

RESPOSTA FISIOLÓGICA À INFESTAÇÃO EXPERIMENTAL COM *Ichthyophthirius multifiliis* (FOUQUET, 1876) EM ALEVINOS DE JUNDIÁ (*Rhamdia quelen* QUOY E GAIMARD, 1824) PREVIAMENTE ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS.

RODRIGO J. VARGAS¹; SILVIA M. GUIMARÃES DE SOUZA²; RODRIGO G. MABILIA¹;
FANCIELLE CARLET³; SUELI R. BAGGIO⁴

ABSTRACT:- VARGAS, R.J.; SOUZA, S.M.G. DE; MABILIA, R.G.; CARLET, F.; BAGGIO, S.R. [Physiological response of experimental challenge of *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876) in jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard, 1824) fingerlings rather fed with different lipid sources.] Resposta fisiológica à infestação experimental com *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876) em alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy e Gaimard, 1824) previamente alimentados com diferentes fontes lipídicas. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 17, n. 2, p. 81-86, 2008. Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce, Rodovia SC 406 km 3, 3532. Lagoa do Perí, Florianópolis, SC. CEP.: 88.066-000. E-mail: rodvar@fcien.edu.uy

A limiting factor in the early stage of the jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy; Gaimard, 1824) culture is the presence of diseases such as ichthyophthiriasis or "Ich". Dietary polyunsaturated fatty acids (PUFAs) have a potent immunomodulatory activity; and this activity depend of the fish species, quantity/quality of the dietary PUFAs. The aim of this study was evaluate the physiologic response of jundiá, rather fed diets with different sources of fatty acids when challenge to *Ich* disease. Fingerlings of jundiá (7.6±0.8g) were fed during seven weeks with five diets with a different lipid source: fish, linseed and corn oils. Then, the fish were challenged with the *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876). On the 5th day, the presence of the disease was detected. Survival rate, blood samples and infection grade were recorded. Diets affect the survival rate of fingerlings, thus fish fed with diet with fish oil showed a higher survival. Hematocrit and infestation grade no recorder differences among treatment. The differential analysis of white blood cells shows difference. The results point out, at first time in jundiá, that dietary lipids caused diversity physiologic response, this may be represent an opportunity for the disease treatment. New studies must be carrying out to deep knowledge found.

KEY WORDS: ichthyophthiriasis, *Ichthyophthirius multifiliis*, immune response.

RESUMO

Um fator limitante nas primeiras fases do cultivo do jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy e Gaimard, 1824) é a presença da ictioftiríase. Os ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) presentes na dieta possuem uma potente atividade imunomoduladora, e esta atividade depende da espécie analisada e

da quantidade/qualidade dos PUFAs da dieta. O objetivo do presente estudo foi avaliar a resposta fisiológica de alevinos de jundiá, alimentados com diferentes fontes de ácidos graxos, quando parasitados pelo protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876). Alevinos de jundiá (7,6±0,8g) alimentados durante sete semanas com cinco dietas contendo diferentes fontes lipídicas: óleos de peixe, linhaça e milho foram expostos ao protozoário. No quinto dia a presença da doença foi detectada. Amostras de sangue foram coletadas e sobrevivência e grau de infestação foram estimados. As diferentes dietas afetaram a sobrevivência dos alevinos, sendo que alevinos que consumiram dietas com óleo de peixe apresentaram uma maior sobrevivência. O hematócrito e o grau de infestação não apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos, entretanto a contagem diferencial dos

¹ Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); bolsista CNPq. E-mail: rodvar@fcien.edu.uy

² Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. UFRGS.

³ Laboratório de Aqüicultura. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

⁴ Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Av. Brasil, 2880, Caixa Postal 139, Campinas, SP 13073-001, Brasil.

leucócitos registrou diferença. Os resultados mostraram pela primeira vez no jundiá que, diferentes fontes lipídicas produzem respostas fisiológicas diversas, podendo representar uma alternativa ao tratamento da doença. Novos estudos deverão ser realizados no sentido de aprofundar o conhecimento aqui gerado.

