

Efeito da suplementação de vitamina C na dieta sobre a susceptibilidade de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*, ao *Ichthyophthirius multifiliis*

Maude Regina de Borba*, Débora Machado Fracalossi e Fernanda Almeida de Freitas

Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce, Departamento de Aqüicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia SC 406, 3532, 88066-000, Armação, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: mau.b@terra.com.br

RESUMO. No intuito de minimizar as perdas provocadas na produção de alevinos de jundiá devido à alta susceptibilidade destes ao ictio, foi testada a suplementação (0, 250, 500, 1000 e 2000 mg kg⁻¹) de ácido ascórbico monofosfatado em uma ração prática. Cada dieta foi fornecida a quatro grupos de peixes (peso inicial 9,21 ± 0,26 g), durante 45 e 60 dias. Após a biometria final realizou-se a infestação experimental por ictio e depois de 8 dias avaliou-se o grau de infestação dos peixes. Não houve efeito significativo (p>0,05) das concentrações de vitamina C na dieta e/ou duração do período de alimentação sobre o grau de infestação por ictio, sobrevivência e crescimento dos alevinos de jundiá. Os resultados obtidos e os procedimentos definidos para a infestação experimental e avaliação do grau de infestação dos jundiás serão úteis em estudos futuros que visem avaliar a influência desta importante vitamina sobre a susceptibilidade do jundiá ao ictio.

Palavras-chave: jundiá, *Rhamdia quelen*, megadose de vitamina C, ictio, parasita.

ABSTRACT. Effect of dietary vitamin C supplementation on susceptibility of jundiá, *Rhamdia quelen*, fingerlings to *Ichthyophthirius multifiliis*. In order to minimize the losses caused in the production of jundiá fingerlings because of its high susceptibility to ich, dietary supplementation (0, 250, 500, 1000 and 2000 mg kg⁻¹) of ascorbic acid monophosphate was tested. Each diet was fed to four groups of fish (initial average weight 9.21 ± 0.26 g), during 45 and 60 days. At the end of the feeding period ich challenge was performed, and eight days later the fingerlings level of infection was assessed. The dietary vitamin C concentration and/or the feeding period did not affect significantly (p>0.05) the infection level by ich, survival and growth of the jundiás. The results obtained and the methodologies defined here for experimental infection and for evaluation of jundiá level of infection will be useful in future studies that also aim at verifying the influence of this important vitamin on the susceptibility of jundiá to ich.

Key words: jundiá, *Rhamdia quelen*, megadose of vitamin C, ich, parasite.

Introdução

A piscicultura em água doce no Brasil baseia-se principalmente na criação de espécies exóticas, tais como a tilápia. Entretanto, por não serem adaptadas às condições climáticas da região Sul do Brasil, seu cultivo pode resultar em prejuízo para os piscicultores, tal como o acontecido no rigoroso inverno de 2000 em Santa Catarina, quando houve grande mortalidade de tilápias devido às baixas temperaturas (Fracalossi *et al.*, 2002). Acontecimentos negativos como este salientam a importância do cultivo de espécies nativas, naturalmente adaptadas às nossas condições ambientais.

O jundiá, *Rhamdia quelen*, é um peixe de ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o Sul do México até a Argentina Central. Suas características

zootécnicas, tais como a tolerância ao manejo, boa velocidade de crescimento, hábito alimentar onívoro, pronta aceitação de ração logo na primeira alimentação exógena, carne saborosa sem espinhos intramusculares e capacidade de continuar a crescer mesmo nos meses mais frios, o colocam em posição de destaque entre as espécies nativas de interesse para aqüicultura na região Sul do Brasil (Gomes *et al.*, 2000; Fracalossi *et al.*, 2004). Entretanto, um grande entrave enfrentado na produção de jundiá em cativeiro, tem sido a alta susceptibilidade dos alevinos ao protozoário *Ichthyophthirius multifiliis*, o “ictio”, cuja infestação desenvolve-se rapidamente e resulta em elevada mortalidade e prejuízo para os produtores.

