

RODRIGO YUTAKA DICHOFF KASAI

VITAMINA C EM DIETAS PARA ALEVINOS DE TRAIRÃO *Hoplias lacerdae*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

K19v
2007

Kasai, Rodrigo Yutaka Dichoff, 1980-
Vitamina C em dietas para alevinos de trairão
Hoplias lacerdae / Rodrigo Yutaka Dichoff Kasai.
– Viçosa, MG, 2007.
xi, 55f.: il. ; 29cm.

Orientador: Ana Lúcia Salaro.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Hoplias lacerdae*. 2. Peixe - Nutrição. 3. Vitamina C.
4. Trairão (Peixe). I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 597.48

RODRIGO YUTAKA DICHOFF KASAI

VITAMINA C EM DIETAS PARA ALEVINOS DE TRAIRÃO *Hoplias lacerdae*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de dezembro de 2007.

Prof. Luiz Edivaldo Pezzato

Prof^a. Margarida Maria Barros

Prof. Jener Alexandre Sampaio Zuanon
(Co-orientador)

Prof^a. Céphora Maria Sabarense
(Co-orientadora)

Prof^a. Ana Lúcia Salaro
(Orientadora)

Aos meus pais, Rosanne Dichoff Kasai e Yassuo Kasai, pela dedicação, apoio e amor em todas as fases da minha vida. Amo vocês!

À minha irmã Rafaela Tiitano Dichoff Kasai pela amizade e carinho

Aos meus avós, Chiyono Kasai e Yutaka Kasai, e Esmeralda Guilhen Dichoff e Raphael Dichoff pelo exemplo de caráter, família e lição de vida

Aos tios, tias e primos pelo carinho e apoio no ingresso dessa fase da minha vida

À minha namorada Carolina Cobério Moreira pelo apoio e carinho em todos os momentos, bons e ruins

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dra. Ana Lúcia Salaro pelo empenho, dedicação e amizade.

Aos meus co-orientadores Prof. Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon, Profa. Dra. Céphora Maria Sabarense e Prof. Dr. Antonio Policarpo Souza Carneiro pelo apoio irrestrito.

Ao Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio financeiro.

À Mogiana Alimentos (GUABI), em nome de João Manoel Cordeiro Alves, M. Sc., pelo fornecimento da vitamina C e micronutrientes utilizados para formulação das dietas testadas nos experimentos.

Ao Prof. Dr. Antonio Policarpo Souza Carneiro, pela ajuda nas análises estatísticas.

À Profa. Dra. Maria Cristina Ferracini Nunes Soares Hag, Departamento de Medicina Veterinária, UFV, pela auxílio na realização e análises das radiografias e pela arte fotográfica.

Ao Prof. Dr. Walter Yoshizo Okano pelas sugestões apresentadas.

Aos estagiários do Setor de Piscicultura: William Chaves, Mateus Moraes Tavares, Rafael de Filippo Gori, Rafael Martins Garcia, Wesley Freitas da Anunciação, Daniel A. V. Campelo, Isabel Gertrudes A. de Araújo Neves, Leandro Moreno de Oliveira Alves, Marcel Duarte Pontes e Gustavo.

Aos alunos de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal: Christiane de Oliveira Valente, Galileu Crovatto Veras, Angélica da Silva Oliveira, Thiago Rota Alves Felipe, Cíntia Delgado da Silva e Andréa Kiyoko Ikeda, orientados da profa. Dra. Ana Lúcia Salaro e do prof. Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon, pela ajuda para realização desta pesquisa.

Aos funcionários do Laboratório de Zoologia: Helvécio de Freitas e Geraldo Pereira Filho, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio durante a realização desta pesquisa.

Aos funcionários do Setor de Piscicultura: Paulo Soares Bernardo e João Antonio de Oliveira, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio durante a realização desta pesquisa.

Aos secretários e funcionários da Secretária de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa.

Aos professores Dra. Ana Lúcia Salaro, Dr. Luiz Edivaldo Pezzato, Dra. Margarida Maria Barros, Dra. Céphora Maria Sabarense, Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon, componentes da banca examinadora, pelas contribuições que muito enriqueceram este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal pela oportunidade para obtenção do título de mestre.

À Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, pela estrutura e oportunidade para realização da minha graduação, no Departamento de Medicina Veterinária e mestrado, no Departamento de Biologia Animal.

Aos amigos de Viçosa (República Os Mulambo e agregados) – Eiti (Piriquitinho), Vinicius (Mala), Thiago (Coveiro), Alessandro (Bombom), Márcio (Égua), André (Belezinha), Daniel (Ceará), Carlos (Caê), Bernardo (Josi), Roldão (Dãozinho), Sérgio (Gaúcho), André (Pomarola), João Augusto (BG paraibinha), Emílio (Milão), Leandro (Calouro), Léo (Cabelus), Elielson (Lili), Junior (Cone), Zildinha, Sávio (Saviola) e André (Japa).

Aos amigos da República Diagonal, agora Os Mulambo – Matheus (Cafú), Felipe (Burrão), Bruno (Flash).

Aos amigos de Campo Grande – Alexandre (Xucrute), Alan (Ozama), Murilo (Frango), Mauro (Junico), Marcelo (Gordinho), Diego (Tripa), Filipe (Magrelo), Douglas (Doug), Diogo (Bolinha) e Breno.

A todos que de alguma maneira contribuíram com este trabalho....

MUITO OBRIGADO.

BIOGRAFIA

RODRIGO YUTAKA DICHOFF KASAI, filho de Yassuo Kasai e Rosanne Dichoff Kasai, nasceu em 04 de julho de 1980 na cidade de Corumbá, Mato Grosso do Sul.

Em 2001, ingressou na Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde, em maio de 2006, graduou-se em Medicina Veterinária.

Em maio de 2006, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, em nível de Mestrado, no Departamento de Biologia Animal na Universidade Federal de Viçosa (UFV), defendendo a dissertação em dezembro de 2007.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
Referências Bibliográficas.....	9
Figura 1. Estrutura química da forma reduzida da vitamina C (L-ácido ascórbico)	3
Figura 2. Estrutura química da forma oxidada da vitamina C (ácido desidroascórbico).....	3
Figura 3. Esquema simplificado da participação da vitamina C na formação da matriz óssea.	4
CAPÍTULO I	
VITAMINA C EM DIETAS PARA O CONDICIONAMENTO ALIMENTAR DE ALEVINOS DE TRAIRÃO <i>Hoplias lacerdae</i>	18
RESUMO	Erro! Indicador não
ABSTRACT	Erro! Indicador não
Introdução.....	21
Material e métodos	23
Resultados e Discussão.....	27
Conclusões.....	32
Referências Bibliográficas.....	33
Tabela 1. Percentual dos ingredientes utilizados na confecção da dieta basal e composição químico-bromatológica calculada.	24
Tabela 2. Composição centesimal da ração basal e do coração bovino.	25
Tabela 3. Porcentagem da mistura (coração de boi e ração) e número de dias de fornecimento das dietas teste utilizadas no condicionamento alimentar de alevinos de trairão (<i>Hoplias lacerdae</i>).....	25

Tabela 4. Valores médios (\pm desvio padrão) de ganhos de peso (GP) e comprimento (GC), taxas de sobrevivência (TS) e canibalismo (TC) e coeficiente de variação do comprimento final (CV) de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com dietas contendo níveis de inclusão de vitamina C, por período de 20 dias.28

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) condicionados a aceitar dietas secas com diferentes níveis de suplementação com vitamina C nas dietas, por um período de 20 dias.30

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) condicionados a aceitar dietas secas com diferentes níveis de suplementação com vitamina C e de peixes coletados nos tanques de cultivos (TC).....32

CAPÍTULO II

SUPLEMENTAÇÃO COM VITAMINA C EM DIETAS PARA ALEVINOS DE TRAIRÃO *Hoplias lacerdae*36

Resumo37

Abstract.....38

1. Introdução.....39

2. Material e Métodos.....40

3. Resultados e discussão42

Referências Bibliográficas.....44

Tabela 1 - Percentual dos ingredientes utilizados na confecção da dieta basal e a composição químico-bromatológica calculada.49

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) de ganhos de peso (GP) e comprimento (GC), taxas de sobrevivência (TS) e canibalismo (TC) de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados por 62 dias, com dietas contendo níveis de suplementação com vitamina C.....50

Tabela 3. Coeficiente de variação para o comprimento final (CV) dos peixes nos diferentes tratamentos, na fase de desenvolvimento inicial (62 dias).51

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com dietas suplementadas com vitamina C por um período de 62 dias.....52

Figura 1. Radiografia laterolateral de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com dietas suplementadas com níveis de vitamina C. A: 0,0 mg de vitamina C/kg de ração; B: 17,5 mg de de vitamina C/kg de ração; C: 52,5 mg de vitamina C/kg de ração; D: 87,5 mg de de vitamina C/kg de ração; E: 122,5 mg de de vitamina C/kg de ração; F: 175,0 mg de de vitamina C/kg de ração e G: 350,0 mg de de vitamina C/kg de ração.53

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....54

RESUMO

KASAI, Rodrigo Yutaka Dichoff, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2007. **Vitamina C em dietas para alevinos de trairão *Hoplias lacerdae***. Orientadora: Ana Lúcia Salaro. Co-orientadores: Antonio Policarpo Souza Carneiro, Céphora Maria Sabarense e Jener Alexandre Sampaio Zuanon.

Para avaliar o efeito da suplementação com diferentes níveis de vitamina C em dietas para o trairão (*Hoplias lacerdae*) foram realizados dois experimentos. No primeiro, intitulado “Vitamina C em dietas para o condicionamento alimentar de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*”, buscou-se avaliar o efeito da suplementação com vitamina C em dietas para alevinos durante o condicionamento alimentar. No segundo, denominado: “Suplementação com vitamina C em dietas para alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*)”, avaliou-se o efeito da suplementação com vitamina C em dietas no desenvolvimento de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). A vitamina C influencia a uniformidade do comprimento final de alevinos de trairão durante de condicionamento alimentar, sendo que o nível de 52,5 mg de vitamina C/kg de ração proporcionou animais mais uniformes. Entretanto, lotes mais uniforme para o comprimento final foram observados em alevinos alimentados com dieta isenta em vitamina C, após o período de condicionamento alimentar. Não foi observada diferença significativa para os ganhos de peso e comprimento e para as taxas de sobrevivência e canibalismo dos peixes alimentados com dietas suplementadas com vitamina C, nos experimentos avaliados. Também não foram observadas deformidades ou sinais clínicos da deficiência ou excesso de vitamina C. As análises radiográficas confirmam a ausência de deformidades nos peixes estudados. A suplementação com vitamina C influencia o perfil de ácidos graxos na fase de condicionamento alimentar. Os peixes condicionados a aceitar dietas secas apresentaram maior concentração de ácidos graxos poliinsaturados quando comparados com os coletados nos tanques de criação. Ácidos graxos da série ômega 3 são encontrados em maior concentração nos peixes condicionamento a aceitar dietas secas. Os dados obtidos nos dois experimentos permitem concluir que a vitamina C influencia na uniformidade para o comprimento final e perfil de ácidos graxos da carcaça dos peixes.

ABSTRACT

KASAI, Rodrigo Yutaka Dichoff, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December of 2007. **Vitamin C in diets for trairão fingerlings *Hoplias lacerdae***. Adviser: Ana Lúcia Salaro. Co-Advisers: Antonio Policarpo Souza Carneiro, Céphora Maria Sabarense and Jener Alexandre Sampaio Zuanon.

To evaluate the effect of supplemented diets with different vitamin C levels for "trairão" (*Hoplias lacerdae*) two experiments were conducted. In the first, entitled: "Vitamin C in diets for feed training of the trairão fingerlings (*Hoplias lacerdae*)", it was aimed to evaluate the effect of the vitamin C supplementation in diets of trairão fingerlings during the feed training. In the second, denominated: "Vitamin C supplementation in diets for trairão (*Hoplias lacerdae*) fingerlings", the effect of vitamin C supplementation was evaluated in diets of the development of trairão (*Hoplias lacerdae*) fingerlings. The vitamin C influences the uniformity of the final length of trairão fingerlings during the feed training, and the level of 52.5 mg of vitamin C/kg of feed provided more uniform animals, while, after the feed training, a more uniform group for the final length was found compared with the one from an absent vitamin C diet. No significant difference was observed for the weight and length gains and for the rates of survival and cannibalism of the fish fed with vitamin C supplemented diets, in the evaluated experiments. There were also no detections of clinical signs of the vitamin C deficiency or of its excess. The radiological analysis confirmed the absence of deformities in the studied fish. Vitamin C supplementation influences the fatty acid composition in the feed training. The fish conditioned to accept dry diets showed larger concentration of polyunsaturated fatty acids, when compared with the fish collected in culture tank. Fatty acids of the omega 3 family were found in larger concentration in the fish from the feed training. The obtained data from both experiments allow to conclude that the vitamin C influences the uniformity of the final length and fatty acid composition of fish carcass.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Considerações Iniciais

Os peixes carnívoros vêm conquistando espaço na piscicultura nacional pelo potencial produtivo e qualidade da carne para o consumo humano. Para essas espécies as pesquisas estão voltadas, principalmente, para a determinação de níveis de proteína (LOVELL, 1991) e energia da dieta (MURAI, 1992; TIDWELL et al., 1996; CYRINO et al., 2000). Aspectos relacionados ao conteúdo vitamínico são incipientes.

As vitaminas são compostos de baixo peso molecular podendo, ou não, ser sintetizadas em pequenas quantidades no organismo dos peixes (NRC, 1993; LALL e LEWIS-MCCREA, 2007); atuam como co-fatores ou substratos em algumas reações metabólicas do organismo como crescimento, reprodução e saúde (BACCONI, 2003; PEZZATO, 2006). As vitaminas não desempenham função estrutural e não produzem energia a partir de seu catabolismo (STEFFENS, 1989; TACON, 1990; DE SILVA e ANDERSON, 1995; COMBS JR., 1998; LOVELL, 1998).

A falta ou excesso de vitaminas em dietas para peixes pode ocasionar maior susceptibilidade a infecções e a instalação de doenças oportunistas e nutricionais, reduzindo o desempenho produtivo dos mesmos (NRC, 1993; DE SILVA e ANDERSON, 1995). Dietas inadequadas em vitaminas causam distúrbios como paralisias, cataratas, deformidades na coluna vertebral e crescimento reduzido (HALVER, 2002). Entretanto, as exigências por vitaminas pelos peixes podem ser consideradas espécie-específica e variar com a fase de desenvolvimento dos animais (AI et al., 2004), tamanho, velocidade de crescimento, inter-relação com outros nutrientes, funções metabólicas, tipos de sistemas produtivos e hábitos alimentares (NRC, 1993).

As vitaminas podem ser divididas em hidrossolúveis e lipossolúveis. Entre as vitaminas hidrossolúveis destaca-se a vitamina C, por estar envolvida em diversos mecanismos fisiológicos (WILSON e POE, 1973; LIM e LOVELL, 1978; HALVER, 2002), atuando como co-fator de processos biológicos como neuromodulação e produção de hormônios, assim como no sistema imunológico dos animais (LIN e SHIAU, 2005; LALL e LEWIS-MCCREA, 2007).

