos gametas e desovaram naturalmente nas mesmas condições que a geração parental, porém mais precocemente (SOUZA-FILHO e TOSTA, 2008). Estes autores destacam que a precocidade sexual dos animais aparentemente não afetou a qualidade dos ovos e larvas.

Os reprodutores são alimentados diariamente, geralmente com alimentos de origem marinha frescos ou congelados, como peixes (sardinha e cavalinha, p.ex.), lulas e camarões. A suplementação de vitaminas e minerais duas vezes por semana, a uma taxa de 1% da alimentação diária, também é recomendada (BENETTI *et al.*, 2008; STIEGLITZ *et al.*, 2012a). A quantidade diária de alimento ofertada é de 2 a 5% da biomassa (NHU *et al.*, 2011; PEREGRINO JR. *et al.*, *In press*). Três meses antes do início do período reprodutivo inicia-se o fornecimento diário de um suplemento com óleo de fígado de lula ou de pescado, vitaminas e premix mineral (NHU *et al.*, 2011).

NGUYEN *et al.* (2010) relataram que fêmeas alimentadas com uma dieta formulada apresentaram desempenho reprodutivo comparável ao de fêmeas alimentadas com peixes. Apesar disso, maiores níveis de ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) foram detectados nos ovos de fêmeas alimentadas com peixes. Estes resultados são importantes ao considerarmos que as larvas de beijupirá provavelmente exigem altos níveis de HUFA na dieta, uma vez que os ácidos docosahexaenóico (22:6n-3; DHA), eicosapentaenóico (20:5n-3; EPA) e araquidônico (20:4n-6; ARA) correspondem a cerca de 80% dos HUFA dos ovos e larvas recém-eclodidas (HOLT *et al.*, 2007).

Larvicultura

A criação intensiva de larvas em laboratório utiliza sistemas de manejo de água semi-estáticos ou de recirculação (HASSLER e RAINVILLE, 1975; HITZFELDER *et al.*, 2006; HOLT *et al.*, 2007; SCHWARZ *et al.*, 2007). As larvas são criadas, geralmente, em tanques circulares de fibra de vidro, com volume de 300 L (SCHWARZ *et al.*, 2007) até 12.000 L (BENETTI *et al.*, 2008), em água com salinidade 35, temperatura entre 27 a 28°C, fotoperíodo de 13 h diárias de luz e aeração constante (SCHWARZ *et al.*, 2007), sendo recomendada a densidade inicial de 10 larvas L⁻¹ (HITZFELDER *et al.*, 2006).

Nos primeiros dias pós-eclosão, as larvas se alimentam exclusivamente do vitelo, cuja qualidade depende diretamente da alimentação oferecida aos reprodutores (FAULK e HOLT, 2008). Do 3º ao 7º dia após a eclosão (DAE), as larvas são alimentadas com o rotífero *Brachionus plicatilis* enriquecido, enquanto náuplios recém-eclodidos de *Artemia* são fornecidos do 6º ao 9º DAE. A partir do 9º DAE, metanáuplios de *Artemia* enriquecidos com HUFA são então ministrados até o completo fornecimento de microdietas inertes (HOLT *et al.*, 2007). Para se alcançar maiores taxas de crescimento e sobrevivência durante a transição do alimento vivo para dietas inertes ("desmame"), as larvas recebem, do 16º até o 24–26º DAE, uma mistura de *Artemia* enriquecida e microdietas. Durante toda a larvicultura, a adição das microalgas *Nannochloropsis oculata* e *Isochrysis galbana* resultam no aumento da taxa de sobrevivência

das larvas (HOLT *et al.*, 2007). GAUMET *et al.* (2007) e SCHWARZ *et al.* (2008) não observaram diferenças na produção de larvas com o uso de pasta de *N. oculata* em substituição à microalga viva.

O uso de náuplios de *Artemia* de menor tamanho (estirpe AF) pode reduzir o período de fornecimento de rotíferos sem afetar a sobrevivência e crescimento das larvas (SCHWARZ *et al.*, 2008). NHU *et al.* (2009) sugerem a utilização de *Artemia* no estágio de "umbrela" (quando a *Artemia* está livre do córion, mas ainda com a membrana de eclosão) para diminuir ou até substituir completamente o uso de rotíferos na larvicultura.

Assim como em outras espécies de peixes marinhos, a substituição total do alimento vivo por microdietas não é possível na larvicultura do beijupirá. O fornecimento de uma microdieta específica para larvas de peixes marinhos como único alimento para larvas recém-eclodidas de beijupirá resultou em 100% de mortalidade no 9º DAE (TANG *et al.*, 2010). Por outro lado, de acordo com os mesmos autores, a sobrevivência no 9º DAE das larvas alimentadas com rotíferos e *Artemia* foi de 44%, enquanto 100% das larvas em jejum morreram no 7º DAE. Essa diferença de dois dias sugere que a microdieta teria sido digerida pelas larvas, mesmo que parcialmente, mas isso não teria sido suficiente para mantê-las vivas após o 9º DAE.

A larvicultura extensiva tem sido realizada principalmente em viveiros ou tanques externos, como ocorre comercialmente em Taiwan (LIAO *et al.*, 2004) e no Vietnã (NHU *et al.*, 2011), e experimentalmente nos EUA (WEIRICH *et al.*, 2004; 2007). Os viveiros são fertilizados a fim de promover o desenvolvimento do plâncton. Após absorverem o vitelo, o que geralmente ocorre no 3º DAE, as larvas se alimentam de rotíferos, protozoários e náuplios de copépodos (TANG *et al.*, 2006) até o 20º DAE. Os peixes passam, então, para o berçário, que pode ser dividido em três etapas. Na primeira, do 20º ao 45º DAE, larvas de aproximadamente 0,2 g passam a receber dietas flutuantes e, pelo menos uma vez por semana, sofrem uma seleção a fim de padronizar o tamanho e minimizar o canibalismo. Ao alcançarem de 2 a 5 g, tem início a segunda

etapa do berçário, do 45° ao 75° DAE, com os peixes sendo transferidos para viveiros maiores ($\geq 300 \text{ m}^2$), onde serão alimentados de cinco a seis vezes por dia até atingirem cerca de 30 g. Na etapa final (75° ao 150° DAE), os beijupirás são mantidos em viveiros de terra ou em gaiolas (ou tanques-rede) até atingirem de 600 a 1.000 g (LIAO *et al.*, 2004). A fase de berçário pode ser desenvolvida, também, em sistema de recirculação em condições intensivas, produzindo, após quatro semanas, juvenis de 75 g (peso inicial de 7 g) a uma densidade de 370 peixes m^{-3} (LIAO *et al.*, 2004).

