

REGINALDO FLORÊNCIO DA SILVA JÚNIOR

**SUBSTITUIÇÃO DO ÓLEO DE PEIXE POR ÓLEO DE SOJA EM DIETAS PARA O
BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*)**

RECIFE

2009

REGINALDO FLORÊNCIO DA SILVA JÚNIOR

**SUBSTITUIÇÃO DO ÓLEO DE PEIXE POR ÓLEO DE SOJA EM DIETAS PARA O
BELJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli

Co-orientador: Prof. Dr. Eudes de Souza Correia

RECIFE

2009

DEDICATÓRIA

*Ao **Senhor Deus**, que sempre me deu forças para vencer os obstáculos e pela oportunidade de vivenciar momentos felizes na minha vida, bem como me amparar nos momentos difíceis. Aos meus pais **Reginaldo e Maria das Graças** pelo grande exemplo de vida, educação e estímulos constantes. Aos meus **irmãos Marcos e Bruno**, a **vovó Corina** e toda minha família pela ajuda, pelo carinho e amizade.*

e ofereço

Waleska de Melo Costa

(“in memoriam”)

Que estranha é a sina que cabe a nós, mortais! Cada de um de nós está aqui para uma temporada; com que propósito, não se sabe... Os ideais que têm iluminado meu caminho, e repentinamente me têm renovado a coragem para enfrentar a vida com ânimo, são a Bondade, a Beleza e a Verdade.

Albert Einstein, *The world as I see it* (1931)

AGRADECIMENTOS

Nunca, jamais desanimeis. Embora venham ventos contrários.

(Madre Paulina)

Ao Departamento de Pesca e Aquicultura e ao Curso de Pós-Graduação em Recurso Pesqueiro e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade e apoio para realização deste curso.

Ao Professor Dr. Ronaldo Olivera Cavalli, pela orientação, confiança, além da dedicação, amizade e compreensão.

Ao Professor Dr. Eudes de Souza Correia (UFRPE) e a Dra. Patrícia Fernandes de Castro (Embrapa Meio - Norte) que tanto contribuíram para minha formação, pela amizade, incentivo e exemplo profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos membros Banca Examinadora, titulares e suplentes, pelas críticas e sugestões que contribuíram para melhorar a qualidade deste trabalho.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Piscicultura Marinha, Willy Vila Nova, João Luiz (Jean), Ernesto Domingues, Luciano Willadino, Daniel Brandt, Edmilson Dantas, pelo apoio prestado na montagem, instalações e execução dos trabalhos, amizade e solidário convívio.

À Aqualider Maricultura Ltda, pelo uso de suas instalações e concessão dos juvenis, e ao Engenheiro de Pesca João Carlos Manzella (“Johnny”) pelo apoio durante a execução do experimento.

A Professora Janice Druzian do Laboratório de Cromatografia Aplicada e Pescado (LAPESCA) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia pela permissão do uso do laboratório para realização de análises bromatológica e centesimal e à sua equipe Aparecida do Rosário, Carolina Oliveira, Lívia Bacelar e Fulvio Melo, pelo apoio, paciência e amizade conquistada.

À secretária da pós-graduação Selma Santiago, pela paciência, colaboração e amizade.

Aos Professores Emiko Mendes, Leandro Portz, Marcelo Tesser, Paulo de Paula, Paulo Travassos, Roberta Soares, Ranilson Sousa, Santiago Hamilton e Silvio Peixoto, pelo apoio e atenção dispensada em várias fases deste trabalho.

Aos doutorandos Carolina Nunes Costa, Aureliana Ribeiro, Wanessa Melo, Elton Lima, a Engenheira de Pesca Fabiana Penalva, Dra. Cristiane Castro e ao Médico Veterinário Paulo de Tarso Albuquerque, pela orientação, amizade e valioso apoio prestado na execução do trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Enzimologia (LABENZ) da Universidade Federal de Pernambuco, Professor Ranilson Sousa, Juliana Ferreira dos Santos (MSc), Renata Cristina da Penha França (MSc), Werlayne Mendes (MSc) e Marina Marcushi (MSc) pelo apoio.

Aos colegas e amigos da pós-graduação Aline Rocha, Ana Paula, Egidio Alves, Fábria Carraro, Ivo Thadeu, Magda Simone, Mirela Assunção, Rodrigo Risi e Teresa Cristina e em especial a Aprígio Marques, Dijaci Araújo, Elaine Cristina, Fábio Magno, Maurício Pessoa, Renata Akemi, Ronaldo Barradas e Virginia Pedrosa, pelo apoio, amizade, companheirismo e momentos felizes durante estes dois anos.

Aos Engenheiros de Aquicultura, Jorge Enrique Flores (Storvik-Chile) e Lorena Ávalos (Universidad Católica del Norte-Chile), pela amizade e material cedido.

A minha namorada Paula Pereira Carvalho, pelo carinho, companheirismo e incentivo.

Aos amigos Chiara Campos, Diego Rocha, Daniela Cavalcanti, Hilma Maria, Kelly Souza, Ricardo Nonô, Suely Bezerra e Talita Pedroza, pelos momentos felizes que jamais esqueceremos e que tanto me incentivaram nos momentos difíceis.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

*“El mar es la patria de todos los
soñadores en toda las vidas en pugna
con lo cotidiano hay un golpe de mareas
y es en el surco abierto por los barcos
donde fructifican las semillas de los mejores sueños”.*

Salvador Reyes Figueroa.

RESUMO

Dentre os vários peixes marinhos nativos do Brasil, o beijupirá, *Rachycentron canadum*, é considerado uma espécie de grande potencial para o cultivo intensivo, principalmente por apresentar um rápido crescimento. No entanto, a alimentação destaca-se na cadeia produtiva deste peixe como um dos fatores mais relevantes, principalmente quanto à utilização do óleo de peixe. O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos da substituição do óleo de peixe por óleo de soja em dietas práticas para juvenis do beijupirá. Grupos de dez juvenis com peso de 12 g foram distribuídos aleatoriamente em 20 tanques de fibra de vidro com volume útil de 480L. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia até a saciedade aparente com dietas contendo 12% de lipídios totais, mas com diferentes proporções de óleo de peixe e soja. As dietas foram denominadas Op0, Op25, Op50, Op75 e Op100 de acordo com o nível inclusão de óleo de peixe (0, 25, 50, 75 e 100%, respectivamente). As variáveis de qualidade de água (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, amônia total, nitrito e nitrato) não foram significativamente diferentes entre os tratamentos. A taxa de crescimento específico foi inferior à observada em outros estudos com a mesma espécie. O aumento do nível de óleo de peixe na dieta resultou em uma maior sobrevivência. Os juvenis alimentados com as dietas Op75 e Op100 apresentaram ganhos de peso superiores as dietas Op0 e Op25, enquanto os alimentados com a dieta Op50 apresentaram um crescimento intermediário. Os valores da taxa de crescimento específico comportaram-se de forma similar ao ganho de peso. O consumo alimentar aumentou gradativamente com a maior inclusão de óleo de peixe nas dietas, tendo passado de 216,67g nos peixes alimentados com a dieta Op0 para 314,25g naqueles que receberam a dieta Op100. De modo geral, os parâmetros de desempenho aumentaram à medida que se elevou o nível de óleo de peixe nas dietas. Não foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) nas concentrações de proteína bruta e lipídio bruto nas carcaças dos peixes dos diferentes tratamentos. Por outro lado, os teores de umidade

e cinzas diferiram significativamente entre os tratamentos. A utilização de níveis de inclusão relativamente altos de ingredientes de origem vegetal diminuiu o consumo alimentar, o que aparentemente afetou negativamente o crescimento destes animais. O presente estudo demonstra que é possível utilizar um nível de inclusão de até 50% de óleo de soja em substituição ao óleo de peixe nas dietas para o beijupirá durante a fase juvenil.

ABSTRACT

Among the various marine fish native to the Brazilian coast, cobia, *Rachycentron canadum*, is considered to have a great potential for intensive culture. Feeding is a main concern in the production of cobia, especially due to the reliance on fish oil from wild caught fisheries as a source of essential fatty acids. In this study, we assessed the possibility of replacing fish oil by soybean oil in practical diets for cobia juveniles. Groups of 10 fish (mean weight of 12 g) were randomly distributed in 20 fiberglass tanks each containing 480L. Fish were fed to apparent satiety twice daily. Dietary lipid levels were 12%. Experimental diets contained different proportions of fish and soybean oils and were therefore named Op0, Op25, Op50, Op75 and Op100 according to the level of fish oil inclusion (0, 25, 50, 75 and 100%, respectively). Water quality variables (temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, total ammonia, nitrite and nitrate) were not significantly different between treatments. Specific growth rates were somehow lower in comparison to previous studies. Increasing dietary fish oil levels resulted in higher survival. Fish fed diets Op75 and Op100 presented higher weight gain than those fed diets Op0 and Op25, whereas fish fed diet Op50 had intermediate weight gain. Feed intake also increased as dietary fish oil levels increased - from 216.67g in fish fed diet Op0 to 314.25g for those fed diet Op100. Overall, performance parameters were enhanced at higher levels of dietary fish oil. At the end of the experiment, no significant differences ($P < 0.05$) in terms of protein and lipid contents of fish carcass were observed between treatments. On the other hand, water and ash content differed significantly between treatments. The use of relatively high levels of plant ingredients probably affected feed intake, which resulted in lower fish growth. The present results suggest the possibility of replacing at least 50% of fish oil by soybean oil in diets for cobia juveniles.