A ictiofitiríase ou doença dos “pontos brancos”, enfermidade provocada por este ectoparasita, é

responsável pelas maiores perdas a nível mundial nas pisciculturas de água doce (Harper, 2003). O ictio se reproduz rapidamente quando em ambiente favorável, possui um ciclo de vida que se completa em poucos dias e infesta principalmente a pele e brânquias dos peixes (Martins, 1998a).

No tratamento de doenças, antibióticos e antiparasitários podem ser efetivos em alguns casos, mas na criação de peixes estes são de difícil utilização, pois, na sua maioria, são nocivos aos peixes, à população que os consome e ao meio ambiente (Cavichiolo et al., 2002). Os principais produtos utilizados para controlar o ictio não fogem a esta regra, são substâncias tóxicas aos peixes se aplicadas incorretamente, além de nocivas aos demais organismos quando despejadas no meio ambiente. Assim, muitos pesquisadores têm enfatizado a utilização de medidas profiláticas e não apenas de tratamentos curativos, as quais envolvem o fortalecimento do sistema imunológico por meio da nutrição (Landolt, 1989; Fracalossi et al., 1998). Numerosos estudos demonstram a possibilidade de aumentar a resistência a doenças em peixes por meio da suplementação da dieta com determinadas vitaminas e minerais além da exigência mínima para o crescimento (megadoses) (Landolt, 1989; Gatlin, 2002).

A vitamina C, por não ser sintetizada pela maioria dos peixes (Dabrowski, 1990), deve ser suprida via alimentação. Esta vitamina é importantíssima na dieta de organismos aquáticos, pois previne os efeitos negativos do estresse, promove melhoras na cicatrização de feridas, minimiza a toxicidade de contaminantes da água e incrementa o sistema imunológico na defesa contra doenças infecciosas e parasitárias (Luzzana et al., 1995). Sua capacidade de influenciar positivamente a imunidade e resistência dos peixes a doenças quando suplementada em excesso na dieta, tipicamente 10 a 100 vezes a exigência mínima, é amplamente reconhecida (Gatlin, 2002). Contudo, também há na literatura relatos de estudos em que a utilização de megadoses de vitamina C na dieta não surtiu efeito na produção de anticorpos e resistência a doenças em alguns peixes (Li et al., 1993; Gatlin, 2002).

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo testar a eficácia da suplementação da ração com diferentes doses de vitamina C, por 45 ou 60 dias, na diminuição da ocorrência do ectoparasita *I. multifiliis*, aumento da sobrevivência e crescimento de alevinos de jundiá, no intuito de encontrar uma forma segura e viável de eliminar ou, pelo menos, minimizar as perdas provocadas na produção devido à alta susceptibilidade destes ao ictio, responsável por prejuízos em pisciculturas de todo o Sul do país.

Material e métodos

Dietas Experimentais

Para obtenção das concentrações desejadas de vitamina C (250, 500, 1000 e 2000 mg kg⁻¹), quantidades crescentes de ácido ascórbico monofosfatado (Rovimix Stay C[®] – 35% atividade – Roche), foram adicionadas à uma dieta basal em substituição à celulose (Tabela 1).

Tabela 1. Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais (% matéria seca).

Table 1. Ingredients and proximate composition of experimental diets (% dry matter).

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Dietas experimentais <i>Experimental Diets</i>				
	Vitamina C (mg kg ⁻¹) <i>Vitamin C</i>				
	0	250	500	1000	2000
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Glúten de milho <i>Corn gluten meal</i>	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50
Farelo de milho <i>Corn meal</i>	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Quirera de arroz <i>Broken rice</i>	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Óleo fígado de bacalhau <i>Cod liver oil</i>	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Carboximetilcelulose <i>Carboxymethylcellulose</i>	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Premix vitam/mineral isento vit. C ¹ <i>Vitamin/mineral mix vitamin C free</i>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Celulose <i>Cellulose</i>	0,60	0,53	0,46	0,31	0,03
Stay C – 35% <i>Composição Centesimal</i>	0,00	0,07	0,14	0,29	0,57
<i>Proximate Composition</i>					
Matéria seca (%) <i>Dry matter</i>	91,61	88,49	87,65	89,38	87,44
Proteína bruta (%) <i>Crude protein</i>	36,76	36,73	36,88	36,64	36,84
Lipídio (%) <i>Lipid</i>	11,91	11,74	11,89	12,15	12,08
Cinzas (%) <i>Ash</i>	7,09	6,95	7,09	5,90	7,03
Fibra bruta (%) <i>Crude fiber</i>	4,59	4,12	4,30	3,81	3,66
Vitamina C analisada (mg kg ⁻¹) ³ <i>Analyzed Vitamin C</i>	0,00	148,40	252,00	580,10	1233,00