PALAVRAS-CHAVE: Ictioftiríase, *Ichthyophthirius multifiliis* resposta imune.

INTRODUÇÃO

O constante crescimento da aquicultura na região sul do Brasil é ocasionado, em parte, pelo cultivo de espécies autóctones como o jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy e Gaimard, 1824) (FAO, 2003). Essa espécie apresenta rápido crescimento, fácil manejo e uma ampla aceitação no mercado, características que fazem dela uma espécie promissora (LUCHINI, 1990; BARCELLOS et al., 2001). No entanto, um dos fatores limitantes no cultivo da espécie, especialmente na fase de alevinagem, é a presença do protozoário ciliado *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876) o qual ocasiona a doença conhecida como ictioftiríase (CARNEIRO et al., 2005). Essa doença é capaz de ocasionar grandes e rápidas mortalidades de alevinos, estima-se que, 4% das perdas anuais no cultivo do “catfish” *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) nos EUA são devidas a ictioftiríase (DURBOROW et al., 1998). Embora no Brasil não existam estudos que quantifiquem as perdas ocasionadas pela doença, é provável que as mesmas não sejam menores.

A aplicação de banhos com sal comum, verde de malaquita, permanganato de potássio, formalina, entre outros são os tratamentos comumente utilizados no controle de doenças ocasionadas por parasitas, como a ictioftiríase (KUBITZA, 1999). Embora, a maioria dessas substâncias seja nociva para o peixe e para o próprio aplicador, as mesmas são rotineiramente usadas na piscicultura (CARNEIRO et al., 2005). Este fato deve-se a falta de tratamentos alternativos, que sejam menos agressivos e de fácil aplicação pelo setor produtivo.

O desenvolvimento, manutenção e eficiência do sistema imune dependem de uma adequada e balanceada nutrição (KELLEY, 2001). Nesse sentido, os ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) da série n-3 possuem uma potente atividade imuno-moduladora. Os mecanismos propostos, para explicar esta influência dos PUFAs no sistema imune dos peixes são dois: 1) mudanças estruturais nas membranas dos leucócitos, as quais por sua vez, afetam funções como a cinética enzimática, expressão de receptores e transmissão de sinais e 2) pela via dos eicosanóides (THOMPSON et al., 1995; BELL et al., 1996; DE PABLO et al., 2000a). Dentro de sua atividade imuno-moduladora os PUFAs da série n-3 podem estimular e/ou inibir a resposta imune dependendo da espécie de peixe analisada e da quantidade/qualidade desses ácidos graxos na dieta (BLAZER et al., 1989; LIN; SHIAU, 2003). Neste sentido, estudos com a truta arco íris [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)] e o “catfish” alimentados com dietas ricas

em ácidos graxos da série n-3 PUFAs apresentaram resultados contraditórios quando desafiados com diferentes bactérias (FRACALOSSO; LOVELL, 1994; KIRON et al., 1995). Por sua vez, Simopoulos (2002) propõe que os PUFAs presentes no óleo de peixe fundamentalmente ácidos graxos altamente insaturados (HUFAs) como o ácido eicosapentaenóico (C20:5 n-3, EPA) e o ácido docosahexanóico (C22:6 n-3, DHA) apresentam maior atividade biológica que o ácido linolênico (C18:3 n-3, LNA) encontrado em óleos vegetais, como o óleo de linhaça.

Por tanto, as diferentes fontes de ácidos graxos presentes na dieta podem influenciar diretamente a capacidade do peixe de resistir a doenças causadas por microrganismos. Este fato representa uma oportunidade na geração de tratamentos alternativos, menos nocivos, aos utilizados atualmente para o combate de doenças como a ictioftiríase.