SUMÁRIO

Resumo

Abstract

Lista de tabelas

Lista de figuras

INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3. OBJETIVO	21
4. ARTIGO CIENTÍFICO - Substituição do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para o beijupirá.....	22
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	26
RESULTADOS.....	28
DISCUSSÃO.....	30
AGRADECIMENTOS.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
ANEXOS.....	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
6. ANEXOS.....	50
6.1. Normas da revista.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulação e composição aproximada das dietas experimentais com diferentes níveis de óleo de peixe e soja fornecidas a juvenis de <i>Rachycentron canadum</i> por 42 dias.....	39
Tabela 2. Médias (\pm erro padrão; amplitude entre parênteses) das variáveis de qualidade da água nos tanques de <i>Rachycentron canadum</i> alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de peixe e soja durante 42 dias.....	40
Tabela 3. Valores médios da taxa de sobrevivência, ganho de peso, taxa de crescimento específico (TCE), consumo alimentar e taxa de eficiência protéica (TEP) de juvenis de <i>Rachycentron canadum</i> alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de peixe e soja durante 42 dias.....	41
Tabela 4. Composição centesimal média (\pm erro padrão) da carcaça dos juvenis de <i>Rachycentron canadum</i> no início do período experimental e após serem alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de peixe e soja por 42 dias.....	42

1. INTRODUÇÃO

Há relativamente poucos anos, os oceanos eram considerados fontes inesgotáveis de proteína animal, capazes de sustentar ilimitadamente a crescente população humana num horizonte de tempo extremamente longo. Entretanto, devido à sobre-pesca, atualmente 70% dos estoques de pescados se encontram sobrexplorados ou capturados em seu limite biológico (TIDWELL & ALLAN, 2001).

Com a diminuição da produção de pescado capturado, a aquicultura, definida como o produção de organismos aquáticos ou que possuem parte do ciclo de vida aquático, vem assumindo uma importância cada vez maior em todo o mundo. Além de ser uma atividade econômica nas zonas costeiras de vários países, a aquicultura representa uma alternativa à exploração de recursos naturais e se apresenta como o setor de produção alimentar que mais cresce no mundo. Desde 1984, esse setor apresenta uma taxa anual de crescimento de 8,8%, comparado com 2,8% da produção de animais terrestres cultivados, e responde por cerca de 50% dos produtos pesqueiros mundiais destinados à alimentação humana (FAO, 2006). Estimativas sugerem que o crescimento da população até 2020 resultará no aumento do consumo de pescado da ordem de 30 milhões de toneladas/ano, sendo que esse aumento na demanda terá que ser suprido pela aquicultura (CHANG, 2003).

Neste milênio, a aquicultura deverá assumir a responsabilidade pelo suprimento do déficit da demanda através do aumento da utilização e da produtividade das espécies próprias para a atividade. Este crescimento, porém, deverá ser baseado nos conceitos de produção economicamente viável, segurança alimentar, sustentabilidade e desenvolvimento sócio-econômico (VALENTI et al., 2000).

A piscicultura marinha ainda é incipiente em nosso país e estudos bem planejados e integrados nas áreas de tecnologia de produção, reprodução, nutrição e alimentação, bem como estratégias para o mercado e regulamentação do setor, são essenciais para a consolidação desta atividade. Neste contexto, a formulação e o processamento de dietas

devem se basear em padrões de exigências nutricionais determinados em ensaios biológicos de ganho de peso das diferentes espécies, para cada sistema e regime de criação (TACON & DOMINY, 1999).

Dentre as várias espécies de peixe marinho disponíveis para o cultivo intensivo, o beijupirá (*Rachycentron canadum*) é considerado uma espécie de grande potencial (CHOU et al., 2001), principalmente por apresentar um rápido crescimento. No entanto, fatores de suma importância dentro da cadeia produtiva ainda merecem especial atenção para o pleno crescimento da atividade. Dentre estes, destacam-se a nutrição, principalmente por se tratar de um peixe carnívoro, uma vez que os custos com rações representam o maior percentual no custo total na produção (LOVELL, 1989; NAYLOR et al, 2000; CHOU et al., 2005; MILLER et al., 2005).

Um dos principais fatores que afetam o custo da alimentação se relaciona à utilização do óleo de peixe, um recurso não renovável e com sérias limitações de volume produzido (TACON & METIAN, 2008), mas do qual a piscicultura marinha ainda depende para sua sustentação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A espécie *Rachycentron canadum*, comumente chamado de beijupirá, bijupirá ou cação de escama, é um peixe pelágico migrador de grande porte, amplamente distribuído nas águas tropicais e subtropicais de todos os continentes (CHOU et al., 2001), com exceção da porção leste do Pacífico, entre as latitudes 32°N e 28°S (SHAFFER & NAKAMURA, 1989). Este peixe tem hábito alimentar carnívoro, que se reflete na sua alta exigência por proteínas. Durante as fases larvais, sua alimentação é basicamente composta de zooplâncton, preferencialmente de copépodos (SHAFFER & NAKAMURA, 1989). A dieta de juvenis e adultos inclui o zoobentos e o nécton, preferencialmente peixes, camarões, lulas e caranguejos, embora possa eventualmente consumir estomatópodos e bivalves (FRANKS et al., 1996).

A espécie expressa características de produção relevantes, tais como a facilidade de reprodução em cativeiro (CAYLOR et al., 1994; FAULK & HOLT, 2006) e elevada taxa de crescimento durante os períodos larval (CHOU et al., 2001) e juvenil (FAULK & HOLT, 2006). Outras características vantajosas incluem a tolerância das larvas à salinidade (FAULK & HOLT, 2006), ótima adaptação ao confinamento, aceitação de dietas extrusadas disponíveis comercialmente (LIN et al., 2006), resistência a doenças (SUN et al., 2006) e a produção de filés de alta qualidade adequados ao consumo na forma de “sashimi” (CHEN, 2001; CHOU et al., 2001; KAISER & HOLT, 2005; CRAIG et al., 2006). Sua carne branca não é rica somente em proteínas, mas possui também elevados níveis de ácidos graxos altamente insaturados da família n-3, em especial o EPA (Ácido eicosapentaenóico) e o DHA (Ácido docosahexaenóico), além de níveis relativamente elevados de vitamina E, taurina e ornitina (CHANG, 2003).

CHOU et al. (2001) afirmam que, apesar do rápido crescimento quando produzidos em gaiolas, há necessidade de melhoria na formulação das dietas, pois informações disponíveis sobre as exigências nutricionais desta espécie ainda são escassas, principalmente quanto aos

aminoácidos essenciais, ácidos graxos e outros nutrientes chaves para o sucesso produtivo e viabilidade econômica em nível comercial (CRAIG et al., 2006).

Segundo LIM (1997), o aspecto energético deve estar sempre em primeiro plano durante a formulação de dietas. De modo geral, os animais se alimentam para satisfazer suas necessidades em termos de energia. Caso lhes sejam fornecidos alimentos pouco energéticos, a proteína, que é proporcionalmente o item mais caro de uma dieta, e que deveria ser destinada à construção de tecidos novos, será utilizada como fonte de energia de manutenção. Por outro lado, dietas muito energéticas limitam o consumo do alimento, reduzindo a absorção de proteína e de outros nutrientes e, conseqüentemente, afetam o crescimento. Portanto, é de vital importância que as proteínas da dieta sejam metabolizadas para formação de tecido muscular e não como energia metabólica (WILLIAMS et al., 2003; OZORIO et al., 2006). A habilidade em utilizar lipídios no lugar das proteínas como fonte de energia pode minimizar a perda protéica pelo catabolismo (REFSTIE et al., 2001; WILLIAMS et al., 2003) e desse modo reduzir potencialmente a entrada de nitrogênio nos sistemas de produção (MILLER et al., 2005).

Os lipídios servem como uma fonte importante de energia dietética para os peixes marinhos carnívoros, os quais geralmente têm uma limitada capacidade de usar carboidratos para a produção de energia. Os lipídios dietéticos são fontes importantes não somente de energia, mas também de ácidos graxos essenciais para o crescimento e o desenvolvimento, e também servem como transportadores das vitaminas A, D, E e K (NRC, 1993; SARGENT et al, 1999; SARGENT et al., 2002). Existem duas séries de ácidos graxos essenciais que devem ser obrigatoriamente supridas pela dieta. A série n-6 é derivada do ácido linoléico (LA) e a série n-3, do ácido alfa-linolênico (ALN). A partir destes ácidos graxos poliinsaturados (PUFA), são sintetizados os ácidos araquidônico (AA), eicosapentanoico (EPA) e docosahexanoico (DHA) (SOUZA et al., 2007), que são essenciais tanto para o crescimento

das larvas de peixes marinhos como para várias outras funções metabólicas (ZHENG et al., 2004; DING et al., 2009).

Os peixes são constituintes importantes na dieta humana, principalmente por serem uma importante fonte de ácidos graxos altamente insaturados (HUFA's), especialmente EPA e DHA. As pesquisas científicas com esses ácidos graxos têm-se intensificado nos últimos anos já que estes ácidos graxos estão diretamente envolvidos na prevenção e cura de doenças em humanos, principalmente cardiovasculares e inflamatórias (BRUM et al., 2002). A concentração de PUFA da série n-3 na carcaça de peixes varia de acordo com a espécie e depende especialmente da dieta consumida por estes (VISENTAINER, 2003). Segundo SHIAU (2007), o beijupirá contém mais ácidos graxos insaturados do que ácidos graxos saturados. Além disso, os níveis de EPA e DHA na carne branca são mais elevados do que em outros peixes de cativeiros.

O excesso de lipídios na dieta pode resultar em um desequilíbrio na relação da energia digestível/taxa de proteína bruta e na deposição excessiva de gordura na cavidade visceral e nos tecidos (CHOU et al., 2001), o que pode impactar negativamente na saúde e o bem estar do animal cultivado (CRAIG et al., 1999). O acúmulo de lipídios no fígado pode causar problemas de saúde, como menor resistência às doenças, conduzindo a elevados níveis de estresse oxidativo (CRAIG et al., 2006). Por outro lado, a deficiência de 18:3 (n -3) pode causar redução no crescimento, despigmentação, erosão das nadadeiras, síndrome de choque e acúmulo de gordura (CYRINO et al., 2004).

