



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AROVETERINÁRIAS – CAV
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**RELAÇÕES DA TAXA RNA/DNA E
PARÂMETROS MORFOLÓGICOS
NO CRESCIMENTO DE JUVENIS DE
ROBALO-FLECHA (*Centropomus
undecimalis*) CULTIVADOS**

JOÃO COSTA FILHO

LAGES, 2013

JOÃO COSTA FILHO

**RELAÇÕES DA TAXA RNA/DNA E PARÂMETROS
MORFOLÓGICOS NO CRESCIMENTO DE JUVENIS DE
ROBALO-FLECHA (*Centropomus undecimalis*) CULTIVADOS**

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina - Área de concentração Produção Animal.

Orientador: Dr. Carlos André da Veiga Lima Rosa
Coorientadora: Dr^a. Karim Hahn Lüchmann

**LAGES/SC
2013**

C838r Costa Filho, João
Relações da taxa RNA/DNA e parâmetros
morfológicos no crescimento de juvenis de robalo-
flecha (*Centropomus undecimalis*) cultivados. /
João Costa Filho. - 2013.
46 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Carlos André da Veiga Lima Rosa
Coorientadora: Karim Hahn Lüchmann
Bibliografia: p. 62-67
Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado
de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal, Lages, 2013.

1. Piscicultura. 2. Características biométricas.
3. Razões RNA/DNA. 4. proteína/DNA. I. Costa Filho,
João. II. Rosa, Carlos André da Veiga Lima.
III. Universidade do Estado de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV.
Título

CDD: 639.31 - 20.ed.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do
CAV/UDESC

JOÃO COSTA FILHO

**RELAÇÕES DA TAXA RNA/DNA E PARÂMETROS
MORFOLÓGICOS NO CRESCIMENTO DE JUVENIS DE
ROBALO-FLECHA (*Centropomus undecimalis*) CULTIVADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - CAV/UDESC como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal na área de Produção Animal.

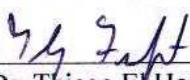
Banca Examinadora

Orientador:



Prof. Dr. Carlos André da Veiga Lima Rosa
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC/CAV

Membro:



Prof. Dr. Thiago El Hadi Perez Fabregat
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC/CAV

Membro:



Prof.^a. Dr.^a. Mere Erika Saito
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC/CAV

Membro:



Prof.^a. Dr.^a. Mônica Yumi Tsuzuki
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC/CCA

Lages/SC, 09/07/2013.

Dedico a toda minha Família,
aos parceiros profissionais e
verdadeiros amigos, que
compartilhei bons momentos
desenvolvendo suporte para
conquista dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - CAV/UEDESC e ao Centro de Educação Superior da Região Sul - CERES/UEDESC, pela oportunidade e execução das etapas do trabalho. A CAPES pelo auxílio financeiro da bolsa de Mestrado.

A todos que estiveram presentes para realização desse trabalho, sou grato, em especial:

Aos professores do CERES/UEDESC Dr. Carlos André da Veiga Lima Rosa e a Dr^a. Karim Hahn Lüchmann, pelas contribuições como orientador e coorientadora relacionadas a esta investigação científica.

A professora do CEO/UEDESC Dr^a. Lenita de Cássia Moura Stefani, por todos os ensinamentos e pelo exemplo de profissional em relação a condução da vida acadêmica e social.

Ao professor do CAV/UEDESC Dr. Thiago El Hadi Perez Fabregat e Dr. Luiz Cláudio Miletti, pelos ensinamentos e utilização do laboratório LABHEV para realização do trabalho.

Ao colega e amigo professor do CERES/UEDESC Ms. Giovanni Lemos de Mello, por disponibilizar informações e oportunidade de participar em trabalhos na área da piscicultura marinha.

Ao pesquisador da EPAGRI Dr. Hilton Amaral Junior, por contribuir com o apoio e suporte financeiro para realização desse trabalho.

A todos os meus amigos, Deise, Dileta, Flavio, Thalita, Tifani, Thiago, Marcos, Ediane, Daniel, Paulo, Anderson, Marck, Ronaldo, Andressa, Daiane, Maurício, Jackson, Wagner, Clarissa e Eliana, por todos os momentos em que estiveram presentes por mais difíceis ou fáceis que tenham sido.

“Quando recebemos um ensinamento devemos recebê-lo como um presente, e não como uma dura tarefa. Eis a diferença que transcende”.

Albert Einstein

RESUMO

COSTA FILHO, João. **Relações da taxa RNA/DNA e parâmetros morfológicos no crescimento de juvenis de robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) cultivados.** 2013. 46 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2013.

A piscicultura marinha e o cultivo do robalo-flecha possuem boas perspectivas para o desenvolvimento comercial no Brasil. Neste sentido, existe a necessidade da ampliação de estudos relacionados com a avaliação do crescimento em robalos, que pode ser realizado por métodos morfológicos ou bioquímicos. A condição nutricional e o crescimento dos peixes podem ser influenciados por vários fatores e suas interações, incluindo a genética e as condições ambientais, como a alimentação, diferentes temperaturas e salinidades. A análise morfológica permite uma investigação das características biométricas, obtidas por meio das dimensões corporais, com base na sua relação matemática pela correlação e equação de regressão linear. Em relação aos métodos bioquímicos, os mais utilizados são a quantificação do DNA, RNA, proteínas e determinação das razões RNA/DNA, proteína/DNA. Uma vez que o metabolismo celular normalmente está relacionado com a situação nutricional do organismo, maiores quantidades desses componentes indicam maior atividade bioquímica das células e síntese proteica. Os resultados deste estudo permitem incrementar informações relacionadas à biologia e ao cultivo dos robalos aperfeiçoando a aplicação das análises biométricas e promovendo um salto inicial para a aplicação de análises bioquímicas, envolvidas com o metabolismo celular, no cultivo do robalo-flecha.

Palavras-chave: Piscicultura. Características biométricas. Razões RNA/DNA e proteína/DNA.

ABSTRACT

COSTA FILHO, João. **Relationships RNA/DNA ratio and morphological parameters on growth of juvenile common snook (*Centropomus undecimalis*) cultivated.** 2013. 46 p. Dissertation (Master in Animal Science) - University the State of the Santa Catarina. Graduate Program in Animal Science, Lages, 2013.

The marine fish farming and culture of snook, *Centropomus undecimalis*, have good prospects for commercial development in Brazil. In this regard, there is a need to expand studies on the evaluation of growth on snook, which can be realized by morphological or biochemical methods. The nutritional status and growth of fish can be influenced by several factors and their interactions, including genetic and environmental conditions, such as diet, different temperatures and salinities. Morphological analysis allows an investigation of the biometric data obtained from the body dimensions which are analyzed based on a mathematical relationship through correlation and linear regression equation. Regarding the biochemical methods, the most used are the quantification of DNA, RNA, proteins and determination of the RNA/DNA, protein/DNA ratios. Once the cell metabolism is usually associated with the nutritional status of the organism higher amounts of these components indicate greater biochemical activity of cells and protein synthesis. The results from this study will provide useful information related to the biology and cultivation of snook, promoting the application of biometric analysis and promoting a jumpstart for the application of biochemical analysis, cellular metabolism involved in the culture snook.

Keywords: Fish farm. Biometric characteristics. RNA/DNA and protein/DNA ratios.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	10
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 AVALIAÇÕES DO CRESCIMENTO EM PEIXES	11
2.1.1 Parâmetros morfológicos	11
2.1.2 Componentes bioquímicos	13
2.2 ASPECTOS NO CULTIVO DOS ROBALOS	15
2.2.1 Características biológicas.....	15
2.2.2 Desempenho zootécnico.....	16
2.2.3 Exigências ambientais no cultivo.....	18
2.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPÍTULO II	29
AVALIAÇÃO NA CONDIÇÃO DO CRESCIMENTO DE JUVENIS DE ROBALO-FLECHA (<i>CENTROPOMUS UNDECIMALIS</i>) CULTIVADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS E SALINIDADES	29
1 INTRODUÇÃO	30
2 MATERIAIS E MÉTODOS	32
2.1 Delineamento experimental	32
2.2 Biometria e amostragem	33
2.3 Isolamento e padronização dos componentes bioquímicos	33
2.4 Análises estatísticas.....	34
3 RESULTADOS	34
3.1 Parâmetros morfológicos	34
3.2 Relações RNA/DNA e Proteína/DNA	35
4 DISCUSSÃO	36
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

CAPÍTULO I

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A produção de peixes marinhos possui grandes perspectivas de crescimento e desta forma é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que possam ser aplicadas nos sistemas de produção. O ponto de partida para o desenvolvimento da piscicultura marinha gira em torno da captação e aperfeiçoamento de tecnologias aplicáveis que são indispensáveis para o desenvolvimento econômico de qualquer atividade. Neste sentido, o cultivo de peixes como o robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) necessita de uma especial atenção por parte da comunidade científica, na tentativa de gerar dados importantes aperfeiçoando o entendimento da manipulação dessa espécie em cativeiro.

As principais avaliações do crescimento de peixes cultivados são realizadas mediante estimativas morfométricas, como a biometria. Essas metodologias são de baixo custo e apresentam boa eficiência para avaliação do crescimento em um sistema de produção. Entretanto a análise de componentes bioquímicos, como ácidos nucleicos, proteínas e as relações RNA/DNA e proteína/DNA, apresentam excelentes resultados do real estado nutricional e condição fisiológica dos organismos aquáticos, pois permitem uma investigação detalhada do crescimento somático em nível celular. Estes parâmetros contribuem para acrescentar informações e potencializar os métodos mais tradicionais de avaliação do crescimento de organismos aquáticos.

No Brasil poucos estudos relacionados aos componentes bioquímicos foram realizados até o momento. Não foi relatada a aplicação dessas técnicas em robalos cultivados e desta forma, é necessária a estruturação de investigações nessa área, uma vez que o território nacional possui uma grande diversidade de organismos marinhos com potencial produtivo. Diante desse quadro o propósito desse trabalho foi desenvolver investigações com o intuito de aperfeiçoar o entendimento dos parâmetros morfológicos e bioquímicos relacionados com a condição nutricional e o crescimento de robalos-flecha cultivados. Os resultados deste estudo permitem o incremento de informações relacionadas à biologia e ao cultivo dos robalos, aperfeiçoando as análises biométricas e promover a aplicação de análises bioquímicas, envolvidas com o metabolismo celular, no cultivo do robalo-flecha.