O objetivo do presente estudo, foi avaliar a sobrevivência, grau de infestação e parâmetros imunológicos de alevinos de jundiá previamente alimentados com diferentes fontes lipídicas, quando parasitados pelo protozoário *I. multifiliis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Alevinos de jundiá (n=1250) oriundos da Universidade de Passo Fundo (RS) com um peso inicial de $1,8 \pm 0,63$ g foram distribuídos em tanques de 1000L (densidade= $0,4 \text{gL}^{-1}$). Esses alevinos foram alimentados *ad libitum*, durante sete semanas com cinco dietas isoprotéicas (37% proteína bruta), isoenergéticas (19kJg^{-1} energia bruta) e iso-lipídicas (10% lipídios totais) com uma relação proteína digestível:energia digestível (DP:DE) de $23,5 \text{mgDPkJ}^{-1}$. Os tratamentos foram: dieta basal + 5% óleo de milho (OM), dieta basal + 5% óleo de peixe (OP), dieta basal + 5% de óleo de linhaça (OL), dieta basal + 1,7% de óleo de linhaça + 3,3% de óleo de peixe (1/3OL), dieta basal + 3,3% de óleo de linhaça + 1,7% de óleo de peixe (2/3OL) (Tabela 1).

Depois de sete semanas os peixes foram mantidos em jejum durante 24 horas e divididos em vinte aquários de 10L equipados com aeradores e mantidos numa temperatura de 27°C. A densidade de estocagem foi de 10 alevinos/aquário, sendo que todos os tratamentos tiveram em média pesos iniciais iguais ($\text{pi} = 7,6 \pm 0,8$ g). Cada tratamento apresentou três repetições e um controle, distribuídos em um delineamento completamente casualizado. A exposição ao protozoário foi realizada através da introdução, nos aquários, de fragmentos de tecidos de um peixe ornamental *Cichlasoma meeki* (Brind, 1918) infestado. Nos aquários dos grupos controles, tecidos de peixes não infestados foram introduzidos. Os peixes foram alimentados uma vez ao dia e 1/3 do volume de água foi trocado a cada dois dias.

O número de indivíduos mortos em cada aquário foi diariamente registrado para cálculo da taxa de sobrevivência. No quinto dia após a exposição, a presença de parasitas nos peixes foi detectada em todos os tratamentos e amostras de sangue foram então coletadas e o grau de infestação avaliado. As

Tabela 1. Formulação (g kg⁻¹ dieta) e composição de ácidos graxos (% área relativa) das cinco dietas oferecidas a alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy e Gaimard, 1824) durante sete semanas antes do desafio com o protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876).

Dietas (g kg ⁻¹)	OM ⁵	OP	1/3OL	2/3OL	OL
Farelo de soja ¹	403	403	403	403	403
Quirera de arroz ¹	278	278	278	278	278
Farinha visc. Frango ¹	260	260	260	260	260
Óleo de milho (OM) ²	50	0	0	0	0
Óleo de peixe (OP) ³	0	50	33,4	16,7	0
Óleo de linhaça (OL) ⁴	0	0	16,7	33,4	50
Premix mineral	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Premix vitamínico	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Sal	5	5	5	5	5
Ác. graxo (%)					
C18:2 n-6 (AL)	39,1±0,35	25,4 ±0,03	26,9 ±3,80	27,7 ±0,22	28,7 ±0,17
C18:3 n-3 (ALN)	2,3 ±0,06	2,4 ±0,01	8,0 ±1,92	14,2 ±0,02	18,2 ±0,13
C20:5 n-3 (EPA)	-	1,5 ±0,06	0,9 ±0,10	0,5 ±0,02	-
C22:6 n-3 (DHA)	-	1,6 ±0,03	1,0±0,00	0,6 ±0,01	-
PUFAs	42,3 ±0,58	34,3 ±0,02	39,4±2,44	44,8±0,03	48,2 ±0,37
HUFAs	0,9 ±0,06	5,4 ±0,01	3,7 ±2,71	2,4 ±0,05	1,0±0,18
n-3:n-6	0,1±0,00	0,2 ±0,00	0,4 ±0,34	0,5 ±0,00	0,6 ±0,01

¹AVIPAL, Porto Alegre (RS), Brazil; ²IRGOVEL, Pelotas, RS, Brazil;

³ETNA.Canoas, RS, Brazil;

⁴Giovelli Industria de Oleos Vegetais, Guaraní das Missões, RS, Brazil.

