

Avaliação sérica de pacus submetidos a dietas com diferentes níveis de proteína e energia cultivados em tanques-rede

Jackeline Marcante Dallagnol¹, Letícia Hayashi Higuchi², Marcia Luzia Ferrarezi Maluf³, Aldi Feiden³, Wilson Rogério Boscolo³

¹UEM – Universidade Estadual de Maringá

²UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

³UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Resumo: Este trabalho objetivou avaliar o efeito da suplementação dietária com diferentes níveis de proteínas e energia sobre parâmetros eritrocitários e bioquímicos do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Foram utilizados peixes com peso inicial médio de $293,38 \pm 5,67$ g, distribuídos em 18 tanques-rede de 5m^3 , em esquema fatorial 3×2 (PB x ED). Os peixes receberam rações com 25, 30 e 35% de PB e 3250 e 3500 kcal/kg de ED. O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia, durante 154 dias. Ao final do período experimental, os peixes foram mantidos em jejum durante 24h e coletadas amostras sanguíneas de 15 peixes de cada tratamento. Através da avaliação das características sanguíneas dos peixes obteve-se as médias da contagem de eritrócitos $1,98$ a $2,14(\times 10^6/\mu\text{L})$, dosagem de hemoglobina $10,73$ a $13,22(\text{g/dL})$, determinação do hematócrito $41,62$ a 45 , (CHCM) $25,69$ a $31,21(\text{g/dL})$, (VCM) $213,02$ a $228,39(\mu\text{m}^3)$, (HCM) $55,15$ a $67,46(\mu\text{g})$, glicose $93,93$ a $98,47(\text{mg/dL})$, triglicérides $220,60$ a $237,46(\text{mg/dL})$, proteínas totais $5,16$ a $6,19(\text{mg/ml})$ e albumina $2,06$ a $2,79(\text{g/dL})$. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros eritrocitários, já entre os parâmetros bioquímicos, houve diferença estatística na concentração de proteína sérica, no entanto os valores permanecem dentro da normalidade encontrada para esta espécie.

Palavras-chave: Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), análises hematológicas e bioquímicas, tanques-rede, nutrição de peixes.

Evaluation of serum pacu fed diets with different protein and energy cultivated in cages

Abstract: The objective of this work was to evaluate the effect of diet supplementation using varying levels of protein and energy on erythrocyte and biochemical parameters in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). The study used fish weighing 293.38 ± 5.67 g, distributed in 18 5-m^3 net cages, in a 3×2 factorial arrangement (crude energy x digestible energy). The fish received diets containing 25, 30 and 35% CP, and 3250 and 3500 kcal/kg DE. They were fed four times a day during 154 days. At the end of the experimental period, the fish were fasted for 24h and blood samples were taken from 15 individuals from each treatment. The evaluation of blood parameters showed mean erythrocyte counts of 1.98 to $2.14(\times 10^6/\mu\text{L})$, hemoglobin dosage of 10.73 to $13.22(\text{g/dL})$, hematocrit determination 41.62 to 45, MCHC

25.69 to 31.21(g/dL), MCV 213.02 to 228.39(μm^3), MCH 55.15 to 67.46(μg), glucose 93.93 to 98.47(mg/dL), triglycerides 220.60 to 237.46(mg/dL), total proteins 5.16 to 6.19(mg/ml) and albumin 2.06 to 2.79(g/dL). There was no significant difference between treatments for erythrocyte parameters, already among the biochemical parameters, there was no statistical difference in the concentration of serum protein, but the values remain within the normal range found for this species.

Key words: Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), hematological and biochemical analysis, net cages, fish nutrition.

Introdução

O Brasil apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento das mais diversas modalidades de aquicultura, pois possui um grande potencial hídrico proveniente das bacias hidrográficas, e muitas represas por todo o país, e da sua produtiva região costeira. (Camargo e Pouey, 2005).

Segundo o Boletim estatístico da pesca e aquicultura do Brasil (2010), em relação à produção continental por espécie, os recursos que apresentaram os maiores volumes de desembarque em 2010 foram: o Curimatã (28.432 t), a Piramutaba (24.607 t), o Jaraqui (16.435 t), a Pescada (14.967 t), a Dourada (14.379 t) e o Pacu (11.042 t). Essas seis espécies juntas representaram 44,1% da produção pesqueira continental do país. A preponderância dessas seis espécies na pesca extrativa continental também foi observada para o período entre 2007 e 2009.