A principal fonte de lipídios em dietas para peixes marinhos criados é o óleo de peixe. A demanda por este produto na indústria aquícola é crescente (BARLOW, 2000). Atualmente sua produção global anual é relativamente constante, variando entre 1,1 a 1,4 milhões de toneladas, mas declinando para cerca de 800.000 toneladas ou menos nos anos de ocorrência do fenômeno El Niño. Em 2006, estimou-se que 16,6 milhões de toneladas de pequenos peixes pelágicos capturados foram destinados à produção de farinha e óleo de peixe, sendo

que, ao final desse processo, somente 5% desta biomassa virou óleo de peixe, ou seja, apenas 830 mil toneladas. A aquicultura consumiu quase 90% deste total, aumentando a pressão da pesca sobre os estoques pesqueiros selvagens (TACON & METIAN, 2008).

Uma forma de minimizar a dependência da piscicultura marinha pelo óleo de peixe é a utilização de fontes alternativas, dentre as quais se destacam os óleos vegetais (ROSENLUND et al., 2001; FIGUEIREDO-SILVA et al., 2005). Estes são fontes de lipídios praticamente livres de dióxidos e outros poluentes orgânicos, sua produção é 100 vezes maior que o óleo de peixes (FAO, 1997) e são menos suscetíveis à auto-oxidação em relação ao óleo de peixe (WATANABE, 2002). Vários ingredientes têm sido investigados durante os últimos anos com o objetivo de se reduzir a dependência pelo óleo de peixe (RASO & ANDERSON, 2003; TURCHINI et al., 2003). O principal aspecto que deve ser levado em conta na substituição do óleo de peixe por fontes alternativas de lipídios é a obtenção de um nível adequado de energia em associação com um nível balanceado de ácidos graxos. Nesse caso, uma elevada taxa de crescimento, eficiência alimentar, eficiência imunológica, resistência às doenças, sobrevivência e boa qualidade organoléptica deve ser garantida (FIGUEIREDO-SILVA et al., 2005).

A falta de um balanceamento de ácidos graxos adequados (SARGENT et al., 2002), palatabilidade e digestibilidade reduzidas (REGOST et al., 2003; CABALLERO et al., 2002, respectivamente) e a eventual presença de fatores anti-nutricionais podem limitar a utilização de fontes lipídicas vegetais como eventuais substitutos ao óleo de peixe. De modo geral, porém, quando as exigências em ácidos graxos essenciais são atingidas, a substituição parcial pelo óleo de origem vegetal parece ser possível (ROSENLUND et al., 2001; IZQUIERDO et al., 2003; RASO & ANDERSON, 2003; FIGUEIREDO-SILVA et al., 2005).

Apesar de vários trabalhos já estarem disponíveis na literatura a respeito da nutrição do beijupirá (CHOU et al., 2001; ZHOU et al., 2004; ZHOU et al., 2005; WANG et al. 2005;

LUNGER et al., 2006), até o momento nenhum estudo considerou a possibilidade de substituição de óleo de peixe por óleos vegetais.

3. OBJETIVO

- Determinar os efeitos da substituição total e parcial do óleo de peixe por óleo de soja em dietas práticas para juvenis de beijupirá (*Rachycentron canadum*).

4. ARTIGO CIENTÍFICO

Parte dos resultados obtidos durante o trabalho experimental dessa dissertação é apresentado no artigo intitulado **Substituição do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para o beijupirá**, que se encontra em anexo.

MANUSCRITO

Substituição do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para o beijupirá

Manuscrito a ser submetido à revista

Pesquisa Agropecuária Brasileira

ISSN: 1678-3921(Eletronic Version)

Substituição do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para o beijupirá

Reginaldo Florêncio da Silva Jr⁽¹⁾, Willy Vila Nova⁽¹⁾, João Luiz Farias⁽¹⁾, Marcelo B. Tesser⁽²⁾, Eudes de Souza Correia⁽¹⁾ e Ronaldo O. Cavalli⁽¹⁾

⁽¹⁾ Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-030, Recife, PE, Brasil. E-mail: rfsilvajunior@gmail.com, willyvnp@yahoo.com.br, jeantanui@yahoo.com.br, escorreia@uol.com.br e ronaldocavalli@gmail.com

⁽²⁾ Instituto de Oceanografia, FURG - Universidade Federal do Rio Grande, Av. Itália, s/n, 96201-900, Campus Carreiros, Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: mbtesser@gmail.com

Resumo - O beijupirá é um peixe marinho nativo do Brasil com grande potencial para a criação intensiva. Para determinar o potencial de substituição de óleo de peixe em dietas para este peixe, cinco dietas com diferentes proporções de óleos de peixe e soja foram fornecidas durante 42 dias. Duzentos juvenis ($\pm 12g$) foram distribuídos aleatoriamente em 20 tanques e alimentados até a saciedade aparente. À medida que se aumentou o nível de óleo de peixe nas dietas, houve um aumento proporcional no desempenho. Os juvenis alimentados com dietas contendo 75 e 100% de óleo de peixe apresentaram ganhos de peso superiores aos das dietas com 0 e 25% óleo de peixe, enquanto os alimentados com a dieta com 50% óleo de peixe apresentaram um crescimento intermediário. Não foram observadas diferenças nas concentrações de proteína e lipídio na carcaça dos peixes, mas os teores de umidade e cinzas diferiram significativamente entre os tratamentos. Os resultados indicam que a inclusão de níveis relativamente altos de ingredientes de origem vegetal diminuiu o consumo alimentar, o

que afetou negativamente o crescimento. Foi demonstrada a possibilidade de substituição de até 50% do óleo de peixe por óleo de soja em dietas para juvenis do beijupirá.

Termos de indexação: *Rachycentron canadum*, piscicultura marinha, nutrição, lipídios.

Replacement of fish oil by soybean oil in diets for cobia

Abstract - Cobia is a marine fish native to Brazil that has a great potential for intensive culture. In this study, we assessed the possibility of replacing dietary fish oil by soybean oil. Groups of 10 juveniles were randomly distributed in twenty 480L tanks and fed to apparent satiety twice daily. Diets contained 12% lipids with different proportions of fish and soybean oils and were therefore named Op0, Op25, Op50, Op75 and Op100 according to the inclusion level of fish oil (0, 25, 50, 75 and 100%, respectively). Increasing dietary fish oil levels resulted in higher survival, growth and feed intake. Fish fed diets Op75 and Op100 presented higher weight gain than those fed diets Op0 and Op25, whereas fish fed diet Op50 had intermediate weight gain. Overall, performance was enhanced at higher levels of dietary fish oil. No significant differences in terms of protein and lipid contents of fish carcass were observed, but moisture and ash content differed significantly between treatments. The inclusion of relatively high levels of plant ingredients probably affected feed intake, which resulted in lower growth. The present results suggest the possibility of replacing at least 50% of fish oil by soybean oil in diets for cobia juveniles.

Index terms: *Rachycentron canadum*, marine fish farming, nutrition, lipids.

Introdução

Dentre os vários peixes marinhos nativos do Brasil, o beijupirá, *Rachycentron canadum*, é considerado uma espécie de grande potencial para a criação intensiva (Chou et al., 2001; Liao & Leño, 2007). Peixe pelágico migrador de grande porte, se encontra

amplamente distribuído nas águas tropicais e subtropicais de todos os continentes, entre as latitudes de 32°N e 28°S, com exceção da porção leste do Pacífico (Shaffer & Nakamura, 1989). Expressa características de produção relevantes, tais como facilidade de reprodução em cativeiro (Faulk & Holt, 2006; Liao & Leño, 2007), elevada taxa de crescimento (Chou et al., 2001; Faulk & Holt, 2006), tolerância das larvas à salinidade (Faulk & Holt, 2006), ótima adaptação ao confinamento, aceitação de dietas extrusadas disponíveis comercialmente (Craig et al., 2006), e produção de filés de alta qualidade adequados ao consumo na forma de “sashimi” (Chou et al., 2001; Craig et al., 2006; Liao & Leño, 2007).

Na piscicultura marinha, um dos principais fatores que afetam o custo da alimentação se relaciona à utilização do óleo de peixe, a principal fonte de lipídios em dietas para peixes marinhos (Sargent et al., 2002). O óleo de peixe é um recurso com sérias limitações de volume produzido (Tacon & Metian, 2008). A produção mundial tem se mantido constante entre 1,1 e 1,4 milhões de toneladas por ano, mas, em anos de ocorrência do fenômeno El Niño, a produção diminui para cerca de 800.000 toneladas. Uma forma de minimizar a dependência da piscicultura marinha pelo óleo de peixe é o uso de fontes alternativas, como os óleos vegetais (Roselund et al., 2001; Figueiredo-Silva et al., 2005). O principal aspecto a ser considerado na substituição do óleo de peixe por fontes alternativas é a obtenção de níveis adequados de energia em associação com níveis equilibrados de ácidos graxos. O desbalanceamento de ácidos graxos (Sargent et al., 2002), a baixa palatabilidade e digestibilidade (Regost et al., 2003; Caballero et al., 2002) e a presença de fatores anti-nutricionais podem limitar a utilização de óleos vegetais.

Apesar de vários trabalhos sobre a nutrição do beijupirá já estarem disponíveis na literatura (Chou et al., 2001; Zhou et al., 2004, 2005; Wang et al., 2005; Craig et al., 2006; Lunger et al., 2007), informações sobre as exigências nutricionais desta espécie ainda são escassas, principalmente quanto a ácidos graxos, aminoácidos e outros nutrientes essenciais (Fraser & Davies, 2009). Como até o momento não foi considerada a substituição de óleo de

peixe por óleos vegetais, este estudo analisou os efeitos da substituição do óleo de peixe por óleo de soja em dietas práticas para juvenis desta espécie.