Em comparação com a larvicultura intensiva, a sobrevivência nos sistemas extensivos tende a ser mais baixa, normalmente entre 5 e 8%, mas as taxas de crescimento são bem mais altas (WEIRICH *et al.*, 2004). Em seu estudo pioneiro, HASSLER e RAINVILLE (1975) indicavam que o crescimento das larvas era maior quando alimentadas com zooplâncton selvagem, principalmente copépodos, em comparação àquelas alimentadas com rotíferos e *Artemia*.

O transporte de juvenis dos laboratórios de produção para as estruturas de engorda é uma etapa crucial no processo produtivo (LIAO *et al.*, 2004). Em um espaço de tempo relativamente curto, os peixes são expostos simultaneamente a uma série de fatores estressantes, como captura, manuseio, confinamento em altas densidades e, eventualmente, à baixa qualidade da água, principalmente redução do pH (COLBURN *et al.*, 2008) e aumento das concentrações de compostos nitrogenados (RODRIGUES *et al.*, 2007). Essa condição pode afetar não só a sobrevivência dos juvenis de beijupirá, mas também o desempenho posterior. RODRIGUES *et al.* (2007) estimaram que a concentração letal para 50% da população ($\text{LC}_{50-96 \text{ h}}$) de juvenis de beijupirá, com peso médio de 1,74 g, seria 1,13 ppm de $\text{NH}_3\text{-N}$.

Ao analisar os efeitos da densidade e temperatura, COLBURN *et al.* (2008) concluíram que, para transportes com duração máxima de 24 h, a densidade não deve exceder 20 kg m^{-3} e a temperatura deveria ser mantida entre 19 e 25°C. Como salinidades mais baixas que a marinha podem minimizar a mortalidade durante o transporte de peixes marinhos por meio da redução da demanda metabólica (LIM *et al.*, 2003),

é compreensível que STIEGLITZ *et al.* (2012b) tenham encontrado que a sobrevivência de juvenis de beijupirá (pesando 1,65 g) transportados em salinidade 12 tenha sido maior que na salinidade 32. NHU *et al.* (2011) descrevem que, no Vietnã, transportes com 35 h de duração são preferencialmente realizados em tanques de 1.000 L, com aeração, em densidades de 3 a 5 juvenis de 6-7 cm L^{-1} e temperatura de 23-24°C. Para transportes com até 12 h, uma opção é o uso de sacos plásticos de 50 L (20 L de água do mar + 30 L de oxigênio) na temperatura de 25°C e densidade de 20 juvenis de 5 cm L^{-1} .

Engorda

O principal sistema de engorda de beijupirá no mundo utiliza gaiolas de diversos tamanhos e formas, as quais são instaladas em áreas protegidas, como baías ou enseadas, ou em mar aberto (LIAO e LEAÑO, 2007; BENETTI *et al.*, 2010; NHU *et al.*, 2011). Gaiolas de pequeno tamanho construídas de madeira são utilizadas em ambientes com baixa hidrodinâmica (LIAO *et al.*, 2004; NHU *et al.*, 2011). Já em ambientes com maior energia, como no mar aberto, gaiolas flutuantes, de formato circular, fabricadas em polietileno de alta densidade, são geralmente utilizadas. Em áreas com ocorrência de tufões ou furacões, gaiolas submersíveis com formato trapezoidal-octogonal têm sido testadas (BENETTI *et al.*, 2010).

Embora os taiwaneses prefiram estocar as gaiolas com peixes entre 600 e 1.000 g (LIAO *et al.*, 2004), BENETTI *et al.* (2010) estocaram juvenis com apenas 3 g em gaiolas no mar aberto, enquanto SAMPAIO *et al.* (2011) transferiram peixes com 1,5 g para gaiolas-berçário instalados numa baía. A densidade de estocagem geralmente varia de três a seis juvenis por m^3 ; por exemplo, BENETTI *et al.* (2010) encontraram que, após cerca de 12 meses, a densidade de 3 peixes m^{-3} resultou em peixes com 6 kg, enquanto que na densidade de 5 m^{-3} os peixes alcançaram 3,5 kg, embora a produtividade final tenha sido de 5 e 15 kg m^{-3} , respectivamente. Essas diferenças não se deveram apenas à densidade, mas também à temperatura média da água (27,8°C versus 25,5°C).

A temperatura da água também é um fator importante a ser considerado. SHAFFER e

NAKAMURA (1989) indicam que o beijupirá é naturalmente encontrado em águas com temperaturas entre 16,8 e 32°C, mas SUN *et al.* (2006), NAKAMURA (2007), SCHWARZ *et al.* (2007) e YU e UENG (2007) observaram, em criação, desempenho superior na faixa de 27 a 29°C. O beijupirá diminui a atividade alimentar em temperaturas de 20-21°C, e para de se alimentar com 16°C. Altas mortalidades ocorrem em temperaturas abaixo dos 16°C (ATWOOD *et al.*, 2004; LIAO e LEAÑO, 2007) e acima de 36°C (MIAO *et al.*, 2009). Analisando fazendas de criação de beijupirá em Taiwan, MIAO *et al.* (2009) encontraram maior lucratividade naquelas com maior temperatura média da água. Analisando a temperatura média da superfície do mar na costa brasileira no período 2005-2009, LIMA *et al.* (2012) sugeriram que a criação do beijupirá poderia ocorrer durante todo o ano, exceto na região sul, onde só seria possível durante seis meses, devido à temperatura mínima no outono/inverno situar-se entre 16 e 19°C. A área entre o litoral norte da Bahia e o do Maranhão é considerada altamente recomendável, enquanto os litorais do sul da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo teriam certa restrição, já que a temperatura da água no inverno varia entre 19 e 27°C. SAMPAIO *et al.* (2011) confirmaram esta condição, entretanto, produziram beijupirás com peso médio de 4,2 kg após 12 meses de criação em gaiolas instaladas na costa fluminense.

Apesar da existência de projetos de engorda na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro e São Paulo (CAVALLI *et al.*, 2011), até o momento, a produção de beijupirá pela aquicultura brasileira foi de apenas 49 t, em 2009 (BRASIL, 2010). Este volume relativamente pequeno se deve a uma série de gargalos na cadeia produtiva, como baixa qualidade e variabilidade na composição das dietas disponíveis no mercado nacional, instabilidade na produção de juvenis em laboratório, incidentes de colisões de embarcações contra gaiolas em mar aberto (o que se agrava pela inexistência de seguro para esta atividade no Brasil), escassez de pessoal técnico qualificado na atividade (em especial em relação à sanidade), inexistência de legislação trabalhista específica para a aquicultura em mar aberto, e os altos custos para a importação de equipamentos e embarcações especializadas

(CAVALLI *et al.*, 2011). Especificamente em relação à piscicultura em mar aberto, a atividade só é financeiramente atrativa com um número relativamente grande de unidades de produção, o que a torna uma atividade restrita a produtores de médio/grande porte (DOMINGUES, 2012).