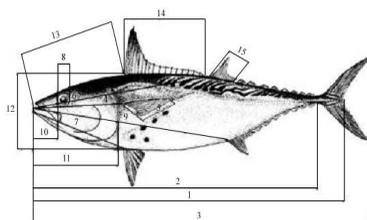
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AVALIAÇÕES DO CRESCIMENTO EM PEIXES

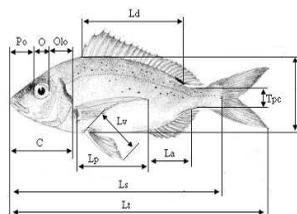
2.1.1 Parâmetros morfológicos

O crescimento dos organismos aquáticos pode ser monitorado por meio da biometria, um método muito utilizado e que apresenta boa eficiência para a sua avaliação (CHERIF et al., 2008; RAEISI et al., 2012). A biometria aplicada aos organismos aquáticos consiste na obtenção de dados morfológicos pelas avaliações das dimensões corporais (BRITTON e SHEPHERD, 2005; MENDES et al., 2006; GÜRKAN, 2008; HAJJEJ et al., 2011; ŠANTIĆ et al., 2011; VARELA et al., 2012). A obtenção de dados biométricos a partir de uma população de indivíduos é uma ferramenta de estudos muito importante (BEYER et al., 2006; HART e ABOWEI, 2007) e normalmente é aplicada em ambientes naturais e cultivados (NAGI et al., 2011; KUMAR et al., 2012). Na Figura 1, são demonstrados alguns estudos conduzidos com a obtenção e análise de características corporais.

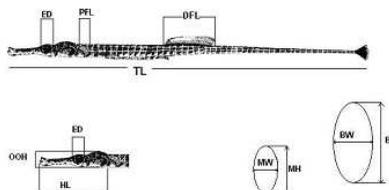
Figura 1 - Estudos realizados com a avaliação de dimensões corporais em organismos aquáticos.



Fonte: HAJJEJ et al., 2011.



Fonte: ŠANTIĆ et al., 2011.



Fonte: GÜRKAN, 2008.

As variáveis ou parâmetros biométricos obtidos das características corporais de uma população podem ser analisadas com base na sua relação matemática (SHANMUGAM et al., 2000; NOWAK et al., 2009). Estas análises são realizadas pelas estimativas do coeficiente de correlação de Pearson e equação de regressão, bem como a montagem de modelos que possam contribuir para a identificação do tipo de crescimento entre duas características, podendo ser isométrico ou alométrico positivo e negativo (CHERIF et al., 2008; LAXMILATHA, 2008; ŠANTIĆ et al., 2011; KUMAR et al., 2012). As regressões são analisadas de acordo com a significância estatística e coeficientes de determinação, que explicam em porcentagem a variação que ocorre entre duas características, promovendo uma maior confiança nos resultados obtidos (YANKOVA et al., 2011; RAEISI et al., 2012).

Se tratando de estudos com diversas espécies de peixes, os parâmetros biométricos contribuem com o progresso na investigação de características relacionadas com a biologia, ecologia (BEYER et al., 2006; LAXMILATHA, 2008; NOWAK et al., 2009; NAGI et al., 2011) e adaptação em diferentes ambientes (CHERIF et al., 2008; SAIKIA, 2012). Em muitos casos essas informações refletem qual o estado do crescimento fisiológico de uma população de indivíduos (LAXMILATHA, 2008; YANKOVA et al., 2011; RAEISI et al., 2012). Da mesma maneira, esses parâmetros resultam em informações importantes, utilizadas como suporte para a identificação taxonômica das espécies (BRITTON e SHEPHERD, 2005; HAJJEJ et al., 2011; RAHIMIBASHAR et al., 2012; TAH et al., 2012) e em alguns casos caracterização genética (GÜRKAN, 2008; HAJJEJ et al., 2011; BENTSEN et al., 2012; SAIKIA, 2012).

Muitos estudos ressaltam a aplicação dos parâmetros biométricos na estimativa da produção de biomassa em populações (MENDES et al., 2006; CHERIF et al., 2008), relação entre diferentes populações separadas por limites geográficos e entre espécies diferentes (GÜRKAN, 2008; LAXMILATHA, 2008; HAJJEJ et al., 2011; KUMAR et al., 2012; SAIKIA, 2012; TAH et al., 2012). Em situações de cultivo, avaliações biométricas resultam em um conjunto de informações que podem ser utilizadas para avaliar o desempenho ou diferenciar peixes dentro de uma população (YANKOVA et al., 2011; TAH et al., 2012), podendo promover a aplicação da seleção de

indivíduos com melhor crescimento (MENDES et al., 2006; BENTSEN et al., 2012).

Com base na literatura atual os parâmetros biométricos foram investigados em muitas espécies de organismos aquáticos com interesse acadêmico (KUMAR et al., 2012; ŠANTIĆ et al., 2011). No entanto, mais estudos com a utilização de outras espécies são necessários para ampliar o entendimento principalmente em relação ao crescimento de peixes tanto em ambiente natural como em situação de cultivo experimental (CHERIF et al., 2008; RAEISI et al., 2012).

2.1.2 Componentes bioquímicos

As avaliações do crescimento possuem grande importância não apenas em ambientes naturais mais também para aperfeiçoar o monitoramento do cultivo de organismos aquáticos (CHÍCHARO e CHÍCHARO, 1995; GWAK et al., 2003; ROBERTS et al., 2011). Alguns métodos bioquímicos permitem essa investigação em nível celular, uma vez que as atividades metabólicas das células normalmente estão relacionadas com o crescimento do organismo (MERCALDO-ALLEN et al., 2008; TONG et al., 2010; ROBERTS et al., 2011). Considerando a importância das características de crescimento em peixes e seu impacto econômico na produção, essas análises podem proporcionar um grande número de informações aplicadas ao cultivo (GWAK et al., 2003; TONG et al., 2010).

O monitoramento da condição nutricional e do crescimento pode ser realizado por meio do isolamento e quantificação dos ácidos nucleicos, como DNA e RNA, e proteínas (ROSSI-WONGTSCHOWSKI et al., 2003; SIVARAMAN et al., 2009), bem como suas principais relações, RNA/DNA e proteína/DNA (CALDARONE et al., 2003; CATALÁN et al., 2007). Quantidades maiores desses componentes bioquímicos possuem relação positiva com o crescimento somático, uma vez que estão envolvidos com a atividade bioquímica das células e com a síntese proteica (BUCKLEY et al., 1999; ESTEVES et al., 2000; CHÍCHARO e CHÍCHARO 2008; MASUDA et al., 2009). A concentração de DNA normalmente possui poucas variações, sendo considerada estática na célula, enquanto a concentração de RNA e das proteínas pode variar de acordo com o estado nutricional ou variações ambientais que os organismos aquáticos estão mantidos (DELL'ANNO et al., 1998; LI et al., 2010). Desta maneira, o RNA

promove a síntese de proteínas e o potencial para as diferentes atividades celulares, como o crescimento (BUCKLEY et al., 1999; GWAK et al., 2003; TANAKA et al., 2008; TONG et al., 2010; ROBERTS et al., 2011).

A obtenção de ácidos nucleicos e proteínas podem ser realizadas por diversos métodos bioquímicos e protocolos de extração, ambos apresentando boa eficiência (ZHOU et al., 2001; CHÍCHARO e CHÍCHARO 2008). Após o isolamento é necessário quantificar os ácidos nucleicos e proteínas para determinação de suas razões. A quantificação dos ácidos nucleicos pode ser realizada pelo método fluorométrico ou espectrofotométrico, enquanto que as proteínas normalmente são quantificadas pelo método de Bradford (BRADFORD, 1976; BUCKLEY et al., 1999; ESTEVES et al., 2000; CALDARONE et al., 2006). A quantificação dos ácidos nucleicos por espectrofotometria foi aplicada em diversos estudos e apresenta bons resultados na sua estimativa (GLÉMET e RODRÍGUEZ, 2007; SIVARAMAN et al., 2009; LI et al., 2010; TONG et al., 2010).

O crescimento dos peixes e seus componentes bioquímicos podem ser influenciados por vários fatores e suas interações, incluindo a genética e as condições ambientais, tais como a alimentação, diferentes temperaturas (MERCADO-ALLEN et al., 2006; GLÉMET e RODRÍGUEZ, 2007; TANAKA et al., 2008) e salinidades (TSUZUKI et al., 2007b; AMARAL JUNIOR et al., 2009; CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009). Nesse sentido o aumento da temperatura interfere no crescimento por estar envolvido com o aumento da taxa metabólica (BUCKLEY et al., 1999; GWAK et al., 2003; MERCADO-ALLEN et al., 2006; GLÉMET e RODRÍGUEZ, 2007; TONG et al., 2010), assim como a salinidade, que possui relação com a osmorregulação e gasto energético (TSUZUKI et al., 2007b). Desta forma existe uma forte relação entre os parâmetros ambientais e o desempenho dos peixes (CATALÁN et al., 2006; MUKHERJEE e JANA, 2007).

Com base nos indicadores bioquímicos, variáveis como a condição nutricional, parâmetros de crescimento e em alguns casos condições ambientais, podem ser relacionadas pelas estimativas do coeficiente de correlação de Pearson e equação de regressão linear (CALDARONE et al., 2003; MERCALDO-ALLEN et al., 2006; CHÍCHARO et al., 2007; GLÉMET e RODRÍGUEZ, 2007). Da mesma maneira é possível criar modelos matemáticos para variáveis de crescimento com base nos componentes bioquímicos obtidos,

complementando informações relacionadas ao cultivo e ambiente natural de organismos aquáticos (TANAKA et al., 2008; SIVARAMAN et al., 2009; YEUNG e YEUNG, 2011).