⁵OM= Óleo de milho, OP=Óleo de peixe, OL=Óleo de linhaça.

amostras de sangue foram coletadas do pedúnculo caudal de 12 peixes de cada tratamento para medir o hematócrito (12.500 rpm x 5min.) e realizar a análise diferencial de células brancas (GOLDENFARB et al., 1971). Neste sentido, para a análise diferencial foram realizadas extensões sangüíneas, coradas segundo Rosenfeld (1947) e observadas em microscópio óptico com objetiva de 100X. No mínimo 200 células foram identificadas e contadas em cada lâmina (MABILIA, 2005). Com a finalidade de avaliar o grau de infestação de cada indivíduo, o comprimento padrão dos peixes foi medido e o número de pontos brancos presentes na nadadeira adiposa registrado mediante estereomicroscópio binocular com objetiva de 20X. O grau de infestação foi então calculado: número de pontos brancos na nadadeira adiposa/comprimento padrão. Este parâmetro foi considerado apropriado para proporcionar uma medida direta do nível infestação em outras espécies de peixes (PRICE; CLAYTON, 1999).

Amostras de diferentes dietas e dos alevinos de cada tratamento foram mantidas numa temperatura de -20°C para posterior análise de lipídios. Os lipídios totais foram extraídos com éter etílico durante 6 horas (AOAC, 1985) e os ésteres metílicos dos ácidos graxos obtidos por transmetilação com ácido sulfúrico (HARTMAN; LAGO, 1973). A separação desses ésteres foi realizada por cromatografia gasosa como descrito em Vargas (2006) e para sua identificação, utilizou-se o padrão SUPELCO37 (SIGMA Co., Aldrich). A quantificação dos ácidos graxos foi realizada por normalização de área e expressos em porcentagem de área relativa.

A taxa de sobrevivência e os parâmetros hematológicos foram transformados (arcoseno Vx) e submetidos a uma análise

de variância (ANOVA) seguido do Teste t de Duncan. As médias do grau de infestação para cada tratamento foram comparadas mediante o teste Kruskal-Wallis, depois de ter sido comprovada a não normalidade dos mesmos. Em todos os testes foi em nível de 5% de significância para detectar as diferenças.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostraram que a composição lipídica do jundiá foi intensamente influenciada pela fonte e quantidades de óleos incluídos na dieta (Tabela 2). Assim, peixes alimentados com óleos de milho, linhaça e peixe apresentaram altas concentrações de ácido linoléico (C18:2 n-6, LA), ALN e HUFAs, respectivamente. Somado a isto, a substituição do óleo de peixe por óleos vegetais, linhaça ou milho, na dieta ocasionou uma redução do conteúdo de HUFAs na composição corporal dos alevinos. Com isto, alevinos alimentados com óleo de peixe apresentam maiores concentrações de EPA e DHA que os restantes tratamentos. Resultados similares foram recentemente registrados para alevinos de jundiá consumindo as mesmas fontes de lipídios (VARGAS, 2006). Embora a composição de ácidos graxos das células leucocitárias, não tenha sido analisada neste estudo, uma correlação positiva entre esta e os lipídios presentes na dieta, já foi demonstrada para outras espécies de peixe (KLINGER et al., 1996).

As maiores taxas de sobrevivência foram detectadas nos tratamentos OP e 1/3OL, onde os alevinos consumiram níveis elevados de HUFAs da série n-3; enquanto a menor taxa de sobrevivência foi registrada no tratamento OM onde os pei-

Tabela 2. Composição corporal dos principais ácidos graxos (% área relativa) de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy e Gaimard, 1824) alimentados durante sete semanas com cinco dietas contendo diferentes fontes de lipídios e prévio a serem infestados pelo protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876).