Além da criação em gaiolas no mar, outra alternativa é a criação do beijupirá em viveiros estuarinos. Como o Brasil tem mais de 18.000 ha de viveiros utilizados na criação de camarão, esta é uma opção interessante, até porque a produção de larvas e juvenis de beijupirá em viveiros já é uma realidade (WEIRICH *et al.*, 2004; BENETTI *et al.*, 2008). O sucesso da engorda do beijupirá em viveiros dependerá, porém, da sua capacidade em tolerar as condições ambientais prevalentes nesses ambientes, como variações de salinidade e níveis relativamente altos de material em suspensão. FAULK e HOLT (2006) relataram que as larvas toleram salinidades relativamente baixas (≈ 15). RESLEY *et al.* (2006) observaram que juvenis sobrevivem a salinidade 5, sugerindo a capacidade do beijupirá tolerar salinidades naturalmente encontradas em ambientes estuarinos. Em viveiros na Bahia, peixes com peso inicial de 0,28 kg alcançaram 1,53 kg após quatro meses de criação com sobrevivência de 82% (CARVALHO FILHO, 2010). Outra possibilidade seria a utilização de sistemas de recirculação, os quais, embora tenham um custo elevado, permitem um maior controle de doenças e parasitas, e redução do impacto ambiental.

Nutrição e alimentação

Embora a alimentação responda por 46 a 77% dos custos operacionais na criação do beijupirá (SANCHES *et al.*, 2008; MIAO *et al.*, 2009; DOMINGUES, 2012), estudos sobre as exigências nutricionais e do manejo da alimentação ainda são relativamente escassos. Contudo, três revisões tratando deste tema estão disponíveis (CHEN e LIAO, 2007; FRASER e DAVIES, 2009; CAVALLI e GARCIA, 2012). FRASER e DAVIES (2009) destacam que, apesar do beijupirá ser comercializado com peso acima de 4-5 kg, a maioria dos estudos sobre exigências nutricionais foram realizados com peixes menores que 100 g. Há, portanto, a necessidade de se definir as exigências em peixes maiores, principalmente se considerarmos que é na fase de engorda que a

maior quantidade de ração é utilizada e, conseqüentemente, a que tem maior impacto econômico e ambiental.

As exigências de proteína bruta e lipídios do beijupirá foram estimadas em 44,5% e 5,76% (CHOU *et al.*, 2001), respectivamente (Tabela 1). Na Ásia, dietas contendo de 42 a 45% de proteína bruta e 15-16% de lipídios são fornecidas diariamente na fase de engorda a uma taxa de 0,5 a 0,7% da biomassa (LIAO *et al.*, 2004). Segundo SU *et al.* (2000), o tamanho da ração varia de 1,5 a 18 mm, sendo fornecida diariamente a uma taxa de 4,3 a 8% da biomassa, dependendo do tamanho do peixe. O alto teor de lipídios na dieta se deve à preferência do mercado asiático pelo consumo *in natura* (sushi e sashimi), onde uma carne mais gorda é desejável (CRAIG *et al.*, 2006). Por outro lado, dietas com mais de 15% de lipídios afetam o crescimento e a ingestão de alimento, o que sugere que o

beijupirá prefere proteína a lipídios como fonte de energia. As demais exigências de macro e micronutrientes disponíveis na literatura constam na Tabela 1.

O uso de rejeito de pesca ("trash fish") ou peixes com baixo valor comercial como alimento para o beijupirá é comum na Ásia (NGUYEN *et al.*, 2008; NHU *et al.*, 2011). SU *et al.* (2000) destacam que dietas extrusadas têm composição e valor nutricional mais estáveis, são mais fáceis de transportar, armazenar e fornecer, e têm menores perdas por lixiviação do que o "trash fish", ou seja, poluem menos. Além disso, o desempenho é normalmente superior quando se utilizam dietas extrusadas nutricionalmente balanceadas. NGUYEN *et al.* (2008) obtiveram beijupirás com maior peso final (6,8 versus 3,5 kg) e menor conversão alimentar (2,0 versus 2,4) ao fornecer uma dieta extrusada em comparação ao "trash fish".

Tabela 1. Estimativas de níveis ótimos de macro e micronutrientes para o beijupirá (*Rachycentron canadum*).

Nutriente	Nível ótimo (dieta em base seca)	Fonte
Proteína bruta (PB)	44,5%	CHOU <i>et al.</i> (2001)
Metionina	2,64%	ZHOU <i>et al.</i> (2006)
Lisina	2,33%	ZHOU <i>et al.</i> (2007)
Relação PB/energia	34 mg kJ ⁻¹ de energia metabolizável	WEBB <i>et al.</i> (2010)
Lipídios totais	5,76%	CHOU <i>et al.</i> (2001)
EPA + DHA*	8,0 a 12,0 g kg ⁻¹	CHOU <i>et al.</i> (2001)
Fosfolipídios	≥ 80,0 g kg ⁻¹	NIU <i>et al.</i> (2008a, b)
Carboidratos	≤ 34,0%	WEBB <i>et al.</i> (2010)
Amido	≤ 21,1%	REN <i>et al.</i> (2011)
Colina	696,0 mg kg ⁻¹	MAI <i>et al.</i> (2009)
Ácido ascórbico	44,7 mg kg ⁻¹	XIAO <i>et al.</i> (2010)
Selênio	0,788 mg kg ⁻¹	LIU <i>et al.</i> (2010)
Manganês	21,72 mg kg ⁻¹	LIU <i>et al.</i> (2013)

* Somatório dos ácidos graxos altamente insaturados EPA (eicosapentaenóico, 20:5n-3) e DHA (docosahexaenóico, 22:6n-3).

Sanidade

O beijupirá é suscetível a várias enfermidades causadas por vírus, bactérias e parasitas que também afetam outras espécies de peixes marinhos. Perdas causadas por problemas sanitários são conhecidas em todas as fases de criação (McLEAN *et al.*, 2008; FAO, 2013).

Como ocorre com espécies com um histórico recente na aquicultura, o incremento na produção vem acompanhado de um aumento na incidência de doenças e parasitas. As principais doenças que acometem o beijupirá em cativeiro são de origem bacteriana, como pasteurellosis (causada por *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*), vibrioses (*Vibrio alginolyticus*, *V. parahaemolyticus* e

V. vulnificus) e streptococcosis (*Streptococcus* sp.), e virais, em especial a linfocitose causada por iridovirus (RAJAN *et al.*, 2001; LIAO *et al.*, 2004; McLEAN *et al.*, 2008; FAO, 2013).