Vários estudos foram conduzidos com a utilização de componentes bioquímicos, como as relações RNA/DNA e proteína/DNA para avaliar o crescimento em peixes. Dessa forma, os autores desses estudos demonstram a importância da utilização desses métodos frente à avaliação da condição nutricional e do crescimento de organismos aquáticos (CHÍCHARO et al., 1998; MERCALDO-ALLEN et al., 2008; OLIVAR et al., 2009; SIVARAMAN et al., 2009; LI et al., 2010; YEUNG e YEUNG, 2011). Entretanto são necessários mais estudos com a utilização de componentes bioquímicos em outras espécies e outros ambientes (FONSECA et al., 2006; CHÍCHARO E CHÍCHARO, 2008; YEUNG e YEUNG, 2011) como, por exemplo, o robalo-flecha cultivado em diferentes temperaturas e salinidades.

2.2 ASPECTOS NO CULTIVO DOS ROBALOS

2.2.1 Características biológicas

Os robalos possuem hábito alimentar carnívoro composto preferencialmente por crustáceos, mas são considerados predadores oportunistas que variam a alimentação de acordo com a disponibilidade de alimento (CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009). Estudos de conteúdo alimentar com estes peixes encontraram uma grande variedade de itens, tais como peixes, crustáceos, moluscos, ovos de peixe e insetos (BARROSO et al., 2002). As larvas de robalo em estágio inicial sobrevivem consumindo pequenos crustáceos até se consolidarem como peixes carnívoros (CERQUEIRA, 2005).

Em relação ao habitat, Cerqueira (2003) relatou que os robalos são peixes costeiros que realizam deslocamentos constantes entre água salgada e água doce. São considerados peixes marinhos, mas que em suas diferentes fases de vida adentram em estuários e rios de água doce (RIVAS, 1986; BARROSO et al., 2002), habitando profundidades de até 40 m (ALVAREZ-LAJONCHÈRE e TSUZUKI, 2008). Os locais de reprodução são geralmente praias e desembocaduras de rios, sendo que a água salgada é necessária para desova, mas a maturação sexual pode ser realizada em água doce (CERQUEIRA, 2005).

O robalo-peva, *Centropomus paralellus*, possui o corpo mais alto, menos escuro na parte dorsal e a linha lateral menos pigmentada do que o robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (CERQUEIRA, 2005). O robalo-flecha apresenta distinção sexual e pela morfologia externa é difícil diferenciar os machos das fêmeas (CERQUEIRA, 2005). Para observadores bem treinados, é possível perceber diferenças notáveis em fêmeas prestes a desovar, em que a papila urogenital fica bem avermelhada e dilatada. Os períodos quentes são mais favoráveis para a reprodução, as desovas ocorrem várias vezes dentro de um mesmo período reprodutivo, tornando-se, portanto, uma espécie com desova parcial ou múltipla. Estima-se que possa ser alcançada uma produção de um milhão de ovos por kg de fêmea. O tamanho da maturação sexual do robalo-peva é de 23 cm para machos e 30 cm para fêmeas (CERQUEIRA, 2005).

2.2.2 Desempenho zootécnico

Os robalos são peixes rústicos que se adaptam facilmente a variações ambientais, são resistentes e aceitam alimentação à base de ração, características que são favoráveis para o cultivo em cativeiro (BARROSO et al., 2002; ALVAREZ-LAJONCHÈRE e TSUZUKI, 2008; AMARAL JUNIOR et al., 2009; CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009). O robalo-peva cresce até 70 a 75 cm e alcança um peso de 4 kg, sendo que o tamanho comercial dessa espécie compreende 0,5 a 2 kg (CERQUEIRA, 2003; CERQUEIRA, 2005). O crescimento inicial normalmente é baixo, sendo necessários aproximadamente seis meses em condições de clima tropical, para os juvenis de 1,5 a 3,0 g crescerem até um peso aproximado de 30 g (CERQUEIRA, 2005). A partir desse tamanho, a taxa de crescimento incrementa-se, alcançando um peso considerado bom com 100 g (CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009; CERQUEIRA e TSUZUKI, 2003). A reprodução do robalo-peva já está totalmente dominada e é possível encontrar alevinos para comercialização. Entretanto a cadeia produtiva ainda não foi totalmente estabelecida e existe a necessidade de mais estudos principalmente relacionados com as condições ambientais e exigências nutricionais (CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009).

O robalo-flecha é uma espécie de tamanho maior, que atinge um tamanho máximo entre 120 a 140 cm e peso entre 20 a 23 kg, suas características zootécnicas se assemelham as do robalo-peva, tanto para a

criação em cativeiro como a qualidade e aceitação no mercado (ALVAREZ-LAJONCHÈRE e TSUZUKI, 2008). Essa espécie é apontada como promissora (SOUZA-FILHO e CERQUEIRA, 2003), principalmente pelo melhor potencial de crescimento, mas os estudos com esta espécie estão atrasados em relação ao robalo-peva.

A qualidade da carne dos robalos é excelente para a culinária, com a aparência branca e pouca gordura, possui um elevado valor de mercado, pois reúne características organolépticas muito procuradas pelos consumidores (TAYLOR et al., 1998; FERRAZ et al., 2002; FERRAZ e CERQUEIRA, 2010; SOUZA et al., 2011). A separação do filé é fácil, com rendimento de 45%, considerado alto em comparação com outras espécies, e sem espinhas intramusculares (TSUZUKI e BERESTINAS, 2008).

As informações referentes à engorda de robalos na literatura são basicamente avaliações em diferentes sistemas de produção, extensivos e intensivos, relatados por Cerqueira (2005). De acordo com o referido autor, em um sistema mais intensivo, 15.000 juvenis de robalo-peva foram estocados em um viveiro de 1 ha e no final a sobrevivência estimada foi de 90% e o peso médio de 192 g. Em outro teste relatado pelo mesmo, onde foram utilizadas densidades mais elevadas, foram obtidos peixes com peso final entre 300 e 400 g e sobrevivência de 80% após 21 meses de cultivo utilizando a densidade de aproximadamente 80 peixes/m³. Ainda de acordo com o autor, no sistema extensivo os robalos podem ser utilizados para controlar a procriação indesejável de outros peixes, sendo que a utilização de um robalo (10 g) para cada tilápia (100 g), produziu peixes com 65 g após oito meses, com sobrevivência de 40 a 70%. Nos sistemas de cultivo de maneira geral a densidade de estocagem tem relação inversa com a sobrevivência (CORRÊA e CERQUEIRA, 2008; SOUZA-FILHO e CERQUEIRA, 2003).

Tsuzuki e Berestinas (2008), trabalhando com dietas e frequências alimentares, indicaram que a ração normalmente usada para cultivo de camarão extrusada, de alta densidade, com 45 % proteína bruta e 7 % de extrato etéreo, pode ser usada com bons índices de crescimento, e sem diferença se o arraçoamento é realizado uma ou duas vezes por dia. Mais recentemente, Souza et al. (2011) demonstraram que uma dieta com maior concentração proteica (490 g kg⁻¹) e a relação energia/proteína de 7,27 Mcal kg⁻¹ promove melhores índices zootécnicos econômicos para juvenis de robalo-peva com peso médio de 4,83 g.

Na fase de engorda, os juvenis aceitam bem as dietas secas e semiúmidas (CERQUEIRA, 2005). Quanto à fonte protéica das rações é fundamental o uso de proteína animal, mas fazendo a substituição parcial pela soja e outras fontes vegetais, até um nível de 20%, é possível até mesmo obter um ganho de peso superior (BARROSO et al., 2002; CERQUEIRA, 2005). Estratégias dessa natureza permitem diminuição dos custos de produção, uma vez que no mercado o farelo de soja tem um menor valor do que a farinha de peixe, ampliando a captação de lucros no sistema de cultivo.

O uso de tanques-rede seria outra opção no cultivo intensivo, inclusive com um custo menor de implantação. Ostini et al. (2007), avaliaram o desempenho produtivo na criação de juvenis de robalo-peva ($32,53 \pm 6,54\text{g}$) com densidades de 20 e 40 peixes/m³ durante 60 dias. As médias de pesos finais, taxa de crescimento específico e ganho de peso diário indicaram que o tratamento de menor densidade foi superior. Em relação ao ganho de peso total, observou-se um incremento de 98,6 e 87,9 g para as densidades de 20 e 40 peixes/m³, respectivamente.

Resultados na água doce também foram relatados por Cerqueira (2005), em que o cultivo em açudes, com baixa densidade e recebendo alimento natural, produziu após dois anos peixes com cerca de 300 a 500 g de peso, e após quatro anos foram observadas fêmeas maduras com 4,5 kg. Outra forma de criação dos robalos citada pelo mesmo autor é a possibilidade de povoamento em canais de abastecimento em tanques de tratamento de efluentes nas fazendas de camarões, sendo que sua presença diminui a frequência de competidores e predadores dentro dos viveiros. Nesse sistema foi possível obter em 12 meses robalos com 24 cm e 155 g, com sobrevivência de 70%.

Estudos realizados com o robalo-peva também demonstraram seu desempenho em diferentes salinidades. Tsusuki et al. (2007b) relatam que em salinidades de 15 ppt os robalos apresentam melhor conversão alimentare, atividade enzimática e absorção de nutrientes, principalmente proteínas. Complementando essas informações Tsusuki et al. (2007a) estudando a taxa de sobrevivência demonstraram que a tolerância a salinidade aumenta em função da idade.

2.2.3 Exigências ambientais no cultivo

As características ambientais são importantes para sobrevivência e desempenho no cultivo de robalos. Aspectos como a quantidade de

oxigênio dissolvido na água, a faixa de salinidade, a quantidade de amônia, variações na temperatura da água, densidade de estocagem e intensidade luminosa são considerados pontos críticos na produção dos robalos (CERQUEIRA e BÜGGER, 2001; CERQUEIRA, 2005; OSTINI et al., 2007; TSUZUKI et al., 2008).

O robalo é pouco exigente em relação ao oxigênio dissolvido, provavelmente devido o seu comportamento ser calmo e gregário. Larvas, juvenis e adultos são frequentemente observados em ambiente com baixa concentração de oxigênio (1 mg/L), sem apresentarem evidências de estresse (CERQUEIRA, 2005). Concentrações próximas da saturação, em torno de 5 a 6 mg/L para 25°C e salinidade de 35‰, são consideradas mais adequadas para o cultivo (CERQUEIRA, 2005).