¹DSM Produtos Nutricionais Brasil (DSM Nutritional Products Brazil). Composição (Composition) – unidades kg⁻¹ de premix (units kg⁻¹ of premix): ácido fólico (folic acid) 11909 mg; ácido pantotênico (pantothenic acid) 5,679 mg; biotina (biotin) 200 mg; niacina (niacin) 20000 mg; vitamina A (vitamin A) 1599750 UI; tiamina (thiamin) 1250 mg; vitamina B₁₂ (B₁₂ vitamin) 6000 mcg; riboflavina (riboflavin) 4000 mg; piridoxina (pyridoxin) 3000 mg; vitamina D₃ (vitamin D₃); 500000 UI; vitamina E (vitamin E) 30000 IU; vitamina K₃ (vitamin K₃) 1999 mg; colina (choline) 80000 mg; cobre (copper) 1000 mg; ferro 10000 mg; iodo (iodine) 100 mg; manganês (manganese) 3000 mg; selênio (selenium) 20 mg e zinco (zinc) 10000 mg.
³Laboratório DSM Nutritional Products Chile S.A. (Laboratory of DSM Nutritional Products Chile S.A.).

As dietas foram preparadas misturando-se inicialmente os ingredientes secos, adicionando-se em seguida os óleos e água. A massa homogênea resultante foi passada através de uma matriz com orifício de 3mm e os filamentos produzidos levados para secagem em estufa a 40°C. Após secagem, as dietas foram embaladas em sacos plásticos pretos hermeticamente fechados e mantidas sob

congelamento (-20°C) até sua utilização. A cada três dias, quantidades suficientes de ração para uso no período eram armazenadas em potes plásticos, os quais eram acondicionados dentro de caixas plásticas revestidas internamente com plástico preto e mantidas sob refrigeração (4°C) para evitar a oxidação do ácido ascórbico. A composição centesimal das dietas foi determinada de acordo com procedimentos da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1999), no Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (Lapad), da Universidade Federal de Santa Catarina e a quantidade de vitamina C efetivamente presente em cada dieta, pelo laboratório DSM Nutritional Products Chile S.A.

Peixes e condições experimentais

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, correspondendo a quatro concentrações de vitamina C na dieta (250, 500, 1000 e 2000 mg kg⁻¹) e dois períodos de alimentação (45 e 60 dias), com 4 repetições por tratamento. Adicionalmente, a dieta basal sem adição de vitamina C foi utilizada como referência e distribuída a 4 grupos de peixes durante os 60 dias de experimento. Duzentos e oitenta e oito jundiás foram aleatoriamente divididos em grupos de 8 alevinos e estocados em 36 tanques de polietileno (16 L de volume útil) revestidos com plástico preto, conectados a um sistema de recirculação com fluxo contínuo de água aquecida de aproximadamente 1,0 L min⁻¹ e aeração individual. Após 2 semanas de adaptação às condições experimentais, durante as quais os alevinos foram alimentados duas vezes ao dia com a dieta contendo a menor concentração de vitamina C (250 mg kg⁻¹), deu-se início ao experimento. Nesta ocasião, os jundiás foram anestesiados (1 mL de óleo de cravo/10 L de água) e individualmente pesados (peso médio: 9,21 ± 0,26 g). Todos os peixes foram alimentados até aparente saciedade, duas vezes ao dia (9:00 e 17:00h), por 60 dias, sendo que os grupos que receberam as dietas suplementadas durante o período de 45 dias, foram alimentados nos 15 dias iniciais do experimento com a dieta contendo 250 mg vitamina C kg⁻¹. O fotoperíodo adotado foi de 12h luz. A temperatura da água, medida diariamente, manteve-se em 30,20 ± 0,4°C. As concentrações de oxigênio dissolvido (medido diariamente), pH e amônia (medidos semanalmente) foram, respectivamente, 6,12 ± 0,26 mg L⁻¹, 7,9 ± 0,11 e 0,06 ± 0,03 mg L⁻¹. Ao final do período de alimentação os peixes foram anestesiados, contados e pesados para avaliação da sobrevivência e