A vitamina C pode ser encontrada no organismo dos peixes nas formas reduzida ou oxidada. A forma reduzida é conhecida como L-ácido ascórbico (Figura 1) e a oxidada como ácido desidroascórbico (Figura 2) (HALVER, 1989; STEFFENS, 1989; NRC, 1993; COMBS JR., 1998; LOVELL, 1998). A forma reduzida é a mais ativa,

portanto, de maior disponibilidade para o organismo, enquanto que, a forma oxidada é menos ativa e de fácil eliminação.

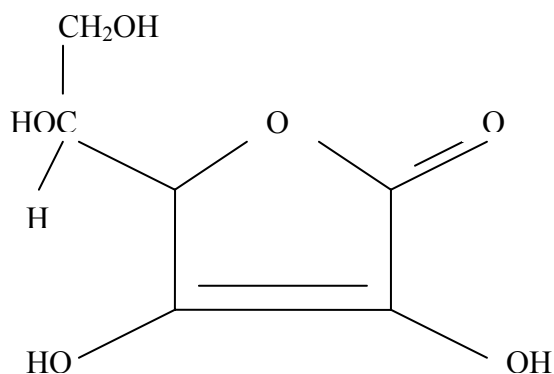


Figura 1. Estrutura química da forma reduzida da vitamina C (L-ácido ascórbico)
Fonte: Lehninger et al. (1995)

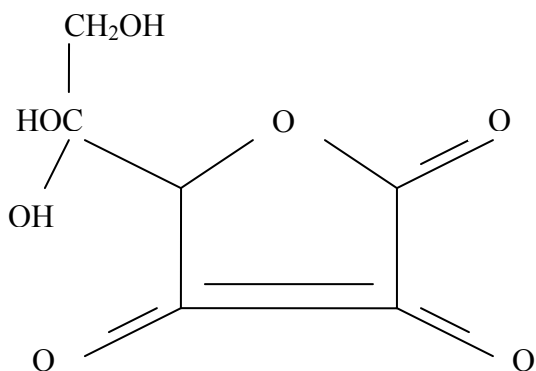


Figura 2. Estrutura química da forma oxidada da vitamina C (ácido desidroascórbico)
Fonte: Lehninger et al. (1995)

A vitamina C é um composto de fácil oxidação, sendo necessários cuidados especiais durante o manuseio e estocagem (BIANCHI et al., 1986; BUDDINGTON et al., 1993; WANG et al., 2003). O ferro (BARROS et al. 2002) e o cobre, assim como o calor e a umidade podem tornar a vitamina C não disponível para o organismo animal (HALVER, 1989; TACON, 1992). Entretanto, para que ocorra facilidade de absorção de ferro no intestino dos animais e sua redistribuição para os demais tecidos é necessário a participação da vitamina C (FALCON et al., 2007). A associação da vitamina C ao fosfato é uma das formas de tornar esta vitamina estável, pela formação

de composto com maior estabilidade e menor probabilidade de oxidação (TOLBERT et al., 1975; GOUILLOU-COUSTANS e KAUSHIK, 2001).

A maioria dos peixes, assim como os seres humanos, não é capaz de sintetizar a vitamina C devido à deficiência da enzima L-gulono-1,4-lactona oxidase (CHATTERJEE, 1973; DABROWSKI, 1990; LOVELL, 1998; NELSON e COX, 2000; LALL e LEWIS-MCCREA, 2007). Portanto, torna-se necessário a suplementação desta vitamina em dietas para peixes, tendo como finalidade suprir as necessidades metabólicas do animal (LOVELL, 1998). Entre as espécies de peixes que sintetizam esta vitamina destacam-se a pirambóia (*Lepidosiren paradoxa*) e o esturjão (*Acipenser* spp.) (MOREAU et al., 1999; FRACALLOSSI et al., 2001).

A vitamina C atua na hidroxilação de aminoácidos como prolina e lisina, essenciais na transformação do pró-colágeno em colágeno (BARNES e KODICEK, 1972; PADH, 1991; NRC, 1993; AI et al., 2004) (Figura 3), conferindo maior resistência à fibra (FALCON et al., 2007). Peixes com deficiência na formação de colágeno apresentam falhas na matriz óssea, afetando diretamente o crescimento, desenvolvimento e a sobrevivência (DIVANACH et al., 1996; BOGLIONE et al., 2001). Em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a ausência de vitamina C nas dietas prejudicou a síntese de colágeno levando a formação irregular das vértebras, sugerindo início de lordose e escoliose (FALCON et al., 2007).

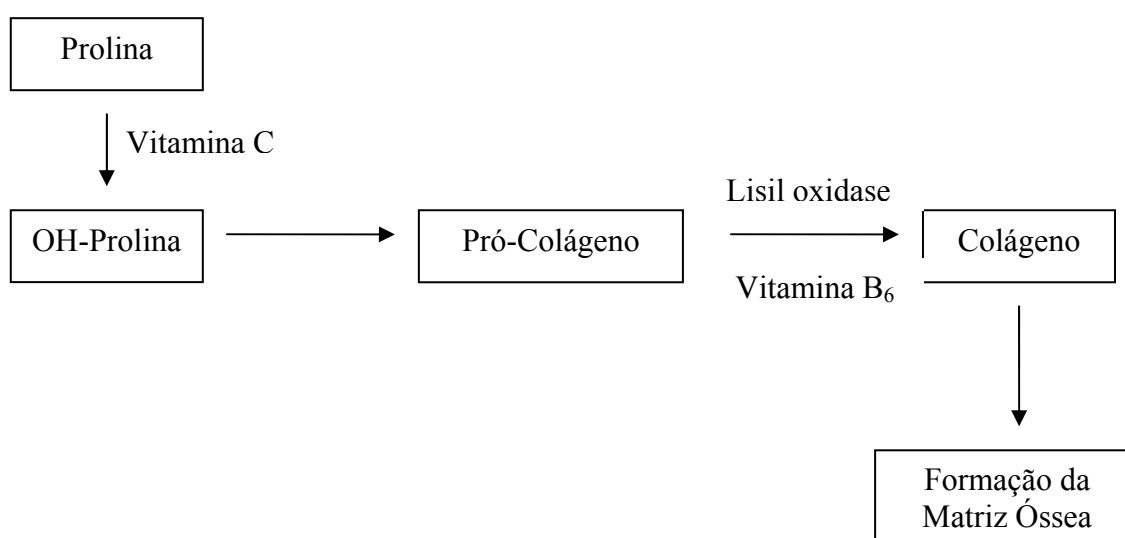


Figura 3. Esquema simplificado da participação da vitamina C na formação da matriz óssea.

Fonte: Lall e Lewis-McCrea (2007)

Reparação e síntese dos tecidos também são atribuídas aos efeitos da vitamina C (NRC, 1993; JOBLING, 1994; FRACALOSSO et al., 2001), assim como a diminuição da oxidação das vitaminas lipossolúveis A, E e algumas do complexo B (DEVLIN, 1997).

A vitamina C participa da síntese de carnitina a partir de aminoácidos como lisina e metionina (MIYASAKI et al., 1995, LEHNINGER et al., 1995; CHIEN e HWANG, 2001). A carnitina aumenta o transporte de ácidos graxos de cadeia longa para dentro da mitocôndria, favorecendo a produção de energia (BILINSKI e JONAS, 1970). Os ácidos graxos são importantes na manutenção do crescimento, eficiência alimentar, hígidez animal, desenvolvimento neural e visual, reprodução e qualidade do filé (BALFRY e HIGGS, 2001). Portanto, os ácidos graxos são responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento normal dos animais, principalmente por favorecerem a manutenção da integridade estrutural e funcional das membranas (SARGENT et al., 1999). Assim, a possibilidade de maior aproveitamento desses ácidos graxos em função da vitamina C torna fundamental o estudo das exigências desta vitamina para as diversas espécies de peixes.

A vitamina C também participa de processos ligados à eliminação de radicais livres presentes no organismo (LALL e LEWIS-MCCREA, 2007). A oxidação celular excessiva leva a formação de radicais livres, tendo como conseqüência alterações na quantidade e qualidade dos ácidos graxos do animal (CHEN et al., 2004), assim como na desestabilização da membrana lipídica (LEHNINGER et al., 1995; CHIEN e HWANG, 2001). A participação da vitamina C torna-se essencial durante a peroxidação de lipídeos, em função de sua ação antioxidante, ocorrendo economia de vitamina E (LOVELL, 1998; CHEN et al., 2004).

Funções relacionadas ao processo de diminuição do estresse estão diretamente ligadas à vitamina C, proporcionando o bem estar do animal (LI e LOVELL, 1985; GASPASIN et al., 1998; SAKAKURA et al., 1998; PETRIC et al., 2003; MORAES et al., 2003). O estresse em peixes é controlado pela utilização da vitamina C. No entanto, a relação entre esta vitamina e o estresse para os peixes não está esclarecida. (SANDNES e WAAGBØ, 1991; GOUILLOU-COUSTANS e GUILLAUME, 1993; HENRIQUE et al., 1996; FLETCHER, 1997). Situações desfavoráveis para os animais aumentam a demanda por vitaminas, principalmente para vitamina C (WEDEMEYER, 1969).

Em sistemas intensivos de produção, os peixes são constantemente expostos a agentes estressores alterando a homeostase dos animais (FALCON et al., 2007), o que pode levar ao aumento da exigência de vitamina C pelos animais. Quanto maior a influência do agente estressor, maior a necessidade do organismo animal por esta vitamina. Em determinadas situações de estresse o animal poder necessitar dez vezes mais vitamina C, do que quando em situação de homeostase (NAVARRE e HALVER, 1989).

Em peixes, as manifestações clínicas da deficiência nutricional de vitamina C são consideradas pouco específicas, destacando-se anorexia, letargia, diminuição do crescimento e do desempenho reprodutivo, natação errática, deformidades estruturais, escurecimento da pele, opacidade de córnea, ascite e exoftalmia hemorrágica (STEFFENS, 1989; TACON, 1992; NRC, 1993; WANG et al., 2003). Dietas suplementadas com elevados níveis da vitamina C podem ter efeito benéfico na prevenção de doenças, aumentando a resistência a infecções, quando os peixes se encontram com o sistema imunológico comprometido (PEZZATO et al., 2004). Para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) vêm sendo recomendadas doses maiores, do que o necessário, de vitamina C para conferir maior resistência aos animais (LI & LOVELL, 1985). A suplementação de vitamina C em dietas para os peixes, em níveis superiores ao recomendado pode determinar maior reserva da mesma no organismo animal, conferindo aos peixes maior tolerância à poluição ambiental e resistência a infecções bacterianas (NAVARRE e HALVER, 1989).

O trairão (*Hoplias lacerdae*), se destaca entre as espécies carnívoras brasileiras por se adaptar às condições de cativeiro (NEVES, 1996; ANDRADE et al., 1998), apresentar carne de excelente qualidade e boas características para pesca esportiva (LUZ et al., 2001). Os bons índices zootécnicos alcançados por essa espécie, quando em cativeiro, e o mercado consumidor, cada vez mais exigente, também contribuem para o sucesso da sua produção (LUZ, 2004). É uma espécie carnívora, endêmica da bacia do Rio Ribeira do Iguape, São Paulo e Paraná, pertencendo à família Erithrinidae (OYAKAWA, 2003).

Os indivíduos desta família são peixes predadores, encontrados em vários “habitats” como, águas rasas e córregos, apresentando adaptações a alterações abruptas do ambiente como, por exemplo, a concentração de oxigênio (RANTIN et al., 1992), o que facilita sua criação em cativeiro. O gênero *Hoplias*, no qual se classifica o trairão é amplamente distribuído pelas bacias hidrográficas brasileiras (BORN e BERTOLLO,

2006), diferindo dos demais Erithrinídeos, por habitar córregos bem oxigenados (GODOY, 1975).

O trairão, assim como as demais espécies carnívoras, apresenta baixas taxas de sobrevivência em função do alto grau de canibalismo nos primeiros dias de vida, porém, é uma espécie de fácil condicionamento alimentar para aceitar dietas secas (LUZ et al., 2001; LUZ e PORTELLA, 2002; SALARO, et al., 2003; NOGUEIRA, et al. 2005), o que potencializa sua criação em cativeiro.

O condicionamento alimentar é uma importante ferramenta para criação das espécies carnívoras em cativeiro (LOVSHIN e RUSHING, 1989) podendo ser considerado uma forma de aprendizagem animal, uma vez que, permite que larvas e alevinos modifiquem sua dieta natural, trocando-a por alimentos secos e processados. Alevinos condicionados a aceitar dietas secas mantêm esse hábito desde que o fornecimento de ração não seja interrompido (ONO et al., 2004). Altas taxas de sobrevivência foram observadas em alevinos de trairão, alimentados com dietas artificiais, quando previamente condicionados a aceitar dietas secas (LUZ et al., 2001). Entretanto, a troca de dietas durante o condicionamento alimentar é um fator estressante para o peixe (BARCELLOS et al., 2000), a qual pode interferir na taxa de canibalismo.

A perda de peixes decorrentes de períodos de estresse pode determinar prejuízo aos produtores, em função da queda de resistência e maior susceptibilidade a doenças (FALCON, 2004). O canibalismo é um dos maiores problemas na larvicultura e alevinagem de peixes carnívoros (FOLKVORD, 1997). As altas taxas de canibalismo também podem estar associadas ao tamanho heterogêneo em comprimento dos animais, qualidade, quantidade e frequência do alimento oferecido, densidade de estocagem, luminosidade e ausência de refúgios (HECHT e PIENAAR, 1993; LIAO et al., 2001; KESTEMONT et al., 2003; BABIAK et al., 2004; KUCSKA et al., 2005). Portanto, o canibalismo parecer ter mais de uma causa.

AL-HAFEDH e ALI (2004), atribuem a disponibilidade de alimento como o principal agente estressor, e LIAO e CHANG (2002) e LUZ et al., (2000) a diferença em tamanho (comprimento) entre os indivíduos. Portanto, a combinação entre a dieta e a redução na variação de tamanho dos animais é a chave para cessar o canibalismo (QIN e FAST, 1996).

Tais afirmações baseiam-se na não satisfação do animal pelo alimento e a hierarquização entre os indivíduos, que acentuariam o comportamento agressivo entre os peixes (KATAVIC et al., 1989). O crescimento dos peixes está intimamente

relacionada a dieta e portanto a satisfação das exigências nutricionais dos mesmos. O estado nutricional em que o animal se encontra é reflexo da quantidade e qualidade dos nutrientes disponíveis na dieta, portanto, é possível alterar a dieta com finalidade de preparar os peixes para situações adversas (FALCON et al., 2007).

A relação do tamanho do corpo da presa e da boca do predador, quando não adequada, contribui para o aumento das taxas de canibalismo (WENER e HALL, 1974; LUZ et al., 2000). Para alevinos de trairão, a relação entre tamanho da presa e predador, que resulta em menor taxa de canibalismo, estaria em torno de 0,28 (LUZ et al., 2000). Recomendam-se classificações periódicas quando diferença em comprimento entre peixes carnívoros estiver acima de 33% (QIN e FAST, 1996) para se evitar o canibalismo. Portanto, classificações periódicas dos peixes seriam estratégias para a diminuição do canibalismo (LUZ et al., 2000), evitando-se, assim, dominância social e comportamento agressivo dos animais.