Ac. Graxo	OM	OP	1/3OL	2/3OL	OL
LA (C18:2 n-6)	26,5	13,1	15,9	16,3	17,2
LNA (C18:3 n-3)	1,0	1,3	6,9	9,8	14,3
EPA (C20:5 n-3)	0,2	1,6	1,1	0,6	0,1
DHA (C22:6 n-3)	1,0	6,5	3,3	3,5	3,7
PUFAs	35,7	29,3	32,5	36,4	41,6
HUFAs	2,8	12,0	6,7	6,3	5,4

^A OM= Óleo de milho, OP= Óleo de peixe, OL= Óleo de linhaça, PUFAs= Ácidos graxos poliinsaturados, HUFAs= Ácidos graxos altamente insaturados.

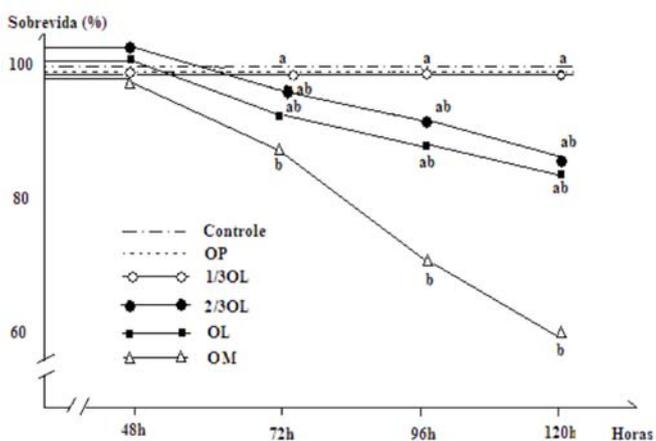


Figura 1. Taxa de sobrevivência de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy e Gaimard, 1824) 48h, 72h, 96h e 120h após serem infestados pelo protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876). Letras diferentes na mesma hora denotam diferenças significativas entre os tratamentos. Abrev.: OM= Óleo de milho, OP= Óleo de peixe, OL= Óleo de linhaça.

xes consumiram elevados níveis de ácidos graxos da série n-6 (Figura 1). Contrariamente, níveis crescentes de HUFAs da série n-3 na dieta reduziram a taxa de sobrevivência do salmão do Atlântico *Salmo salar* (Linnaeus, 1758) e de *I. punctatus* quando desafiados com *Yersinia ruckeri* (Rucker,

1950) e *Edwardsiella ictaluri* (Hawke, 1981), respectivamente (ERDAL et al., 1991; FRACALOSSO; LOVELL, 1994). Por sua vez, concordantemente com o presente estudo a resistência de alevinos de trutas arco íris e “catfish” foi aumentada em peixes que consumiram dietas com altos níveis de PUFAs da série n-3, quando desafiados com bactérias (SHELDON; BLAZER, 1991; KIRON et al., 1995). Esta maior resistência pode ter sido ocasionada por uma maior quantidade de leucócitos nos peixes de tratamentos que continham óleo de peixe. Se bem no presente estudo o número absoluto de leucócitos não foi estimado, estudos recentes com juvenis de *Epinephelus malabaricus* (Bloch e Schneider, 1801) mostram a existência de correlação direta entre o conteúdo de DHA no tecido do peixe e a proliferação de leucócitos e o aumento da atividade fagocitária (WU et al., 2002). Por sua vez, o hematócrito e o grau de infestação não apresentaram diferenças entre os tratamentos (Tabela 3). Isto pode ser atribuído à alta variabilidade ou multi-dependência dos parâmetro utilizados (CLAYTON; PRICE, 1992).