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) pertence à família Characidae (subfamília Myleinae), encontrado na América do Sul, nos rios que compõem a bacia do Prata e Pantanal Mato-Grossense (bacia do Alto Paraguai) (Tavares-Dias, 2004). Tem-se apresentado como espécie promissora com grande perspectiva de expansão em sistemas de criação intensiva, sendo cultivada em todas as regiões do Brasil representando, portanto, grande potencial para a aquicultura, devido suas características de crescimento rápido, rusticidade e, também, por seu alto valor econômico (Ranzani-Paiva, 1988). Mesmo sendo uma importante espécie para a aquicultura brasileira, pouco se conhece sobre sua fisiologia, especialmente sobre as características sanguíneas (Tavares-Dias, 2004).

Para o desenvolvimento da aquicultura são indispensáveis estudos sobre dietas que atendam as exigências nutricionais das espécies e proporcionem melhor condição fisiológica e

saúde aos peixes buscando prevenir doenças e melhorar o desempenho produtivo e consequentemente aumentar a sobrevivência dos peixes.

Em ambientes confinados, os peixes não dispõem de alimento em quantidade e de qualidade que atendam às exigências nutricionais para desempenho produtivo e reprodutivo ótimos. Em função disto, faz-se necessário o uso de rações que atendam às exigências em energia e nutrientes para garantir adequado desempenho produtivo, higidez e retorno econômico. (Furuya, 2010)

A proteína é um nutriente essencial para o crescimento dos peixes e tem sido bastante estudada em dietas para produção de peixes (Muñoz-Ramírez, 2002). A qualidade da proteína é determinada pelo nível e a disponibilidade de aminoácidos essenciais. A dieta deve conter quantidades adequadas de aminoácidos essenciais e não essenciais para evitar problemas de deficiência (Roberts, 2002).

A energia é essencial em todas as fases de vida dos peixes e é proveniente da oxidação dos compostos orgânicos dos alimentos artificiais e, ou naturais, ingeridos pelos peixes. As exigências energéticas são menores nos peixes se comparadas a animais endotermos (aves e mamíferos), pois não necessitam manter a temperatura corpórea constante, ou seja, são pecilotérmicos e gastam menos energia para a locomoção no meio aquático (Logato, 2000).

O estudo da hematologia em peixes é considerado ferramenta importante na avaliação do estado de saúde dos peixes (Noga, 2000) que estimulados, por situações de estresse e/ou enfermidade, podem oferecer resultados positivos ou negativos em relação às dietas utilizadas. Conhecer as condições morfofisiológicas das espécies quando estão em ambiente natural é importante para monitorá-las quando esses animais são mantidos em cativeiro.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi determinar as variações hematológicas e bioquímicas sanguíneas do pacu criados em tanques-rede alimentados com diferentes dietas contendo dois níveis de energia e três níveis de proteína.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Centro de Desenvolvimento de Tecnologia para Piscicultura em tanques-rede, localizado no Refúgio Biológico do município de Santa Helena-PR, por um período de 154 dias.

Foram utilizados 3960 peixes com peso inicial médio de $293,38 \pm 5,67$ g, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em 18 tanques-rede de 5m^3 , com 6 tratamentos e 3

repetições. Foi considerada uma unidade experimental um tanque contendo 220 peixes, resultando em 44 peixes/m³.

Para a execução do experimento foram elaboradas seis rações experimentais com 25, 30 e 35% de proteína bruta (PB), e 3250 e 3500 kcal/kg de energia digestível (ED) em esquema fatorial 3 x 2 (PB x ED), sendo as mesmas isocálcicas e isofosfóricas. A composição percentual e química das rações estão apresentadas nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais com diferentes níveis de proteína e energia (matéria natural)

Ingredientes (%)	Níveis de energia (kcal/kg)					
	3250			3500		
	Níveis de proteína (%)					
	25	30	35	25	30	35
Antioxidante (BHT)	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Calcário calcítico	0,027	0,107	0,188	0,000	0,081	0,161
Fosfato bicálcico	0,496	0,249	0,002	0,536	0,290	0,043
Arroz quirera	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Farinha de carne e ossos	4,787	4,787	4,787	4,787	4,787	4,787
Farinha de peixe	3,334	3,334	3,334	3,334	3,334	3,334
Farinha de vísceras de aves	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
Farelo de soja	14,379	27,215	40,051	15,390	28,225	41,061
Milho	30,673	18,146	5,618	25,057	12,528	0,001
Óleo de soja	0,323	0,182	0,041	4,916	4,775	4,633
Suplemento min. vitam. ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Antifúngico	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal comum	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