Outra característica importante dos robalos é a elevada capacidade destas espécies de se adaptarem em ambientes com diferentes salinidades, sendo encontrada em águas marinhas, estuarinas e em água doce (OSTINI et al., 2007; AMARAL JUNIOR et al., 2009; CORRÊA et al., 2010). Os ovos do robalo-peva não são muito tolerantes a salinidades baixas, melhores índices de incubação são observados entre 30 e 35 ppt (ARAÚJO e CERQUEIRA, 2005), mas com o aumento da idade dos peixes estes se tornam mais tolerantes a diferenças de salinidades (TSUZUKI et al., 2007a). As larvas podem ser cultivadas em salinidades de 15 a 35 ppt e juvenis com mais de 0,5 g podem ser aclimatados até mesmo em água doce em menos de 24 h (CERQUEIRA, 2005).

Além dos parâmetros de sobrevivência e crescimento, a salinidade também pode influenciar na atividade de enzimas digestivas. De acordo com Tsuzuki et al. (2007b), o robalo-peva criado em uma salinidade de 15 ppt apresenta um maior potencial de digestibilidade e eficiência na utilização de nutrientes, especialmente proteínas. Além disso, nesta salinidade, a demanda energética para a osmorregulação é provavelmente reduzida, levando a uma melhoria no crescimento.

A amônia é o composto tóxico que pode expor o robalo-peva em condições de risco. Poucos estudos desenvolvidos com robalos relatam a sua toxicidade. Em cultivo intensivo de juvenis com exemplares de 0,1 a 1,0 g de peso, o máximo valor observado de nitrogênio amoniacal total foi de 1,5 mg/L, correspondendo a 0,01 mg/L de amônia não-ionizada e os resultados mostraram que se esta condição não permanecer constante e for episódica, não há consequência no cultivo dos peixes (CERQUEIRA, 2005).

A temperatura da água no cultivo é considerada uma das variáveis ambientais mais importantes. Alguns estudos foram conduzidos com juvenis de robalo-peva para determinar sua tolerância térmica, sendo que em uma temperatura inicial de 22°C e redução de 1 °C/min, a perda de equilíbrio foi observada a partir de 13°C, e espasmos musculares súbitos a partir de 9°C, sendo que a temperatura mínima letal com 50% de sobrevivência foi de 10,6°C. Em temperaturas abaixo de 14°C os peixes não se alimentam, conforme esta aumenta ocorre consumo até os 30°C, acima deste nível os peixes diminuem o consumo (CERQUEIRA, 2005).

Um aspecto importante na fase inicial de desenvolvimento dos robalos é a intensidade luminosa, que afeta a alimentação e a sobrevivência das larvas. Em um estudo conduzido por Cerqueira e Brügger (2001), foi demonstrado que a sobrevivência das larvas do robalo-peva foi afetada pela intensidade da luz, sendo recomendado que o intervalo de 200-1500 lux é o mais favorável para a sua sobrevivência. Em relação ao robalo-flecha são escassos os trabalhos em relação a intensidade luminosa.

2.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; TSUZUKI, M.Y. A review of methods for *Centropomus* spp. (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin American. **Aquaculture Research**, v. 39, p. 684-700, 2008.

AMARAL JUNIOR, H.; SANTOS, J.J.; GERHARDINGER, R. Monocultivo do robalo *Centropomus parallelus* em água doce. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.10, n.10, p. 1-19, 2009.

ARAÚJO, J.; CERQUEIRA, V.R. Influência da salinidade na incubação de ovos do robalo-peva (*Centropomus parallelus* Poey, 1860). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v.27, n.1, p. 85-89, 2005.

BARROSO, M.V. et al. Valor nutritivo de alguns ingredientes para o robalo (*Centropomus parallelus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p. 2157-2164, 2002.

BENTSEN, H.B. et al. Genetic improvement of farmed tilápias: Genetic parameters for body weight at harvest in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) during five generations of testing in multiple environments. **Aquaculture**, v.338, n.341, p.56-65, 2012.

BEYER, K. et al. Biometric data and bone identification of topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva* and sunbleak, *Leucaspis delineates*. **Folia Zoology**, v. 55, n. 3, p. 287-292, 2006.

BRADFORD, M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRITTON, J.R.; SHEPHERD, J.S. Biometric data to facilitate the diet reconstruction of piscivorous fauna. **Folia Zoology**, v. 54, n. 2, p. 193-200, 2005.

BUCKLEY, L.; CLDARONE, E.; ONG, T.L. RNA–DNA ratio and other nucleic acid-based indicators for growth and condition of marine fishes. **Hydrobiologia**, v. 401, p. 265-277, 1999.

CALDARONE, E.M. et al. Intercalibration of four spectrofluorometric protocols for measuring RNA/DNA ratios in larval and juvenile fish. **Limnology and Oceanography: Methods**, n. 4, p. 153-163, 2006.

CALDARONE, E.M.; ONGE-BURNS, J.M.St.; BUCKLEY, L.J. Relationship of RNA/DNA ratio and temperature to growth in larvae of Atlantic cod *Gadus morhua*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 262, p. 229-240, 2003.

CATALÁN, I.A. et al. Response of muscle-based biochemical condition indices to short-term variations in food availability in post-flexion reared sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.) larvae. **Journal of Fish Biology**, v. 70, p. 391-405, 2007.

CATALÁN, I.A. et al. Link between environmental anomalies, growth and condition of pilchard *Sardina pilchardus* larvae in the northwestern Mediterranean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 307, p. 219-231, 2006.

CERQUEIRA, V.R. Cultivo de peixes matinhos. In: POLI, C.R. et al. **Aquicultura experiências brasileiras**. Florianópolis, SC: Multitarefa, 2003. cap. 15.

CERQUEIRA, V.R. Cultivo de robalo-peva, *Centropomus parallelus*. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria, RS: Ed. da UFSM, 2005. cap. 17.

CERQUEIRA, V.R.; BRÜGER, A.M. Effect of light intensity on initial survival of fat snook (*Centropomus parallelus*, Pisces: Centropomidae) Larvae. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.44, n.4, p. 343-349, 2001.

CERQUEIRA, V.R.; TSUZUKI, M.Y. A review of spawning induction, larviculture, and juvenile rearing of the fat snook, *Centropomus parallelus*. **Fish Physiology Biochemistry**, v.35, p. 17-28, 2009.

CERQUEIRA, V.R.; TSUZUKI, M.Y. Marine fish culture- Lessons and future directions. In: World aquaculture 2003, the annual meeting of the world aquaculture society, 2003, Salvador, BA, 2003. **Book of abstracts...** Baton Rouge: World Aquaculture Society. p.174.

CHERIF, M. et al. Length-weight relationships for 11 fish species from the Gulf of Tunis (SW Mediterranean Sea, Tunisia). **Pan-American Journal of Aquatic Science**, v. 3, n. 1, p. 1-5, 2008.

CHÍCHARO, L.M.Z.; CHÍCHARO, M.A. The DNA/RNA ratio as a useful indicator of the nutritional condition in juveniles of *Ruditapes decussatus*. **Scientia Marina**, v. 59, p. 95-101, 1995.

CHÍCHARO, M.A. et al. Effect of sex on ratios and concentrations of DNA and RNA in three marine species. **Marine Ecology Progress Series**, v. 332, p. 241-245, 2007.

CHÍCHARO, M.A.; CHÍCHARO, L. RNA:DNA Ratio and other nucleic acid derived indices in marine ecology. **International Journal of Molecular Science**, v. 9, p. 1453-1471, 2008.

CHÍCHARO, M.A. et al. Does the nutritional condition limit survival potential of sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) larvae off the north coast of Spain? RNA/DNA ratios and their variability. **Fisheries Research**, v. 39, p. 43-54, 1998.

CORRÊA, C.F.; CERQUEIRA, V.R. Densidade de estocagem para juvenis de robalo-peva após a larvicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.34, n.4, p. 571-576, 2008.

CORRÊA, C.F. et al. Frequência alimentar para juvenis de robalo-peva criados em água doce. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.8, n.4, p. 429-436, 2010.

DELL'ANNO, A. et al. Nucleic acid (DNA, RNA) quantification and RNA/DNA ratio determination in marine determination sediments: comparison of spectrophotometric, fluorometric, and high-performance liquid chromatography methods and estimation of detrital DNA. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 3238-3245, 1998.

ESTEVES, E. et al. Comparison of RNA/DNA ratios obtained with two methods for nucleic acid quantification in gobiid larvae. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 245, p. 43-55, 2000.

FERRAZ, E.M. et al. Indução da desova do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, através de injeção e implante de LHRHa. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.28, n.2, p. 125-133, 2002.

FERRAZ, E.M.; CERQUEIRA, V.R. Influência da temperatura na maturação gonadal de machos do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.36, n.2, p. 73-83, 2010.

FONSECA, V.F.; VINAGE, C.; CABRAL, H.N. Growth variability of juvenile soles *Solea solea* and *Solea senegalensis*, and comparison with RNA : DNA ratios in the Tugas estuary, Portugal. **Journal of Fish Biology**, v. 68, p. 1551-1562, 2006.

GLÉMET, H.; RODRIGUEZ, M.A. Short-term growth (RNA/DNA ratio) of yellow perch (*Perca flavescens*) in relation to environmental

influences and spatio-temporal variation in a shallow fluvial lake.

Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, v. 64, p. 1646-1655, 2007.

GÜRKAN, S. The Biometric Analysis of Pipefish Species from Çamalti Lagoon (İzmir Bay, Aegean Sea). **E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences**, v. 1, p. 53-56, 2008.

GWAK, W.S.; TSUAKI, T.; TANAKA, M. Nutritional condition, as evaluated by RNA/DNA ratios, of hatchery reared Japanese flounder from hatch to release. **Aquaculture**, v. 219, p. 503-514, 2003.

HAJJEJ, G. et al. Biometry, Length-weight Relationships of Little, Tuna *Euthynnus alletteratus* in the Tunisian Waters. **Journal of fisheries and Aquatic Science**, v. 6, n. 3, p. 256-263, 2011.