Assim, a possibilidade de suplementação das dietas utilizadas na produção do trairão (*Hoplias lacerdae*) com vitamina C, na tentativa de minimizar as perdas durante a produção inicial desta espécie, objetivaram a realização desta pesquisa que será apresentada nos capítulos 1 e 2 da presente dissertação:

Capítulo 1. “Vitamina C em dietas para o condicionamento alimentar de alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*”. Neste experimento buscou-se avaliar o efeito da vitamina C suplementada em dietas para alevinos de trairão, sobre prováveis situações de estresse decorrentes do condicionamento alimentar, por meio do desempenho produtivo, alterações morfológicas e perfil de ácidos graxos dos animais. Este capítulo foi redigido segundo normas da Revista Brasileira de Zootecnia (Journal of Animal Science).

Capítulo 2. “Suplementação com vitamina C em dietas para alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*”. Na realização deste experimento buscou-se avaliar o efeito da suplementação com vitamina C em dietas para o desenvolvimento inicial do trairão sobre o desempenho produtivo, alterações morfológicas e perfil de ácidos graxos dos peixes. A redação deste capítulo seguiu as normas da Revista Aquaculture.

Referências Bibliográficas

AI, Q. et al. Effects of dietary vitamin C on growth and immune response of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*, **Aquaculture**, v. 242, p. 489-500, 2004.

AL-HAFEDH, Y. S; ALI, S. A. Effects of feeding on survival, cannibalism, growth and feed conversion of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) in concrete tanks. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 20, n. 3, 225p., 2004.

ANDRADE, D.R.; VIDAL, M.V.J.; SHIMODA, E. Criação do trairão *Hoplias lacerdae*. **Bol. Téc. UENF**, v. 3, n. 4, p. 23, 1998.

BABIAK, G. et al. Initial weight and its variation in post-larval Eurasian perch affect quantitative characteristics of juvenile cohorts under controlled conditions. **Aquaculture**, v. 234, p. 263– 276, 2004.

BACCONI, D.F. **Exigência de vitamina A para alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus***. 2003. 31f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BARCELLOS, L.J.G. et al. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências (Revisão). **Boletim Instituto de Pesca**,v. 26, n 1, p. 99-111, 2000.

BARNES,M.J.; KODICEK, E. Biological hydroxylations and ascorbic acid with special regard to collagen metabolism. **Vitam. Horm.**, v. 30, p. 1–43, 1972.

BARROS, M.M. et al. Níveis de Vitamina C e Ferro para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **R. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 6, p. 2149-2156, 2002.

BALFRY, S.K.; D.A., HIGGS. Influence of dietary lipid composition on the immune system and disease resistance of finfish. In: **Nutrition and Fish Health** (eds. C. LIM e C.D. WEBSTER), The Haworth Press Inc., New York, 2001, p. 213-234.

BILINSKI, E.; JONAS, R. E. E. Effect of coenzyme A and L-carnitine on fatty acid oxidation in rainbow trout mitochondria. **J. Fish. Res.**, v. 27, p. 857-864, 1970.

BIANCHI, J.; WILSON F.A.; ROSE, R.C. Dehydroascorbic acid and ascorbic acid transport system in the guinea pig ileum. **Am. J. Physio.**, v. 205, p. 461-468, 1986.

BOGLIONE, C. et al. Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post-larvae of wild-caught and hatchery-reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L. 1758). **Aquaculture**, v. 192, p. 1–22, 2001.

BORN, G.G.; BERTOLLO, L.A.C. A new sympatric region for distinct karyotypic forms of *Hoplias malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). **Brazilian Journal Biology**, v. 66, n. 1B, p. 205-210, 2006.

BUDDINGTON, R.K.; PUCHAL, A.A.; HOUBE, K.L. Hydrolysis and absorption of two monophosphate derivatives of ascorbic acid by channel catfish *Ictalurus punctatus* intestine. **Aquaculture**, v. 114, p. 317-326, 1993.

CHATTERJEE, LB. Evolution and biosynthesis of ascorbic acid. **Science**, v. 182, p. 1271-1272, 1973.

CHEN, R. et al. Effects of dietary vitamins C and E on alternative complement activity, hematology, tissue composition, vitamin concentrations and response to heat stress in juvenile golden shiner (*Notemigonus crysoleucas*). **Aquaculture**, v. 242, p. 553–569, 2004.

CHIEN, R.G.; HWANG, D.F. Effects of thermal stress and vitamin C on lipid peroxidation and fatty acid composition in the liver of thornfish *Terapon jarbua*. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.128, p.91-97, 2001.

COMBS JR., G.F. **The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health**. New York: Academic Press, 1998. 618p.

CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; MARTINO, R.C. Retenção de proteína e energia em juvenis de “black bass” *Micropterus salmoides*. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 609-616, 2000.

DABROWSKI, K. Ascorbic acid status in the early life of whitefish (*Coregonus laaaretus* L.). **Aquaculture**, v. 84, p. 61-70, 1990.

DE SILVA, S.S; ANDERSON, T.A. **Fish Nutrition in Aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1995, 319p.

DEVLIN, T.M. **Manual de bioquímica com correlações químicas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1997, 1007p.

DIVANACH, P. et al. Abnormalities in finfish mariculture: an overview of the problem, causes and solutions. In: Chatain, B., Saroglia, M., Sweetman, J., Lavens, P. (Eds.), **Seabass and Seabream Culture: Problems and Prospects**. EAS International Workshop, Verona, Italy, 1996, p. 45–66.

FALCON, D.R. Lipídeo e vitamina C em dietas práticas para a tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. 2004. 149f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FALCON et al. Lipídeo e vitamina C em dietas preparatórias de inverno para tilápias-do-nilo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.5, p.1462-1472, 2007.

FLETCHER, T.C. Dietary effects on stress and health. In: Iwama, G.K. Pickering, A.D., Sumpter, J.P., Schreck, C.B. Eds., **Fish Stress and Health in Aquaculture**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1997, p. 223–246.

FOLKVORD, A. **Ontogeny of cannibalism in larval and juvenile fishes with special emphasis on Atlantic cod. Early Life History and Recruitment in Fish Populations**. Eds. Chambers, C.R. e Trippel, E. A. London: Chapman & Hall, 1997, p. 251-278.

FRACALOSSI, D.M. et al. Ascorbic acid biosynthesis in Amazonian fishes. **Aquaculture**, v. 192, p. 321–332, 2001.

GASPASIN, R.S.J. et al. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish (*Chanos chanos*) larval performance. **Aquaculture**, v. 162, p. 269-286, 1998.

GODOY, M.P. **Peixes do Brasil: Subordem Characoidei – Bacia do Rio Mogi Guassu**. Piracicaba: Franciscana, 1975.

GOUILLOU-COUSTANS, M.F.; GUILLAUME, J. Effect of a non-specific stressor on the symptoms of ascorbic acid deficiency in turbot *Scophthalmus maximus*. In: Kaushik, S.J., Luquet, P. Eds., **Fish Nutrition in Practice**, Biarritz, France, 24–27 June 1991. INRA Editions, Les Colloques, 1993, p. 209–213.

GOUILLOU-COUSTANS, M.F.; AUSHIK, S.J. Ascorbic acid requirement in freshwater and marine fish. Is there a difference? In: Dabrowski, K. (Ed.), **Ascorbic Acid in Aquatic Organisms—Status and Prospectives**. CRC Press, Florida, 2001, p. 69–82.

HALVER, J. E. The vitamins. In: **Fish Nutrition** (Halver, J. E., ed.), 2nd ed., Academic Press, San Diego, CA, 1989, p. 32-109.

HALVER, J.E. The vitamins. In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), **Fish Nutrition**, 3rd ed. Academic Press, San Diego, CA, 2002, p. 62– 132.

HECHT, T.; APPELBAUM, S. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile *Clarios pwiepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. **J. Zool.**, v. 214, p. 21-44, 1988.

HECHT, T.; PIENNAR, A. G. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. **J. World Aquacult. Soc.**, v. 24, n. 2, p. 246-261, 1993.

HENRIQUE, M.M.F.; MORRIS, P.C.; DAVIES, S.J. Vitamin C status and physiological response of the gilthead seabream, *Sparus aurata* L., to stressors associated with aquaculture. **Aquacult. Res.**, v. 27, p. 405–412, 1996.

JOBLING, M. **Fish Bioenergetics**. London: Chapman & Hall, 1994. 307p.

KATAVIC, I.; JUD-DUJAKOVIC, J.; GLAMUZINA, B. Cannibalism as a factor affecting the survival of intensively cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings. **Aquaculture**, v. 77, p. 135- 143, 1989.

KESTEMONT, P. et al. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. **Aquaculture**, v. 227, p. 333-356, 2003.

KUCSKA, B. et al. Successful growth of pike fingerlings (*Esox lucius* L.) on pellet at artificial condition. **Aquaculture**, v. 246, p. 227– 230, 2005.

LALL, S. P.; LEWIS-MCCREA, L. M. Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish. **Aquaculture**, v. 267, p. 3–19, 2007.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Savier, 1995. 1152p.

LI, Y.; LOVELL, T. Elevated levels of dietary ascorbic acid increase immune response in channel catfish. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 115, p. 123-31, 1985.

LIAO, C.; CHANG, E.Y. Timing and factors affecting cannibalism in red drum, *Sciaenops ocellatus*, larvae in captivity. **Environmental Biology of Fishes**, v. 63, p. 229–233, 2002.

LIAO, I.C.; SU, H.M.; CHANG, E.Y. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. **Aquaculture**, v. 200, p. 1 –31, 2001.

LIM, C.; LOVELL, R.T. Pathology of the vitamin C deficiency syndrome in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **J. Nutr.**, v. 108, p. 1137– 1146, 1978.

LIN, M. F.; SHIAU, S.Y. Dietary l-ascorbic acid affects growth, nonspecific immune responses and disease resistance in juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*. **Aquaculture**, v. 244, p. 215– 221, 2005.

LOVELL, R.T. Nutrition of aquaculture species. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 4193–4200, 1991.

LOVELL, R.T. **Nutrition and feeding of fish**. 2.ed. Massachusetts: Academic Press, 1998. 267p.

LOVSHIN L.L.; RUSHING J.H. Acceptance by Largemouth Bass Fingerlings of Pelleted Feeds with a Gustatory Additive. **The Progressive Fish-Culturist**, vol. 51, n. 2, p. 73–78, 1989.

LUZ, R.K. **Aspectos da Larvicultura do trairão *Hoplias lacerdae*: Manejo alimentar, Densidade de Estocagem e Teste de exposição ao Ar**. 2004. 120f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

LUZ, R.K. et al. Avaliação de canibalismo e comportamento territorial de alevinos de trairão (*Hoplias Lacerdae*). **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 465-469, 2000.

LUZ, R. K. et al. Desenvolvimento de alevinos de trairão alimentados com dietas artificiais em tanques de cultivo. **Rev. bras. zootec.**, v.30, n. 4, 1159-1163, 2001.

LUZ, R.K.; PORTELLA, M.C. Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em água doce e água salinizada. **Rev. bras. zootec.**, v. 31, n.2, p. 829-834. 2002.

MIYASAKI, T. et al. Effect of vitamin C on lipid and carnitine metabolism in rainbow trout. **Aquaculture**, v. 61, p. 501-506, 1995.

MORAES, J.R.E. et al. A suplementação alimentar com vitamina C acelera a evolução do processo cicatricial em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, p. 57–67, 2003.

MOREAU, R.; DABROWSKI, K.; SATO, P.H. Renal L-gulono-1-4-lactone oxidase activity as affected by dietary ascorbic acid in lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). **Aquaculture**, v. 180, n. 3/4, p. 359-372, 1999.

MURAI, T. Protein nutrition of rainbow trout. **Aquaculture**, v. 100, p. 191-207, 1992.

NAVARRE, O.; HALVER, J.E. Disease resistance and humoral antibody production in rainbow trout fed high levels of vitamin C. **Aquaculture**, v. 79, p. 207-221, 1989.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger principles of biochemistry**. 3.ed. New York: Worth Publ., 2000. 1152p.

NEVES, C. A. **Estudo morfológico e histoenzimológico do desenvolvimento ontogenético do trato digestivo de larvas e alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*) e de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*)**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

NOGUEIRA, G.C.C.B. et al. Desempenho produtivo de juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com rações comerciais. **Revista Ceres**, v. 52, n. 302, p.401-497, 2005.

NRC (National Research Council). **Nutrient requirements of fish**. National Academy Press. Washington, D.C., USA. 1993.

ONO, E.A.; HALVERSON, M.R.; KUBITZA, F. Pirarucu, o gigante esquecido. **Panorama da Aquicultura**, v. 14, n 81, p. 14-25, 2004.

OYAKAWA, O.T., Erythrinidae (Trahiras). In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O. and C.J. FERRARIS, C.J. (eds.) **Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, Brasil, 2003, p. 238-240.

PADH, H. Vitamin C: newer insights into its biochemical functions. **Nutr. Rev.**, v. 49, p. 65–70, 1991.

PETRIC, M.C. et al. Suplementação alimentar com vitamina C potencializa a formação de macrófagos policariontes em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, p. 69–76, 2003.

PEZZATO, L.E. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P. et al. (Eds.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004, p.74-169.

PEZZATO, L. **Alimentação de Peixes – Relação custo e benefício**. 2006, 14p.

QUIN, J.; FAST, A.W. Size-and-feed-dependent cannibalism with juvenile snakehead *Channa striatus*. **Aquaculture**, v. 144, p. 313-320, 1996.

RANTIN, F.T. et al. Respiratory responses to hypoxia in relation to mode of life of two erythrinid species (*Hoplias malabaricus* and *Hoplias lacerdae*). **Journal of Fish Biology**, v. 41, p. 805-812. 1992.

SAKAKURA, Y. et al. Dietary vitamin C improves the quality of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) seedlings. **Aquaculture**, v. 161, p. 427-36, 1998.

SALARO, A.L.; et al. Diferentes densidades de estocagem na produção de alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). **Rev. bras. zootec.**, v. 32, n. 5, p. 1033-1036, 2003.

SANDNES, K.; WAAGBØ, R. Effects of dietary vitamin C and physical stress on head kidney and liver ascorbic acid, serum cortisol, glucose and haematology in Atlantic salmon *Salmo salar*. **Fisk. Dir. Skr.**, v. 4, p. 41–49, 1991.

SARGENT, J.R. et al. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture**, v. 177, p. 191 – 199, 1999.

STEFFENS, W. **Principles of fish nutrition**. Chichester: Ellis Horwood, 1989. 384p.

TACON, A.G.J. The essential nutrients. In: TACON, A.G.J. **Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp**. Redmond: Argent Laboratories Press, 1990. v.1, p. 1-117.

TACON, A.G.J. **Nutritional fish pathology: morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish**. Rome: FAO, 1992. 75p.