As infestações por ectoparasitas também podem causar mortalidade em larga escala. Geralmente, estes organismos se aderem à pele e brânquias dos peixes, causando ulcerações e dificultando a respiração. Os principais ectoparasitas citados são *Cryptocaryon irritans* e *Ichthyobodo* sp. (BUNKLEY-WILLIAMS e WILLIAMS, 2006), *Caligus epidemicus* (HO *et al.*, 2004) e *Trichodina* (LIAO *et al.*, 2004), mas existem relatos de mortalidade ocasionada por *Neobenedenia girellae* em Taiwan (OGAWA *et al.*, 2006) e no Brasil (KERBER *et al.*, 2011). CHEN *et al.* (2001) relatam alta mortalidade associada à infestação por *Sphaerospora* em juvenis criados em gaiolas em Taiwan. A infestação severa pelo dinoflagelado *Amyloodinium ocellatum* pode causar rápida mortalidade (BENETTI *et al.*, 2008; McLEAN *et al.*, 2008). Se os sintomas forem detectados no início da infestação, recomenda-se a imersão dos peixes em formalina (0,03–0,1 mL L⁻¹ por 60 min) ou água doce por 5 min (NHU *et al.*, 2011; PEREGRINO JR *et al.*, *In press*).

Informações sobre os principais problemas sanitários que acometem o beijupirá criado em cativeiro, seus sintomas e as possíveis medidas profiláticas estão disponíveis em FAO (2013). A revisão de McLEAN *et al.* (2008), além de parasitas e doenças, também discute a ocorrência de deformidades.

Somente recentemente, o fornecimento de probióticos, suplementos microbianos vivos que, ao alterarem a microbiota do trato gastrintestinal, podem afetar positivamente o crescimento, a digestão e a imunidade, conferindo melhor resistência às doenças, passaram a ser estudados no beijupirá. GENG *et al.* (2011; 2012) demonstraram que dietas suplementadas com probióticos afetaram não só o crescimento, mas também a sobrevivência de juvenis de beijupirá expostos a *Vibrio harveyi*.

Mercado

Apesar de sua ampla distribuição natural, a baixa captura pela pesca faz com que o beijupirá não seja facilmente encontrado no mercado. O

desconhecimento pelo público consumidor implica na necessidade de investimentos na área de marketing e propaganda, como forma de difundir as suas qualidades (CAVALLI *et al.*, 2011; NHU *et al.*, 2011).

O preço de comercialização do beijupirá produzido em Taiwan, em 1999, e exportado para o Japão variava entre US\$ 5,00 a 6,00 kg⁻¹ (SU *et al.*, 2000). Segundo SCHWARZ e SVENNEVIG (2009), o preço do beijupirá, em 2008, variou de acordo com a região. Na América Central, o peixe inteiro foi vendido por US\$ 13,00 kg⁻¹, e o filé por US\$ 26,00 kg⁻¹, enquanto no Estado da Virgínia, EUA, o filé foi comercializado a US\$ 35,00–40,00 kg⁻¹. Já nas Ilhas Reunião e Mayotte, sul do Oceano Índico, o preço era US\$ 14,28 kg⁻¹ do peixe inteiro e US\$ 31,43 kg⁻¹ do filé. No Brasil, o beijupirá inteiro alcança valores entre R\$ 12,00 e 22,00 kg⁻¹ nos supermercados. SANCHES *et al.* (2008), por exemplo, citam valores praticados em peixarias do litoral norte-paulista e sul-fluminense entre R\$ 15,00 e 18,00 kg⁻¹. Na bacia Camamu-Almada, sudeste da Bahia, o preço médio comercializado pelos pescadores artesanais e pago pelo consumidor final, em 2005, era R\$ 6,00 e 7,50 kg⁻¹, respectivamente (SOUZA e PETRERE JR, 2008). Contudo, é importante destacar que estes valores referem-se a exemplares da pesca, visto que a comercialização no mercado brasileiro de beijupirá produzido pela aquicultura é praticamente inexistente. Em Pernambuco, em 2009, o preço de venda do beijupirá criado alcançou R\$ 15,00 kg⁻¹ (LIMA, 2009), valor superior ao pago por exemplares da pesca.

CONCLUSÃO

Embora a espécie venha sendo considerada como uma excelente opção para o desenvolvimento da piscicultura marinha brasileira, pouco se conhece sobre a sua biologia no país. O fator geográfico influencia o hábito alimentar da espécie e torna evidente a necessidade de estudos que determinem seus padrões reprodutivos e alimentares nas condições ambientais encontradas ao longo do litoral brasileiro. Por outro lado, a criação de uma espécie, além de considerar os padrões naturais, deve ser precedida de experimentação em áreas como reprodução, larvicultura, sanidade, crescimento e nutrição, entre outros temas de

igual importância. Neste processo, o conhecimento a respeito da espécie e da tecnologia de criação em outras partes do mundo e sua adaptação às condições brasileiras pode contribuir para minimizar o tempo para se alcançar o sucesso na atividade.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado para S. Hamilton e de Produtividade em Pesquisa para R. O. Cavalli.