crescimento. Posteriormente à biometria, os alevinos foram recolocados em seus respectivos tanques, os quais foram desconectados do sistema de recirculação para realização da infestação experimental por ictio.

Avaliação do crescimento dos peixes

Visando avaliar o efeito da suplementação da dieta com diferentes níveis de vitamina C sobre o crescimento dos alevinos, os dados de pesagens obtidos nas biometrias foram utilizados para calcular o ganho em peso (GP (g) = peso final – peso inicial) e a taxa de crescimento específico dos peixes (TCE (%) = 100 x [(ln peso final – ln peso inicial)/dias de experimento]).

Infestação experimental e determinação do grau de infestação por ictio

Alevinos de jundiá naturalmente infestados pelo parasita *I. multifiliis* foram utilizados como inóculo. A infestação experimental dos peixes no presente estudo foi realizada segundo metodologia descrita por Souza *et al.* (2001), com pequena modificação. Quando os jundiás altamente infestados com ictio utilizados como inóculo foram colocados em recipiente com pouca água, como recomendado por Souza *et al.* (2001), os parasitas não se desalojaram destes, provavelmente por tratar-se de peixe de couro e não de escamas como os utilizados pelos referidos autores. Desta forma, foi necessário fazer uma raspagem suave com lâmina de bisturi sobre a superfície corporal dos alevinos para obtenção dos trofozoítos a serem utilizados na infestação experimental. O material coletado foi levado ao estereomicroscópio para coleta individual, com auxílio de pipeta de Pasteur, do número de trofozoítos a ser inoculado em cada unidade experimental, tomando-se o cuidado de observar a motilidade e integridade dos mesmos. Foram inoculados 15 trofozoítos por alevino, os quais foram colocados em pequenas placas de Petri que, para evitar que ficassem aderidos às placas e não fossem expostos aos peixes, foram mergulhadas nos respectivos tanques e ali permaneceram durante os oito dias do período de infestação experimental. Uma repetição de cada tratamento não foi inoculada com ictio e serviu de controle negativo da infestação.

A alimentação dos peixes foi suspensa durante o período de infestação experimental, no intuito de evitar que a qualidade da água se deteriorasse muito rapidamente. Ainda, visando minimizar o risco de modificar a quantidade de inóculo dos tanques, pela eventual retirada de parasitas via sifonamento e troca

de água, optou-se por fazer apenas duas renovações de 30% do volume da água no terceiro e sexto dia do período de infestação. A temperatura, concentrações de oxigênio dissolvido e amônia na água durante período de infestação foram de, respectivamente, $23,27 \pm 1,1^\circ\text{C}$, $6,09 \pm 0,32 \text{ mg L}^{-1}$ e $1,0 \pm 0,10 \text{ mg L}^{-1}$.

Após o período de infestação experimental, foram coletadas amostras de três alevinos por unidade experimental ($n=12$), os quais foram sacrificados por incisão cranial e preservados em formol 4% para determinação do grau de infestação por ictio. Foi realizada contagem, com auxílio de lupa, do número de cistos (pontos brancos) na superfície corporal dos alevinos, incluindo as nadadeiras caudal, anal, adiposa, dorsal, peitorais e pélvicas. O número de cistos em cada peixe foi determinado pela média de duas contagens realizadas com variação inferior a 10%.