HART, A.I.; ABOWEI, J.F.N. A study of the length – weight relationship, condition factor and age of ten fish species from the lower nun river, niger delta. **African Journal of Applied Zoology & Environmental Biology**, v. 9, p. 13-19, 2007.

KUMAR, T. et al. Biometric studies on *Johnieops sina* (Cuvier, 1830) along Ratnagiri coast of Maharashtra. **Indian Journal Fish**, v.59, n. 1, p. 7-13, 2012.

LAXMILATHA, P. Biometric relationships of *Macra violacea* (Gmelin) from Kerala, south-west coast of India. **Indian Journal Fish**, v. 55, n. 4, p. 349-351, 2008.

LI, Z.H.; ZLABEK, V. et al. Enzymatic alterations and RNA/DNA ratio in intestine of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, induced by chronic exposure to carbamazepine. **Ecotoxicology**, v. 19, p. 872-87, 2010.

MASUDA, Y. et al. Feeding restriction alters expression of some ATP related genes more sensitively than the RNA/DNA ratio in zebrafish, *Danio rerio*. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**, v. 152, p. 287-291, 2009.

MENDES, B.; FONSECA, P.; CAMPOS, A. Relationships between opercula girth, maximum girth and total length of fish species caught in gillnet and trammel net selectivity surveys off the Portuguese coast.

Journal Applicator Ichthyology, v. 22, p. 209-213, 2006.

MERCALDO-ALLEN, R.; KUROPAT, C.; CALDARONE, E.M. A model to estimate growth in young-of-the-year tautog, *Tautoga onitis*, based on RNA/DNA ratio and seawater temperature.

Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 329, p.187-195, 2006.

MERCALDO-ALLEN, R. et al. AnRNA:DNA-based growth model for young-of-the-year winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum).

Journal of Fish Biology, n. 72, p. 1321-1331, 2008.

MUKHERJEE, S.; JANA, B.B. Water quality affects SDH activity, protein content and RNA:DNA ratios in fish (*Catla catla*, *Labeo rohita* and *Oreochromis mossambicus*) raised in ponds of a sewage-fed fish farm.

Aquaculture, v. 262, p. 105-119, 2007.

NAGI, H.M.; SHENAI-TIRODKAR, P.S.; JAGTAP, T.G. Dimensional relationships in *Crassostrea madrasensis* (Preston) and *C. gryphoids* (Schlotheim) in Mangrove Ecosystem.

Indian Journal of Geo-Marine Sciences, v. 40, n. 4, p. 559-566, 2011.

NOWAK, M. et al. Weight-length relationships for three fishes (*Leuciscus leuciscus*, *Phoxinus phoxinus*, *Salmo trutta*) from the Strwiaz River (Dniester River drainage). Archives Polish Fisheries, v. 17, p. 313-316, 2009.

OLIVAR, M.P.; DIAZ, M.V.; CHÍCHARO, M.A. Tissue effect on

RNA:DNA ratios of marine fish larvae. **Scientia Marina**, v. 73, p. 171-182, 2009.

OSTINI, S. et al. Criação do robalo-peva (*Centropomus parallelus*)

submetido a diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.3, p. 250-257, 2007.

RAEISI, H. et al. Length-weights relationships and relative weights of some demersal fish species from the Persian Gulf, Iran. **African Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 5, p. 741-746, 2012.

RAHIMIBASHAR, M.R. et al. Biometric Characteristics, Diet and Gonad Index of Lizardfish (*Saurida tumbil*, Bloch 1795) in North of the Persian Gulf. **World Journal of Fish and Marine Sciences**, v. 4, n. 1, p. 01-06, 2012.

RIVAS, L.R. Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. **Copeia**, v.3, p. 579-611, 1986.

ROBERTS, J.J. et al. Effects of hypoxia on consumption, growth, and RNA:DNA ratios of young yellow perch. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 140, p. 1574-1586, 2011.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.B. et al. Larval condition and growth of *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): preliminary results from laboratory studies. **Scientia Marina**, v. 67, n. 1, p. 13-23, 2003.

SAIKIA, A.K. Morphometric and Biometric Index Study of *Channa Punctatus* (Bloch) from Paddy Field of Sivsagar District, Assam. **Journal of Biological Chemical Research**, v. 29, n. 1, p. 37-43, 2012.

ŠANTIĆ, M. et al. Biometric properties and diet of Common pandora, *Pagellus erythrinus* (Osteichthyes: sparidae), from the eastern adriatic sea. **Archives Biology Science**, v. 63, n. 1, p. 217-224, 2011.

SHANMUGAM, A. et al. length-weight relationship and biometry of the groupers *Epinephelus tauvina* (Forsskal, 1775) and *E. malabaricus* (Schneider, 1801). **Indian Journal Fish**, v. 47, n. 1, p. 7-11, 2000.

SIVARAMAN, G.K.; KAPILA, R.; MAHANTA, P.C. RNA-DNA ratios as a indicator of fish growth on Golden mashseer (*Tor putitora*). **Asian Fisheries Science**, v. 22, p. 117-123, 2009.

SOUZA, J.H. et al. Desempenho zootécnico e econômico de juvenis de robalo-peva alimentados com dietas contendo diferentes concentrações

proteicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.2, p. 190-195, 2011.

SOUZA-FILHO, J.J.; CERQUEIRA, V.R. Influência na densidade de estocagem no cultivo de juvenis de robalo-flecha mantidos em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.11, p. 1317-1322, 2003.

TAH, L.; GOORE BI, G.; DA COSTA, K.S. Length-weight relationships for 36 freshwater fish species from two tropical reservoirs: Ayamé I and Buyo, Côte d'Ivoire. **Revista Biologia Tropical**, v. 60, n. 4, p. 1847-1856, 2012.

TANAKA, Y. et al. Assessment of the nutritional status of field-caught larval Pacific tuna by RNA/DNA ratio based on a starvation experiment of hatchery-reared fish. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 354, p. 56-64, 2008.

TAYLOR, R.G.; GRIER, H.J.; WHITTINGTON, J.A. Spawning rhythms of common snook in Florida. **Journal of Fish Biology**, v.53, p. 502-520, 1998.

TONG, X.H. et al. Changes in RNA, DNA, protein contents and growth of turbot *Scophthalmus maximus* larvae and juveniles. **Journal of Fish Biology**, v. 77, p. 512-525, 2010.

TSUZUKI, M.Y.; CARDOSO, R.F.; CERQUEIRA, V.R. Growth of juvenile fat snook *Centropomus parallelus* in cages at three stocking densities. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.34, n.2, p. 319-324, 2008.

TSUZUKI, M.Y. et al. Salinity tolerance of laboratory reared juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus*. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.55, n.1, p. 1-5, 2007a.

TSUZUKI, M.Y. et al. Survival, growth and digestive enzyme activity of juveniles of the fat snook (*Centropomus parallelus*) reared at different salinities. **Aquaculture**, v. 271, p. 319-325, 2007b.

TSUZUKI, M.Y.; BERESTIAS, A.C. Desempenho de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* com diferentes dietas comerciais e frequências alimentares. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.34, n.4, p. 535-541, 2008.

VARELA, J.L. et al. Relationship between fork and intestine length in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). **Collective Volume of Scientific Papers**, v. 68, n. 1, p. 236-239, 2012.

YANKOVA, M. et al. Length-weight relationships of ten fish species from the Bulgarian Black Sea waters. **Turk Journal Zoology**, v. 35, n. 2, p. 265-270, 2011.

YEUNG, J.W.Y.; YEUNG, K.M.Y. Effects of animal size and nutritional status on the RNA/DNA ratio in different tissues of the green-lipped mussel *Perna viridis*. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, p. 1-9, 2011.

ZHOU, B.S. et al. Bioenergetics and RNA/DNA ratios in the common carp (*Cyprinus carpio*) under hypoxia. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 171, p. 49-57, 2001.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO NA CONDIÇÃO DO CRESCIMENTO DE JUVENIS DE ROBALO-FLECHA (*Centropomus undecimalis*) CULTIVADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS E SALINIDADES

RESUMO

O propósito desse trabalho foi avaliar, através da análise de parâmetros morfológicos e componentes bioquímicos, o crescimento de juvenis de robalo-flecha cultivados em diferentes temperaturas e salinidades. Os juvenis foram cultivados em um experimento fatorial 2 x 3, com duas temperaturas (25 ± 1 e $28 \pm 0,3^\circ\text{C}$) e três salinidades (água doce $0,2 \pm 0,05$ ppt, água salobra $15 \pm 1,5$ ppt e água salgada $32 \pm 3,3$ ppt). Após 90 dias de cultivo foi obtido o comprimento total, peso vivo e às relações RNA/DNA e proteína/DNA. Os parâmetros comprimento total e peso vivo foram influenciados pela temperatura, salinidade e interação desses fatores ($P < 0,05$). Na temperatura de 28°C os melhores resultados ($P < 0,05$) para o comprimento total foram obtidos na água doce ($14,4 \pm 0,8$ g) e salobra ($15,2 \pm 0,7$ g), e em relação ao peso vivo o melhor resultado foi observado na água salobra ($25,1 \pm 1,8$ g). Na temperatura de 25°C não houve diferença ($P < 0,05$) no crescimento, independente da salinidade. As relações RNA/DNA e proteína/DNA foram influenciadas pela salinidade ($P < 0,05$). A relação RNA/DNA foi superior ($P < 0,05$) nos juvenis cultivados na água salobra (317,3) em relação à água doce (208,36) e salgada (157,58) que não apresentaram diferença ($P < 0,05$). A relação proteína/DNA foi maior ($P < 0,05$) para juvenis cultivados na água salobra (20,53) em relação à água doce (4,5), mas não diferindo ($P < 0,05$) da água salgada (8,89). Neste parâmetro a água doce e salgada não apresentaram diferença ($P < 0,05$). Os parâmetros morfológicos estão de acordo com os componentes bioquímicos, validando o uso destes parâmetros como indicadores de crescimento em juvenis cultivados.

Palavras-chave: comprimento total, peso vivo, relações RNA/DNA e proteína/DNA.