TIDWELL, J.H.; WEBSTER, C.D.; COYLE, S.D. Effects of dietary protein level on second year growth and water quality for largemouth bass (*Micropterus salmoides*) raised in ponds. **Aquaculture**, v. 145, p. 213-223, 1996.

TOLBERT, B.M. et al. Chemistry and metabolism of ascorbic acid and ascorbate sulfate. **Ann. N. Y. Acad. Sci.**, v. 258, p. 48-69, 1975.

WANG, X. et al. Effects of the different levels of dietary vitamin C on growth and tissue ascorbic acid changes in parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*). **Aquaculture**, v. 215, p. 203–211, 2003.

WEDEMEYER, G. Stress induced ascorbic acid depletion and cortisol production in two salmonid fish. **Comparative Biochemistry Physiology**, v. 29, p. 1247-1251, 1969.

WERNER; E.; HALL, D.J. Optimal Foraging and the Size Selection of Prey by the Bluegill Sunfish (*Lepomis macrochirus*). **Ecology**, v. 55, n.. 5. p.1042-1052. 1974.

WILSON, R.P.; POE, W.E. Impaired collagen formation in the scorbutic channel catfish. **J. Nutr.**, v. 103, p. 1359–1364, 1973.

CAPÍTULO I

VITAMINA C EM DIETAS PARA O CONDICIONAMENTO ALIMENTAR DE ALEVINOS DE TRAIRÃO *Hoplias lacerdae*

Vitamina C em dietas para o condicionamento alimentar de alevinos de trairão

Hoplias lacerdae

RESUMO: Para avaliar o efeito da vitamina C durante a fase de condicionamento alimentar de alevinos de trairão, estabeleceu-se um experimento em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos (0,0; 17,5; 52,5; 87,5; 122,5; 175,0 e 350,0 mg de vitamina C/kg de ração) e quatro repetições. Alevinos de trairão com comprimento padrão de $2,8 \pm 0,2$ cm foram distribuídos em aquários com seis litros de água salinizada e aeração, na densidade de seis peixes/L. Foi confeccionada uma ração basal (44,0% PB) sem suplementação com vitamina C, na qual, diariamente foram adicionados os diferentes níveis de vitamina C e o coração bovino. Após 20 dias, realizou-se a biometria dos peixes para avaliação dos ganhos de peso e comprimento, taxas de sobrevivência e canibalismo e, uniformidade do comprimento final. Durante a biometria os peixes foram observados quanto a sinais clínicos de deficiência ou excesso de vitamina C. Após a biometria 10 peixes de cada tratamento foram mortos para análise do perfil de ácidos graxos. Os dados dos índices zootécnicos e perfil de ácidos graxos foram avaliados por análise de regressão polinomial e a uniformidade do comprimento final pelo teste de Bartlett. Houve diferença significativa apenas para a uniformidade em comprimento final e perfil de ácidos graxos na carcaça. A suplementação com 52,5 mg de vitamina C/kg de ração proporcionou maior uniformidade do comprimento final dos peixes. Os peixes coletados nos tanques de criação apresentaram menor concentração de ácidos graxos poliinsaturados e maior de ácidos graxos saturados quando comparados com os peixes condicionados a aceitar dietas secas.

Palavras-chave: canibalismo, peixes carnívoros, perfil lipídico, uniformidade em comprimento.

ABSTRACT: To evaluate the effect of vitamin C in the feed training of trairão fingerlings fed with diets supplemented with vitamin C, an experiment was established entirely randomized with seven levels of vitamin C inclusion (0.0, 17.5, 52.5, 87.5, 122.5, 175.0 and 350.0 mg of vitamin C/kg of the feed) and four repetitions. Trairão fingerlings with lengths of 2.8 ± 0.2 cm were distributed in aquariums (35 X 30 X 14 cm) containing six liters of salt water and aeration, at a density of six fishes/L.. A base feed was made (44.0% crude protein), without vitamin C supplementation that received different levels of vitamin C a day, and the bovine heart. After 20 days, the fingerlings were measured and weighed for the evaluation of the weight and length gains, survival and cannibalism rates and uniformity of the final length of the fish. During the biometry, the fish were evaluated due to possible clinical signs of vitamin C deficiency or of its excess. After the biometry, 10 fishes of each treatment were killed for the analysis of the fatty acid composition. The data of performance and fatty acid composition were evaluated by polynomial regression analysis and the uniformity of the final length was submitted to the Bartlett test. There was a significant difference only to the uniformity of the final length and the fatty acid composition in the carcass. The supplementation with 52.5 mg of vitamin C/kg provided the larger uniformity of the final length of the fish. The fish collected from culture tanks showed a less concentration of polyunsaturated fatty acid and a greater one of saturated fatty acid when compared with fish conditioned to accept dry diets.

Key words: cannibalism, carnivorous fish, fatty acid composition, length uniformity

Introdução

A vitamina C vem sendo suplementada em dietas para peixes, principalmente pela sua atuação em processos antioxidantes e de diminuição de estresse, proporcionando o bem estar do animal (Li & Lovell, 1985; Sakakura et al. 1998; Petric et al., 2003; Moraes et al., 2003; Wang et al., 2006). Situações desfavoráveis aumentam a demanda por vitaminas, principalmente pela vitamina C (Wedemeyer, 1969; Navarre & Halver, 1989). Entretanto, a relação entre esta vitamina e o estresse para os peixes não está esclarecida. (Sandnes & Waagbø, 1991; Gouillou-Coustans & Guillaume, 1993; Henrique et al., 1996; Fletcher, 1997).

A vitamina C também participa da eliminação de radicais livres (Lall & Lewis-McCrea, 2007) e da síntese de carnitina (Miyasaki et al., 1995, Lehninger et al., 1995; Chien & Hwang, 2001), portanto, fundamental no transporte de ácidos graxos de cadeia longa para dentro da mitocôndria, favorecendo a produção de energia (Bilinski & Jonas, 1970) e a manutenção da integridade estrutural e funcional das membranas (Lehninger et al., 1995; Sargent et al., 1999; Chien & Hwang, 2001; Chen et al., 2004). Assim, a possibilidade de melhor aproveitamento desses ácidos graxos, pelos animais, evidencia a necessidade de estudos desta vitamina em dietas para peixes.

A falta de vitamina C pode causar crescimento e desenvolvimento anormal dos animais (Steffens, 1989; Al-Amoundi et al., 1991; Tacon, 1992; NRC, 1993; Wang et al., 2003). O seu excesso também pode prejudicar o desempenho dos peixes, como observado para alevinos de surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) (Fujimoto & Carneiro, 2001).

Em peixes, principalmente nos carnívoros, é comum situações de estresse devido ao alto grau de predação e canibalismo, o que leva a maior utilização de energia pelos

animais, comprometendo o comportamento alimentar e social (Lefrançois et al., 2001) e, portanto maior demanda por vitamina C (Wedemeyer, 1969; Navarre & Halver, 1989). O canibalismo pode estar associado a vários fatores, destacando-se a heterogeneidade em comprimento dos animais e a qualidade e quantidade do alimento (Hecht & Pienaar, 1993; Kestemont et al., 2003; Al-Hafedh & Ali, 2004; Babiak et al., 2004; Kucska et al., 2005).

Na criação comercial de espécies carnívoras a combinação entre a qualidade da dieta e a redução na variação de tamanho dos animais é a chave para minimizar o canibalismo (Qin & Fast, 1996). Entretanto, para que as espécies carnívoras aceitem dietas secas há necessidade do condicionamento alimentar de suas larvas e alevinos.

O condicionamento alimentar consiste na troca da alimentação natural por dietas secas e processadas. Durante esse processo, a mudança constante da dieta pode ser um fator estressante para os peixes (Barcellos et al., 2000). Entretanto é possível preparar os animais para tais situações controlando a composição da dieta, uma vez que o estado nutricional em que o animal se encontra é reflexo da quantidade e qualidade dos nutrientes disponíveis na dieta (Falcon et al., 2007). Dentre os nutrientes utilizados em dietas para minimizar os efeitos do estresse em peixes, destaca-se a vitamina C.

Considerando a possibilidade de ocorrência de situações estressantes durante as mudanças na dieta, com o presente estudo, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação com vitamina C em dietas para alevinos de trairão durante o condicionamento alimentar.

Material e métodos

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes do Setor de Piscicultura, do Departamento de Biologia Animal, da Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG, durante o período de 20 dias, em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos (0,0; 17,5; 52,5; 87,5; 122,5; 175,0 e 350,0 mg de vitamina C/kg da ração) e quatro repetições.

Alevinos de trairão com comprimento padrão médio de $2,8 \pm 0,2$ cm e peso médio de $0,36 \pm 0,06$ g, provenientes do próprio setor, foram distribuídos em 28 aquários (35 X 30 X 14 cm) contendo seis litros de água salinizada (4,0 g de NaCl/L de água) e aeração constante, na densidade de estocagem de seis peixes/L. Os aquários foram cobertos com tela plástica para evitar fuga dos peixes.

Confeccionou-se uma ração basal de acordo com a composição química dos ingredientes apresentada por Rostagno et al. (2005) (Tabela 1). O suplemento vitamínico utilizado foi isento de vitamina C.

A composição centesimal da ração basal e do coração bovino foi determinada no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição e Saúde, UFV (Tabela 2). Diariamente, a essa ração, foram misturados os diferentes níveis de vitamina C e o coração bovino. Como fonte de vitamina C utilizou-se o ascorbil monofosfatado com 35,0% de princípio ativo.

Antecedendo o período experimental, os alevinos foram alimentados por cinco dias com péletes confeccionados a base de coração bovino, para a adaptação dos animais as condições laboratoriais. Após esse período iniciou-se o condicionamento alimentar dos alevinos de trairão com as dietas contendo os diferentes níveis de suplementação com vitamina C.

Tabela 1. Percentual dos ingredientes utilizados na confecção da dieta basal e composição químico-bromatológica calculada.

Ingrediente (%)	Dieta basal
Farelo de soja	24,80
Farinha de peixe	52,00
Fubá de milho	5,68
Farelo de trigo	14,70
DL-Metionina	0,35
Óleo de soja	2,00
Sal comum	0,25
Suplemento Mineral	0,10
Suplemento Vitamínico (sem vitamina C)	0,10
BHT (antioxidante)	0,02
Total	100,00
Energia bruta (kcal/kg)	4304,10
Proteína bruta (%)	44,00
Fibra bruta (%)	3,08
Extrato etéreo (%)	6,06
Cálcio total (%)	2,43
Fósforo disponível (%)	0,99
Metionina (%)	1,02
Lisina (%)	2,13
EB/PB	97,82

¹ Níveis de garantia, calculado nesta ração, do suplemento vitamínico e mineral (Mogiana Alimentos S/A – GUABI): vitamina A, 16.000 UI; Vitamina D, 4.500 UI; Vitamina E, 250 mg; Vitamina K, 30 mg; Vitamina B₁, 32 mg; Vitamina B₂, 32 mg; Vitamina B₁₂, 32 mcg; Vitamina B₆, 32mg; Vitamina C, zero; Ácido Pantotênico, 80 mg; Niacina, 170 mg; Biotina, 10 mg; Ácido Fólico, 10 mg; Colina, 2.000 mg; Cobalto, 0,5 mg; Cobre, 20 mg; Ferro, 150 mg; Iodo, 1 mg; Manganês, 50 mg; Selênio, 1 mg; Zinco, 150 mg; Aditivo Antioxidante, 150 mg.

Tabela 2. Composição centesimal da ração basal e do coração bovino.

Produto	Umidade	Lipídeos	Proteína Bruta	Cinzas	Carboidratos
Ração	7,18	8,29	44,21	15,81	24,51
Coração Bovino	80,04	1,14	16,85	0,98	0,99

O condicionamento alimentar dos peixes foi realizado por transição do alimento úmido pelo seco conforme modelo proposto por Luz et al. (2002), com modificações, variando apenas o número de dias de cada fase do condicionamento (Tabela 3). Os peixes foram alimentados à vontade, nos horários de 7h00min, 11h30min e 16h30min. Às 18h00min foi realizada a limpeza dos aquários, trocando-se toda a água, a qual foi repostada na mesma salinidade.

Tabela 3. Porcentagem da mistura (coração de boi e ração) e número de dias de fornecimento das dietas teste utilizadas no condicionamento alimentar de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*).

Fases	Composição	Dias
1	80% coração de boi + 20% dieta teste	1°-4°
2	60% coração de boi + 40% dieta teste	5°-8°
3	40% coração de boi + 60% dieta teste	9°-12°
4	20% coração de boi + 80% dieta teste	13°-16°
5	100% dieta teste	17°-20°

Ao final da fase de condicionamento alimentar (20 dias) os alevinos de trairão foram contados, medidos e pesados para avaliação dos ganhos de peso e comprimento, taxas de sobrevivência e canibalismo e uniformidade do comprimento final. Durante a biometria os animais foram avaliados macroscopicamente para observação de possíveis

sinais clínicos de deformidade do corpo como lordose, má formação do opérculo e da boca, erosões de nadadeiras e presença de áreas hemorrágicas e exoftalmia.

Após a biometria, 10 alevinos de cada tratamento foram mortos por choque térmico e armazenados em freezer (-80°C) para posterior determinação do perfil de ácidos graxos. O mesmo procedimento foi realizado com peixes da mesma fase de desenvolvimento, não submetidos ao condicionamento alimentar, coletados em tanques de criação no Setor de Piscicultura do DBA.

A determinação do perfil de ácidos graxos foi realizada no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição e Saúde, UFV, onde alevinos de cada tratamento foram homogeneizados e separados em triplicata para extração dos lipídeos (Folch et al., 1957), saponificação e esterificação (Hartman & Lago, 1973).

O perfil de ácidos graxos foi obtido por cromatografia gasosa, utilizando cromatógrafo a gás GC 17 A Shimadzu/Class GC 10, equipado com coluna cromatográfica de sílica fundida SP-2560 de 100 m e 0,25 mm de diâmetro interno e detector de ionização de chama, injetor split. Os parâmetros utilizados na programação foram: temperatura de detector: 270°C, temperatura do injetor: 250°C, temperatura da coluna com aquecimento a 10°C/minuto de 180 a 240°C, permanecendo nesta temperatura por 10 minutos. O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio, fluxo da coluna de 0,6 mL/minuto, velocidade linear de 14 cm/segundo, razão da divisão da amostra no injetor de 1:75, fluxo total de 52 mL/minuto e pressão da coluna de 167Kpa.

Os dados dos índices zootécnicos e perfil de ácidos graxos foram submetidos à análise de regressão polinomial, em função dos diferentes níveis de vitamina C suplementados nas dietas. Foi verificada a significância e ajustadas as equações de regressão, quando significativa. Os dados de comprimento final foram submetidos ao teste de Bartlett para avaliação da homogeneidade de variância entre tratamentos. A

comparação do perfil de ácidos graxos dos peixes submetidos aos diferentes níveis de vitamina C e coletados em tanque de cultivo foi realizada utilizando-se teste de Dunnett. Os dados foram analisados utilizando-se o programa SAEG 9.1 (2007).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para os parâmetros zootécnicos de ganhos de peso (GP) e de comprimento (GC) e as taxas de sobrevivência (TS) e canibalismo (TC) dos peixes condicionados a aceitar dietas secas suplementadas com diferentes níveis de vitamina C, não mostraram diferença significativa (Tabela 4).