Análise estatística

Foi aplicada análise de variância bifatorial (two-way ANOVA), considerando os efeitos das concentrações de vitamina C na dieta (250, 500, 1000 e 2000 mg kg^{-1}) e os períodos de alimentação (45 e 60 dias), bem como a interação entre estes fatores, sobre o crescimento, sobrevivência e grau de infestação por ictio dos alevinos de jundiá. A comparação das médias dos tratamentos incluindo a dieta isenta de vitamina C foi realizada pela análise de variância de um fator (one-way ANOVA) (Chaiyapechara et al., 2003). O nível de significância de 5% foi adotado em todas as análises realizadas e como não foi detectada diferença significativa entre

os tratamentos, não houve necessidade de aplicação de um teste de separação de médias. Os valores em percentagem sofreram transformação arco-seno para serem analisados (Zar, 1996).

Resultados e discussão

Os resultados de ganho em peso, taxa de crescimento específico, grau de infestação por ictio e sobrevivência dos alevinos de jundiá alimentados com as dietas experimentais estão apresentados na Tabela 2. Não houve efeito significativo das concentrações de vitamina C na dieta (0, 250, 500, 1000 e 2000 mg kg^{-1}) ou dias de fornecimento da dieta suplementada (45 e 60 dias) sobre as variáveis analisadas.

Como observado no presente estudo, as diferentes concentrações de vitamina C na dieta não tiveram influência sobre o desempenho de crescimento e/ou sobrevivência de alevinos do bagre de canal (Liu et al., 1989), salmão do atlântico, *Salmo salar* (Andersen et al., 1998; Lygren et al., 1999); “yellowtail”, *Seriola quinqueradiata* (Sakakura et al., 1998); pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Martins, 1998b); “seabream”, *Sparus aurata* (Montero et al., 1999), pintado (Fujimoto e Carneiro, 2001), tilápia, *Oreochromis niloticus* (Cavichiolo et al., 2002) e “mrigal”, *Cirrhinus mrigala* (Sobhana et al., 2002). Entretanto, também são encontrados relatos de melhora significativa do crescimento e/ou sobrevivência de peixes com o aumento da suplementação de vitamina C na dieta (Navarre e Halver, 1989; Fracalossi et al., 1998; Ai et al., 2004; Lin e Shiau, 2004).

Tabela 2. Crescimento, grau de infestação e sobrevivência dos alevinos de jundiá alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de vitamina C durante 45 e 60 dias e submetidos à infestação experimental por ictio^{1,2}.

Table 2. Growth, infection degree and survival of jundiá fingerlings fed diets supplemented with different concentrations of vitamin C for 45 and 60 days and experimentally infected by ich..

Fatores Factors		Ganho em peso (g) Weigh gain (g)	Taxa de crescimento específico (%) Specific growth rate (%)	Grau de infestação (n° cistos/peixe) Infection degree (n° cists/fish)	Sobrevivência (%) Survival (%)
Vitamina C (mg kg^{-1} dieta) Vitamin C (mg kg^{-1} diet)	Dias de alimentação Days of feeding				
0 (Dieta referência) (Reference diet)		$9,6 \pm 2,5$	$1,3 \pm 0,3$	$394,6 \pm 130,5$	$87,5 \pm 10,2$
250	45	$10,6 \pm 1,9$	$1,4 \pm 0,2$	$302,3 \pm 96,8$	$96,9 \pm 6,3$
500	45	$10,7 \pm 1,9$	$1,4 \pm 0,1$	$292,3 \pm 102,8$	$90,6 \pm 11,9$
1000	45	$9,6 \pm 1,2$	$1,3 \pm 0,1$	$222,1 \pm 87,7$	$96,9 \pm 6,3$
2000	45	$11,2 \pm 0,7$	$1,5 \pm 0,1$	$394,2 \pm 135,6$	$96,9 \pm 6,3$
250	60	$9,8 \pm 0,8$	$1,4 \pm 0,1$	$405,9 \pm 245,4$	$96,9 \pm 6,3$
500	60	$10,5 \pm 1,9$	$1,4 \pm 0,2$	$441,4 \pm 156,8$	$90,6 \pm 11,8$
1000	60	$9,5 \pm 0,4$	$1,3 \pm 0,1$	$339,2 \pm 179,1$	$93,8 \pm 12,5$
2000	60	$9,2 \pm 0,4$	$1,3 \pm 0,1$	$373,6 \pm 139,9$	$100,0 \pm 0,0$
Análise de variância (Valor de P) Analysis of variance (P value)					
Vitamina C Vitamin C		ns ³	ns	ns	ns
Dias de alimentação Days of feeding		ns	ns	ns	ns
Vit.C X Dias de alimentação Vit. C X Days of feeding		ns	ns	ns	ns