¹ Suplemento mineral e vitamínico (Vaccinar): Met 5%, Mn 3.750mg, BHT 0,5%, Ca 43g, Zn 70mg, Fe 15.000mg, Cu 2.000mg, Co 50mg, I 125mg, Se 0,2mg, Vit A 5000UI, Vit D3 300.000UI/kg, Vit E 80mg, Vit K3 2.260mg, Vit B1 2.500mg, Vit B2 5.000mg, Vit B6 2.500mg, Vit B12 7.500mg, Vit C 75.000mg, Ác Fólico 500mg, Ác. Pantotênico 12.500mg, Niacina 20.000mg, Colina 200.000mg, Lisina 4%, Biotina 150mg/kg.

Tabela 2. Composição química das rações experimentais com diferentes níveis de proteína e energia (matéria natural)

Nutrientes (%)	Níveis de energia (kcal/kg)					
	3250			3500		
	Níveis de proteína (%)					
	25	30	35	25	30	35
Amido	41,010	33,205	25,400	37,511	29,705	21,901
Cálcio	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450
Energia bruta	4060	4079	4098	4318	4338	4357
Energia digestível (kcal/kg) ¹	3250	3250	3250	3500	3500	3500
Proteína bruta	25,000	30,000	35,000	25,000	30,000	35,000
Fibra bruta	1,923	2,442	2,961	1,875	2,394	2,913
Fósforo total	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Gordura	4,279	3,879	3,479	8,645	8,245	7,845
Linoléico	1,242	1,019	0,796	3,623	3,399	3,176
Lisina	1,281	1,606	1,932	1,295	1,620	1,946
Metionina + Cistina	0,905	1,021	1,138	0,897	1,013	1,130
Metionina	0,455	0,517	0,579	0,452	0,514	0,576

¹Valores de energia e proteína digestíveis propostos por Boscolo et al. (2002) e Meurer et al. (2003).

Para fabricação das rações os alimentos foram pesados e moídos em moinho tipo martelo com peneira de malha 0,8 mm, posteriormente foram misturados e adicionados os micro nutrientes, antifúngico e, por último, o óleo. As rações foram submetidas ao processo de extrusão com péletes de 4mm, sendo as mesmas secas, embaladas e identificadas.

O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia às 9h, 11h30, 14h e 17h, até a saciedade aparente dos animais. Foram realizadas biometrias a cada 28 dias, para acompanhamento do crescimento dos peixes, com captura mínima de 10% dos animais de forma aleatória.

O pH, a condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e o oxigênio dissolvido (mg/L) da água foram medidos quinzenalmente, enquanto a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e a transparência da água (m) foram monitoradas diariamente pela manhã (9h) e à tarde (17h).

Ao final do período experimental os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas, para a realização das análises sanguíneas. Foram coletadas amostras de 90 pacus, sendo 15 peixes de cada tratamento.

Avaliações hematológicas

Para a realização das análises sanguíneas foram coletadas aleatoriamente amostras de 3 peixes por unidade experimental, totalizando 54 amostras. Os peixes foram anestesiados com solução de Eugenol® (60mg/L.), em seguida, por punção da veia caudal, colheu-se com o auxílio de uma seringa descartável contendo EDTA (10%), 2,0mL de sangue de cada animal. Essa alíquota destinou-se à contagem do número de eritrócitos em câmara de *Neubauer* sob microscópio óptico com objetiva de 40 vezes, após diluição do sangue com líquido de *Hayem* (Collier, 1944), a determinação da hemoglobina foi realizada de acordo com Collier, (1944), hematócrito, segundo o método de Goldenfarb et al. (1971), volume corpuscular médio (VCM), de acordo com Vallada (1997) hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM), de acordo com Ranzani-Paiva (2005).

Avaliações bioquímicas

Para a determinação de triglicerídeos, proteínas totais e albumina utilizaram-se soro colhido sem EDTA (10%). Para a glicose, utilizou-se plasma colhido com EDTA (10%) e imediatamente separado por centrifugação. As análises foram realizadas utilizando “Kits” Gold Analisa®, específicos para cada análise e a leitura realizada por espectrofotômetro.