É provável que o manejo alimentar adotado tenha proporcionado condições favoráveis para o condicionamento alimentar dos alevinos de trairão. Os horários de oferecimento do alimento e a qualidade do mesmo, acompanhado pela limpeza dos aquários ao final de cada dia, podem ter sido fundamentais para os resultados obtidos neste experimento, os quais reforçam as recomendações preconizadas para o sucesso do condicionamento alimentar de peixes carnívoros (Fox, 1975; De Angelis, et al., 1979).

Embora a vitamina C possa estar relacionada com processos de diminuição do estresse em diversas espécies de peixes (Li & Lovell, 1985; Sakakura et al. 1998; Petric et al., 2003; Moraes et al., 2003; Wang et al., 2006) neste experimento não foi possível detectar o efeito da mesma, provavelmente em função das boas práticas de manejo adotadas, as quais proporcionaram bem estar dos animais (Li e Lovell, 1985; Gaspasin et al., 1998; Sakakura et al., 1998; Petric et al., 2003; Moraes et al., 2003). Quanto menor o estresse, menor será a demanda por vitamina C (Navarre & Halver, 1989).

Tabela 4. Valores médios (\pm desvio padrão) de ganhos de peso (GP) e comprimento (GC), taxas de sobrevivência (TS) e canibalismo (TC) e coeficiente de variação do comprimento final (CV) de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com dietas contendo níveis de inclusão de vitamina C, por período de 20 dias.

Parâmetros zootécnicos	Níveis de vitamina C (mg /kg dieta)						
	0,0	17,5	52,5	87,5	122,5	175,0	350,0
¹ GP (g)	0,14	0,12	0,11	0,13	0,14	0,15	0,15
¹ GC (cm)	0,23	0,20	0,15	0,15	0,15	0,18	0,15
¹ TS (%)	95,83	93,06	89,59	96,53	94,44	91,67	93,75
¹ TC (%)	4,17	6,25	8,34	3,47	5,56	8,34	4,86
² CV	6,30	5,69	4,30	6,08	5,31	5,81	5,79

¹ não significativo ($P > 0,05$)

² significativo pelo teste de Bartlett ($P < 0,05$)

Também é provável que a ausência de efeito da vitamina C relaciona-se ao curto período de administração de 20 dias desta vitamina. É importante salientar que a duração deste experimento vem de acordo com o preconizado por Luz et al. (2002) para condicionar alevinos desta espécie a aceitar dietas secas, a qual pode variar de 16 a 20 dias.

Os níveis de vitamina C suplementados nas dietas influenciaram ($P < 0,05$) a uniformidade do comprimento final dos peixes (Tabela 4). Os animais alimentados com dietas contendo 52,5 mg de vitamina C/kg de ração apresentaram maior uniformidade do comprimento final. Entretanto, esses resultados não refletiram em melhoria no desempenho produtivo e em menores taxas de canibalismo (Tabela 4).

Para espécies carnívoras, a heterogeneidade em comprimento dos animais é apontada como uma das principais causas do canibalismo (Hecht & Appelbaum, 1988; Katavic et al., 1989; Luz et al., 2000). Dessa forma, é possível que a maior

uniformidade dos trairões alimentados com 52,5 mg de vitamina C/Kg de ração possa contribuir para menor canibalismo nas fases seguintes de criação.

As taxas de sobrevivência dos alevinos de trairão se mostraram altas para peixes carnívoros. Em situações de estresse, a taxa de canibalismo tende a aumentar entre os peixes, o que leva a diminuição das taxas de sobrevivência. Provavelmente situações estressantes não ocorreram de forma acentuada neste experimento em virtude do correto controle no manejo alimentar adotado. Boas taxas de sobrevivência também foram observadas para algumas espécies de Pimelodidae (Campos, 1998), e para alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) (Luz et al., 2002).

Os valores da taxa de canibalismo dos peixes dos diferentes tratamentos variaram de 3,47 a 8,34%. Tais valores podem ser considerados baixos para a fase de condicionamento alimentar e, provavelmente, refletem a uniformidade em comprimento dos alevinos no início do experimento e o adequado manejo alimentar dos peixes. A composição dos alimentos e a não satisfação das exigências nutricionais dos peixes podem favorecer o canibalismo (Fox, 1975; De Angelis et al., 1979).

O canibalismo pode estar associado à qualidade, quantidade e frequência do alimento oferecido, densidade de estocagem, luminosidade e ausência de refúgios (Hecht & Pienaar, 1993; Kestemont et al., 2003; Al-Hafedh & Ali, 2004; Babiak et al., 2004; Kucska et al., 2005). Portanto, a escolha correta do manejo alimentar é fundamental para que os peixes possam ser condicionados a aceitar dietas secas.

Os peixes dos diferentes tratamentos não apresentaram alterações de curvatura da coluna (lordose) e de má formação do opérculo e da boca. Também não foram registrados animais com exoftalmia, erosões de nadadeiras e áreas hemorrágicas. Embora a vitamina C esteja diretamente ligada a processos de formação de colágeno e da matriz óssea (Divanach et al., 1996; Boglione et al., 2001; Ai et al., 2004), neste

experimento não foram observados deformidades corporais, provavelmente pelo pouco tempo de administração da vitamina C.

Os níveis de vitamina C suplementados nas dietas influenciaram ($P < 0,05$) o perfil de ácidos graxos dos peixes para o somatório dos ácidos graxos monoinsaturados e para o ácido graxo eicosapentanoico (C20:5 n3) (Tabela 5). Entretanto os baixos valores de r^2 ajustado observados ($r^2 = 0,38$) indicam que as equações de regressão não explicam de forma satisfatória os resultados obtidos.

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) condicionados a aceitar dietas secas com diferentes níveis de suplementação com vitamina C nas dietas, por um período de 20 dias.

Ácidos Graxos ⁿ	Níveis de vitamina C (mg /kg dieta)						
	0,0	17,5	52,5	87,5	122,5	175,0	350,0
Mirístico (C14:0)	0,94	0,80	0,77	1,15	1,03	1,04	0,86
palmítico (C16:0)	19,58	18,19	17,92	18,66	18,39	19,26	17,74
Esteárico (C18:0)	13,45	13,77	13,81	12,45	12,98	11,67	13,71
Σ Saturado	38,08	39,49	38,32	38,79	38,67	38,03	38,63
oléico (C18:1 9c)	20,39	18,47	18,17	18,99	19,43	19,75	18,11
¹ Σ Monoinsaturado	22,48	20,96	20,39	21,42	21,02	22,83	20,50
Linoléico (C18:2 n6)	11,83	9,81	9,83	12,04	11,92	11,65	9,96
araquidônico (C20:4 n6)	NI	0,25	0,33	0,46	0,32	0,21	0,22
² eicosapentanoico (C20:5 n3)	5,94	6,50	6,47	5,04	5,22	5,28	5,91
docosahexanoíico (C22:6 n3)	16,41	17,21	17,19	14,16	14,81	14,71	17,35
Σ Poliinsaturado	34,87	34,89	35,92	34,06	34,06	33,65	35,15

¹ $y = -0,49E-07x^3 + 0,68E-04x^2 - 0,21E-01x + 22,41$ (R^2 ajustado = 0,38)

² $y = 0,38E-05x^2 - 0,43E-02x + 6,38$ (R^2 ajustado = 0,38)

Comparando o perfil de ácidos graxos dos peixes coletados nos tanques de criação com os peixes submetidos ao condicionamento alimentar com dietas suplementadas com diferentes níveis de vitamina C observou-se diferença para o somatório dos ácidos graxos saturados e insaturados (Tabela 6). Os peixes coletados nos tanques de criação apresentaram as maiores concentrações para o somatório dos ácidos graxos saturados,

quando comparados com o perfil de ácidos graxos dos peixes do condicionamento alimentar. Entretanto, para o ácido palmítico (C16:0) a maior concentração foi observada no perfil lipídico de peixes que foram condicionados com dietas isentas de vitamina C.

A maior concentração de ácidos graxos saturados nos peixes coletados nos tanques de criação pode ser devido ao estresse alimentar a que esses animais foram submetidos. Animais que são submetidos a estresse constante acabam utilizando suas reservas de ácidos graxos poliinsaturados (Chien & Hwang, 2001). O estresse também pode acarretar a formação de radicais livres, tendo como consequência alterações na quantidade e qualidade dos ácidos graxos do animal (Chen et al., 2004), assim como na desestabilização da membrana lipídica (Lehninger et al., 1995; Chien & Hwang, 2001).

Houve diferença ($P < 0,05$) para o somatório dos ácidos graxos insaturados dos peixes submetidos ao condicionamento alimentar com diferentes níveis de suplementação com vitamina C nas dietas e dos coletados nos tanques de criação. Os ácidos graxos monoinsaturados foram encontrados em maior quantidade nos peixes coletados, enquanto que, os ácidos graxos poliinsaturados, nos peixes alimentados com diferentes níveis de suplementação com vitamina C nas dietas (Tabela 6). Dentre os ácidos graxos poliinsaturados, diferenças foram obtidas para o ácido linoléico (C18:2 n6), ácido docosahexanóico (C22:6 n3), ácido docosapentanóico (C20:5 n3) e o somatório de ácidos graxos poliinsaturados (Tabela 6).

Tais diferenças nas concentrações de ácidos graxos poliinsaturados podem estar relacionadas ao estresse, por provável privação alimentar, que os peixes coletados nos tanques de criação passaram. Os alevinos dos tanques de criação se alimentavam de espécies forrageiras e provavelmente, estas não estavam em quantidade satisfatória para suprir a exigência nutricional dos animais. É possível que os peixes forrageiros

encontravam-se em tamanho superior ao que se considera ideal para que ocorra predação. Situações de estresse levam à agressividade e perseguição social entre os peixes, o que demanda maior gasto energético dos animais (Lefrançois, 2001), levando a maior utilização dos ácidos graxos poliinsaturados (Chien & Hwang, 2001) e consequentemente aumentando a concentração de ácidos graxos saturados.

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) condicionados a aceitar dietas secas com diferentes níveis de suplementação com vitamina C e de peixes coletados nos tanques de cultivos (TC).

Ácidos Graxos	Tratamentos							
	0,0	17,5	52,5	87,5	122,5	175,0	350,0	TC
Mirístico	0,94	0,80	0,77	1,15	1,03	1,04	0,86	1,43
¹ Palmítico	19,58b	18,19a	17,92a	18,66a	18,39a	19,26a	17,74a	18,10a
Esteárico	13,45	13,77	13,81	12,45	12,98	11,67	13,71	13,62
¹ ∑ Saturado	38,08b	39,49a	38,32b	38,79b	38,67b	38,03b	38,63b	42,33a
¹ Oléico	20,39a	18,47b	18,17b	18,99b	19,43a	19,75a	18,11b	20,84a
¹ ∑ Monoinsaturado	22,48b	20,96b	20,39b	21,42b	21,02b	22,83b	20,50b	25,30a
¹ Linoléico	11,83b	9,81b	9,83b	12,04b	11,92b	11,65b	9,96b	7,32a
Aracdônico	NI	0,25	0,33	0,46	0,32	0,21	0,22	0,45
¹ eicosapentanóico	5,94b	6,50b	6,47b	5,04b	5,22b	5,28b	5,91b	4,53a
¹ Docosahexanóico	16,41b	17,21b	17,19b	14,16b	14,81b	14,71b	17,35b	10,18a
¹ ∑ Poliinsaturado	34,87b	34,89b	35,92b	34,06b	34,06b	33,65b	35,15b	25,09a

¹ Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem da testemunha (TC), pelo teste de Dunnett (P<0,05).

Conclusões

A vitamina C influencia a uniformidade do comprimento final de alevinos de trairão na fase de condicionamento alimentar.

A suplementação com vitamina C influencia o perfil de ácidos graxos na fase de condicionamento alimentar.

Os peixes coletados nos tanques de criação apresentaram menor concentração de ácidos graxos poliinsaturados, portanto maior concentração de ácidos graxos saturados.

Referências Bibliográficas

- AI, Q.; KANGSEN MAI, K.; ZHANG, C.; DUAN, W. X. Q. et al. Effects of dietary vitamin C on growth and immune response of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. **Aquaculture**, v. 242, p. 489–500, 2004.
- AL – AMOUNDI, M.M.; EL – NAKKADI, A.M.N.; EL – NOUMAN, B.M. Evaluation of optimum dietary requirement of vitamin C for the growth of *Oreochromis spilurus* fingerlings in water from the Red Sea. **Aquaculture**, v. 105, p. 165-173, 1991.
- AL-HAFEDH, Y. S; ALI, S. A. Effects of feeding on survival, cannibalism, growth and feed conversion of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) in concrete tanks. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 20, n. 3, p. 225, 2004.
- BABIAK, G., MANDIKI, S.N., RATSINJOMANANA, K. et al. Initial weight and its variation in post-larval Eurasian perch affect quantitative characteristics of juvenile cohorts under controlled conditions. **Aquaculture**, v. 234, p. 263–276, 2004.
- BARCELLOS, L.J.G.; SOUZA, S.M.G.; WOHL, V.M. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências (Revisão). **Boletim Instituto de Pesca**, v. 26, n 1, p. 99-111, 2000.
- BILINSKI, E.; JONAS, R. E. E. Effect of coenzyme A and L-carnitine on fatty acid oxidation in rainbow trout mitochondria. **J. Fish. Res.**, v. 27, p. 857-864, 1970.
- BOGLIONE, C., GAGLIARDI, G., SCARDI, M. et al. Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post-larvae of wild-caught and hatchery-reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L. 1758). **Aquaculture**, v. 192, p. 1–22, 2001.
- CAMPOS, J.L. Produção intensiva de peixes de couro no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: 1998. p.61-72.
- CHEN, R.; LOCHMANN, R.; GOODWIN, A. et al. Effects of dietary vitamins C and E on alternative complement activity, hematology, tissue composition, vitamin concentrations and response to heat stress in juvenile golden shiner (*Notemigonus crysoleucas*). **Aquaculture**, v.242, p. 553–569, 2004.
- CHIEN, R.G.; HWANG, D.F. Effects of thermal stress and vitamin C on lipid peroxidation and fatty acid composition in the liver of thornfish *Terapon jarbua*. **Comparative Biochemistry Physiology**, v. 128, p. 91-97, 2001.
- DE ANGELIS, D.L.; COX D.K.; CONTANT, C.C. Cannibalism and size dispersal in young-of-the-year largemouth bass: experimental model. **Ecologic. Modell.**, v. 8, p. 133-148, 1979.
- DIVANACH, P.; BOGLIONE, C.; MENU, B. et al. Abnormalities in finfish mariculture: an overview of the problem, causes and solutions. In: CHATAIN, B., SAROGLIA, M., SWEETMAN, J. et al. (Eds.), **Seabass and Seabream Culture: Problems and Prospects**. EAS International Workshop, Verona, Italy, 1996, p. 45–66.