REFERÊNCIAS

- ARENDETT, M.D.; OLNEY, J.E.; LUCY, J.A. 2001 Stomach content analysis of cobia, *Rachycentron canadum*, from lower Chesapeake Bay. *Fishery Bulletin*, 99: 665-670.
- ARNOLD, C.R.; KAISER, J.B.; HOLT, G.J. 2002 Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. *Journal of World Aquaculture Society*, 33(2): 205-208.
- ATWOOD, H.L.; YOUNG, S.P.; TOMASSO, J.R.; SMITH, T.I.J. 2004 Resistance of cobia, *Rachycentron canadum*, juveniles to low salinity, low temperature, and high environmental nitrite concentrations. *Journal of Applied Aquaculture*, 15(3/4): 191-195.
- BALDISSEROTTO, B. e GOMES, L.C. 2010 *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 2ª ed. Santa Maria: Editora da UFSM. 608p.
- BENETTI, D.D.; ORHUN, M.R.; SARDENBERG, B.; O'HANLON, B.; WELCH, A.; HOENIG, R.; ZINK, I.; RIVERA, J.A.; DENLINGER, B.; BACCOAT, D.; PALMER, K.; CAVALIN, F. 2008 Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, 39: 701-711.
- BENETTI, D.D.; O'HANLON, B.; RIVERA, J.A.; WELCH, A.W.; MAXEY, C.; ORHUN, M.R. 2010 Growth rates of cobia (*Rachycentron canadum*) cultured in open ocean submerged cages in the Caribbean. *Aquaculture*, 302: 195-201.
- BIANCHI, G. 1985 *FAO species identification sheets for fishery purposes. Field guide to the commercial marine and brackish-water species of Pakistan*. Roma: FAO. 200p.
- BIESIOT, P.M.; CAYLOR, R.E.; FRANKS, J.S. 1994 Biochemical and histological changes during ovarian development of cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, 92: 686-696.
- BRASIL. 2007 *Estatística da pesca - 2007 - Brasil*. Ministério do Meio Ambiente, IBAMA Coordenação-Geral de Gestão de Recursos Pesqueiros. Brasília. 113p.
- BRASIL. 2010 *Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura - Brasil 2008-2009*. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília. 99p.
- BRASIL. 2012 *Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura - Brasil 2010*. Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília. 128p.
- BRIGGS, J.C. 1960 Fishes of worldwide (Circumtropical) distribution. *Copeia*, 1960(3): 171-180.
- BROWN-PETERSON, N.J.; OVERSTREET, R.M.; LOTZ, J.M.; FRANKS, J.S.; BURNS, K.M. 2001 Reproductive biology of cobia, *Rachycentron canadum*, from coastal waters of the southern United States. *Fishery Bulletin*, 99: 15-28.
- BUNKLEY-WILLIAMS, L. e WILLIAMS, E.H. Jr. 2006 New records of parasites for cultured cobia, *Rachycentron canadum* (Perciformes: Rachycentridae) in Puerto Rico. *Revista de Biologia Tropical*, 54(supl. 3): 1-7.
- CARVALHO FILHO, A. 1999 *Peixes da Costa brasileira*. 3ª ed. São Paulo: Ed. Melro. 320p.
- CARVALHO FILHO, J. 2006 O êxito da primeira desova do bijupirá. *Panorama da Aquicultura*, 16(97): 40-45.
- CARVALHO FILHO, J. 2010 Bijupirá em viveiro de terra. *Panorama da Aquicultura*, 20(120): 46-49.
- CAVALLI, R. O. e HAMILTON, S. 2009 Piscicultura marinha no Brasil com ênfase na produção do beijupirá. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 6: 64-69.
- CAVALLI, R.O. e GARCIA, A.S. 2012 Exigências nutricionais e alimentação do beijupirá. In: FRACALOSSI, D.M. e CYRINO, J.E.P. *Nutriaqua - Nutrição e alimentação de espécies de interesse para*

- a aquicultura brasileira*. Florianópolis, Brasil: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática - AQUABIO. p.269-282.
- CAVALLI, R.O.; DOMINGUES, E.C.; HAMILTON, S. 2011 Desenvolvimento da produção de peixes marinhos em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40: 151-164.
- CAYLOR, R.E.; BIESIOT, P.M.; FRANKS, J.S. 1994 Culture of cobia (*Rachycentron canadum*): cryopreservation of sperm and induced spawning. *Aquaculture*, 125: 81-92.
- CHEN, H.Y. e LIAO, I.C. 2007 Nutritional research and feed development in cobia: status and prospects. In: LIAO, I.C. e LEAÑO, E.M. *Cobia aquaculture: research, development and commercial production*. Taiwan: Asian Fisheries Society. p.89-96.
- CHEN, S.C.; KOU, R.J.; WU, C.T.; WANG, P.C.; SU, F.Z. 2001 Mass mortality associated with a *Sphaerospora*-like myxosporidean infestation in juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (L.), marine cage cultured in Taiwan. *Journal of Fish Diseases*, 24: 189-195.
- CHOU, R.L.; SU, M.S.; CHEN, H.Y. 2001 Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 193: 81-89.
- CHOU, R.L.; HER, B.Y., SU, M.S.; HWANG, G.; WU, Y.H.; CHEN, H.Y. 2004 Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 229: 325-333.
- COLBURN, H.R.; WALKER, A.B.; BERLINSKY, D.L.; NARDI, G.C. 2008 Factors affecting survival of cobia *Rachycentron canadum*, during simulated transport. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39: 678-683.
- COLLETE, B.B. 2002 Rachycentridae. Cobia. In: CARPENTER, K.E. *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the western central Atlantic*. v. 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. Roma: FAO. p.1420-1421.
- CRAIG, S.R.; SCHWARZ, M.H.; MCLEAN, E. 2006 Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. *Aquaculture*, 261: 384-391.
- DARRACOTT, A. 1977 Availability, morphometrics, feeding and breeding activity in a multispecies, demersal fish stock of the western Indian Ocean. *Journal of Fish Biology*, 10: 1-16.
- DAWSON, C.E. 1971 Occurrence and description of prejuvenile and early juvenile Gulf of Mexico cobia, *Rachycentron canadum*. *Copeia*, 1971(1): 65-71.
- DOMINGUES, E.C. 2012 *Viabilidade econômica do cultivo do beijupirá (Rachycentron canadum) em mar aberto em Pernambuco*. Recife. 84p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco). Disponível em: <<http://www.pgpa.ufrpe.br/Trabalhos/2012/T2012ecd.pdf>> Acesso em: 30 jan. 2013.
- DOMINGUES, E.C.; PEREGRINO JR., R.B.; SANTOS, J.C.P.; SEVERI, W.; HAZIN, F.H.V.; HAMILTON, S. 2007 Biologia reprodutiva do beijupirá, *Rachycentron canadum*, capturado no litoral de Pernambucano. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR 12, Florianópolis, 15-19/abr./2007. *Anais...* Associação Brasileira de Oceanografia. CD-ROM.
- FAO. 2012 Fisheries and Aquaculture Department, Statistic and Information Service. FishStatJ: Universal software for fishery statistical time series. Copyright 2011.
- FAO. 2013 Cultured Aquatic Species Information Programme - *Rachycentron canadum* Disponível em: <www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rachycentroncanadum/en> Acesso em: 29 jan. 2013.
- FAULK, C.K. e HOLT, G.J. 2006 Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity. *Aquaculture*, 254: 275-283.
- FAULK, C.K. e HOLT, G.J. 2008 Biochemical composition and quality of captive-spawned cobia *Rachycentron canadum* eggs. *Aquaculture*, 279: 70-76.
- FELIX, F.C. e HACKRADT, C.W. 2008 Interaction between *Rachycentron canadum* and *Epinephelus itajara*, on the Paraná coast, Brasil. *Coral Reefs*, 27: 633.
- FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. 1980 *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*. III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP. 90p.