Material e Métodos

Este estudo foi conduzido nas instalações da Aqualider Maricultura Ltda, município de Ipojuca, PE. As unidades experimentais foram 20 tanques de fibra de vidro, circulares e com volume útil de 480 L. Cada tanque foi equipado com telas contra a fuga dos peixes na drenagem e na abertura superior, e uma pedra porosa para garantir a oxigenação da água. A água do mar foi filtrada antes de ser distribuída aos tanques. A entrada de água nos tanques foi direcionada de modo a criar um vórtex, de forma que os resíduos se concentrassem no centro do tanque. Diariamente, estes resíduos foram sifonados. O fluxo de água durante o experimento se manteve contínuo com um mínimo de 13 renovações diárias.

Os duzentos juvenis de beijupirá utilizados neste estudo foram produzidos pela Aqualider Maricultura Ltda. Grupos de dez juvenis com peso médio de 12 g e comprimento total de 14 cm foram distribuídos aleatoriamente em cada tanque experimental, permanecendo nesta condição por uma semana (período de aclimação), sendo alimentados três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 16:00) com uma dieta comercial para peixes carnívoros com 40% de proteína bruta e 8% de lipídios. Ao final da aclimação, os peixes foram mantidos em jejum por dois dias para a realização de uma amostragem inicial (n=5) da composição da carcaça. Estes peixes foram sacrificados e rapidamente congelados a -20°C.

Cinco dietas foram formuladas para ser isoprotéicas e isoenergéticas. A proporção dos ingredientes utilizados nas dietas está apresentada na Tabela 1. Duas fontes de lipídios (óleo de peixe ou de soja) foram utilizadas. As concentrações testadas foram de 0, 25, 50, 75 e 100% de óleo de peixe (denominadas dietas Op0, Op25, Op50, Op75 e Op100, respectivamente) em quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais distribuídas ao

acaso. As dietas foram preparadas sob a forma de pellets e, após a secagem, foram ensacadas e armazenadas a -20°C até a utilização.

Após a aclimatação, as dietas experimentais passaram a ser ofertadas em duas refeições diárias (9:00 e 16:00) até a saciedade aparente sem que o operador tivesse o conhecimento do tipo de dieta que estava sendo ofertada. O período experimental teve duração de 42 dias. A cada 14 dias, o crescimento dos peixes foi acompanhado por meio de medições do peso úmido (g) e comprimento total (cm) em balança eletrônica com precisão de 0,01g e régua milimetrada, respectivamente. Os juvenis de cada tanque foram coletados, anestesiados com uma solução de óleo de cravo ($0,5 \text{ g.L}^{-1}$), pesados e medidos individualmente, reanimados em água límpida e aeração constante, e devolvidos às suas respectivas unidades experimentais. Paralelamente às medições, os tanques foram esvaziados, escovados a fim de retirar o material aderido às paredes e preenchidos com água do mar.

Também a cada duas semanas era feito um tratamento profilático contra parasitas com sulfato de cobre (CuSO_4) e ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) na concentração de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ com duração de uma hora. Os dois compostos eram dissolvidos num mesmo recipiente e aplicados diretamente na água, a qual não era renovada durante este período. Medições de oxigênio dissolvido, temperatura, pH e salinidade foram feitas duas vezes ao dia com um medidor multiparâmetro (Yellow Springs Instruments, EUA; modelo YSI 556), enquanto as concentrações de amônia, nitrito e nitrato foram estimadas a cada três dias com um kit comercial de análise de águas (Alcon, Brasil; Labcon Test).

Ao final do experimento, cinco peixes de cada tratamento foram coletados para a determinação da composição centesimal. Para essas análises, os peixes foram homogeneizados com o auxílio de um liquidificador, colocados em sacos plásticos e armazenados a -20°C . Amostras das dietas experimentais e dos peixes foram submetidas à análise de composição centesimal. A umidade foi determinada por secagem em estufa a 110°C até peso constante; a cinza, por incineração em forno mufla a 600°C por 5 horas; a

proteína bruta, pelo método de Kjeldhal ($N \times 6,25$) com auxílio de um sistema Kjeldhal automático. Todos estes métodos estão de acordo com a AOAC (2000). O lipídio bruto foi determinado por gravimetria após extração com uma mistura de clorofórmio:metanol:água (Bligh & Dyer, 1959). A energia bruta das dietas foi estimada com base nos valores fisiológicos da proteína bruta, lipídios e carboidratos.

O desempenho dos peixes dos diferentes tratamentos foi estimado com base no ganho de peso médio (GP, em g), através da diferença entre o peso médio final (P_f) e o inicial (P_i), a taxa de crescimento específico (TCE), expressa em percentagem por dia, através de $TCE = 100 \cdot (\ln \text{Peso}_{\text{final}} - \ln \text{Peso}_{\text{inicial}}) / \text{dias de cultivo}$; e a taxa de eficiência protéica (TEP), resultado da razão entre o ganho de peso e a estimativa da quantidade de proteína consumida pelo peixe, ou $TEP = (\text{ganho de peso} / \text{consumo de proteína})$. O consumo alimentar foi estimado por meio do oferecimento gradativo das dietas acompanhado da observação do consumo pelos peixes, ou seja, até a saciedade aparente. Desta forma, a quantidade de ração ofertada foi a mais próxima possível à quantidade de ração efetivamente consumida pelos peixes. O consumo alimentar foi, portanto, expresso como a quantidade total de dieta oferecida (g) durante todo o período experimental para cada tratamento.

Os dados de desempenho zootécnico e composição dos peixes foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, quando significativo, efetuou-se a análise de regressão com o aplicativo Sisvar 4.0. Os resultados de sobrevivência foram transformados pelo arco seno da raiz quadrada do número final de peixes menos o número inicial.

Resultados

A composição centesimal das dietas experimentais não apresentou diferenças marcantes (Tabela 1). Os níveis de proteína bruta, lipídios e cinzas variaram entre 38,23 e 43,20%, 11,93 e 12,88%, e 10,63 e 11,29%, respectivamente.

As variáveis de qualidade de água não foram significativamente diferentes entre os tratamentos (Tabela 2). As médias (\pm erro padrão) de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade foram 27,5°C (\pm 0,5), 8,14 (\pm 0,18), 6,57 mg.L⁻¹ (\pm 0,43) e 33,3 (\pm 1,0), respectivamente. A concentração de oxigênio dissolvido mais baixa durante o período experimental (5,41 mg.L⁻¹) ocorreu no tratamento Op50. Os compostos nitrogenados se mantiveram em concentrações relativamente baixas. As médias (\pm erro padrão) das concentrações de N-amoniacoal (NH³ + NH⁴) e nitrato (NO₃⁻) foram 0,02 mg.L⁻¹ (\pm 0,00) e 3,14 mg.L⁻¹ (\pm 2,44). Não foram detectadas concentrações significativas de nitrito (NO₂⁻) em nenhum dos tanques.

Uma repetição de cada um dos tratamentos Op0 e Op75 apresentou alta mortalidade por razões desconhecidas durante as primeiras semanas do experimento. Em vista disso, estas repetições foram descartadas de todas as análises estatísticas. De modo geral, o aumento do nível de óleo de peixe na dieta resultou em maiores taxas de sobrevivência. Assim, as taxas médias de sobrevivência dos tratamentos Op0, Op25, Op50, Op75 e Op100 foram 63,3, 82,5, 97,5, 93,3 e 97,5%, respectivamente (Tabela 3). Os valores médios de consumo alimentar, ganho de peso, taxas de eficiência protéica e de crescimento específico também estão sumarizados na Tabela 3. De forma geral, à medida que se aumentou o nível de óleo de peixe nas dietas, houve um aumento proporcional nos parâmetros de desempenho. Os juvenis alimentados com as dietas Op75 e Op100 apresentaram ganhos de peso superiores aos das dietas Op0 e Op25, enquanto os alimentados com a dieta Op50 apresentaram um crescimento intermediário. Isto indica que o aumento da inclusão de óleo de peixe nas dietas afetou positivamente o ganho em peso dos juvenis de beijupirá. As taxas de crescimento específico se comportaram de forma similar ao ganho de peso. O consumo alimentar aumentou gradativamente com a maior inclusão de óleo de peixe nas dietas, tendo passado de 216,67 g nos peixes alimentados com a dieta Op0 para 314,25 g naqueles que receberam a dieta Op100

(Tabela 3). A taxa de eficiência protéica não apresentou uma tendência clara entre os diferentes tratamentos.

Assim como para a sobrevivência, a análise de regressão dos demais resultados de desempenho indicou um efeito quadrático ($P < 0,05$) para todos os parâmetros. As equações que descrevem estas relações são apresentadas a seguir.

Sobrevivência:	$\hat{Y} = 63,9761 + 0,8785 x - 0,0056 x^2$ ($R^2 = 95,07\%$)
Ganho de peso:	$\hat{Y} = 0,2485 + 0,0258 x + 9.10^{-5} x^2$ ($R^2 = 99,95\%$)
Taxa de crescimento específico	$\hat{Y} = 0,0556 + 0,0081 x - 2.10^{-5} x^2$ ($R^2 = 98,72\%$)
Consumo alimentar:	$\hat{Y} = -9,6309 + 0,8517 x - 0,0059 x^2$ ($R^2 = 77,90\%$)
Taxa de eficiência protéica	$\hat{Y} = 0,0061 + 0,0007 x + 2.10^{-6} x^2$ ($R^2 = 99,95\%$)

Os valores da composição centesimal da carcaça dos juvenis de beijupirá estão apresentados na Tabela 4. Não foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) nas concentrações de proteína bruta e lipídio bruto entre os peixes dos diferentes tratamentos. Por outro lado, os teores de umidade e cinzas diferiram significativamente entre os tratamentos ($P < 0,05$). Não foram observadas diferenças significativas em relação aos peixes estocados inicialmente.

Discussão

As variáveis de qualidade da água avaliadas em todos os tratamentos deste estudo permaneceram dentro de níveis considerados aceitáveis para o crescimento do beijupirá (Denson et al., 2003; Sun et al., 2006; Liao & Leño, 2007; Rodrigues et al., 2007).