A resposta imune em vertebrados invadidos por agentes patogênicos é uma reação complexa e compreende uma variedade de populações de células, liberação de interleucinas, citocinas e outros fatores humorais. (DICKERSON; CLARK, 1996; DAVIS et al., 2002; SIGH et al., 2004). Na ictioftiríase, a invasão do parasita no peixe causa uma forte inflamação e um aumento da atividade fagocitária na área afetada (VENTURA; PAPERNA, 1985). Estas reações são acompanhadas, nos primeiros estágios, por uma proliferação de neutrófilos e mais tarde por um aumento dos macrófagos (CROSS, 1994). As taxas de neutrófilos registradas no presente estudo, 120h após a exposição ao patógeno, em alevinos que consumiram óleo de peixe foi menor ($Nt_{OP} = 48,7\%$) que nos outros tratamentos, isto poderia estar relacionado ao efeito imunossupressor dos HUFAs da série n-3 observado em muitas espécies (DE PABLO et al., 2000b); contudo esse efeito parece não ter afetado a sobrevivência dos alevinos. No presente estudo os peixes que consumiram óleo de linhaça com fonte lipídica na dieta tiveram redução no número de linfócitos em sangue após 120 horas de desafio (Tabela 3). Os linfócitos são as células encarregadas da produção de anticorpos e imunoglobulinas (PUANGKAEW et al., 2004) e portanto a

Tabela 3. Grau de infestação (G.I.) e parâmetros hematológicos registrados em alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy e Gaimard, 1824) após 120 horas de terem sido parasitados pelo protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet, 1876).^{A, B, C}

Perfis analisados	Controle	OM	OP	1/3OL	2/3OL	OL
G.I.(pb/cm)	0,0(20)	3,9±1,20(10)	4,2±3,47(19)	3,2±2,46(11)	3,7±4,00(14)	6,6±368(9)
Hematócrito	22,2±5,3(15)	22,9±4,47(9)	21,4±4,82(9)	23,3±4,27(6)	19,6±5,29(9)	22,0±6,02(9)
Neutrófilos	55,5±4,5(15)	59,1±5,51(9) ^a	48,7±9,72(9) ^b	64,0±6,32(5) ^a	60,3±10,29(8) ^a	63,8±9,53(8) ^a
Linfócitos	32,3±4,2(15)	32,7±5,39(9) ^{ab}	39,4±9,77(9) ^a	296±6,23(5) ^b	26,9±11,32(8) ^b	18,9±6,66(8) ^c
Monócitos	11,1±1,0(15)	7,9±1,54(9) ^a	11,7±2,50(9) ^a	4,4±4,98(5) ^b	9,8±2,14(8) ^a	10,8±5,88(8) ^a
Eosinófilos	0,3±0,6 (15)	0,1±0,33(9) ^d	0,1±0,33(9) ^d	2,0±2,45(5) ^{bc}	2,6±2,36(8) ^{ab}	5,1±2,27(8) ^a

^A Os valores são médias ± DP e letras diferentes na mesma linha denotam diferenças significativas. ^B Os dados de células brancas foram transformados (arcseno Vx) sendo os valores dentro de parênteses o número de repetições utilizadas na análise. ^C OM= Óleo de milho, OP= Óleo de peixe, OL= Óleo de linhaça, pb= pontos brancos.

sua redução poderia ter ocasionado as baixas taxas de sobrevivência observadas nesses tratamentos.

A formulação de dietas específicas que possam estimular o sistema imune do peixe e com isto prevenir ou potencializar a resistência frente as doenças como a ictioftiríase é uma área ainda pouco explorada. No entanto, os presentes resultados representam informações preliminares, sendo necessários futuros estudos para definir claramente o papel dos lipídios na resposta fisiológica do jundiá frente a agentes patogênicos como *I. multifiliis*. Neste sentido, experiências com tempos maiores e coletas periódicas de sangue, como estudos da dinâmica dos ácidos graxos anti-patogênicos do muco e epiderme e determinação da composição lipídica dos leucócitos, após o desafio como o protozoário, poderão elucidar a resposta.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram pela primeira vez no jundiá que, diferentes fontes lipídicas produzem respostas fisiológicas diversas a infecção experimental por *I. multifiliis*.