EVALUATION OF THE CONDITION GROWTH OF JUVENILE COMMON SNOOK (*Centropomus undecimalis*) CULTIVATED AT DIFFERENT TEMPERATURES AND SALINITIES

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate, through analysis of morphological and biochemical components, the growth of juvenile common snook cultivated at different temperatures and salinities. Juveniles were cultivated in a 2 x 3 factorial experiment with two temperatures (25 ± 1 and $28\pm 0.3^{\circ}\text{C}$) and three salinities (freshwater 0.2 ± 0.05 ppt, brackish water 15 ± 1.5 ppt seawater and 32 ± 3.3 ppt). After 90 days of culture was obtained overall length, body weight and RNA/DNA and protein/DNA ratios. The parameters overall length and body weight were influenced by temperature, salinity and interaction these factors ($P < 0.05$). At 28°C the best results ($P < 0.05$) for overall length were obtained from the fresh water (14.4 ± 0.8 g) and salty (15.2 ± 0.7 g), and relation to body weight the best result was observed in brackish water (25.1 ± 1.8 g). At 25°C there was no difference ($P < 0.05$) in growth independent of salinity. The RNA/DNA and protein/DNA ratios were affected by salinity ($P < 0.05$). The RNA/DNA ratio was higher ($P < 0.05$) in fish cultured in brackish water (317.3) compared to freshwater (208,36) and salt (157.58) with no difference ($P < 0.05$). The protein / DNA was higher ($P < 0.05$) cultivated in brackish water juveniles (20,53) relative to fresh water (4.5) but did not differ ($P < 0.05$) from brine (8.89). This parameter to freshwater and seawater did not differ ($P < 0.05$). The morphological parameters are in accordance with the biochemical components, validating the use of these parameters as an indicator of growth in juvenile cultivated.

Keywords: overall length, body weight, RNA/DNA and proteína/DNA ratios.

1 INTRODUÇÃO

Algumas espécies de peixes são indicadas como promissoras para utilização na piscicultura marinha, entre elas os robalos ganham destaque (CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009; FERRAZ et al., 2011), com excelente qualidade de carne, bom valor econômico, além de se

desenvolverem bem em diversos ambientes (FERRAZ e CERQUEIRA, 2010; SOUZA et al., 2010). Neste sentido, as avaliações do crescimento de peixes possuem grande importância, não apenas em ambientes naturais, mais também para aperfeiçoar o monitoramento em situações de cultivo (GWAK et al., 2003; ROBERTS et al., 2011). As características do crescimento possuem um grande impacto econômico na produção e sua avaliação pode proporcionar um grande número de informações aplicadas ao cultivo (GWAK et al., 2003; TONG et al., 2010).

Um dos métodos utilizados para a avaliação do crescimento pode ser a análise dos parâmetros morfológicos (NAGI et al., 2011; KUMAR et al., 2012) ou características corporais, como o peso e comprimento (HAJJEJ et al., 2011; VARELA et al., 2012). No entanto, métodos bioquímicos permitem uma investigação em nível celular, uma vez que as atividades metabólicas das células geralmente estão relacionadas com a situação nutricional do crescimento do organismo (TONG et al., 2010; ROBERTS et al., 2011). Até o presente momento muitos estudos com diferentes espécies demonstram a importância da utilização dos métodos morfológicos e bioquímicos frente a avaliação do crescimento em organismos aquáticos (MERCALDO-ALLEN et al., 2008; OLIVAR et al., 2009; LI et al., 2010; YEUNG e YEUNG, 2011). No entanto, são necessárias novas investigações nessa área, principalmente relacionadas com a utilização de diferentes ambientes e outras espécies de interesse (FONSECA et al., 2006; YEUNG e YEUNG, 2011) como por exemplo, o robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, onde as informações nessa área são escassas na literatura e necessitam do desenvolvimento de novas tecnologias para que a produção seja ampliada (ALVAREZ-LAJONCHÈRE e TSUZUKI, 2008; CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009; RHODY et al., 2010).

Os componentes bioquímicos DNA, RNA, proteínas, relações RNA/DNA e proteína/DNA, possuem relação com o crescimento somático e estão envolvidos com a atividade bioquímica e síntese proteica das células (BUCKLEY et al., 1999; ESTEVES et al., 2000; CHÍCHARO e CHÍCHARO, 2008; MASUDA et al., 2009). A concentração de DNA normalmente é constante nas células de um indivíduo normal, enquanto a concentração de RNA e das proteínas pode variar de acordo com o estado nutricional ou variações ambientais em que os organismos aquáticos estão mantidos (DELL'ANNO et al., 1998; LI et al., 2010). Desta maneira, o RNA promove a síntese de proteínas e

o potencial para as diferentes atividades celulares, tais como o crescimento (BUCKLEY et al., 1999; GWAK et al., 2003; TANAKA et al., 2008; TONG et al., 2010; ROBERTS et al., 2011). Diante desse quadro, os aspectos morfológicos e bioquímicos podem ser influenciados por vários fatores e suas interações, incluindo a genética e as condições ambientais, como a alimentação, diferentes temperaturas (GLÉMET e RODRÍGUEZ, 2007; TANAKA et al., 2008; SOUZA et al., 2011) e salinidades (TSUZUKI et al., 2007; AMARAL JUNIOR et al., 2009; CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009).

Com base na importância da ampliação de tecnologias aplicadas ao cultivo do robalo-flecha, o propósito desse trabalho foi avaliar, através da análise de parâmetros morfológicos e componentes bioquímicos, o crescimento de juvenis de robalo-flecha cultivados em diferentes temperaturas e salinidades, identificando a ocorrência de interação entre esses fatores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delineamento experimental

Para o presente trabalho foram utilizados juvenis de robalo-flecha com nove meses de idade obtidos de desovas induzidas realizadas no Laboratório de Piscicultura Marinha da Universidade Federal de Santa Catarina LAPMAR/UFSC. Os juvenis foram aclimatados gradualmente por um período de 20 dias em três diferentes salinidades 0, 15 e 35 ppt (partes por mil) e temperatura de 25°C, em que no final desse período apresentaram peso vivo de $2,90 \pm 0,47$ g e comprimento total de $7,1 \pm 0,63$ cm.

O cultivo experimental foi realizado com a utilização de caixas plásticas circulares com volume útil de 200 litros e sistema de recirculação fechado, com uma taxa de renovação da água de 5% ao dia. Por um período de 90 dias os juvenis foram cultivados em duas temperaturas (25 ± 1 e $28 \pm 0,3$ °C), e três salinidades (água doce $0,2 \pm 0,05$ ppt, água salobra $15 \pm 1,5$ ppt e água salgada $32 \pm 3,3$ ppt) formando um experimento fatorial 2×3 com seis tratamentos e três repetições. Cada repetição ou unidade experimental foi composta por 30 juvenis, totalizando 540 animais. Os peixes foram alimentados duas vezes por dia até a saciedade aparente, com ração comercial contendo 55% de proteína bruta e 9% de estrato etéreo. O fotoperíodo no período experimental foi

de 12:12 (claro:escuro). Com a utilização de um multiparâmetro diariamente foi monitorado o oxigênio dissolvido ($6,1\pm 0,9$ mg.L⁻¹) e o pH ($7,9\pm 0,9$). Semanalmente foram monitorados os parâmetros que qualidade da água, todos apresentando quantidades aceitáveis para o cultivo de juvenis de robalos (ALVAREZ-LAJONCHÈRE e TSUZUKI, 2008; CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009).

2.2 Biometria e amostragem

Após 90 dias de cultivo foram amostrados aleatoriamente quatro juvenis em cada unidade experimental, desta forma 12 peixes por tratamento, totalizando uma amostragem de 72 robalos. Os juvenis foram anestesiados em água com eugenol (80 mg.L⁻¹) para a realização da biometria do comprimento total (C_T; cm) e peso vivo (P_V; g) realizada com régua e balança digital, com precisão de duas casas decimais. Na sequência foi realizada a coleta do tecido muscular da região dorsal. O tecido coletado, de aproximadamente três gramas do músculo dorsal, foi armazenado em criotubos livres de DNase e RNase, com volume de 2 mL e imediatamente conservado em nitrogênio líquido (-196°C), posteriormente foram iniciadas as análises bioquímicas.

2.3 Isolamento e padronização dos componentes bioquímicos

Para o isolamento dos componentes bioquímicos RNA total, DNA e proteínas de uma única porção de tecido muscular, foi utilizado o regente TRIzol[®], seguindo o protocolo de instruções do fabricante com algumas modificações para melhorar a qualidade da extração, tais como, uma nova precipitação do DNA com acetato de sódio 3M e das proteínas com acetona (99,5%). As quantificações dos ácidos nucleicos foram realizadas por espectrofotometria UV (260 nm), com a utilização do equipamento NanoDrop 2000, e das proteínas em duplicata pelo método de Bradford (1976).

As unidades dos componentes bioquímicos foram padronizadas para nanogramas por miligrama de peso seco do tecido utilizado no isolamento (ng.mg⁻¹). O peso seco do tecido muscular foi estimado mediante a metodologia descrita por Miranda e Yogui (2012). Foram realizados cálculos para determinar as relações RNA/DNA e proteína/DNA. Posteriormente todo o conjunto de dados foi analisado estatisticamente.

2.4 Análises estatísticas

Os parâmetros morfológicos e bioquímicos foram analisados por meio do pacote estatístico SAS versão 9.2. Foi aplicado um teste de normalidade para identificação da distribuição normal dos dados e análise fatorial “Two-way Analysis of Variance”, seguida do teste de Tukey ($P < 0,05$)

3 RESULTADOS

3.1 Parâmetros morfológicos

A análise fatorial possibilitou a investigação da influência dos fatores temperatura, salinidade e sua interação na resposta animal observada no cultivo dos juvenis de robalo-flecha. Para o parâmetro C_T foram significativos os fatores temperatura ($P < 0,0001$), salinidade ($P = 0,04$) e interação ($P = 0,0005$). Em relação ao P_V , também foram observadas significâncias estatísticas dos fatores, temperatura ($P < 0,0001$), salinidade ($P = 0,006$) e interação ($P = 0,0008$). O desdobramento da interação, bem como as médias dos parâmetros em cada tratamento são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios e desvios padrão dos parâmetros morfológicos C_T (comprimento total; cm) e P_V (peso vivo; g) observados nos juvenis de robalo-flecha cultivados em diferentes temperaturas (25 e 28°C) e salinidades (doce 0,2 ppt, salobra 15 ppt e salgada 32 ppt).