No presente estudo, o crescimento do beijupirá ficou abaixo do observado em outros estudos com esta espécie. As taxas de crescimento específico (TCE), por exemplo, variaram entre 0,25 e 0,64%, abaixo dos valores estimados por Craig et al. (2006), com TCE entre 0,74

e 0,75%, por Resley et al. (2006), com TCE de 4,7 a 5,4%, e por Lunger et al. (2007), que encontraram TCE de 2,00 a 5,13%. Dentre as razões que podem explicar o baixo crescimento observado neste estudo, é possível que os altos níveis de inclusão de ingredientes vegetais nas dietas experimentais tenham afetado os parâmetros avaliados por meio da diminuição da atratividade e/ou palatabilidade. As dietas deste estudo foram formuladas contendo níveis relativamente altos (de 48 a 56%) de ingredientes de origem vegetal, principalmente na forma de farelos e óleos. Em outros estudos de substituição com peixes marinhos, como o turbot (*Psetta maxima*), o pargo europeu (*Sparus aurata*) e o robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*), as dietas continham níveis mais baixos (33%, 41% e 42,5%) de ingredientes vegetais (Regost et al., 2003; Montero et al., 2003; Mourente et al., 2005, respectivamente). Nestes casos, ao contrário do observado no presente estudo, os peixes apresentaram boas taxas de crescimento e não apresentaram efeitos adversos ao desempenho.

Uma das principais causas da baixa palatabilidade em dietas aquáticas ocorre quando ingredientes de origem animal são substituídos por ingredientes vegetais. A palatabilidade das dietas é geralmente estimada por meio do consumo alimentar (Glencross et al., 2007), sendo que normalmente se observa uma relação inversa entre o consumo das dietas e o nível de inclusão de ingredientes vegetais. Consequentemente, vários autores reportam a queda no consumo alimentar quando a farinha de peixe é substituída, mesmo que parcialmente, por ingredientes vegetais (Gomes et al., 1995; Dias et al., 1997), como parece ser o caso deste estudo. A baixa palatabilidade das dietas também pode prejudicar a qualidade ambiental, pois se observa um aumento de fezes no sistema produtivo (Boujard & Médale, 1994), o que também foi observado neste estudo. Para minimizar este efeito negativo, aditivos alimentares, como flavorizantes e atrativos, podem ser incluídos na formulação das dietas (Hardy & Barrows, 2002).

Ingredientes de origem vegetal podem interferir no crescimento dos peixes não somente devido à diminuição da palatabilidade da dieta, mas também pela presença de fatores

antinutricionais (Refstie et al., 1998, 2001; Karalazos, 2007) e menor digestibilidade em decorrência dos níveis relativamente altos de carboidratos. Alguns ingredientes vegetais podem possuir substâncias antinutricionais (ou antimetabolizantes), cuja principal função é agir como inseticidas naturais que atuam como mecanismo de sobrevivência ao prevenir o consumo destes vegetais por insetos e herbívoros. Os fatores antinutricionais incluem os inibidores de tripsina, hemoaglutinantes (lectina), ácido fítico, gossipol, fitoestrógenos, alcalóides e tiaminase (Karalazos, 2007). Essas substâncias, quando presentes na alimentação de animais aquáticos, podem afetar o valor nutricional e resultar em uma variedade de efeitos fisiológicos nos peixes, como redução no crescimento e queda na imunidade (Craig et al., 2006). Além destas questões, espécies carnívoras, como o beijupirá, possuem capacidade limitada de hidrolisarem e/ou digerirem carboidratos complexos em função da reduzida atividade amilolítica no trato digestivo (Wilson, 1994).

Vários estudos indicam ser possível utilizar óleos vegetais em substituição parcial (Regost et al., 2003; Izquierdo et al., 2003; Montero et al., 2003; Figueiredo-Silva et al., 2005) ou total (Gridale-Helland et al., 2002) ao óleo de peixe em dietas para peixes marinhos sem causar efeito negativo no desempenho. A substituição do óleo de peixe pelo óleo de soja não apresentou diferenças significativa no índice hepatossomático do salmão *Salmo Salar* (Roselund et al., 2001), do turbot (Regost et al., 2003) e nem do robalo europeu (Mourente et al., 2005), mas afetou significativamente o índice hepatossomático do sargo *Diplodus puntazzo* (Piedecausa et al., 2007). Uma baixa TCE (0,67%) foi observada por Izquierdo et al. (2003) em *S. aurata*. Após seis meses de alimentação com uma dieta contendo 80% de óleo de soja, estes autores não encontraram diferenças significativas com níveis de substituição de até 60% do total de lipídios. No presente estudo, a sobrevivência e o crescimento de juvenis do beijupirá não foram significativamente afetados com a substituição de até 50% de óleo de peixe por óleo de soja nas dietas.

Os níveis de lipídios e cinzas na carcaça dos juvenis de beijupirá deste estudo variaram de 1,04 a 2,43%. Tais valores estão próximos aos encontrados por Lunger et al. (2007), que variaram entre 0,86 e 1,88% e 5,9 a 8,9%, respectivamente. Já os níveis de lipídios neste estudo foram inferiores aos encontrados por Chou et al. (2001) e Wang et al. (2005). Costa et al. (2008) encontraram 1,84% de lipídios totais em beijupirás alimentados com uma ração contendo 45% proteína e 15% de lipídios. Craig et al. (2006) relatam que os níveis de gordura corporal do beijupirá podem ser alterados de acordo com a dieta.

Os resultados deste estudo confirmam que o óleo de peixe é um ingrediente essencial nas dietas de peixes marinhos, uma vez que sua inclusão influenciou positivamente a sobrevivência e o crescimento de juvenis do beijupirá. Os resultados sugerem a possibilidade de substituição de até 50% de óleo de peixe por óleo de soja nas dietas para o beijupirá durante a fase juvenil. Dessa maneira, a qualidade nutricional das dietas para peixes marinhos deve levar em consideração não somente o fornecimento de energia na forma de lipídios, mas também a quantidade e a qualidade dos ácidos graxos fornecidos, uma vez que as informações sobre a exigência desses nutrientes ainda são limitadas para *R. canadum*. Adicionalmente, os resultados indicam que níveis de inclusão relativamente altos de ingredientes de origem vegetal podem diminuir o consumo alimentar, o que aparentemente afetou negativamente o crescimento do beijupirá.

Agradecimentos

À Aqualider Maricultura Ltda., em especial ao Eng. Manoel Tavares, pela cessão da área experimental e dos peixes utilizados neste estudo. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de pesquisa aos três primeiros autores e pelo apoio financeiro. R.O. Cavalli é bolsista de produtividade do CNPq (Proc. 311.869/2006-8). A Carolina N. Costa, pelo apoio nas análises bromatológicas.

Referências Bibliográficas

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Methods of Analysis**, 14. ed. Washington, p.152-160, 1984.
- BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, v. 37, p. 911-917, 1959.
- BOUJARD, T.; MÉDALE, F. Regulation of voluntary feed intake in juvenile rainbow trout fed by hand or by self-feeders with diets containing two different protein/energy ratios. **Aquat. Living Resour.** v.7, p.211-215, 1994..
- CABALLERO, M. J.; OBACH, A.; ROSELUND, G.; MONTERO, D.; GISVOLD, M.; IZQUIERDO, M. Impact of different lipids sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v. 214, p. 253-271, 2002.
- CHOU, R. L., SU, M. S., CHEN, H. Y. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 193, p. 81-89, 2001.
- COSTA, C. N.; MELO, F. V. S.; SILVA, F. R.; DRUZIAN, J. I. Teor de lipídio totais, EPA e DHA do *Rachycentron canadum* cultivado com ração comercial. Aquaciência 2008. **AQUABIO – Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, Maringá, Brasil. 2008. CD-ROM.
- CRAIG, S. R., SCHWARZ, M. H., McLEAN, E., Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. **Aquaculture**, v. 261, p. 384-391, 2006.
- DENSON, M. R.; STUART, K. R.; SMITH, T. I. J. Effect of salinity on growth, survival, and selected hematological parameters of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 34, n. 4, p. 496-504, 2003.

- DIAS, J.; GOMES, E. F.; KAUSHIK, S. J. 1997. Improvement of feed intake through supplementation with an attractant mix in European seabass fed plant-protein rich diets. **Aquatic Living Resources**, v.10, p. 385-389.
- DING, Z.; XU, Y.; ZHANG, H.; WANG, S.; CHEN, W.; SUN, Z. No significant effect of additive rations of docosahexaenoic acid to eicosapentaenoic acid on the survival and growth of cobia (*Rachycentron canadum*) juvenile. **Aquaculture Nutrition**, v. 15, p. 254-261, 2009.
- FAULK, C. K.; HOLT, G. J. Response of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity. **Aquaculture**, v. 254, p. 275-283, 2006.
- FRASER, T. W. K.; DAVIES, S.J. Nutritional requirements of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus): a review. **Aquaculture Research**, v. 40, p. 1219 – 1234, 2009.
- FIGUEIREDO-SILVA, A.; ROCHA, E.; DIAS, J.; SILVA, P.; P. REMA; GOMES, E.; VALENTE, L. M. P. Partial replacement of fish oil by soybean oil lipid distribution and liver histology in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, v. 11, p. 147-155, 2005.
- GLENCROSS, B. D.; BOOTH, M.; ALLAN, G. L. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. **Aquaculture Research**. v. 13, p. 17-34, 2007.
- GOMES, E.F.; REMA, P.; KAUSHIK, S. J. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. **Aquaculture**. v.130, p.177-186, 1995.
- GRISDALE-HELLAND, B.; RUYTER, B.; ROSELUND, G.; OBACH, A.; HELLAND, S. J.; SANDBERG, M. G.; STANDAL, H.; ROSJO, C. Influence of high contents of dietary soybean oil on growth, feed utilization, tissue fatty acid composition, heart histology and standard oxygen consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar*) raised at two temperatures. **Aquaculture**, v. 207, p. 311 – 329, 2002.