¹Média de quatro repetições ($n=4$) \pm desvio padrão; ²Peso inicial dos peixes = $9,21 \pm 0,26 \text{ g}$ (média \pm desvio padrão); ³Não significativo ($p>0,05$).

¹Average of four replicates ($n=4$) \pm standard deviation; ²Initial weight of fish = $9,21 \pm 0,26 \text{ g}$ (average \pm standard deviation); ³Non-significant ($p>0,05$).

Esta variação encontrada em relação à influência da concentração de vitamina C na dieta sobre o ganho em peso e sobrevivência dos peixes pode ser função, dentre outros fatores, de particularidades inerentes às espécies estudadas, duração do período experimental e peso inicial dos peixes, sendo que quanto menor o tamanho inicial maior a velocidade de crescimento, possibilitando, desta forma, que a suplementação ou não da dieta com vitamina C tenha reflexos a nível de crescimento, surgimento de sinais clínicos de deficiência e condição geral do peixe. Como exemplo, em estudo desenvolvido com o acará-açu, *Astronotus ocellatus* (peso inicial de 29,2 g), somente após 25 semanas de alimentação foram verificados sinais clínicos de deficiência e ganho em peso significativamente menor em peixes não suplementados (0 mg vit. C kg⁻¹) em comparação aos demais (25, 75 e 200 mg vit. C kg⁻¹), enquanto que a sobrevivência final não diferiu entre os tratamentos (Fracalossi *et al.*, 1998).

Pela avaliação cuidadosa dos peixes coletados dos grupos que serviram como controle negativo da infestação por ictio de cada tratamento, certificou-se que de fato a contaminação dos demais peixes pelo parasita deu-se através da infestação experimental e não ao acaso, uma vez que os jundiás utilizados como controle da infestação se encontravam completamente livres de ictio.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) no grau de infestação entre os jundiás, nem mesmo entre os alimentados com a dieta isenta de vitamina C (0 mg vit. C kg⁻¹) e as dietas suplementadas. Todavia, considera-se que esse resultado não é conclusivo e não necessariamente indica a ineficiência da suplementação da dieta com megadoses de vitamina C em diminuir a susceptibilidade dos alevinos de jundiá ao ictio, já que a quantidade real de vitamina C nas dietas experimentais foi aproximadamente 40% inferior às concentrações pretendidas no preparo das dietas (148, 252, 580 e 1233 mg de vitamina C kg⁻¹ ao invés de 250, 500, 1000 e 2000 mg de vitamina C kg⁻¹). Adicionalmente, em estudo realizado por Wahli *et al.* (1995), alevinos de truta arco-íris alimentados com dietas contendo diferentes concentrações (0, 50 e 2000 mg kg⁻¹) e formas de vitamina C (ácido ascórbico revestido por silicone ou ascorbil fosfato) durante 8 semanas, também não foi verificado diferença significativa no grau de infestação dos peixes coletados 8 dias após a infestação experimental por ictio. Porém, no grupo pouco ou não suplementado com vitamina C (50 e 0 mg kg⁻¹, respectivamente) a mortalidade dos peixes foi muito rápida, tendo iniciado e atingido 100% entre o oitavo