Tratamentos	C_T		P_V	
	25°C	28°C	25°C	28°C
0,2 ppt	12,9±0,5 ^{Ba}	14,4±0,8 ^{Aa}	14,8±1,7 ^{Ba}	21,0±4,2 ^{Ab}
15 ppt	12,4±0,5 ^{Ba}	15,2±0,7 ^{Aa}	13,3±1,8 ^{Ba}	25,1±4,0 ^{Aa}
32 ppt	12,6±0,7 ^{Ba}	14,0±0,7 ^{Ab}	13,6±2,0 ^{Ba}	19,0±3,0 ^{Ab}
CV (%)	1,25		5,25	

Médias em cada parâmetro seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e minúscula nas colunas diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

A condição de crescimento dos juvenis de robalo-flecha cultivados apresentou diferenças entre as diferentes temperaturas e salinidades. Na temperatura de 28°C os melhores resultados ($P < 0,05$) para o comprimento total foram obtidos na água doce e salobra, e em relação ao peso vivo o melhor resultado foi observado na água salobra. Na temperatura de 25°C não houve diferença ($P < 0,05$) no crescimento, independente da salinidade.

3.2 Relações RNA/DNA e Proteína/DNA

A análise fatorial das relações RNA/DNA e proteína/DNA demonstrou foi significativo apenas o fator salinidade ($P = 0,001$), não foi significativa a temperatura ($P = 0,2$) e a interação ($P = 0,9$). Neste mesmo sentido para a relação proteína/DNA foi significativo o fator salinidade ($P = 0,01$), não significativa para temperatura ($P = 0,5$) e a interação ($P = 0,1$). Na Tabela 2 são apresentadas as médias das relações dos componentes bioquímicos para o fator significativo observado na análise fatorial.

Tabela 2 - Médias das relações RNA/DNA e Proteína/DNA observadas em juvenis de robalos-flecha cultivados em diferentes salinidades.

Relação	Salinidades		
	0,2 ppt	15 ppt	32 ppt
RNA/DNA	157,5 ^b	317,3 ^a	208,3 ^b
Proteína/DNA	4,5 ^b	20,53 ^a	8,8 ^{ab}

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Como pode ser observada nos resultados apresentados na Tabela 2, a relação RNA/DNA foi superior ($P < 0,05$) nos juvenis de robalo-flecha cultivados na água salobra em relação à água doce e salgada que não apresentaram diferença ($P < 0,05$). A relação proteína/DNA foi maior ($P < 0,05$) para juvenis cultivados na água salobra em relação à água doce, mas não diferindo ($P < 0,05$) da água salgada. Neste parâmetro a água doce e salgada não apresentaram diferença ($P < 0,05$).

4 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que o crescimento dos juvenis de robalo-flecha foi influenciado pela temperatura, salinidade e interação desses fatores. Diversos autores já mostram que estes parâmetros possuem efeito direto na fisiologia e no metabolismo do crescimento em organismos aquáticos (BUCKEL et al., 1995; IMSLAND et al., 2001; BOEUF e PAYAN, 2001; FIELDER et al., 2005), mas poucos estudos foram realizados com a avaliação do crescimento em juvenis de robalo-flecha cultivados em diferentes temperaturas e salinidades (GARCIA-LÓPEZ et al., 2006; RHODY et al., 2010).

As variações na temperatura utilizada no cultivo dos peixes promovem mudanças químicas e físicas nas células e alterações no metabolismo, refletindo no comportamento alimentar e no crescimento. Normalmente o aumento da temperatura é proporcional ao aumento no nível de atividade enzimática corporal, refletindo em melhorias no crescimento. Entretanto existe um limite e o aumento excessivo da temperatura pode provocar a morte do animal. Assim sendo, existe uma faixa térmica ideal para cada espécie e no caso dos robalos já foi observado que em temperaturas acima de 30°C o consumo de ração diminui (CERQUEIRA, 2005). Tsuzuki et al. (2007) estudando juvenis de robalo-peva, *Centropomus paralellus*, obtiveram os bons resultados de desempenho no cultivo a 25°C, mas os dados do presente trabalho mostraram para juvenis de robalo-flecha, temperaturas mais altas (28°C) podem ser utilizadas para maximizar o crescimento.

As variações na salinidade também interferem no metabolismo, uma vez que peixes marinhos gastam energia para eliminar o sal em excesso no sangue, obtido através do consumo de água relacionado ao processo de osmorregulação. A osmorregulação é o processo através do qual os peixes controlam os níveis de sais no sangue, mantendo a composição dos fluidos corporais constantes. Na água salgada, que é um meio hipersalino, os peixes perdem constantemente água por osmose, necessitando ingerir grande quantidade de água. A água salobra está mais próxima do ponto isosmótico, onde a salinidade do sangue é mais próxima da salinidade do meio. Desta forma, os peixes cultivados em salinidades consideradas intermediárias apresentam maior crescimento e conversão alimentar, devido ao menor gasto energético que seria

destinado para osmorregulação (BOEUF e PAYAN, 2001; VARSAMOS et al., 2005; CERQUEIRA e TSUZUKI, 2009; DIETZ et al., 2013).

A tolerância a diferentes salinidades varia bastante entre as espécies. As espécies de robalos são estuarinas, que toleram grandes variações nas salinidades (OSTINI et al., 2007; AMARAL JUNIOR et al., 2009; CORRÊA et al., 2010), mas alguns resultados já demonstraram que salinidades intermediárias são as mais adequadas para o cultivo, concordando com os resultados observados nesse estudo. Garcia-López et al. (2006) e Rhody et al. (2010) mostraram que 12 ppt proporciona condições fisiológicas mais adequadas para o metabolismo do crescimento de juvenis de robalo-flecha. Tsuzuki et al. (2007) verificaram que a salinidade de 15 ppt foi a que proporcionou o melhor desempenho e utilização de nutrientes em juvenis de robalo-peva.

No presente estudo houve interação significativa entre a temperatura e a salinidade, promovendo uma interferência conjunta desses fatores na resposta ao crescimento. Outros autores já investigaram a relação entre estes parâmetros e também encontraram interações significativas para espécies como *Rhinomugil corsula* (KUTTY et al., 1980), *Oreochromis niloticus* (LIKONGWE et al., 1996), *Apostichopus japonicus* (LI e QI, 2010) e *Scophthalmus maximus* (Inslan et al., 2001).

As relações RNA/DNA e proteína/DNA foram superiores para os juvenis cultivados na salinidade de 15 ppt. Dessa forma, os componentes bioquímicos apresentaram concordância com os parâmetros morfológicos, quadro já observado anteriormente em estudos realizados por Sivaraman et al. (2009) e Tong et al. (2010). As relações RNA/DNA e proteína/DNA, obtidas dos juvenis cultivados, estão envolvidas com a taxa da síntese proteica e com a condição do crescimento dos organismos aquáticos (CALDARONE et al., 2003; TANAKA et al., 2008; TONG et al., 2010). Melhores resultados para o crescimento normalmente estão associados com a observação de maiores relações RNA/DNA e proteína/DNA. No presente estudo, a análise demonstrou que somente a salinidade interferiu nesses componentes. Carter e Houlihan (2001) discutem que a salinidade pode interferir no metabolismo celular e síntese proteica de organismos aquáticos, proporcionando influência no crescimento. No entanto, também era esperado o efeito da temperatura, uma vez que a temperaturas maiores proporcionam melhorias no crescimento e normalmente maiores taxas da síntese proteica, como relatada por esses mesmo autores.

Os efeitos da temperatura na síntese proteica são discutidos por alguns autores. Mccarthy e Houlihan (1997) afirmam que a síntese proteica é maior nos peixes que estão mantidos na temperatura mais adequada para o seu crescimento. Assim como, suas maiores taxas estão associadas com temperaturas mais altas, próximas do ideal para cada espécie, fato relatado por Carter e Houlihan (2001). Por outro lado, Johnston e Dunn (1987) discutem que temperaturas mais baixas causam influência na expressão gênica proporcionando um aumento na síntese de proteínas mitocondriais. Como relatado por esses mesmo autores, em alguns casos um fator chamado adaptação compensatória, causado pela exposição dos peixes em baixas temperaturas, pode causar alterações na síntese proteica. Assim sendo, existem evidências que nem sempre em temperaturas maiores serão observadas taxas de síntese proteica e relações RNA/DNA e proteína/DNA maiores. Esses eventos do metabolismo celular dos organismos aquáticos são pouco compreendidos e podem variar de acordo com a espécie estudada, desta forma, esses mecanismos que ainda necessitam de mais estudos podem ter interferido nas relações RNA/DNA e proteína/DNA.

Em conclusão, os melhores resultados no crescimento dos juvenis de robalo-flecha foram obtidos com o cultivo na temperatura de 28°C e água salobra com 15 ppt. Quanto às relações RNA/DNA e proteína/DNA também foram encontrados melhores resultados na água salobra, porém sem o efeito da temperatura. Dessa forma, os parâmetros morfológicos estão de acordo com os componentes bioquímicos, validando o uso destes parâmetros como indicadores de crescimento em juvenis cultivados. Esses resultados proporcionam contribuições para o cultivo do robalo-flecha e para a aquicultura, indicando quais condições são mais adequadas para o seu crescimento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; TSUZUKI, M.Y. A review of methods for *Centropomus spp.* (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin American. **Aquaculture Research**, v. 39, p. 684-700, 2008.

AMARAL JUNIOR, H.; SANTOS, J.J.; GERHARDINGER, R. Monocultivo do robalo *Centropomus parallelus* em água doce. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.10, n.10, p. 1-19, 2009.

BOEUF, G.; PAYAN, P. How should salinity influence fish growth? **Comparative Biochemistry Physiology C Toxicology Pharmacology**, v. 130, n. 4, p. 411-423, 2001.

BRADFORD, M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

BUCKEL, J.A.; STEINBERG, N.D.; CONOVER, D.O. Effects of temperature, salinity, and fish size on growth and consumption of juvenile bluefish. **Journal of Fish Biology**, v.47, p. 696-706, 1995.