- FALCON, D. R.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; VALLE, J.B. Lipídeo e vitamina C em dietas preparatórias de inverno para tilápias-do-nilo. **R. Bras. Zootec.**, v. 36, n. 5, p. 1462-1472, 2007.
- FLETCHER, T.C. Dietary effects on stress and health. In: Iwama, G.K. Pickering, A.D., Sumpter, J.P., Schreck, C.B. Eds., **Fish Stress and Health in Aquaculture**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1997, p. 223–246.
- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497 – 509, 1957.
- FOX, L.R. Factors influencing cannibalism a mechanism of population limitation in the predator *Notonecta Hoffmanni*. **Ecology**, v. 56, p. 933-941, 1975.
- FUJIMOTO, R.Y.; CARNEIRO, D.J. Adição de ascorbil polifosfato, como fonte de vitamina C, em dietas para alevinos de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829). **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 855-861, 2001.
- GASPASIN, R.S.J.; BOMBEO, R.; LAVENS, P. et al. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish (*Chanos chanos*) larval performance. **Aquaculture**, v. 162, p. 269-286, 1998.
- GOUILLOU-COUSTANS, M.F.; GUILLAUME, J. Effect of a non-specific stressor on the symptoms of ascorbic acid deficiency in turbot *Scophthalmus maximus*. In: Kaushik, S.J., Luquet, P. Eds., **Fish Nutrition in Practice**, Biarritz, France, 24–27 June 1991. INRA Editions, Les Colloques, 1993, p. 209–213.
- HARTMAN, L.; LAGO, B.C.A. Rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. **Lab. Pract.**, v. 22, p. 475-477, 1973.
- HECHT, T.; APPELBAUM, S. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile *Clarios pwiepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. **J. Zool.**, v. 214, p. 21-44, 1988.
- HECHT, T.; PIENAAR, A.G. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. **J. World Aquacult. Soc.**, v. 24, p. 246-261, 1993.
- HENRIQUE, M.M.F.; MORRIS, P.C.; DAVIES, S.J. Vitamin C status and physiological response of the gilthead seabream, *Sparus aurata* L., to stressors associated with aquaculture. **Aquacult. Res.**, v. 27, p. 405–412, 1996.
- KATAVIC, I.; JUD-DUJAKOVIC, J.; GLAMUZINA, B. Cannibalism as a factor affecting the survival of intensively cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings. **Aquaculture**, v. 77, p. 135-143, 1989.
- KESTEMONT, P.; JOURDAN, S.; MELARD, C. et al. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. **Aquaculture**, v. 227, p. 333–356, 2003.
- KUCSKA, B.; MÜLLER, T.; SÁRI, J. et al. Successful growth of pike fingerlings (*Esox lucius* L.) on pellet at artificial condition. **Aquaculture**, v. 246, p. 227–230, 2005.
- LALL, S. P.; LEWIS-MCCREA, L. M. Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish. **Aquaculture**, v. 267, p. 3–19, 2007.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Savier, 1995. 1152p.
- LEFRANÇOIS, C.; CLAIREAUXA, G.; MERCIERA, C. et al. Effect of density on the routine metabolic expenditure of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 195, p. 269-277, 2001.
- LI, Y.; LOVELL, T. Elevated levels of dietary ascorbic acid increase immune response in channel catfish. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 115, p. 123-31, 1985.

- LUZ, R.K.; SALARO, A.L.; SOUTO, E.F. et al. Avaliação de canibalismo e comportamento territorial de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). **Acta Scientiarum**, v. 22, n.2, p. 465-469, 2000.
- LUZ, R. K.; SALARO, A. L.; SOUTO, E. F. et al. Condicionamento Alimentar de Alevinos de Trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). **R. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 5, p. 1881-1885, 2002.
- MIYASAKI, T.; SATO, M.; YOSHINAKA, R et al. Effect of vitamin C on lipid and carnitine metabolism in rainbow trout. **Aquaculture**, v. 61, p. 501-506, 1995.
- MORAES, J.R.E.; FREITAS, J.B.; BOZZO, F.R. et al. A suplementação alimentar com vitamina C acelera a evolução do processo cicatricial em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, p. 57-67, 2003.
- NAVARRE, O.; HALVER, J.E. Disease resistance and humoral antibody production in rainbow trout fed high levels of vitamin C. **Aquaculture**, v. 79, p. 207-221, 1989.
- NRC (National Research Council). **Nutrient requirements of fish**. National Academy Press. Washington, D.C., USA. 1993.
- PETRIC, M.C.; MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M. et al. Suplementação alimentar com vitamina C potencializa a formação de macrófagos policariontes em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, p. 69-76, 2003.
- QUIN, J.; FAST, A.W. Size-and-feed-dependent cannibalism with juvenile snakehead *Channa striatus*. **Aquaculture**, v. 144, p. 313-320, 1996.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SAKAKURA, Y. ; KOSHIO, S.; IIDA, Y. et al. Dietary vitamin C improves the quality of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) seedlings. **Aquaculture**, v. 161, p. 427-36, 1998.
- SANDNES, K.; WAAGBØ, R. Effects of dietary vitamin C and physical stress on head kidney and liver ascorbic acid, serum cortisol, glucose and haematology in Atlantic salmon *Salmo salar*. **Fisk. Dir. Skr.**, v. 4, p. 41-49, 1991.
- SARGENT, J.R; BELL, J.G.; MCEVOY, L. et al. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture**, v. 177, p. 191 - 199, 1999.
- STEFFENS, W. **Principles of fish nutrition**. Chichester: Ellis Horwood, 1989. 384p.
- TACON, A.G.J. **Nutritional fish pathology: morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish**. Rome: FAO, 1992. 75p. (FAO Fisheries Technical Paper, 330).
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, versão 9.1, Viçosa, MG, 2007.
- WANG, X.; KIM, K.W.; BAI, S. C. et al. Effects of the different levels of dietary vitamin C on growth and tissue ascorbic acid changes in parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*). **Aquaculture**, v. 215, p. 203-211, 2003.
- WANG, W.; WANG, Y.; WANG, A. Effect of supplemental L-ascorbyl-2 polyphosphate (APP) in enriched live food on the immune response of *Penaeus vannamei* exposed to ammonia-N. **Aquaculture**, v. 256, p. 552-557, 2006.
- WEDEMEYER, G. Stress induced ascorbic acid depletion and cortisol production in two salmonid fish. **Comparative Biochemistry Physiology**, v. 29, p. 1247-1251, 1969.

CAPÍTULO II

SUPLEMENTAÇÃO COM VITAMINA C EM DIETAS PARA ALEVINOS DE TRAIRÃO *Hoplias lacerdae*

Suplementação com vitamina C em dietas para alevinos de trairão *Hoplias lacerdae*

Resumo: Com o presente trabalho objetivou-se avaliar a suplementação com vitamina C em dietas para alevinos de trairão por meio do desempenho produtivo, alterações morfológicas e perfil de ácidos graxos dos peixes. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos (0,0; 17,5; 52,5; 87,5; 122,5; 175,0 e 350,0 mg de vitamina C/kg de ração) e quatro repetições. Peixes previamente condicionados para o consumo de dietas secas foram distribuídos em aquários (35 X 30 X 14 cm) contendo seis litros de água, filtro biológico e aeração constante, na densidade de estocagem de 2,5 peixes/L. Os alevinos foram alimentados nos horários de 7h30min, 11h30min e 16h30min. Ao término do período experimental (62 dias) os alevinos foram contados, medidos e pesados para avaliação dos ganhos de peso e comprimento, taxas de sobrevivência e canibalismo e uniformidade do comprimento final. Durante a biometria os animais foram avaliados macroscopicamente para observações de sinais clínicos de deformidades do corpo, erosões nas nadadeiras, presença de exoftalmia e áreas hemorrágicas. Após a biometria, 22 peixes de cada tratamento foram mortos por choque térmico para realização de exames radiológicos e para análise do perfil de ácidos graxos. Realizou-se análise de regressão polinomial para os índices zootécnicos e para o perfil de ácidos graxos em função dos diferentes níveis de vitamina C suplementados nas dietas. Os dados de comprimento final foram submetidos ao teste de Bartlett. Foi observada diferença significativa apenas para a uniformidade para o comprimento final, onde os peixes alimentados com a dieta isenta de vitamina C apresentaram-se mais uniformes em comprimento final. Não foram detectadas deformidades no corpo, exoftalmia, áreas hemorrágicas e erosões de nadadeiras nos peixes dos diferentes tratamentos. As análises radiológicas confirmaram a ausência de deformidades ósseas nos animais. Houve diferença significativa no perfil de ácidos graxos, apesar da análise de regressão não explicar de forma satisfatória a relação da vitamina C com a concentração de ácidos graxos. Com os dados obtidos, conclui-se que a suplementação em dietas com vitamina C para alevinos de trairão influencia na uniformidade para o comprimento final e no perfil de ácidos graxos.

Palavras-chave: análise morfológica; desempenho produtivo; peixes carnívoros, vitamina C.

Vitamin C supplemented diets for trairão *Hoplias lacerdae*

Abstract: In this paper, it will be discussed the vitamin C supplementation in diets for trairão fingerlings through the performance, morphological alterations and fatty acid composition of the fish. An experiment was established, entirely randomized with seven levels of vitamin C inclusion (0.0; 17.5; 52.5; 87.5; 122.5; 175.0 and 350 vitamin C/kg of the feed) and four repetitions. Fish previously conditioned to accept dry diets were distributed in aquariums (35 X 30 X 14 cm) containing six liters of water, a biological filter and constant aeration, at a density of 2.5 fishes/L. The fingerlings were fed daily at 7:30 a.m., 11:30 a.m. and 4:30 p.m.. At the end of the experimental period (62 days) the fingerlings were counted, measured and weighed for the evaluation of the weight and length gains, survival and cannibalism rates, and uniformity of the final length. During the biometry the animals were evaluated macroscopically for possible clinical signs of body deformities, fin erosions, exophthalmia and hemorrhage areas. After the biometry, 22 fishes of each treatment were killed by thermal shock for the radiological exams and fatty acid composition analyses. To perform the analysis of the rates and fatty acid compositions, it was used polynomial regression because of the different levels of vitamin C supplementation in the diets. The data of the final length was submitted to the Bartlett test. A significant difference was observed only to the uniformity of the final length, where the fish fed with an absent vitamin C diet showed more uniformity in the final length. There were no detections of body deformities, exophthalmia, hemorrhage areas and fin erosions in the fish from the different treatments. The radiological analysis confirmed the absence of bone deformities. There was significant difference for the fatty acid composition; in spite of the regression analyses not explain the relationship between vitamin C and the fatty acid concentration. With the obtained data, it is concluded that the vitamin C supplementation in diets of trairão fingerlings influences in the final length uniformity and in fatty acid composition.

Key words: carnivorous fishes, morphologic analysis, productive performance, vitamin C.

1. Introdução

As vitaminas apresentam importante papel no organismo animal por participar de varias reações metabólicas. Dietas inadequadas em quantidade de vitaminas podem causar distúrbios como paralisias, cataratas, deformidades na coluna vertebral e crescimento reduzido (Halver, 2002). Dentre as vitaminas essenciais para os peixes desta-se a vitamina C por atuar como co-fatores ou substratos em algumas reações metabólicas do organismo como crescimento, reprodução e saúde (Bacconi, 2003; Pezzato, 2006).

A vitamina C atua na hidroxilação de aminoácidos como prolina e lisina, essenciais na transformação do pró-colágeno em colágeno (Barnes & Kodicek, 1972; Padh, 1991), conferindo maior resistência à fibra (Falcon et al., 2007). Deformidades corporais podem estar associadas à deficiência da vitamina C no organismo animal (Steffens, 1989; Al-Amoundi et al., 1991; Tacon, 1992; NRC, 1993; Wang et al., 2003). Dietas ausentes em vitamina C prejudicaram a síntese de colágeno na tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Falcon et al., 2007).

Maior oxidação celular pode ser resultado da ausência de vitamina C, uma vez que esta possui importante papel antioxidante (Tolbert, 1979). Os processos oxidativos celulares levam a formação de radicais livres e conseqüentemente alterações na quantidade e qualidade dos ácidos graxos do animal (Chen et al., 2004). Proporções inadequadas entre os ácidos graxos prejudicam a fluidez de membranas celulares, dificultando a difusão celular. A eficiência das membranas esta relacionada com a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados (Belda & Pourchet-Campo, 1991). Portanto, a vitamina C pode levar à alterações na composição lipídica dos tecidos animais, interferindo na estabilidade da membrana celular dos peixes.

A exigência por vitamina C varia com a espécie, fase de crescimento, dieta utilizada e condições experimentais (Ai et al., 2004). Portanto, é fundamental o estudo das exigências nutricionais por essa vitamina nas diferentes fases de desenvolvimento dos peixes, principalmente para espécies carnívoras.

Os peixes carnívoros conquistaram espaço na piscicultura nacional, pelo potencial produtivo e qualidade da carne para consumo humano. As pesquisas para estas espécies estão voltadas, principalmente, para a determinação de níveis de proteína

(Lovell, 1991) e energia da dieta (Murai, 1992; Tidwell et al., 1996). Aspectos relacionados ao conteúdo vitamínico nas dietas ainda são incipientes.

Entre os peixes carnívoros destaca-se o trairão (*Hoplias lacerdae*), por se adaptar às condições de cativeiro (Neves, 1996; Andrade et al., 1998), apresentar carne de excelente qualidade e boas características para pesca esportiva (Luz et al., 2001). Os bons índices zootécnicos alcançados por essa espécie, quando em cativeiro, e o mercado consumidor, cada vez mais exigente, também contribuem para o sucesso da sua produção. Assim, com esse trabalho objetivou-se avaliar a suplementação com vitamina C em dietas para alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*).

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes, do Setor de Piscicultura, do Departamento de Biologia Animal, da Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, MG, constituído de período pré-experimental de 20 dias e experimental de 62 dias.

No período pré-experimental lotes homogêneos de alevinos de trairão com comprimento padrão médio de $2,8 \pm 0,2$ cm foram condicionados a aceitar dietas secas, segundo metodologia de Luz et al. (2002), com modificações, variando apenas no número de dias de cada fase do condicionamento alimentar. Para o condicionamento utilizaram-se dietas contendo os mesmos níveis de suplementação de vitamina C deste experimento.

Após o condicionamento, os alevinos foram selecionados e classificados de acordo com o comprimento final. Obteve-se um lote de 420 animais com comprimento padrão de $3,10 \pm 0,22$ cm, os quais foram distribuídos em aquários na densidade de estocagem de 2,5 peixes/L (15 peixes/aquário). Todos os aquários foram telados para evitar a fuga dos peixes. As unidades experimentais foram 28 aquários (35 X 30 X 14 cm) contendo seis litros de água, aeração constante e filtro biológico.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições para avaliar sete níveis de suplementação com vitamina C (0,0; 17,5; 52,5; 87,5; 122,5; 175,0 e 350,0 mg de vitamina C/kg de ração).

As dietas experimentais foram formuladas com base na composição química dos ingredientes (Rostagno et al., 2005) para serem isoproteicas e isoenergéticas (Tabela 1). O suplemento vitamínico utilizado foi isento de vitamina C. Antes da peletização das

dietas foi adicionada a vitamina C (ascorbil monofosfatado com 35% de princípio ativo).