e décimo dia após a infestação. Enquanto que no grupo suplementado com a maior dosagem de vitamina C, a mortalidade acumulada foi significativamente menor ao final de 14 dias, sugerindo melhor condição geral dos peixes. Os referidos autores salientam que, como não pôde ser estabelecida uma correlação entre o grau de infestação dos peixes e a concentração de vitamina C na dieta, o efeito benéfico desta na sobrevivência dos peixes não foi causado por um efeito parasiticida direto ou estimulado, não ficando claro o mecanismo de influência da vitamina C na resposta imune do hospedeiro. Outros estudos, ainda com a truta arco-íris, também demonstram o efeito positivo de altas doses de vitamina C na dieta (2000-5000 mg kg⁻¹) na taxa de sobrevivência de alevinos infestados com ictio (Wahli *et al.*, 1986 e 1998). No presente trabalho, entretanto, não foi previsto um prolongamento do período pós-infestação, durante o qual diferenças na mortalidade acumulada poderiam ter sido eventualmente verificadas. O experimento foi encerrado 8 dias após a infestação experimental, observando-se 100% de sobrevivência dos alevinos de jundiá em todos os tratamentos.

Em alevinos de pacu (Martins, 1998b) e pintado (Fujimoto e Carneiro, 2001) infestados naturalmente com parasitas monogenéticos e alimentados com dietas contendo diferentes concentrações de vitamina C durante 168 e 90 dias, respectivamente, verificou-se diferença significativa no grau de infestação apenas entre os grupos suplementados e não suplementados, onde os peixes alimentados com dietas isentas de vitamina C apresentaram o maior número de monogenéticos. Ainda, em estudo desenvolvido para avaliar a influência dos níveis de vitamina C na dieta (300, 600, 900 e 1200 mg kg⁻¹) sobre a ocorrência de ectoparasitas (*Trichodina* e monogenéticos) em alevinos de tilápia naturalmente infestados verificou-se, após 57 dias de alimentação, diferença significativa somente no número de parasitas monogenéticos, onde o maior grau de infestação foi observado nos peixes alimentados com a menor concentração vitamínica (Cavichiolo *et al.*, 2002).

Conclusão

As concentrações de vitamina C na dieta testadas no presente estudo não influenciaram o crescimento, sobrevivência e grau de infestação por ictio dos alevinos de jundiá alimentados com as dietas suplementadas por 45 e 60 dias e posteriormente infestados experimentalmente com *I. multifiliis*.

Agradecimentos

Agradecemos à DSM Produtos Nutricionais Brasil e à DSM Nutritional Products Chile, pelo fornecimento e análise da vitamina C nas dietas experimentais, respectivamente. Também agradecemos aos estagiários do Laboratório de Nutrição, Denise Esteves, Michele Nunes e Fábio Pedron pela colaboração nas etapas de infestação experimental e avaliação do grau de infestação dos alevinos.