- FINES, B.C. e HOLT, G.J. 2010 Chitinase and apparent digestibility of chitin in the digestive tract of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 303: 34-39.
- FRANKS, J.S.; GARBER, N.M.; WARREN, J.R. 1996 Stomach contents of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, from the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, 94: 374-380.
- FRANKS, J.S.; WARREN, J.R.; BUCHANAN, M.V. 1999 Age and growth of cobia, *Rachycentron canadum*, from the northeastern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, 97: 459-471.
- FRANKS, J.S.; OGLE, J.T.; LOTZ, J.M.; NICHOLSON, L.C.; BARNES, D.N.; LARSEN, K.M. 2001 Spontaneous spawning of cobia, *Rachycentron canadum*, induced by human chorionic gonadotropin (HCG), with comments on fertilization, hatching, and larval development. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 52: 598-609.
- FRASER, T.W.K. e DAVIES, S.J. 2009 Nutritional requirements of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus): a review. *Aquaculture Research*, 40: 1219-1234.
- GAUMET, F.; BABET, M-C; BETTES, A.; TOULLEC, A.L.; SCHIRES, G.; BOSCH, P. 2007 Advances in cobia, *Rachycentron canadum*, research in La Reunion Island (France): problems and perspectives. In: LIAO, I.C. e LEAÑO, E.M. *Cobia Aquaculture: research, development and commercial production*. Taiwan: Asian Fisheries Society. p.115-129.
- GENG, X.; DONG, X.H.; TAN, B.P.; YANG, Q.; CHI, S.Y.; LIU, H.Y.; LIU, X.Q. 2011 Effects of dietary chitosan and *Bacillus subtilis* on the growth performance, non-specific immunity and disease resistance of cobia, *Rachycentron canadum*. *Fish and Shellfish Immunology*, 31: 400-406.
- GENG, X.; DONG, X.H.; TAN, B.P.; YANG, Q.H.; CHI, S.Y.; LIU, H.Y.; LIU, X.Q. 2012 Effects of dietary probiotics on the growth performance, non-specific immunity and disease resistance of cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture Nutrition*, 18: 46-55.
- GILL, T. 1895 The nomenclature of *Rachicentron* or *Elacate*, a genus of acanthopterygian fishes. *Proceedings of the United States National Museum*, 18(1059): 217-219.
- GUERRA-SANTOS, B.; ALBINATI, R.C.B.; MOREIRA, E.L.T.; LIMA, F.W.M.; AZEVEDO, T.M.P.; COSTA, D.S.P.; MEDEIROS, S.D.C.; LIRA, A.D. 2012 Parâmetros hematológicos e alterações histopatológicas em bijupirá (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) com amyloodinose. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32(11): 1184-1190.
- GRANT, G.S. e FERRELL, D. 1993 Leatherback turtle, *Dermochelys coriacea* (Reptilia: Dermochelidae): Notes on near-shore feeding behavior and association with cobia. *Brimleyana*, 19: 77-81.
- HASSLER, W.W. e RAINVILLE, R.P. 1975 Techniques for hatching and rearing cobia, *Rachycentron canadum*, through larval and juvenile stages. *University of North Carolina Sea Grant Program Publication*, Raleigh, USA. UNC-SG-75-30. 26p.
- HITZFELDER, G.M.; HOLT, G.J.; FOX, J.M; MCKEE, D.A. 2006 The effect of rearing density on growth and survival of cobia, *Rachycentron canadum*, larvae in a closed recirculating aquaculture system. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37(2): 204-209.
- HO, J.S.; KIM, I.H.; CRUZ-LACIERDA, E.R.; NAGASAWA, K. 2004 Sea lice (Copepoda, Caligidae) parasitic on marine cultured and wild fishes of the Philippines. *Journal of Fishery Society of Taiwan*, 31(4): 235-249.
- HOLT, G.J.; FAULK, C.K.; SCHWARZ, M.H. 2007 A review of the larviculture of cobia *Rachycentron canadum*, a warm water marine fish. *Aquaculture*, 268: 181-187.
- JOHNSON, G.D. 1984 Percoidei: development and relationships. In: MOSER, H.G.; RICHARDS, W.J.; COHEN, D.M.; FAHAY, M.P.; KENDALL, A.W.; RICHARDSON, S.L. *Ontogeny and systematics of fishes*. American Society of Ichthyology Herpetologist: Special Publication, 1: p.464-498.
- JOSEPH, E.B.; NORCROSS, J.J.; MASSMANN, W.H. 1964 Spawning of the cobia, *Rachycentron canadum*, in the Chesapeake Bay area, with

- observations of juvenile specimens. *Chesapeake Science*, 5(1/2): 67-71.
- KAISER, J.B. e HOLT, G.J. 2005 Species Profile Cobia. (S.I.): *Southern Regional Aquaculture Center*, Publication 7202, 6 p. Disponível em: <<https://srac.tamu.edu/index.cfm/event/getFactSheet/whichfactsheet/180/>> Acesso em: 23 jan. 2013.
- KERBER, C.E.; SANCHES, E.G.; SANTIAGO, M.; LUQUE, J.L. 2011 First record of *Neobenedenia melleni* (Monogenea: Capsalidae) in sea-farmed cobia (*Rachycentron canadum*) in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 20: 331-333.
- KILDUFF, P.; DUPAUL, W.; OESTERLING, M.; OLNEY, J.; TELLOCK, J. 2002 Induced tank spawning of cobia, *Rachycentron canadum*, and early larval husbandry. *World Aquaculture*, 33: 35-39.
- KNAPP, F.T. 1951 Food habits of the sergeantfish, *Rachycentron canadus*. *Copeia*, 1951(1): 101-102.
- LEFEBVRE, L.S. e DENSON, M.R. 2012 Inshore spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in South Carolina. *Fishery Bulletin*, 110: 397-412.
- LIAO, I.C.; HUANG, T.S.; TSAI, W.S.; HSUEH, C.M.; CHANG, S.L.; LEAÑO, E.M. 2004 Cobia culture in Taiwan: current status and problems. *Aquaculture*, 237: 155-165.
- LIAO, I.C. e LEAÑO, E.M. 2007 *Cobia aquaculture: research, development and commercial production*. Taiwan: Asian Fisheries Society. 178p.
- LIM, B.S.; KAGAWA, H.; GEN, K.; OKUZAWA, K. 2003 Effects of water temperature on the gonadal development and expression of steroidogenic enzymes in the gonad of juvenile red seabream, *Pagrus major*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 28: 161-162.
- LIMA, F. 2009 Estado realiza operação pioneira. *Jornal do Commercio*, Recife, p. 8. Economia, 25 de out. 2009.
- LIMA, L.N.S.S.; BEZERRA, T.R.Q.; HAMILTON, S.; CAVALLI, R.O. 2012 Identificação de regiões favoráveis ao cultivo de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral brasileiro considerando a temperatura como fator determinante. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA 5, Palmas, 01-05/jul./2012. *Anais... Aquabio*. CD-ROM.
- LIN, J.H.Y.; CHEN, T.Y.; CHEN, M.S.; CHEN, H.E.; CHOU, R.L.; CHEN, T.I.; SU, M.S.; YANG, H.L. 2006 Vaccination with three inactivated pathogens of cobia (*Rachycentron canadum*) stimulates protective immunity. *Aquaculture*, 255: 125-132.
- LIU, K.; WANG, X.J.; AI, Q.; MAI, K.; ZHANG, W. 2010 Dietary selenium requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L. *Aquaculture Research*, 41: 594-601.
- LIU, K.; AI, Q.H.; MAI, K.S.; ZHANG, W.B.; ZHANG, L.; ZHENG, S.X. 2013 Dietary manganese requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L. *Aquaculture Nutrition*, 19: 461-467.
- LOPES, P.R.D.; OLIVEIRA-SILVA, J.T.; SENA, M.P. 2001 Ocorrência de *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) (Actinopterygii: Rachycentridae) na Baía de Todos os Santos, Estado da Bahia, Brasil. *Sitientibus Série Ciências Biológicas*, 1(1): 56-59.
- LOTZ, J.M.; OVERSTREET, R.M.; FRANKS, J.S. 1996 Gonadal maturation in the cobia, *Rachycentron canadum*, from the northcentral Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports*, 9: 147-159.
- LU, C.H. e KU, C.C. 2013. Effects of shrimp waste meal on growth performance and chitinase activity in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture Research*, 44: 1190-1195.
- MAI, K.; XIAO, L.; AI, Q.; WANG, X.; XU, W.; ZHANG, W.; LIUFU, Z.; REN, M. 2009 Dietary choline requirement for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 289: 124-128.
- McLEAN, E.; SALZE, G.; CRAIG, S.R. 2008 Parasites, diseases and deformities of cobia. *Ribarstvo*, 66(1): 1-16.
- MEYER, G.H. e FRANKS, J.S. 1996 Food of cobia *Rachycentron canadum* from the northcentral Gulf of Mexico. *Gulf Research Report*, 9: 161-167.
- MIAO, S.; JEN, C.C., HUANG, C.T.; HU, S.H. 2009 Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. *Aquaculture International*, 17: 125-141.