- HARDY, R.W.; BARROWS, F. T. Diet formulation and manufacture. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish nutrition** (3rd Edition). New York, USA: Academic Press, 2002.
- IZQUIERDO, M. S.; OBACH, A.; ARANTZAMENDI, L.; MONTERO, D.; ROBAINA, L.; ROSELUND, G. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. **Aquaculture Nutrition**, v. 9, p. 397–407, 2003.
- KARALAZOS, V. Sustainable alternatives to fish meal and fish oil in fish nutrition: effects on growth, tissue fatty acid composition and lipid metabolism. Ph.D. Thesis. **Institute of Aquaculture**, University of Stirling, Scotland. 2007. 190p.
- LIAO, I.C.; LEAÑO, E.M. **Cobia Aquaculture: research, development and commercial production**. Taiwan: Asian Fisheries Society, 2007. 178p.
- LUNGER, A.N.; McLEAN, E.; CRAIG, S.R. The effects of organic protein supplementation upon growth, feed conversion and texture quality parameters of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 264, p. 342–352, 2007.
- MONTERO, D.; KALINOWSKY, T.; OBACH, A.; ROBAINA, L.; TORT, L.; CABALLERO, M. J.; IZQUIERDO, M. S. Vegetable lipid sources for gilthead seabream (*Sparus aurata*): effects on fish health. **Aquaculture**, v. 225, p. 353–370, 2003.
- MOURENTE, G.; DICK, J. R.; BELL, J. G.; TOCHER, D. R. Effect of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils on desaturation and β -oxidation of [1-14C] 20:5n-3 (EPA) in hepatocytes and enterocytes of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Aquaculture**, v. 248, p. 173–186, 2005.
- PIEDECAUSA M.A., MAZÓN M.J., GARCÍA GARCÍA B., HERNÁNDEZ M.D. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). **Aquaculture**, v. 206, p. 211-219, 2007.
- REFSTIE, S.; STOREBAKKEN, T.; ROEM, A. J. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or

- soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soy antigens. **Aquaculture**, v. 162, p. 301–312, 1998.
- REGOST, C; ARZEL, J; CARDINAL, M; ROSELUND, G; KAUSHIK, S. J. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*). 2. Flesh quality properties. **Aquaculture**, v. 220, p. 737-747, 2003.
- RODRIGUES, R.V.; SCHWARZ, M.H.; DELBOS, B.C.; SAMPAIO, L.A. Acute toxicity and sublethal effects of ammonia and nitrite for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v. 271, p. 553–557, 2007.
- ROSELUND, G.; OBACH, A.; SANDBERG, M. G.; STANDAL, H.; TVEIT, K. Effect of alternative lipid source on long-term growth performance and quality of Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). **Aquaculture Research**, v. 32, p. 323-328, 2001.
- SARGENT, J.R.; TOCHER, D.R.; BELL, J.G. The lipids. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish nutrition** (3rd Edition). New York: Academic Press, 2002.
- SHAFFER, R.V.; NAKAMURA, E.L. Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). **FAO Fisheries Synop**, v. 153 (NMFS/S 153), 1989.
- SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 261, p.872-878, 2006.
- TACON, A. G. J.; METIAN, M. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. **Aquaculture**, v. 285, p.146-158, 2008.
- WANG, J.T.; LIU, Y.J.; TIAN, L.X.; MAI, K.S.; DU, Z.Y.; WANG, Y.; YANG, H.J. Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 249, p. 439 – 447, 2005.
- WILSON, R.P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, v. 124, p. 67-80, 1994.

ZHOU, Q.C.; TAN, B.P.; MAI, K.S.; LIU, Y.J. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v. 241, p. 441-451, 2004.

ZHOU, Q.C.; TAN, B.P.; MAI, K.S.; LIU, Y.J. Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture Nutrition**, v. 11, p. 175-182, 2005.

ANEXOS**Tabela 1.** Formulação e composição das dietas experimentais com diferentes níveis de óleo de peixe e soja fornecidas a juvenis de *Rachycentron canadum* por 42 dias.

	Dietas experimentais				
	Op0	Op25	Op50	Op75	Op100
<i>Ingredientes (g/100g)</i>					
Farinha de peixe	43	43	43	43	43
Farelo de soja	26	26	26	26	26
Farinha de trigo	14	14	14	14	14
Farinha de milho	8	8	8	8	8
Óleo de soja	8	6	4	2	0
Óleo de peixe	0	2	4	6	8
Mistura mineral e vitamínica	1	1	1	1	1
<i>Composição (g/100g)</i>					
Umidade	8,82	8,73	7,82	8,15	8,83
Proteína Bruta	38,23	43,20	40,68	40,21	40,35
Lipídios	12,37	12,21	11,93	12,75	12,88
Cinzas	10,63	11,12	10,97	10,91	11,29
Extrativos não nitrogenados	29,95	24,74	28,6	27,98	26,65
Energia bruta (Kcal/g)	456,57	461,53	460,67	463,15	459,65

Tabela 2. Médias (\pm erro padrão; amplitude entre parênteses) das variáveis de qualidade da água nos tanques de *Rachycentron canadum* alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de peixe e soja durante 42 dias.

	Dietas experimentais				
	Op0	Op25	Op50	Op75	Op100
Temperatura	27,5 \pm 0,5	27,5 \pm 0,5	27,5 \pm 0,5	27,5 \pm 0,5	27,5 \pm 0,5
(°C)	(25,8-28,6)	(25,8-28,3)	(25,8-28,5)	(25,7-28,6)	(25,8-28,4)
pH	8,18 \pm 0,05	8,16 \pm 0,07	8,15 \pm 0,08	8,05 \pm 0,41	8,17 \pm 0,06
	(8,11-8,34)	(8,03-8,73)	(7,88-8,34)	(6,11-8,32)	(7,68-8,31)
Oxigênio dissolvido	6,48 \pm 0,40	6,70 \pm 0,41	6,56 \pm 0,45	6,62 \pm 0,45	6,47 \pm 0,39
(mg.L ⁻¹)	(5,55-7,30)	(5,82-8,03)	(5,41-7,78)	(5,62-8,40)	(5,46-8,20)
Salinidade	33, \pm 1,0	33,3 \pm 0,9	33,4 \pm 0,9	33,3 \pm 1,0	33,3 \pm 1,0
(‰)	(29,4-36,0)	(29,3-35,3)	(29,3-35,6)	(29,3-35,3)	(29,3-36,0)
N-amoniacal	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00
(mg NH ₃ +NH ₄ . L ⁻¹)	(0,02-0,03)	(0,02-0,03)	(0,02-0,03)	(0,02-0,03)	(0,02-0,03)
Nitrito	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(mg NO ₂ ⁻ . L ⁻¹)					
Nitrato	2,86 \pm 2,57	3,57 \pm 2,34	3,18 \pm 2,52	2,78 \pm 2,64	3,18 \pm 2,52
(mg NO ₃ ⁻ . L ⁻¹)	(2,57-5,00)	(0,00-5,00)	(0,00-5,00)	(0,00-5,00)	(0,00-5,00)

Não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios da taxa de sobrevivência, ganho de peso, taxa de crescimento específico (TCE), consumo alimentar e taxa de eficiência protéica (TEP) de juvenis de *Rachycentron canadum* alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de peixe e soja durante 42 dias.

Dietas	Sobrevivência (%)	Ganho de peso (g)	TCE (%)	Consumo alimentar (g)	TEP (%)
Op0	63,3	0,25	0,56	216,67	0,06
Op25	82,5	0,95	0,25	255,50	0,03
Op50	97,5	1,78	0,41	291,25	0,05
Op75	93,3	2,75	0,54	277,00	0,08
Op100	97,5	3,82	0,64	314,25	0,11
Erro padrão	1358,33	8,01	0,42	3373,17	0,06
ANOVA (Pr>Fc)	0,0040	0,0003	0,0071	0,00	0,0003

Tabela 4. Composição centesimal média (\pm erro padrão) da carcaça dos juvenis de *Rachycentron canadum* no início do período experimental e após serem alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de peixe e soja por 42 dias.

Dietas	Umidade	Proteína bruta	Lipídio bruto	Cinzas
Inicial	76,41	19,50	1,77	4,62
Op0	77,36 \pm 0,01	16,71 \pm 0,26	1,06 \pm 0,26	7,97 \pm 0,68
Op25	72,36 \pm 0,01	20,40 \pm 0,95	1,55 \pm 0,28	6,29 \pm 0,74
Op50	72,41 \pm 0,03	18,80 \pm 1,32	1,21 \pm 0,61	5,80 \pm 0,54
Op75	74,96 \pm 0,01	21,42 \pm 3,51	1,04 \pm 0,70	6,50 \pm 0,28
Op100	74,73 \pm 0,00	19,36 \pm 1,00	2,43 \pm 0,71	7,06 \pm 1,00
Erro padrão	3,2390	32,0722	3,1154	4,4448
ANOVA (Pr>Fc)	0,0000	0,0741	0,0590	0,0222

Umidade: $\hat{Y} = 0,6918 + 0,0111 x - 2.10^{-4} x^2 + 1.10^{-6} x^3$ ($R^2 = 98,96\%$)

Cinzas: $\hat{Y} = 5,8412 + 0,1582 x - 37.10^{-4} x^2 + 2.10^{-5} x^3$ ($R^2 = 96,95\%$)