Os peixes foram alimentados à vontade nos horários de 7h00min, 11h30min e 16h30min. A limpeza dos aquários, para retirada de fezes, foi realizada em intervalo de três dias, trocando-se aproximadamente 80% do total de água.

Ao final do experimento (62 dias) os alevinos de trairão foram contados, medidos e pesados para determinação dos ganhos de peso e comprimento, das taxas de sobrevivência e canibalismo e da uniformidade do comprimento final. Durante a biometria os animais foram avaliados macroscopicamente para observações de possíveis sinais clínicos de deformidades no corpo e de erosões nas nadadeiras, assim como a presença de exoftalmia e áreas hemorrágicas.

Após a biometria, 22 peixes de cada tratamento, foram mortos por choque térmico, sendo 12 para realização de exames radiológicos no Setor de Radiologia do Departamento de Medicina Veterinária (UFV) e 10 para análise do perfil de ácidos graxos da carcaça no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição e Saúde (UFV). Para os registros radiológicos os peixes foram colocados em posição laterolateral, utilizando-se o equipamento RAICENTER modelo ômega 200T, em 40 Kv e três mA. As revelações das radiografias foram manuais, de acordo com a metodologia rotineira do Setor.

Para a análise dos ácidos graxos da carcaça dos peixes, as amostras de cada tratamento foram homogeneizadas e separadas em triplicata para extração dos lipídeos (Folch et al., 1957), com subsequente saponificação e esterificação (Hartman & Lago, 1973). Após esse processo foi determinado o perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa, utilizando cromatógrafo a gás GC 17 A Shimadzu/Class GC 10, equipado com coluna cromatográfica de sílica fundida SP-2560 de 100 m e 0,25 mm de diâmetro interno e detector de ionização de chama, injetor split. Os parâmetros utilizados na programação foram: temperatura de detector: 270°C, temperatura do injetor: 250°C, temperatura da coluna com aquecimento a 10°C/minuto de 180 a 240°C, permanecendo nesta temperatura por 10 minutos. O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio, fluxo da coluna de 0,6 mL/minuto, velocidade linear de 14 cm/segundo, razão da divisão da amostra no injetor de 1:75, fluxo total de 52 mL/minuto e pressão da coluna de 167Kpa.

Os dados dos índices zootécnicos e perfil de ácidos graxos foram submetidos à análise de regressão polinomial, em função dos diferentes níveis de vitamina C suplementados nas dietas. Foi verificada a significância e ajustadas as equações de

regressão, quando significativa. Os dados de comprimento final foram submetidos ao teste de Bartlett para avaliação da homogeneidade de variância entre tratamentos. Os dados foram analisados utilizando-se o programa SAEG 9.1 (2007).

3. Resultados e discussão

Não houve efeito significativo dos níveis de vitamina C sobre os ganhos de peso e comprimento e taxas de sobrevivência e canibalismos dos peixes (Tabela 2). Embora não diferindo estatisticamente, os peixes alimentados com dietas suplementadas com vitamina C apresentaram maiores índices de ganho de peso e comprimento.

A ausência de diferença significativa para os parâmetros de desempenho produtivo dos peixes pode ser decorrente do tempo de administração das dietas (62 dias) não ter sido suficiente para manifestações de falta ou do excesso desta vitamina. Porém, em garoupas (*Epinephelus malabaricus*) alimentadas com dietas suplementadas com vitamina C, efeitos no crescimento dos peixes foram observados em oito semanas de administração das rações (56 dias), onde o nível de 45,3 mg de ácido ascórbico/kg de ração foi o mais adequado (Lin & Shiau, 2005). Resultados semelhantes foram obtidos com alevinos de robalo japonês (*Lateolabrax japonicus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de suplementação com vitamina C, durante 56 dias (Ai et al., 2004). Esses autores recomendaram o mínimo de 53,5 mg de vitamina C/kg de ração, para essa espécie. A suplementação com 118 mg de vitamina C também se mostrou necessária para o crescimento adequado de peixes papagaio (*Oplegnathus fasciatus*), após serem alimentados por 42 dias (Wang et al., 2003).

Alevinos de “black bass” (*Micropterus salmoides*) alimentados com dietas contendo 0,0; 250,0; 500,0; 750,0; 1000,0 e 1250,0 mg/kg de suplementação com vitamina C, também não revelaram diferenças para o ganho de peso (Dairiki et al., 2002). Os referidos autores atribuem esses resultados a possíveis reservas orgânicas dos alevinos, as quais foram suficientes para suprir a exigência desta vitamina.

Houve diferença significativa para uniformidade do comprimento final dos peixes dos diferentes tratamentos (Tabela 3). Os peixes alimentados com dietas isentas de suplementação com vitamina C apresentaram maior uniformidade do lote em comprimento. Este grupo apresentou as melhores taxas de sobrevivência e canibalismo.

Nos tratamentos em que os peixes receberam dietas suplementadas com vitamina C, observou-se a apreensão imediata da dieta por alguns peixes, sendo que os

demais se alimentavam no fundo dos aquários, de sobras da dieta. Portanto, a menor uniformidade do comprimento final dos peixes pode ter sido ocasionada pela dominância de alguns indivíduos na apreensão e ingestão da dieta. É possível que estes peixes tenham ingerido maior quantidade da dieta, e conseqüentemente maior quantidade de vitamina C, refletindo em maior crescimento individual.

A permanência da dieta na água por um período de 30 segundos pode levar a lixiviação em até 66,0% da vitamina C (Pannevis & Earle, 1994). À medida que as dietas permanecem na água perdem parte de seus nutrientes (Marques et al., 2004), levando a redução do crescimento dos animais (Meurer et al., 2005). O consumo desta ração pode interferir nas próximas alimentações dos peixes (Marques et al., 2004). Assim, é possível que neste experimento, o crescimento desigual dos peixes que receberam dietas contendo suplementação com vitamina C ocorreu em função da hierarquização entre os animais.

Não houve diferença para as taxas de sobrevivência e canibalismo dos peixes nos diferentes tratamentos (Tabela 2). Por se tratar de espécie carnívora, com canibalismo já nos primeiros dias de vida (Baras & Jobling, 2002), as altas taxas de sobrevivência e baixas de canibalismo encontradas podem ser decorrentes da quantidade e qualidade do alimento oferecido aos peixes, assim como da frequência alimentar (Hecht & Piennar, 1993; Kestemont et al., 2003; Babiak et al., 2004; Kucska et al., 2005).

A padronização do comprimento dos alevinos no início do experimento pode ter favorecido a obtenção de altas taxas de sobrevivência como observado por Luz et al. (2001) para a mesma espécie. Em espécies que também apresentam crescimento heterogêneo, como a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Fernandes & Volpato, 1993), altas taxas de sobrevivência foram observadas quando os alevinos foram alimentados com dietas suplementadas com vitamina C (300,0; 600,0; 900,0 e 1200,0 mg de vitamina C /kg de ração) por 57 dias (Cavichiolo et al., 2002).

Macroscopicamente, não foram observadas deformações no corpo, exoftalmia, áreas hemorrágicas e erosões de nadadeiras dos peixes dos diferentes tratamentos. Nas análises radiológicas não foram detectadas deformidades de boca, opérculo e da coluna vertebral (Figura 1). O desenvolvimento normal dos animais alimentados com a dieta isenta de vitamina C, pode ser decorrente da utilização de reservas endógenas desta vitamina. Pacus (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com dietas contendo diferentes

níveis de suplementação de vitamina C, por 24 semanas, também não apresentaram alterações morfológicas (Castagnoli et al., 1994).

Mesmo não sendo observadas deformidades corporais nos alevinos de trairão dos diferentes tratamentos, Halver et al. (1969) ressaltaram que peixes alimentados com dietas isentas de vitamina C apresentaram falhas na matriz óssea devido a deficiência na formação do colágeno (Barnes & Kodicek, 1972; Padh, 1991; NRC, 1993; Divanach et al., 1996; Ai et al., 2004). Em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a ausência de vitamina C nas dietas prejudicou a síntese de colágeno levando a formação irregular das vértebras, sugerindo início de lordose e escoliose (Falcon et al., 2007).

Os níveis de vitamina C suplementados nas dietas influenciaram ($P < 0,05$) o perfil de ácidos graxos dos peixes apenas para os ácidos graxos saturados mirístico (C14:0) e esteárico (C18:0) (Tabela 4). Os peixes que receberam suplementação com 87,5 mg de vitamina C/kg de ração apresentaram maior concentração para o ácido graxo mirístico, enquanto que, o menor valor foi encontrado nos peixes alimentados com dieta suplementada com 52,5 mg. Para o ácido graxo esteárico, a suplementação com 122,5 mg de vitamina C/kg de ração proporcionou a maior concentração deste ácido graxo nos peixes. Entretanto os baixos valores de r^2 ajustado ($r^2 = 0,41$ e $r^2 = 0,30$; para os ácidos graxos mirístico e esteárico respectivamente) indicam que as equações de regressão não explicam de forma satisfatória os resultados obtidos.

Os peixes deste experimento apresentaram concentrações adequadas de ácidos graxos insaturados. A concentração de ácidos graxos insaturados oléico (C18:1) e linoleico (C18:2 n6) foi decorrente do óleo de soja fornecido na dieta. Os ácidos graxos eicosapentanoico (C20:5 n3) e docosahexanoico (C22:6 n3) podem ser decorrentes da farinha de peixe presentes na dieta, ou da conversão do ácido α -linolênico (Tocher, 2003).

Referências Bibliográficas

- Ai, Q.; Kangsen Mai, K.; Zhang, C.; Duan, W. X. Q.; Tan, B.; Liufu Z.Q, 2004. Effects of dietary vitamin C on growth and immune response of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*, Aquaculture 242: 489–500.
- Al – Amoundi, M.M.; El – Nakkadi, A.M.N.; El – Nouman, B.M., 1991. Evaluation of optimum dietary requirement of vitamin C for the growth of *Oreochromis spilurus* fingerlings in water from the Red Sea. Aquaculture 105: 165-173.

- Andrade, D.R.; Vidal, M.V.J.; Shimoda, E., 1998. Criação do trairão *Hoplias lacerdae*. Bol. Téc. UENF. 3(4), 23.
- Babiak, G.; Mandiki, S.N.; Ratsinjomanana, K.; Kestemont, P., 2004. Initial weight and its variation in post-larval Eurasian perch affect quantitative characteristics of juvenile cohorts under controlled conditions. *Aquaculture* 234: 263 – 276.
- Bacconi, D.F., 2002 Exigência de vitamina A para alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. 2003. 31f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Baras, E.; Jobling, M., 2002. Dynamics of intracohort cannibalism in cultured fishes. *Aquac. Res.* 33: 461– 479.
- Barnes, M.J.; Kodicek, E., 1972. Biological hydroxylations and ascorbic acid with special regard to collagen metabolism. *Vitam. Horm.* 30: 1–43.
- Belda, M.C.R.; Pourchet-Campo, M.A.A., 1991. Ácidos graxos essenciais em nutrição: Uma visão atualizada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 11(1): 5-35.
- Castagnolli, N.; Martins, M.L.; Kronka, S.N., 1994. Efeitos da suplementação de vitamina C na nutrição do pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 1992, Piracicaba. Anais...Piracicaba: FEALQ. 239-251.
- Cavichiolo, F.; Vargas, L.; Ribeiro, R.P.; Moreira, H.L.M.; Leonardo, J.M., 2002. Níveis de suplementação de vitamina C na ração sobre a ocorrência de ectoparasitas, sobrevivência e biomassa em alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) *Acta Scientiarum* 24(4): 957-964.
- Chen, R.; Lochmann, R.; Goodwin, A.; Praveen, K.; Dabrowski, K.; LEE, K., 2004. Effects of dietary vitamins C and E on alternative complement activity, hematology, tissue composition, vitamin concentrations and response to heat stress in juvenile golden shiner (*Notemigonus crysoleucas*). *Aquaculture* 242: 553–569.
- Dairiki, J. K.; Cyrino, J. E. P.; Portz, L.; Sampaio, A. M. B. M., 2002. Suplementação da dieta do carnívoro Black bass (*Micropterus salmoides*) com vitamina C (ácido ascórbico). In: XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura - SIMBRAQ, Jaboticabal. Anais...Jaboticabal, São Paulo. 2: 23-31.
- Divanach, P.; Boglione, C.; Menu, B.; Koumoundouros, G.; Kentouri, M.; Cataudella, S., 1996. Abnormalities in finfish mariculture: an overview of the problem, causes and solutions. In: Chatain, B., Saroglia, M., Sweetman, J., Lavens, P. (Eds.),

- Seabass and Seabream Culture: Problems and Prospects. EAS International Workshop, Verona, Italy, 45–66.
- Falcon, D. R.; Barros, M.M.; Pezzato, L.E.; Valle, J.B., 2007. Lipídeo e vitamina C em dietas preparatórias de inverno para tilápias-do-nilo. R. Bras. Zootec. 36(5): 1462-1472.
- Fernandes, M.O.; Volpato, G.L., 1993. Heterogeneous growth in the Nile tilapia: Social stress and carbohydrate metabolism. *Physiology & Behavior* 54(2): 319-323.
- Folch, J.; Lees, M.; Sloane-Stanley, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*. 226: 497–509.
- Halver, J. E., 1989 The vitamins. In: Halver, J. E. *Fish Nutrition*. Academic Press, San Diego, CA, 32-109.
- Halver, J. E.; Ashley, L. M.; Smith, R. E., 1969. Ascorbic acid requirements of coho salmon and rainbow trout. *Transactions of the American Fisheries Society* 98: 762–772.
- Hartman, L.; Lago, B.C.A., 1973. Rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. *Lab. Pract.* 22: 475-477.
- Hecht, T.; Piennar, A. G., 1993, A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. *J. World Aquacult. Soc.* 24(2): 246-261.
- Kestemont, P.; Jourdan, S.; Melard, C.; Paspatis, M.; Fontaine, P.; Cuvier, A.; Kentouri, M.; Baras, E., 2003. Size heterogeneity, cannibalism and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. *Aquaculture* 227: 333 – 356.
- Kucska, B.; Müller, T.; Sári, J.; Bódis, M.; Bercsényi, M., 2005. Successful growth of pike fingerlings (*Esox lucius* L.) on pellet at artificial condition. *Aquaculture* 246: 227–230.
- Lin, M. F.; Shiau, S.Y., 2005. Dietary l-ascorbic acid affects growth, nonspecific immune responses and disease resistance in juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*. *Aquaculture* 244: 215–221.
- Lovell, R.T., 1991. Nutrition of aquaculture species. *Journal of Animal Science* 69: 4193–4200.
- Luz, R. K.; Salaro, A.L.; Souto, E. F.; Reis, A.; Sakabe, R., 2001. Desenvolvimento de alevinos de trairão alimentados com dietas artificiais em tanques de cultivo. *Rev. bras. zootec.* 30(4): 1159-1163.