Referências

- AI, Q. *et al.* Effects of dietary vitamin C on growth and immune response of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 242, p. 489-500, 2004.
- ANDERSEN, F. *et al.* Interaction between two dietary levels of iron and two forms of the ascorbic acid and the effect on growth, antioxidant status and some non-specific immune parameters in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Aquaculture*, Amsterdam, v.161, p. 437-451, 1998.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of AOAC*. 16. ed. Washington, D.C., 1999.
- CAVICHILOLO, F. *et al.* 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 Sci. Anim. Sci.*, Maringá, v. 24, n. 4, p. 957-964, 2002.
- CHAIYAPECHARA, S. *et al.* Fish performance, fillet characteristics, and health assessment index of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing adequate and high concentrations of lipid and vitamin E. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 219, p. 715-738, 2003.
- DABROWSKI, K. Gulonolactone oxidase is missing in teleost fish. *Biol. Chem. H-S*, Berlin, v. 371, p. 207-214, 1990.
- FRACALOSSO, D.M. *et al.* Oscars, *Astronotus ocellatus*, have a dietary requirement for vitamin C. *J. Nutr.*, Bethesda, v. 128, p. 1745-1751, 1998.
- FRACALOSSO, D.M. *et al.* Desempenho do jundiá, *Rhamdia quelen*, e do dourado, *Salminus brasiliensis*, em viveiros de terra na região sul do Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 26, n. 3, p. 345-352, 2004.
- FRACALOSSO, D.M. *et al.* No rastro das espécies nativas. *Pan. Aqüic.*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 74, p. 43-49, 2002.
- 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 Sci. Anim. Sci.*, Maringá, v. 23, n. 4, p. 855-861, 2001.
- GATLIN, D.M. Nutrition and fish health. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. (Ed.). *Fish nutrition*. 3. ed. California: Academic Press, 2002. cap. 12, p. 672-702.
- GOMES, L.C. *et al.* Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000.
- HARPER, C. Introducing *Ichthyophthirius multifiliis* – A devastating parasite. *Aquacult. Mag.*, v. 29, n. 1, p. 49-52, Asheville, 2003.
- LANDOLT, M.L. The relationship between diet and the immune response of fish. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 79, p. 193-206, 1989.
- LI, M.H. *et al.* Elevated dietary vitamin C concentrations did not improve resistance of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, against *Edwardsiella ictaluri*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 117, p. 303-312, 1993.
- LYGREN, B. *et al.* Examination of the immunomodulatory properties and the effect on disease resistance of dietary bovine lactoferrin and vitamin C fed to Atlantic salmon (*Salmo salar*) for a short period. *Fish Shellfish Immun.*, London, v. 9, p. 95-107, 1999.
- LIN, M.F.; SHIAU, S.Y. Requirements of vitamin C (L-ascorbyl-2-monophosphate-Mg and L-ascorbyl-2-monophosphate-Na) and its effects on immune responses of grouper, *Epinephelus malabaricus*. *Aquac. Nutr.*, Oxford, v. 10, p. 327-333, 2004.
- LIU, P.R. *et al.* Effect of megalevels of dietary vitamin C on the immune response of channel catfish *Ictalurus punctatus* in ponds. *Dis. Aquat. Organ.*, Oldendorf, v. 7, p. 191-194, 1989.
- LUZZANA, U. *et al.* Protective role of vitamin C against environmental stressors and pathogens in intensive aquaculture. *Riv. Ital. Acqua.*, Treviso, v. 30, p. 49-64, 1995.
- MARTINS, M.L. Doenças infecciosas e parasitárias de peixes. 2. ed. Jaboticabal: Centro de Aqüicultura, 1998a. (Boletim Técnico, n. 3).
- MARTINS, M.L. Evaluation of the addition of ascorbic acid to the ration of cultivated *Piaractus mesopotamicus* (Characidae) on the infestation of *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea). *Braz. J. Med. Biol. Res.*, Ribeirão Preto, v. 31, p. 655-658, 1998b.
- MONTERO, D. *et al.* Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 171, p. 269-278, 1999.
- NAVARRE, O.; HALVER, J.E. Disease resistance and humoral antibody production in rainbow trout fed high levels of vitamin C. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 79, p. 207-221, 1989.
- SAKAKURA, Y. *et al.* Dietary vitamin C improves the quality of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) seedlings. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 161, p. 427-436, 1998.
- SOBHANA, K.S. *et al.* Effect of dietary vitamin C on disease susceptibility and inflammatory response of mrigal, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) to experimental infection of *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 207, p. 225-238, 2002.
- SOUZA, V.N. *et al.* Metodologia de infecção experimental e grau de susceptibilidade do híbrido “tambacu” e *Leporinus macrocephalus* Garavello e Britski (Osteichthyes, Anostomidae) a quatro inóculos de trofozoítos de *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet (Protozoa, Ciliophora). *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, v. 18, p. 803-811, 2001.
- WAHLI, T. *et al.* Ascorbic acid induced immune-mediated decrease in mortality in *Ichthyophthirius multifiliis* infected

rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Acta Trop.*, Ireland, v. 43, p. 287-289, 1986.

WAHLI, T. *et al.* A comparison of the effect of silicone coated ascorbic acid and ascorbyl phosphate on the course of ichthyophthiriosis in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish Dis.*, Oxford, v. 18, p. 347-355, 1995.

WAHLI, T. *et al.* Influence of combined vitamins C and E on non-specific immunity and disease resistance of

rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish Dis.*, Oxford, v. 21, p. 127-137, 1998.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

Received on March 02, 2006.

Accepted on February 08, 2007.