BUCKLEY, L.; CLDARONE, E.; ONG, T.L. RNA–DNA ratio and other nucleic acid-based indicators for growth and condition of marine fishes. **Hydrobiologia**, v. 401, p. 265-277, 1999.

CALDARONE, E.M.; ONGE-BURNS, J.M.St.; BUCKLEY, L.J. Relationship of RNA/DNA ratio and temperature to growth in larvae of Atlantic cod *Gadus morhua*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 262, p. 229-240, 2003.

CARTER, C.G.; HOULIHAN, D.F. Protein synthesis. In: WRIGHT, P.; ANDERSON, P. **Nitrogen excretion**. San Diego, California: Academic Press, 2001. cap. 2.

CERQUEIRA, V.R. Cultivo de robalo-peva, *Centropomus parallelus*. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria, RS: Ed. da UFSM, 2005. cap. 17.

CERQUEIRA, V.R.; TSUZUKI, M.Y. A review of spawning induction, larviculture, and juvenile rearing of the fat snook, *Centropomus parallelus*. **Fish Physiology Biochemistry**, v. 35, p. 17-28, 2009.

CHÍCHARO, M.A.; CHÍCHARO, L. RNA:DNA Ratio and other nucleic acid derived indices in marine ecology. **International Journal of Molecular Science**, v. 9, p. 1453-1471, 2008.

CORRÊA, C.F. et al. Frequência alimentar para juvenis de robalo-peva criados em água doce. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.8, n.4, p. 429-436, 2010.

DELL'ANNO, A. et al. Nucleic acid (DNA, RNA) quantification and RNA/DNA ratio determination in marine determination sediments: comparison of spectrophotometric, fluorometric, and high-performance liquid chromatography methods and estimation of detrital DNA. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 3238-3245, 1998.

DIETZ, C. et al. Influence of salinity on energy metabolism in juvenile turbot, *Psetta maxima* (L.). **Aquaculture Nutrition**, v. 19, n.3, 2013.

ESTEVES, E. et al. Comparison of RNA/DNA ratios obtained with two methods for nucleic acid quantification in gobiid larvae. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 245, p. 43-55, 2000.

FERRAZ, E.M. et al. Influência da temperatura de cultivo sobre o crescimento e diferenciação sexual de robalo-peva, *Centropomus parallelus* Poey, 1860. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 6, n. 1, p. 1-16, 2011.

FERRAZ, E.M.; CERQUEIRA, V.R. Influência da temperatura na maturação gonadal de machos do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 2, p. 73-83, 2010.

FIELDER, D. et al. The effects of salinity and temperature on growth and survival of Australian snapper, *Pagrus auratus* larvae. **Aquaculture**, v. 250. p. 201-214, 2005.

FONSECA, V.F.; VINAGE, C.; CABRAL, H.N. Growth variability of juvenile soles *Solea solea* and *Solea senegalensis*, and comparison with RNA : DNA ratios in the Tugas estuary, Portugal. **Journal of Fish Biology**, v. 68, p. 1551-1562, 2006.

GARCIA-LÓPEZ, V.; ROSAS-VÁZQUEZ, C.; BRITO-PÉREZ, R. Effects of salinity on physiological conditions in juvenile common snook *Centropomus undecimalis*. **Comparative Biochemistry Physiology A Molecular Intergrade Physiology**, v. 145, n. 3, p. 340-345, 2006.

GLÉMET, H.; RODRIGUEZ, M.A. Short-term growth (RNA/DNA ratio) of yellow perch (*Perca flavescens*) in relation to environmental influences and spatio-temporal variation in a shallow fluvial lake. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 64, p. 1646-1655, 2007.

GWAK, W.S.; TSUAKI, T.; TANAKA, M. Nutritional condition, as evaluated by RNA/DNA ratios, of hatchery reared Japanese flounder from hatch to release. **Aquaculture**, v. 219, p. 503-514, 2003.

HAJJEJ, G. et al. Biometry, Length-weight Relationships of Little, Tuna *Euthynnus alletteratus* in the Tunisian Waters. **Journal of fisheries and Aquatic Science**, v. 6, n. 3, p. 256-263, 2011.

HANNA, S.K. et al. Temperature effects on metabolic rate, swimming performance and condition of Pacific cod *Gadus macrocephalus* Tilesius. **Journal of Fish Biology**, v.72, p. 1068-1078, 2008.

IMSLAND, A.K. et al. The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). **Aquaculture**, v. 198, n. 3-4, p. 353-367, 2001.

JOHNSTON, I.A.; DUNN, J. Temperature acclimation and metabolism in ectotherms with particular reference to teleost fish. **Symposia of the Society for Experimental Biology**, v.41, p. 67-93, 1987.

KUMAR, T. et al. Biometric studies on *Johnnieops sina* (Cuvier, 1830) along Ratnagiri coast of Maharashtra. **Indian Journal Fish**, v.59, n. 1, p. 7-13, 2012.

KUTTY, M.N.; SUKUMARAN, N.; KASIM, H.M. Influence of temperature and salinity on survival of the freshwater mullet, *Rhinomugil corsula* (Hamilton). **Aquaculture**, v. 20, n. 3, p. 261-274, 1980.

LI, L.; QI, L. Effects of stocking density, temperature, and salinity on larval survival and growth of the red race of the sea cucumber

Apostichopus japonicus (selenka). **Aquaculture International**, v. 18, n. 3, p. 447-460, 2010.

LI, Z.H. et al. Enzymatic alterations and RNA/DNA ratio in intestine of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, induced by chronic exposure to carbamazepine. **Ecotoxicology**, v. 19, p. 872-87, 2010.

LIKONGWE, J.S. et al. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linneus). **Aquaculture**, v. 146, p. 37-46, 1996.

MASUDA, Y. et al. Feeding restriction alters expression of some ATP related genes more sensitively than the RNA/DNA ratio in zebrafish, *Danio rerio*. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**, v. 152, p. 287-291, 2009.

MCCARTHY, I.D.; HOULIHAN, D.F. The effect of temperature on protein metabolism in fish: the possible consequence for wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) stocks in Europe as a result of global warming. In: WOOD, C.M.; MCDONALD, D.G. **Global warming: Implications for freshwater and marine fish**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 1997.

MERCALDO-ALLEN, R.; KUROPAT, C.; CALDARONE, E.M. An RNA:DNA-based growth model for young-of-the-year winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum). **Journal of Fish Biology**, n. 72, p. 1321-1331, 2008.

MIRANDA, D.A.; YOGUI, G.T. **Determinação gravimétrica de peso seco em amostras de sedimento e tecido biológico**. Procedimento Operacional Padrão OrganoMAR-2012-02, revisão n° 1. Laboratório de Compostos Orgânicos em Ecossistemas Costeiros e Marinheiros, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 7p.

NAGI, H.M.; SHENAI-TIRODKAR, P.S.; JAGTAP, T.G. Dimensional relationships in *Crassostrea madrasensis* (Preston) and *C. gryphoides* (Schlotheim) in Mangrove Ecosystem. **Indian Journal of Geo-Marine Sciences**, v. 40, n. 4, p. 559-566, 2011.

OLIVAR, M.P.; DIAZ, M.V.; CHÍCHARO, M.A. Tissue effect on RNA:DNA ratios of marine fish larvae. **Scientia Marina**, v. 73, p. 171-182, 2009.

OSTINI, S. et al. Criação do robalo-peva (*Centropomus parallelus*) submetido a diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.3, p. 250-257, 2007.

RHODY, N.R.; NASSIF, N.A.; MAIN, K.L. Effects of salinity on growth and survival of common snook *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) larvae. **Aquaculture Research**, v. 41, p. 357-360, 2010.

ROBERTS, J.J. et al. Effects of hypoxia on consumption, growth, and RNA:DNA ratios of young yellow perch. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 140, p. 1574-1586, 2011.

SIVARAMAN, G.K.; KAPILA, R.; MAHANTA, P.C. RNA-DNA ratios as a indicator of fish growth on Golden mashseer (*Tor putitora*). **Asian Fisheries Science**, v. 22, p. 117-123, 2009.

SOUZA, J.H. et al. Desempenho zootécnico e econômico de juvenis de robalo-peva alimentados com dietas contendo diferentes concentrações proteicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 2, p. 190-195, 2011.

SOUZA, M.R. et al. Seleção de bactéria com potencial probiótico e utilização no cultivo de robalo-flecha (*Centropomus parallelus* Poey, 1986). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n .1, p. 17-24, 2010.

TANAKA, Y. et al. Assessment of the nutritional status of field-caught larval Pacific tuna by RNA/DNA ratio based on a starvation experiment of hatchery-reared fish. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 354, p. 56-64, 2008.

TONG, X.H. et al. Changes in RNA, DNA, protein contents and growthof turbot *Scophthalmus maximus* larvae and juveniles. **Journal of Fish Biology**, v. 77, p. 512-525, 2010.

TSUZUKI, M.Y. et al. Survival, growth and digestive enzyme activity of juveniles of the fat snook (*Centropomus parallelus*) reared at different salinities. **Aquaculture**, v. 271, p. 319-325, 2007.

VARELA, J.L. et al. Relationship between fork and intestine length in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). **Collective Volume Science Papers**, v. 68, n. 1, p. 236-239, 2012.

VARSAMOS, S.; NEBEL, C.; CHARMANTIER, G. Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish: a review. **Comparative Biochemistry Physiology A Molecular Intergrade Physiology**, v. 141, n. 4, p. 401-429, 2005.

YEUNG, J.W.Y.; YEUNG, K.M.Y. Effects of animal size and nutritional status on the RNA/DNA ratio in different tissues of the green-lipped mussel *Perna viridis*. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, p. 1-9, 2011.

Este trabalho foi realizado com o propósito de ampliar as tecnologias aplicadas no cultivo de peixes marinhos. Os resultados revelam que o crescimento de juvenis de robalo-flecha pode ser avaliado através dos parâmetros morfológicos e componentes bioquímicos como as relações RNA/DNA e proteína/DNA.

Orientador: Dr. Carlos André da Veiga Lima Rosa

Coorientador: Dra. Karim Hahn Lüchmann