Agradecimentos: Os autores agradecem a Universidade de Passo Fundo pela doação dos alevinos. Agradecimentos também devem ser feitos a Yu Fan, Cristiano Rosa, Emilie Correa e Leonardo Bolognesi, estudantes de graduação e pós graduação na parte experimental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC Association Official Analytical Chemists). *Official Methods of Analysis*. Washington: 1985. 1018p.
- BARCELLOS, L.J.G.; WASSERMANN, G.F.; SCOTT, A.P.; WOEHL, R.M.; QUEVEDO, R.M.; ITTZE´S, I.; KRIEGER, M.H.; LULHIER, F. Steroid profiles of cultured female jundiá, the Siluridae *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, Pisces, Teleostei) during the first reproductive cycle. *General and Comparative Endocrinology*, v. 121, n. 3, p. 325-332, 2001.
- BELL J.G.; ASHTON, I.; SECOMBES, C.J.; WEITZEL, B.R.; DICK, J.R.; SARGENT, J.R. Dietary lipid affects phospholipids fatty acid composition, eicosanoid production and immune function in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, v. 54, n. 3, p. 173-182, 1996.
- BLAZER, V.S.; ANKLEY, G.T. Dietary influences on disease resistance factors in channel catfish. *Developmental Comparative Immunology*, v. 13, n. 1, p. 43-48, 1989.
- CARNEIRO, P.C.; SCHORER, M.; MIKOS, J.D. Tratamentos terapêuticos convencionais no controle do ectoparasita *Ichthyophthirius multifiliis* em jundiá (*Rhamdia quelen*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 1, p. 1-7, 2005.
- CLAYTON, G.M.; PRICE, D.J. Interspecific and intraspecific variation in resistance to ichthyophthiriasis among poeciliid and goodeid fishes. *Journal of Fish Biology*, v. 40, n. 3, p. 445-453, 1992.
- CROSS, M.L. Localized cellular responses to *Ichthyophthirius multifiliis*: protection or pathogenesis? *Parasitology Today*, v. 10, n. 9, p. 364-368, 1994.
- DAVIS, K.B.; GRIFFIN, B.R.; GRAY, W.L. Effect of handling stress on susceptibility of channel catfish *Ictalurus punctatus* to *Ichthyophthirius multifiliis* and channel catfish virus infection. *Aquaculture*, v. 214, n. 1, p. 55-66, 2002.
- DICKERSON, H.W.; CLARK, T.G. Immune response of fishes to ciliates. *Annual Review of Fish Diseases*, v. 6, n. 1, p. 107-120, 1996.
- DE PABLO, M.A.; ANGELES PUERTOLLANO, M.; GALVEZ, A.; ORTEGA, E.; GAFORIO, J.J.; ALVAREZ DE CIENFUEGOS, G. Determination of natural resistance of mice fed dietary lipids to experimental infection induced by *Listeria monocytogenes*. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, v. 27, n. 2, p. 127-133, 2000a.
- DE PABLO, M.A.; ANGELES PUERTOLLANO, M.; ALVAREZ DE CIENFUEGOS, G. Immune cells functions, lipids and host natural resistance. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, v. 29, n.4, p. 323-328, 2000b.
- DURBOROW, R.M.; MITCHELL, A. J.; CROSBY, M.D. Ich (white spot disease). *SRAC Southern Regional Aquaculture Center*, v. 476, n. 1, p. 1-6, 1998.
- ERDAL, J.I.; EVENSON, O.; KAURSTAD, O K; LILLEHAUG, A.; SOLBAKKEN, R.; THORUD, K. Relationship between diet and immune response in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) after feeding various levels of ascorbic acid and omega-3 fatty acids. *Aquaculture*, v. 98, n. 4, p. 363-379, 1991.
- FAO. 2003. Base de dados virtual da FAO. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 23 jan. 2003.
- FRACALOSSO, D.M.; LOVELL, R.T. Dietary lipid sources influence responses of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to challenge with the pathogen *Edwardsiella ictaluri*. *Aquaculture*, v. 119, n. 2-3, p. 287-298, 1994.
- GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F. ; HALL, E.; BROSIOUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory and the microhematocrit determination. *American Journal of Clinical Pathology*, v. 56, n. 1, p. 35-39, 1971.
- HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practice*, v. 22, n. 8, p. 475-476, 1973.
- KELLEY, D.S. Modulation of human immune and inflammatory responses by dietary fatty acids. *Nutrition*, v. 17, n. 7-8, p. 669-673, 2001.
- KIRON, V.; FUKUDA, H.; TAKEUCHI, T.; WATANABE, T. Essential fatty acid nutrition and defense mechanisms in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 111A, n. 3, p. 361-367, 1995.
- KLINGER, R.C.; BLAZER, V.S.; ECHEVARRIA, C. Effects on dietary lipid on hematology of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, v. 147, n. 3-4, p. 225-233, 1996.