Avaliação Estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância com 5% de probabilidade foi aplicado o teste de média e em caso de diferenças Duncan, utilizando-se o programa computacional SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. (UFV, 1997)

Resultados e Discussão

Os valores médios de temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e transparência da água durante o experimento foram de $24,21 \pm 3,50^{\circ}\text{C}$, $7,42 \pm 0,22$, $55,51 \pm 6,08\mu\text{S}/\text{cm}$, $7,27 \pm 1,04\text{mg}/\text{L}$ e $2,22 \pm 0,42\text{m}$, respectivamente. Estes valores se encontram dentro dos recomendados para o cultivo de peixes em clima tropical (Boyd, 1990; Sipaúba-Tavares, 1995). No entanto, houve grande variação da temperatura durante o experimento

com diminuição linear em função dos dias de cultivo, visto que o experimento foi iniciado em janeiro e encerrado em julho.

As médias e o coeficiente de variação dos tratamentos das variáveis hematológicas em *P. mesopotamicus* estão relacionados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios das variáveis hematológicas em *P. mesopotamicus* oriundos do cultivo em tanques-rede, alimentadas com rações contendo dois níveis de energia e três níveis de proteína.

Variáveis	Níveis de energia Kcal/Kg						C.V. (%)
	3250			3500			
	Níveis de proteína (%)						
	25	30	35	25	30	35	
Eritrócitos ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	2,14a	2,04a	2,00a	1,92a	2,03a	1,98a	13,99*
Hemoglobina (g/dL^{-1})	12,49ab	13,62a	10,73c	11,97bc	12,68ab	12,14abc	15,89**
Hematócrito (%)	45,00a	43,67a	41,64a	43,40a	44,93a	42,10a	9,22*
VCM (μm^3)	213,19a	217,43a	213,02a	228,39a	222,74a	213,58a	13,56*
CHCM (g/dL)	28,30ab	31,21a	25,69b	27,64a	28,09b	28,82ab	14,76**
HCM (μg)	59,55a	67,46a	55,15a	63,21a	62,48a	61,85a	16,34*

(VCM) volume corpuscular médio

(CHCM) concentração da hemoglobina corpuscular média

(HCM) hemoglobina corpuscular média

(C.V.) coeficiente de variação

* = Não significativo em nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

** = Médias na mesma linha seguidas de letras distintas são diferentes em nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

As células vermelhas do sangue transportam oxigênio e gás carbônico por meio da hemoglobina, o hematócrito, a concentração de hemoglobina e a contagem total do número hemácias podem ser indicadores da capacidade de transporte de oxigênio dos peixes, relacionando-se, dessa forma, a concentração de oxigênio disponível no habitat de origem do animal (Tavares-Dias e Moraes; 2004). De acordo com Vosyliené (1999) a contagem de hemácias e o hematócrito quando decrescem são indicativos de anemia e de agravamento do estado de saúde do peixe.

Os valores médios relatados para contagem de eritrócitos variaram de 2,00 a 2,14 ($\times 10^6/\mu\text{L}$), nos tratamentos contendo o nível de 3250Kcal/Kg e 1,92 a 2,03($\times 10^6/\mu\text{L}$) nos tratamentos contendo 3500Kcal/Kg de energia. No entanto, não apresentaram diferença significativa. Estes valores foram inferiores aos encontrados para *P. mesopotamicus* por Tavares Dias (2004).

A maior dosagem da hemoglobina foi observada nos peixes que foram alimentados com ração contendo 30% de PB não deferindo dos valores encontrados para os peixes dos tratamentos 25%, 3250 e 35%, 3500.

O hematócrito variou de 41,64 a 45,00(%) nos tratamentos com 3250Kcal/kg de energia e 42,10 a 44,93(%) nos tratamentos com 3500Kcal/Kg, não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos. O hematócrito pode ser afetado em decorrência de fatores como é o caso do aumento da atividade eritropoiética do baço e do rim oriunda do estresse, enquanto que a deficiência de nutrientes deprime a produção de eritrócitos, trombócitos e leucócitos.

Os índices hematimétricos podem ser utilizados no controle de patologias e estresse, seja qual for a causa e ainda demonstram o estado fisiológico do animal. De acordo com Matos e Matos (1995), estes valores são calculados, e derivam dos primários (hemoglobina, hematócrito e contagem de eritrócitos).