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, AMADEU. Bases e os fundamentos da nutrição animal. *Nutrição Animal*, v. 1, 395 p., São Paulo, 1981.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Methods of Analysis**, 14. ed. Washington, p.152-160, 1984.
- BARLOW, S; Fishmeal and Fish Oil: Sustainable Feed Ingredients For Aquafeeds. **Global Aquaculture Advocate**, v. 4, p. 85 – 88, 2000.
- BALLESTRAZZI, R.; RAINIS, S.; MAXIA, M. The replacement of fish oil with refined coconut oil in the diet of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) **ITAL. J. ANIM. SCI.** v. 5, p. 155-164, 2006.
- BELL, J. G.; MCGHEE, F.; PATRICK J. CAMPBELL, SARGENT J. R. Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil “wash out”. **Aquaculture**, v. 218, p. 515–528, 2003.
- BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, v. 37, p. 911-917, 1959.
- BRUM, A. A. S.; OETTERER, M. D'ARCE, M. A. B. R. Óleo de peixe como suplemento dietético. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v.10, n.19, p.71-78, 2002.
- CABALLERO, M.J.; OBACH, A.; ROSENLUND, G.; MONTERO, D.; GISVOLD, M.; IZQUIERDO, M. Impact of different lipids sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v. 214, p. 253-271, 2002.
- CAYLOR, R. E., BIESIOT, P. M., FRANKS, J. S. Culture of cobia *Rachycentron canadum*: cryopreservation of sperm and induced spawning. **Aquaculture**, v. 125, p. 81-92, 1994.
- CHANG, D. O cultivo do bijupirá em Taiwan: a escolha de um peixe de carne branca para consumidores exigentes. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 79, p. 43 – 49, setembro/dezembro de 2003.
- CHEN, B.S. Studies on the net-cage culture and diseases control technology of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus). 6th Asian Fisheries Book of Abstracts. **Asian Fisheries Society**, Manila, Philippines. 2001.

- CHOU, R. L., SU, M. S., CHEN, H. Y. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 193, p. 81-89, 2001.
- CHOU, R. L.; HER, B. Y.; SU, M. S.; HWANG, G.; WU, Y. H.; CHEN, H. Y. Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v. 229, p. 325-333, 2005.
- CRAIG, S. R., WASHBURN, B. GATIN III, D. M. Effects of dietary lipids on body composition and liver function in juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. **Fish Physiol. Biochem.** v. 21, p. 249-255, 1999.
- CRAIG, S. R., SCHWARZ, M. H., McLEAN, E., Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. **Aquaculture**, v. 261, p. 384-391, 2006.
- COSTA, C. N.; MELO, F. V. S.; SILVA, F. R.; DRUZIAN, J. I. Teor de lipídio totais, EPA e DHA do *Rachycentron canadum* cultivado com ração comercial. Aquaciência 2008. **AQUABIO – Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, Maringá, Brasil. 2008.
- CYRINO, J. E. P; PEZZATO, L. E.; BARROS, MARGARIDA M. B.; FRACALLOSSI D. M. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. Nutrição de peixes. 533 p. 2004.
- DENSON, M. R.; STUART, K. R.; SMITH, T. I. J. Effect of salinity on growth, survival, and selected hematological parameters of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 34, n. 4, p. 496-504, 2003.
- DIAS, J.; GOMES, E.F.; KAUSHIK, S.J. 1997. Improvement of feed intake through supplementation with an attractant mix in European seabass fed plant-protein rich diets. **Aquatic Living Resources**, v.10, p. 385-389.
- DING, Z.; XU, Y.; ZHANG, H.; WANG, S.; CHEN, W.; SUN, Z. No significant effect of additive rations of docosahexaenoic acid to eicosapentaenoic acid on the survival and growth of cobia (*Rachycentron canadum*) juvenile. **Aquaculture Nutrition**, v. 15, p. 254-261, 2009.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Review of the State of World Aquaculture. **FAO Fisheries**, v. 886, p. 163, Roma,1997.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). State of World Aquaculture. **FAO Fisheries**, v. 500, p. 134, Roma, 2006.
- FAULK, C. K., HOLT, G. J. Response of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity. **Aquaculture**, v. 254, p. 275-283, 2006.

- FAULK, C. K.; KAISER, J. B.; HOLT, G. J. Growth and survival of larval and juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) in a recirculating raceway system. **Aquaculture**, v. 270, p. 149-157, 2007.
- FIGUEIREDO-SILVA, A.; ROCHA, E.; DIAS, J.; SILVA, P.; P. REMA; GOMES, E.; VALENTE, L. M. P. Partial replacement of fish oil by soybean oil lipid distribution and liver histology in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, v. 11, p. 147-155, 2005.
- FRASER, T. W. K., DAVIES, S. J. Nutritional requirements of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus): a review. **Aquaculture Research**, vol. 40, p. 1219 – 1234, 2009.
- FRANKS, J. S., GARBER, N. M., WARREN, J. R. Stomach contents of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, for the Northern Gulf of Mexico. **Fish. Bull.**, v. 94, p. 374-380, 1996.
- GLENCROSS, B.D.; BOOTH, M.; ALLAN, G.L. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. **Aquaculture Research**. v. 13, p. 17-34, 2007.
- GOMES, E.F.; REMA, P.; KAUSHIK, S.J. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. **Aquaculture**. v.130, p.177-186, 1995.
- GRISDALE-HELLAND, B.; RUYTER, B.; ROSENLUND, G.; OBACH, A.; HELLAND, S. J.; SANDBERG, M. G.; STANDAL, H.; ROSJO, C. Influence of high contents of dietary soybean oil on growth, feed utilization, tissue fatty acid composition, heart histology and standard oxygen consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar*) raised at two temperatures. **Aquaculture**, v. 207, p. 311 – 329, 2002.
- HARDY, R.W.; BARROWS, F.T. Diet formulation and manufacture. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish nutrition** (3rd Edition). New York, USA: Academic Press, 2002.
- HOLT, G. J.; FAULK, C. K.; SCHWARZ, M.H. A review of the larviculture of cobia *Rachycentron canadum* a warm water marine fish. **Aquaculture**, vol. 268, p. 181-187, 2007.
- IZQUIERDO, M. S.; OBACH, A.; ARANTZAMENDI, L.; MONTERO, D.; ROBAINA, L.; ROSELUND, G. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. **Aquaculture Nutrition**, vol. 9, p. 397–407, 2003.
- IZQUIERDO, M.S.; MONTERO, D.; ROBAINA, L.; CABALLERO, M. J.; ROSENLUND, G.; GINÉS, R. Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead

- seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. **Aquaculture**, v. 250, p. 431–444, 2005.
- KAISER, J.B., G.J. HOLT. Species Profile Cobia. **Southern Regional Aquaculture Center**, n. 7202. 6 p. 2005.
- LIM, C. Nutrition and feeding of tilapia. **In: Simposio Centro Americano de Acuicultura**, 4, Tegucigalpa. Anais..., Tegucigalpa, p. 94-107, 1997.
- LIN, J. H.; CHEN, T. Y.; CHEN, M. S.; CHEN, H. E.; CHOU, R. L.; CHEN, T. I.; SU, M. S.; YANG, H. L. Vaccination with three inactivated pathogens of cobia (*Rachycentron canadum*) stimulates protective immunity. **Aquaculture**, v. 255, p. 125–132, 2006.
- LUNGER, A.N.; CRAIG, S.R.; MCLEAN, E. Replacement of fish meal in cobia (*Rachycentron canadum*) diets using an organically certified protein. **Aquaculture**, v. 257, p. 393-399, 2006.
- LUNGER, A. N.; MCLEAN, E.; CRAIG, S.R. The effects of organic protein supplementation upon growth, feed conversion and texture quality parameters of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 264, p. 342–352, 2007.
- KARALAZOS, V. Sustainable alternatives to fish meal and fish oil in fish nutrition: effects on growth, tissue fatty acid composition and lipid metabolism. Thesis submitted to the University of Stirling for the Degree of Doctor of Philosophy. **Institute of Aquaculture**, University of Stirling, Scotland. 190 p., April 2007.
- MÉDALE, F.; BOUJARD, T.; VALLÉE, F.; BLANC, D.; MAMBRINI, M.; ROEM, A.; KAUSHIK, S.J. 1998. Voluntary feed intake, nitrogen and phosphorus losses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed increasing dietary levels of soy protein concentrate. **Aquatic Living Resources**, v.11, n° 4, p. 239-246.
- MILLER, C. L., DAVIS, D. A. PHELPS, R. P. The effects of dietary protein ratio on carcass quality during the growth and body composition of juvenile and sub-adult red snapper, *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860). **Aquaculture Research**, v. 36, p. 52-60, 2005.
- MONTERO, D., KALINOWSKY, T., OBACH, A., ROBAINA, L., TORT, L., CABALLERO, M.J., IZQUIERDO, M. S. Vegetable lipid sources for gilthead seabream (*Sparus aurata*): effects on fish health. **Aquaculture**, v. 225, p. 353–370, 2003.
- MONTERO, D.; ROBAINA, L.; CABALLERO, M. J.; GINÉS, R.; IZQUIERDO, M. S.. Growth, feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oils: A time-course study on the effect of a re-feeding period with a 100% fish oil diet.