- KUBITZA, F. *Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados*. Piracicaba: Degaspari, 1999. 96p.
- LIN, Y.H.; SHIAU, S. Y. Dietary lipid requirement of grouper, *Epinephelus malabaricus*, and effects on immune responses. *Aquaculture*, v. 225, n. 1-4, p. 243-250, 2003.
- LUCHINI, L. *Manual para el cultivo del bagre sudamericano Rhamdia sapo*. Santiago de Chile: Publicación F.A.O, 1990. 60p.
- MABILIA, R.G. *Uso do diflubenzuron na aquicultura: ecotoxicidade e seu efeito sobre a hematologia do jundiá (Rhamdia quelen) infestado pelo copepoda Lernaea cyprinacea*. 2005. 57p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- PRICE, D.J.; CLAYTON, G.M. Genotype-environment interactions in the susceptibility of common carp, *Cyprinus carpio*, to *Ichthyophthirius multifiliis* infections. *Aquaculture*, v. 173, n.1, p. 149-160, 1999.
- PUANGKAEW, J.; KIRON, V.; SOMAMOTO, T.; OKAMOTO, N.; SATOH, S.; TAKEUCHI, T.; WATANABE, T. Nonspecific immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) in relation to different status of vitamin E and highly unsaturated fatty acids. *Fish and Shellfish Immunology*, v.16, n. 1., p. 25-39, 2004.
- ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica: nova combinação dos componentes do May-Grünwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. *Memórias do Instituto Butantan*, v.20, p. 329-334, 1947.
- SHELDON, W. M. Jr.; BLAZER, V.S. Influence of dietary lipid and temperature on bactericidal activity of channel catfish macrophages. *Journal of Aquatic Animal Health*, v. 3, n.1, p. 87-93, 1991.
- SIGH, J.; LINDENSTRØM, T.; BUCHMANN, K. Expression of pro-inflammatory cytokines in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during an infection with *Ichthyophthirius multifiliis*. *Fish and Shellfish Immunology*, v. 17, n. 1, p. 75-86, 2004.
- SIMOPOULOS, A.P. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *Journal of the American College of Nutrition*, v. 21, n. 6, p. 495-505, 2002.
- THOMPSON, K.D.; HENDERSON, R.J.; TATNER, M.F. A comparison of the lipid composition of peripheral blood cells and head kidney leucocytes of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 112B, n.1, p. 83-92, 1995.
- VARGAS, R.J. *Substituição do óleo de peixe por óleos vegetais em dietas para Jundiá Rhamdia quelen; efeito no desempenho e no perfil de ácidos graxos da composição corporal*. 2006. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- VENTURA, M.T.; PAPERNA, I. Histopathology of *Ichthyophthirius multifiliis* infections in fishes. *Journal of Fish Biology*, v. 27, n. 2, p. 185-203, 1985.
- WU, F.C.; TING, Y.Y.; CHEN, H.Y. Dietary docosahexaenoic acid is more optimal than eicosapentaenoic acid affecting the level of cellular defence responses of the juvenile grouper *Epinephelus malabaricus*. *Fish and Shellfish Immunology*, v. 14, n. 3, p. 223-238, 2002.

Recebido em 25 de abril de 2007.

Aceito para publicação em 13 de abril de 2008.