- NAKAMURA, H. 2007 Cobia culture in Okinawa. In: LIAO, I.C. e LEAÑO, E. M, *Cobia aquaculture: research, development and commercial production*. Taiwan: Asian Fisheries Society. p.97-103.
- NGUYEN, Q.H.; SVEIER, H.; BUI, V.H.; LE, A.T.; NHU, V.C.; TRAN, M.T.; SVENNEVIG, N. 2008 Growth performance of cobia, *Rachycentron canadum*, in sea cages using extruded fish feed or trash fish. In: YANG, Y.; VU, X.Z.; ZHOU, Y.Q. *Cage aquaculture in Asia: Proceeding of the second international symposium on cage aquaculture in Asia*. Manila, Philippines: Asian Fishery Society. p.42-47.
- NGUYEN, Q.H.; TRAN, T.M.; REINERTSEN, H.; KJØRSVIK, E. 2010 Effects of dietary essential fatty acid levels on broodstock spawning performance and egg fatty acid composition of cobia, *Rachycentron canadum*. *Journal World Aquaculture Society*, 41(5): 687-699.
- NHU, V.C.; DIERCKENS, K.; NGUYEN, T.H.; TRAN, M.T.; SORGELOOS, P. 2009 Can umbrella-stage *Artemia franciscana* substitute enriched rotifers for cobia (*Rachycentron canadum*) fish larvae? *Aquaculture*, 289: 64-69.
- NHU, V.C.; NGUYEN, H.Q.; LE, T.L.; TRAN, M.T.; SORGELOOS, P.; DIERCKENS, K.; REINERTSEN, H.; KJØRSVIK, E.; SVENNEVIG, N. 2011 Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in Vietnam: recent developments and prospects. *Aquaculture*, 315(1-2): 20-25.
- NIU, J.; LIU, Y.J.; TIAN, L.X.; MAI, K.S.; YANG, H.J.; YE, C.X.; ZHU, Y. 2008a The effect of different levels of dietary phospholipids on growth, survival and nutrient composition of early juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture Nutrition*, 14: 249-256.
- NIU, J.; LIU, Y.J.; TIAN, L.X.; MAI, K.S.; YANG, H.J.; YE, C.X.; ZHU, Y. 2008b Effects of dietary phospholipid level in cobia (*Rachycentron canadum*) larvae: growth, survival, plasma lipids and enzymes of lipid metabolism. *Fish Physiology and Biochemistry*, 34: 9-17.
- OGAWA, K.; MIYAMOTO, J.; WANG, H.C.; LO, C.F.; KOU, G.H. 2006 *Neobenedenia girellae* (Monogenea) infection of cultured cobia *Rachycentron canadum* in Taiwan. *Fish Pathology*, 41(2): 51-56.
- OSTRENSKY, A. e BOEGER, W. A. 2008 Principais problemas enfrentados atualmente pela aquicultura Brasileira. In: OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Brasília: FAO. p.135-158.
- PEREGRINO JR, R.B; HAMILTON, S.; DOMINGUES, E.C.; MANZELLA JR, J.C.; HAZIN, F.H.V.; CAVALLI, R.O. In Press. Desempenho reprodutivo do beijupirá (*Rachycentron canadum*) capturado no litoral de Pernambuco. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*.
- PISO, W. e MARCGRAVE, G. 1648 *Historia Naturalis Brasiliae*. Leiden: Franciscus Hack. Amsterdam: Ludovicus Elzevier. 452p.
- RAJAN, P.R.; LOPEZ, C.; LIN, J.H.Y.; YANG, H.L. 2001 *Vibrio alginolyticus* infection in cobia (*Rachycentron canadum*) cultured in Taiwan. *Bulletin of the European Society of Fish Pathologists*, 21(6): 228-234.
- RANDALL, J.E. e BISHOP, B.P. 1967 Food habits of reef fishes of the West Indies. *Studies in Tropical Oceanography*, 5: 665-847.
- REN, M.; AI, Q.; MAI, K.; MA, H.; WANG, X. 2011 Effect of dietary carbohydrate level on growth performance, body composition, apparent digestibility coefficient and digestive enzyme activities of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L. *Aquaculture Research*, 42: 1467-1475.
- RESLEY, M.J.; WEBB, K.A.; HOLT, G.J. 2006 Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, 253: 398-407.
- RICHARDS, C.E. 1967 Age, growth and fecundity of the cobia, *Rachycentron canadum*, from Chesapeake Bay and adjacent Mid-Atlantic waters. *Transaction of the American Fisheries Society*, 96(3): 343-350.
- RODRIGUES, R.V.; SCHWARZ, M.H.; DELBOS, B.C.; SAMPAIO, L.A. 2007 Acute toxicity and sublethal effects of ammonia and nitrite for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 271: 553-557.
- SAMPAIO, L.A.; TESSER, M.B.; WASIELESKY JR, W. 2010 Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e