- Luz, R. K.; Salaro, A. L.; Souto, E. F. et al., 2002. Condicionamento Alimentar de Alevinos de Trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). R. Bras. Zootec. 31(5): 1881-1885.
- Marques, N.R.; Hayashi, C.; Souza, S.R de. Soares, T., 2004. Efeito de diferentes níveis de arraçoamento para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) em condições experimentais. Boletim do Instituto de Pesca 30(1): 51-56.
- Meurer, F.; Hayashi, C.; Boscolo, W.R.; Kavata, L.B.; Lacerda, C.H.F., 2005. Nível de arraçoamento para alevinos de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). Revista Brasileira de Zootecnia. 34(6): 1835-1840.
- Murai, T., 1992. Protein nutrition of rainbow trout. Aquaculture 100: 191-207.
- Neves, C. A., 1996. Estudo morfológico e histoenzimológico do desenvolvimento ontogenético do trato digestivo de larvas e alevinos de trairão (*Hoplias cf. lacerdae*) e de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- NRC (National Research Council), 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press. Washington, D.C., USA.
- Padh, H., 1991. Vitamin C: newer insights into its biochemical functions. Nutr. Rev. 49: 65–70.
- Pannevis, M.C.; Earle, K.E., 1994. Nutrition of ornamental fish: water soluble vitamin leaching and growth of *Paracheirodon innesi*. J. Nutr. 124: 2633-2635.
- Pezzato, L. Alimentação de Peixes – Relação custo e benefício. 2006, 14p.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.F.; Lopes, D.C.; Ferreira, A.S.; Barreto, S.L.T., 2005. Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa., 186p.
- Steffens, W., 1989. Principles of fish nutrition. Chichester: Ellis Horwood, 384p.
- Tacon, A.G.J., 1990. The essential nutrients. In: Tacon, A.G.J. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Redmond: Argent Laboratories Press 1: 1-117.
- Tacon, A.G.J. Nutritional fish pathology: morphological signs of nutrient deficiency and toxicity in farmed fish., 1992. Rome: FAO, 75p. (FAO Fisheries Technical Paper, 330).
- Tidwell, J.H.; Webster, C.D.; Coyle, S.D., 1996. Effects of dietary protein level on second year growth and water quality for largemouth bass (*Micropterus salmoides*) raised in ponds. Aquaculture 145: 213-223.

- Tocher, D.R., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Rev. Fish. Sci.* 11: 107–184.
- Tolbert, B.M., 1979. Ascorbic acid metabolism and physiological function. *Int. J. Vitam. Nutr. Res. Suppl.* 19: 127–142.
- Universidade Federal de Viçosa-UFV. SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.1, 2007. Viçosa, MG.
- Wang, X.; Kim, K.W.; Bai, S. C.; Huh, M. D.; Cho, B.Y., 2003. Effects of the different levels of dietary vitamin C on growth and tissue ascorbic acid changes in parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*). *Aquaculture* 215: 203–211.

Tabela 1 - Percentual dos ingredientes utilizados na confecção da dieta basal e a composição químico-bromatológica calculada.

Ingredientes (%)	Níveis de vitamina C suplementada na dieta (mg de vitamina C/kg de ração)						
	0,0	17,5	52,5	87,5	122,5	175,0	350,0
Farelo de soja	24,800	24,800	24,800	24,800	24,800	24,800	24,800
Farinha de peixe	52,000	52,000	52,000	52,000	52,000	52,000	52,000
Fubá de milho	5,680	5,675	5,665	5,655	5,645	5,630	5,580
Farelo de trigo	14,700	14,700	14,700	14,700	14,700	14,700	14,700
DL-Metionina	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Óleo de soja	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Sal comum	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Suplemento vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Ascorbil monofosfatado (35% princípio ativo) ²	0,000	0,005	0,015	0,025	0,035	0,050	0,1000
Total	100	100	100	100	100	100	100
Energia bruta (kcal/kg)	4304,10	4303,90	4303,51	4303,11	4302,72	4302,13	4300,16
Proteína bruta (%)	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	43,99	43,99
Fibra bruta (%)	3,50	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08
Extrato etéreo (%)	6,06	6,06	6,06	6,06	6,05	6,05	6,05
Cálcio total (%)	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
Fósforo disponível (%)	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Metionina (%)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Lisina (%)	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
EB/PB	97,82	97,82	97,81	97,81	97,80	97,79	97,75
Cal/Pdisp.	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45

¹ Níveis de garantia, calculado nesta ração, do suplemento vitamínico e mineral (Mogiana Alimentos S/A – GUABI): Vitamina A, 16.000 UI; Vitamina D, 4.500 UI; Vitamina E, 250 mg; Vitamina K, 30 mg; Vitamina B₁, 32 mg; Vitamina B₂, 32 mg; Vitamina B₁₂, 32 mcg; Vitamina B₆, 32mg; Vitamina C, zero; Ácido Pantotênico, 80 mg; Niacina, 170 mg; Biotina, 10 mg; Ácido Fólico, 10 mg; Colina, 2.000 mg; Cobalto, 0,5 mg; Cobre, 20 mg; Ferro, 150 mg; Iodo, 1 mg; Manganês, 50 mg; Selênio, 1 mg; Zinco, 150 mg; Aditivo Antioxidante, 150 mg.

² Ascorbil monofosfatado com 35 % de princípio ativo.

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) de ganhos de peso (GP) e comprimento (GC), taxas de sobrevivência (TS) e canibalismo (TC) de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados por 62 dias, com dietas contendo níveis de suplementação com vitamina C.

Parâmetros zootécnicos	Níveis de vitamina C (mg /kg dieta)						
	0,0	17,5	52,5	87,5	122,5	175,0	350,0
¹ GP (g)	1,45 (\pm 0,56)	1,76 (\pm 0,49)	1,83 (\pm 0,54)	1,77 (\pm 0,42)	1,77 (\pm 0,38)	1,83 (\pm 0,42)	1,88 (\pm 0,70)
¹ GC (cm)	1,40 (\pm 0,30)	1,70 (\pm 0,25)	1,80 (\pm 0,44)	1,90 (\pm 0,25)	1,80 (\pm 0,15)	1,80 (\pm 0,12)	1,90 (\pm 0,47)
¹ TS (%)	96,67 (\pm 6,66)	95,00 (\pm 6,38)	83,33 (\pm 19,24)	91,67 (\pm 16,66)	90,00 (\pm 12,77)	91,67 (\pm 10,00)	95,00 (\pm 6,38)
¹ TC (%)	0,50 (\pm 1,00)	0,75 (\pm 0,96)	2,50 (\pm 2,89)	1,25 (\pm 2,50)	1,50 (\pm 1,91)	1,25 (\pm 1,50)	0,75 (\pm 0,96)

¹ Efeito não significativo ($P > 0,05$).

Tabela 3. Coeficiente de variação para o comprimento final (CV) dos peixes nos diferentes tratamentos, na fase de desenvolvimento inicial (62 dias).

	Níveis de Vitamina C (mg/kg de dieta)						
	0,0	17,5	52,5	87,5	122,5	175,0	350,0
¹ CV(%)	8,16	14,41	17,79	10,76	14,32	12,82	12,82

¹Significativo pelo teste de Bartlett ($P < 0,05$).

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com dietas suplementadas com vitamina C por um período de 62 dias.

Ácidos Graxos	Níveis de vitamina C (mg /kg dieta)						
	0,0	17,5	52,5	87,5	122,5	175,0	350,0
¹ Mirístico (C14:0)	2,12	1,96	1,85	2,16	2,05	2,13	2,14
Palmitico (C16:0)	20,86	20,23	19,56	20,57	20,15	20,52	20,61
² Esteárico (C18:0)	6,18	5,81	6,11	5,99	6,35	5,86	6,03
Σ Saturado	33,97	32,63	32,85	32,57	34,14	32,82	33,25
Oléico (C18:1 9c)	25,61	25,71	25,56	25,68	25,61	25,61	25,31
Σ Monoinsaturado	31,06	31,96	30,25	31,22	30,83	31,15	30,66
Linoléico (C18:2 n6)	18,26	19,85	21,46	18,85	18,71	19,70	19,30
Araquidônico (C20:4 n6)	0,32	0,30	0,33	0,31	0,32	0,33	0,33
Eicosapentanóico (C20:5 n3)	1,53	1,46	1,56	1,43	1,56	1,42	1,51
Docosahexanóico (C22:6 n3)	8,44	8,46	8,77	7,86	8,56	7,84	8,27
Σ Poliinsaturado	31,85	32,62	34,94	32,73	31,91	33,39	33,56

¹ $y = -0,49E-06x^2 + 0,75E-03x + 1,87$ (R^2 ajustado: 0,41)

² $y = 0,86E-08x^3 - 0,13E-04x^2 + 0,53E-02 + 5,56$ (R^2 ajustado: 0,30)

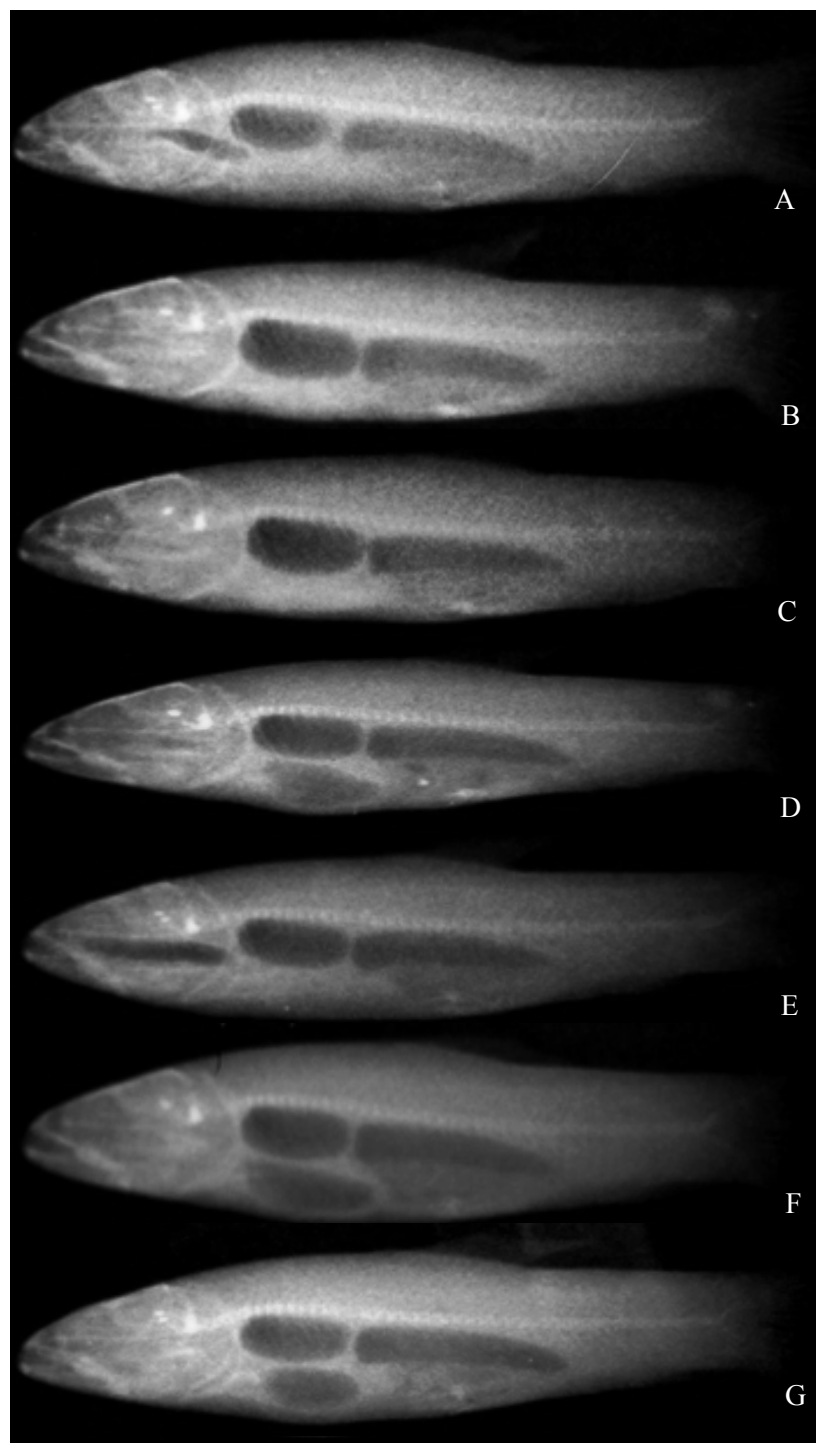


Figura 1. Radiografia laterolateral de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) alimentados com dietas suplementadas com níveis de vitamina C. A: 0,0 mg de vitamina C/kg de ração; B: 17,5 mg de vitamina C/kg de ração; C: 52,5 mg de vitamina C/kg de ração; D: 87,5 mg de vitamina C/kg de ração; E: 122,5 mg de vitamina C/kg de ração; F: 175,0 mg de vitamina C/kg de ração e G: 350,0 mg de vitamina C/kg de ração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerações Finais

Vários nutricionistas têm recomendado a suplementação com vitamina C em dietas práticas para peixes, devido a não habilidade desses animais em sintetizar esta vitamina, tornando, portanto, indispensável sua suplementação em rações comerciais. Neste contexto e com base neste estudo é possível fazer as seguintes considerações:

a) Na piscicultura de peixes carnívoros é comum o crescimento não uniforme dos animais. A heterogeneidade dos peixes leva a hierarquização do grupo e constantes confrontos, o que em peixes carnívoros poderá contribuir para o aumento da taxa de canibalismo. A utilização de nutrientes, como a vitamina C, em dietas para essas espécies poderá conferir vantagens na sua criação, por aumentar a produção de alevinos.

b) A vitamina C influencia o perfil de ácidos graxos da carcaça dos peixes. Os peixes coletados nos tanques de criação apresentaram menor concentração de ácidos graxos poliinsaturados e maior de ácidos graxos saturados quando comparados com os peixes condicionados a aceitar dietas secas. A maior concentração de ácidos graxos saturados nos peixes coletados nos tanques de criação pode ser devido ao estresse alimentar a que esses animais foram submetidos, o que pode ter acarretado a formação de radicais livres e conseqüentemente alterações na quantidade e qualidade dos ácidos graxos do animal. Assim, dietas suplementadas com vitamina C podem proporcionar condições favoráveis de bem estar dos peixes, por sua ação antioxidante, aumentando a disponibilidade de energia ao animal, sendo, portanto, recomendada em rações comerciais.

c) O manejo alimentar adotado, ou seja, os horários de oferecimento do alimento e a qualidade do mesmo, acompanhado pela limpeza periódica dos aquários foram fundamentais para propiciar condições favoráveis de bem estar dos peixes, os quais reforçam as recomendações preconizadas para o sucesso da criação de peixes carnívoros. Assim, dependendo do manejo adotado na piscicultura de peixes carnívoros torna-se economicamente viável a produção de alevinos para suprir a demanda do mercado consumidor.

d) Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam a necessidade de estudos mais aprimorados com suplementos vitamínicos, principalmente com a vitamina C, para melhoria no desempenho produtivo da criação de peixes carnívoros, aumentando assim, a viabilidade comercial destas espécies.