- MOURENTE, G.; DICK, J. R.; BELL, J. G.; TOCHER, D. R. Effect of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils on desaturation and β -oxidation of [1-14C] 20:5n-3 (EPA) in hepatocytes and enterocytes of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Aquaculture**, v. 248, p. 173–186, 2005.
- NAYLOR, R. L., GOLDBURG, R. J., PRIMAVERA, J. H., KAUTSKY, N., BEVERIDGE, M. C. M., CLAY J., FOLKE, C., LUBCHENCO, J., MOONEY, H., TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, v. 405, p. 1017-1024, 2000.
- NCR - NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient Requirement of Fish**. Washington: National Academic Press, 105 p., 1993.
- OZORIO, R. O. A., VALENTE, L.M. P., POUSAO-FERREIRA, P., OLIVA-TELES, A. Growth performance and body composition of white seabream (*Diplodus sargus*) juveniles fed diets with different protein and lipid levels. **Aquaculture Research**, v.37, p. 255-263, 2006.
- PENG S., CHEN L., QIN J.G., HOU J., YU N., LONG Z., YE J., SUN X. Effects of replacement of dietary fish oil by soybean oil on growth performance and liver biochemical composition in juvenile black seabream, *Acanthopagrus schlegeli*. **Aquaculture**, v. 276, p. 154-161, 2008.
- PIEDECAUSA M.A., MAZÓN M.J., GARCÍA GARCÍA B., HERNÁNDEZ M.D. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). **Aquaculture**, v. 206, p. 211-219, 2007.
- RASO, S.; ANDERSON, T.A. Effects of dietary fish oil replacement on growth and carcass proximate composition of juvenile barramundi (*Lates calacarifera*). **Aquaculture Research**, v. 34, p. 813-819, 2003.
- REGOST, C; ARZEL, J; CARDINAL, M; ROSENLUND, G; KAUSHIK, S. J. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*). 2. Flesh quality properties. **Aquaculture**, v. 220, p. 737-747, 2003.
- REFSTIE, S., STOREBAKKEN, T. & ROEM, A. J. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soy antigens. **Aquaculture**, v. 162, p. 301–312, 1998.
- REFSTIE S., STOREBAKKEN, T., BAEVERFJORD, G., ROEM, A. J. Long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. **Aquaculture**, v. 193, p. 91-106, 2001.

- RESLEY, M. J.; WEBB JR, K. A.; HOLT, G. J. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, v. 253, p. 398 – 407, 2006.
- ROSENLUND, G.; OBACH, A.; SANDBERG, M. G.; STANDAL, H.; TVEIT, K. Effect of alternative lipid source on long-term growth performance and quality of Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). **Aquaculture Research**, v. 32, p. 323-328, 2001.
- SARGENT, J.R.; BELL, J.G.; MC EVOY, L.; TOCHER, D.R.; ESTEVEZ, A. Recent developments of fish. **Aquaculture**, v. 177, p. 191-197, 1999.
- SARGENT, J.R.; TOCHER, D.R.; BELL, J.G. The lipids. **Fish Nutrition**, 3rd edn., Halver, 2002.
- SHAFFER, R.V., E.L. NAKAMURA. Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). **FAO Fisheries Synop.** n. 153 (NMFS/S 153), 1989.
- SHIAU, CHYUAN-YUAN. Biochemical composition and utilization of culture cobia (*Rachycentron canadum*). Department of Aquaculture National Taiwan Ocean University Keelung. **Cobia Aquaculture: Research, Development and Commercial Producton**. Taiwan, February, 2007.
- SOUZA, S. M. G.; ANIDO, R. J. V.; TOGNON, F. C.; Ácidos graxos Ômega-3 e Ômega-6 na nutrição de peixes – fontes e relações. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.1, p. 63-71, 2007.
- SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L.; WANG, Z.; YAN, Y. Growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) relative to ration. **Aquaculture**, v. 257, p. 214-220, 2006.
- TACON, A. G. J.; DOMINY, W. G. Overview of world aquaculture and aquafeed production. **Book of Abstracts**. World Aquaculture'99, 26 abril a 2 maio 1999, Sydney, Australia. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. 853 p. 1999.
- TACON, A.G.J.; METIAN, M. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. **Aquaculture**, v. 285, p.146-158, 2008.
- TIDWELL, J. H.; ALLAN, G. L.; Fish as food: aquaculture's contribution. Ecological and economic impacts and contributions of fish farming and capture fisheries. **European Molecular Biology Organization**, v. 2, n. 11, p. 958- 963, 2001.
- TURCHINI, G.M.; MENTASTI, T.; FROYLAND, L.; ORBAN, E.; CAPRINO, F.; MORETTI, V.M.; VALFRE, F. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation

- capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.) **Aquaculture**, v. 225, p. 251-267, 2003.
- VALENTI, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A.; BORGHETTI, J.R. Aquaculture for sustainable development. In: **Aqüicultura no Brasil. Base para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, p.17-24, 2000.
- VISENTAINER, J.V. Efeito do tempo de fornecimento de ração suplementada com óleo de linhaça sobre a composição físico-química e de ácidos graxos em cabeças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.3, p.478-484, 2003.
- WATANABE, T. STRATEGIES FOR FURTHER DEVELOPMENT OF AQUATIC FEEDS. **Fisheries Science**, v. 68 (2), p. 242 – 252, 2002.
- WANG, J. T.; LIUA, Y. J.; TIANA, L. X.; MAIB, K. S.; DUA, Z. Y.; YON., H. J. Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, v. 249, p. 439 – 447, 2005.
- WEBB Jr., K. A.; HITZFELDER, G. M.; FAULK, C. K.; HOLT, G. J. Growth of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at three different densities in a recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, v. 264, p. 223-227, 2007.
- WILLIAMS, K. C., BARLOW, C. G., RODGERS, L., HOCKINGS, I. AGCOPRA, C., ROSCOE, I. Asian seabass *Lates calcarifer* perform well when fed pelleted diets high in protein and lipid. **Aquaculture**, v. 255, p. 191-206, 2003.
- WILSON, R. P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, v. 124, p. 67 - 80, 1994.
- ZHENG, X.; TOCHER, D. R.; DICKSON, C. A.; BELL, J. G.; TEALE, A. J. effects of diets containing vegetable oil on expression of genes involved in highly unsaturated fatty acid biosynthesis in liver of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, v. 236, p. 467–483, 2004.
- ZHOU, Q. C.; TAN, B. P.; MAI, K. S.; LIU, Y. J. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. **Aquaculture**, v. 241, p. 441-451, 2004.
- ZHOU, Q. C.; TAN, B. P.; MAI, K. S.; LIU, Y. J. Partial replacement of fishmeal by soybean meal in diets for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture Nutrition**, v. 11, p. 175-182, 2005.

6. ANEXO

6.1. Normas da Revista

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas, Novas Cultivares e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

Acesso aos ítems:

APRESENTAÇÃO DO ARTIGO CIENTÍFICO

Título
Autores
Resumo
Termos para indexação
Introdução
Material e Métodos
Resultados e Discussão
Conclusões
Agradecimentos
Referências

Citações

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

Tabelas

Figuras

NOTAS CIENTÍFICAS

NOVAS CULTIVARES

OUTRAS INFORMAÇÕES

Apresentação do artigo científico

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

Artigos em inglês – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol – Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

Título

* Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

* Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

* Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".

* Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

* Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

* As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

* Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

* O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à respectiva chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

* São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

* Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

* Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

* O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

* Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

* Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos empregados na pesquisa, os resultados e a conclusão.

* O objetivo deve estar separado da descrição de material e métodos.

* Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

* O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

* A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

* Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

* Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

* Não devem conter palavras que compoñham o título.

* Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Introdução

* A palavra Introdução deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

* Deve ocupar, no máximo, duas páginas.

* Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

* O último parágrafo deve expressar o objetivo, de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

* A expressão Material e Métodos deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

* Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.

* Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.

* Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.

* Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.

* Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.

* Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.

* Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.

* Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

* Pode conter tabelas e figuras.

Resultados e Discussão

* A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada na página e grafada em negrito; Os termos Resultados e Discussão devem ser grafados com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

* Deve ocupar quatro páginas, no máximo.

* Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

* As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.

* Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos frente aos apresentados por outros autores.

* Dados não apresentados não podem ser discutidos.

* Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

* As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.

- * Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- * As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- * O termo Conclusões deve ser centralizado na página e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo, e elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- * Não podem consistir no resumo dos resultados.
- * Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- * Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- * A palavra Agradecimentos deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- * Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- * A palavra Referências deve ser centralizada na página e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- * Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- * Devem ser normalizadas de acordo com as normas vigentes da ABNT.
- * Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- * Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- * Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- * Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- * Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- * Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

Teses e dissertações

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: <http://www.cpa.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>. Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- * Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.
- * A autocitação deve ser evitada.
- Redação das citações dentro de parênteses*
- * Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.
- * Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "&" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.
- * Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

- * Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.
 - * Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
 - * Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.
 - * Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.
- Redação das citações fora de parênteses*
- * Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- * Fórmulas, expressões, símbolos ou equações matemáticas, escritas no editor de equações do programa Word, devem ser enviadas também em arquivos separados, no programa Corel Draw, gravadas com extensão CDR.
- * No texto, devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- * Não devem apresentar letras em itálico ou negrito.

Tabelas

- * As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após referências.
- * Devem ser auto-explicativas.
- * Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- * Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- * O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- * No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- * Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- * Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- * Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- * Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- * Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares.
- * Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- * As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

- * Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- * Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- * Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ^{ns} (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- * São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- * Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- * O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- * Devem ser auto-explicativas.
- * A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- * Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- * Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- * O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.
- * As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- * Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

- * Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- * As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- * Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- * Devem ser gravadas no programa Word, Excel ou Corel Draw (extensão CDR), para possibilitar a edição em possíveis correções.
- * Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- * No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- * Não usar negrito nas figuras.
- * As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- * Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

* Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de notas científicas

- * A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:
- * Resumo com 100 palavras, no máximo.
- * Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- * deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Novas cultivares

* Novas Cultivares são breves comunicações de cultivares que, depois de testadas e avaliadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram superiores às já utilizadas e serão incluídas na recomendação oficial.

Apresentação de novas cultivares

Deve conter: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, título em inglês, Abstract, Introdução, Características da Cultivar, Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação de Novas Cultivares são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

- * Resumo com 100 palavras, no máximo.
- * Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- * deve apresentar, no máximo, 15 referências e quatro ilustrações (tabelas e figuras).
- * A introdução deve apresentar breve histórico do melhoramento da cultura, indicando as instituições envolvidas e as técnicas de cultivo desenvolvidas para superar determinado problema.
- * A expressão Características da Cultivar deve ser digitada em negrito, no centro da página.
- * Características da Cultivar deve conter os seguintes dados: características da planta, reação a doenças, produtividade de vagens e sementes, rendimento de grãos, classificação comercial, qualidade nutricional e qualidade industrial, sempre comparado com as cultivares testemunhas.

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.
- **Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica, Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB, Caixa Postal 040315, CEP 70770-901 Brasília, DF.**