- carcinocultura marinha. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 102-111.
- SAMPAIO, L.A.; MOREIRA, C.B.; MIRANDA-FILHO, K.C.; ROMBENSO, A.N. 2011 Culture of cobia *Rachycentron canadum* (L) in near-shore cages off the Brazilian coast. *Aquaculture Research*, 42: 832-834.
- SANCHES, E.G.; SECKENDORFF, R.W.V.; HENRIQUES, M.B.; FAGUNDES, L.; SEBASTIANI, E.F. 2008 Viabilidade econômica do cultivo do bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema offshore. *Informações Econômicas*, 38(12): 42-51.
- SCHUBART, O. 1936 Investigações sobre os viveiros do Recife. *Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de Pernambuco*, 1(2): 153-176.
- SCHWARZ, M.H.; McLEAN, E.; CRAIG, S.R. 2007 Research experience with cobia: larval rearing, juvenile nutrition and general physiology. In: LIAO, I.C. e LEAÑO, E.M. *Cobia Aquaculture: Research, Development and Commercial Production*. Taiwan: Asian Fisheries Society. p.1-17.
- SCHWARZ, M.H.; CRAIG, S.R.; DELBOS, B.C.; McLEAN, E. 2008 Efficacy of concentrated algal paste during greenwater phase of cobia larviculture. *Journal of Applied Aquaculture*, 20(4): 285-294.
- SCHWARZ, M.H. e SVENNEVIG, N. 2009 Cobia culture, global production, markets, challenges. *Global Aquaculture Advocate*, 12(1): 28-30.
- SHAFFER, R.V. e NAKAMURA, E.L. 1989 Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). *FAO Fisheries Synopsis*, 153. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report. Washington D.C. 21p.
- SILVA, J.E. 1976 *Fisioecologia do camorim, Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792). *Estudo experimental em ambiente confinado*. São Paulo. 101p. (Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo).
- SMITH, H.M. 1897 The fishes found in the vicinity of Woods Hole. *Bulletin of The United States Fish Commission*, 1897: 85-111.
- SMITH, J.W. e MERRINER, J.V. 1982 Association of cobia, *Rachycentron canadum*, with cownose ray, *Rhinoptera bonasus*. *Estuaries*, 5(3): 240-242.
- SMITH, J.W. 1995 Life history of cobia, *Rachycentron canadum* (Osteichthyes: Rachycentridae), in North Carolina Waters. *Brimleyana*, 23: 1-23.
- SOUZA, T.C.M. e PETRERE, M. 2008 Characterization of small-scale fisheries in the Camamu-Almada basin, southeast state of Bahia, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4): 711-719.
- SOUZA FILHO, J.J.; TOSTA, G.A.M. 2008 Bijupirá: As primeiras desovas da geração F1. *Panorama da Aquicultura*, 18(110): 50-53.
- STIEGLITZ, J.D.; BENETTI, D.D.; HOENIG, R.H.; SARDENBERG, B.; WELCH, A.W.; MIRALAO, S. 2012a Environmentally conditioned, year-round volitional spawning of cobia, *Rachycentron canadum* in broodstock maturation systems. *Aquaculture Research*, 43: 1557-1566.
- STIEGLITZ, J.D.; BENETTI, D.D.; SERAFY, J.E. 2012b Optimizing transport of live juvenile cobia (*Rachycentron canadum*): effects of salinity and shipping biomass. *Aquaculture*, 364-365: 293-297.
- SU, M.S.; CHIEN, Y.H.; LIAO, I.C. 2000 Potential of marine cage aquaculture in Taiwan: cobia culture. In: LIAO, I.C. e LIN, C.K. *Cage aquaculture in Asia. Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia*. Manila: Asian Fisheries Society. p.97-106.
- SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L. 2006 Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 261: 872-878.
- TANG, B.G.; CHEN, G.; SHI, G.; WU, Z.H. 2006 Alimentary canal contents of cobia *Rachycentron canadum* larvae cultured in ponds. *Journal Zhanjiang Ocean University*, 26: 12-16.
- TANG, B.G.; CHEN, G.; WU, Z.H. 2010 Application of a microdiet in cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) larvae rearing. *Aquaculture Research*, 41: 315-320.
- VELDE, T.D.; GRIFFITHS, S.P.; FRY, G.C. 2010 Reproductive biology of the commercially and recreationally important cobia *Rachycentron canadum* in northeastern Australia. *Fishery Science*, 76: 33-43.
- WEBB, K.A.; RAWLINSON, L.T.; HOLT, G.J. 2010 Effects of dietary starches and the protein to

- energy ratio on growth and feed efficiency of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture Nutrition*, 16: 447-456.
- WEIRICH, C.R.; SMITH, T.I.J.; DENSON, M.R.; STOKES, A.D.; JENKINS, W.E. 2004 Pond culture of larval and juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, in the Southeastern United States: initial observations. *Journal of Applied Aquaculture*, 16(1/2): 27-44.
- WEIRICH, C.R.; STOKES, A.D.; SMITH, T.I.J.; JENKINS, W.E.; DENSON, M.R.; TOMASSO, J.R.; CHAPPEL, J.; BURNSIDE, D. 2007 Cobia Aquaculture research in South Carolina, USA: captive reproduction, pond nursery production, and selected environmental requirements of juveniles. In: LIAO, I.C. e LEAÑO, E.M. *Cobia aquaculture: research, development and commercial production*. Taiwan: Asian Fisheries Society. p.19-44.
- XIAO, L.D.; MAI, K.S.; AI, Q.H.; XU, W.; WANG, X.J.; ZHANG, W.B.; LIUFU, Z.G. 2010 Dietary ascorbic acid requirement of cobia, *Rachycentron canadum* Linnaeus. *Aquaculture Nutrition*, 16: 582-589.
- YU, S.L.; UENG, P.S. 2007 Impact of water temperature on growth in cobia, *Rachycentron canadum*, cultured in cages. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgah*, 59(1): 47-51.
- ZHOU, Q.C.; WU, Z.H.; TAN, B.P.; CHI, S.Y.; YANG, Q.H. 2006 Optimal dietary methionine requirement for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 258: 551-557.
- ZHOU, Q.C.; WU, Z.H.; TAN, B.P.; CHI, S.Y.; YANG, Q.H. 2007 Dietary lysine requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 273: 634-640.