O VCM variou 213,02 a 217,43(μm^3) nos tratamentos com 3250Kcal/Kg e 213,58 a 228,39(μm^3) nos tratamentos com 3500Kcal/Kg de energia sem apresentar diferenças significativas entre os tratamentos. O CHCM variou de 25,69 a 31,21 (g/dL) nos tratamentos com 3250Kcal/Kg, e 27,64 a 28,82 (g/dL) nos tratamentos com 3500Kcal/Kg de energia, e o HCM variou de 55,15 a 67,46 ($\mu\mu\text{g}$) nos tratamentos com 3250Kcal/Kg e 61,85 a 63,21($\mu\mu\text{g}$) nos tratamentos com 3500Kcal/Kg de energia digestível.

Bicudo e colaboradores (2009), quando avaliaram o crescimento e hematologia de pacu, alimentados com dietas com diferentes níveis de proteína e a relação de energia em sistema *in door*, encontraram valores de hematócrito variando entre 28 a 33%, contagem de eritrócitos de (1,71 a $1,85 \times 10^6 / \mu\text{L}$) e taxa de hemoglobina variando entre (8,86 a $9,29 \text{g/dL}^1$).

As mesmas variáveis quando comparadas à tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresentaram valores inferiores para hemoglobina e hematócrito, e valores semelhantes para CHCM, conforme demonstrados em estudos realizados por Tavares-Dias e Moraes (2002).

Os resultados apresentaram uma variação significativa do sangue nas variáveis de hemoglobina e CHCM. As características do eritrograma podem ser alteradas em decorrência da influência de fatores ambientais como mudanças de temperatura na água, nível de oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico da água, e de fatores fisiológicos, como o tempo de contenção do peixe para a obtenção do sangue, atuando como forma de estresse, a metodologia de colheita sanguínea, o uso de anticoagulantes, o uso de anestésicos e o tempo decorrido da colheita do sangue e as análises (Tavares-Dias, 2004).

Os valores das médias e o coeficiente de variação das análises bioquímicas estão representados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios das variáveis bioquímicas em *P. mesopotamicus*, oriundos do cultivo em tanques-rede e alimentados com rações contendo dois níveis de energia e três níveis de proteína.

Variáveis	Níveis de energia Kcal/Kg						C.V. (%)
	3250			3500			
	Níveis de proteína (%)						
	25	30	35	25	30	35	
Triglicerídeos (mg/dL)	225a	237,28a	232,83a	237,46a	231,88a	220,60a	38,40*
Glicose (mg/dL)	93,23a	95,58a	95,74a	93,93a	94,75a	98,47a	8,08*
Albumina (g/dL)	2,15a	2,67a	2,62a	2,27a	2,06a	2,79a	35,69*
Proteína (mg/mL)	5,64ab	5,16b	6,19a	5,71ab	5,58ab	6,16a	15,01**

C.V.= Coeficiente de variação.

* = Não significativo em nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

** = Médias na mesma linha seguidas se letras distintas são diferentes em nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

O nível de glicose variou entre 93,23 a 95,74(mg/dL⁻¹) e 93,93 a 98,47(mg/dL⁻¹) nos tratamentos com 3250Kcal/Kg e 3500Kcal/Kg de energia, respectivamente. Os valores de glicose se apresentaram superiores ao trabalho de Tavares-Dias, (2004). O amido variou expressivamente nas diferentes formulações, entretanto, não houve alteração sanguínea para a glicose. Segundo Cho, (1990); Wilson (1994), alguns peixes herbívoros e onívoros de águas quentes podem digerir e metabolizar melhor os carboidratos.

A albumina é o principal componente proteico de um soro, é uma proteína globular produzida pelo fígado, havendo lesão hepática ou renal, conseqüentemente haverá alteração nos resultados desta variável. Os valores avaliados entre os tratamentos não apresentaram diferença estatística, variando entre 2,15 a 2,67(g/dL) nos tratamentos com 3250Kcal/Kg de energia e 2,06 a 2,79(g/dL) nos tratamentos com 3500Kcal/Kg de energia respectivamente.

Os triglicerídeos variaram de 225,00 a 231,28(mg/dL⁻¹) nos tratamentos com 3250Kcal/Kg e 220,60 a 237,28 (mg/dL⁻¹) e nos tratamentos com 3500Kcal/Kg de energia digestível, e não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Um estudo realizado por Bittencourt et al. (2010), avaliando a densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede, demonstraram que os peixes alimentados com ração comercial com 32% de proteína bruta, durante 240 dias e peso final

aproximado de 1000g, apresentou níveis de glicose variando entre 99,95 a 106,55(mg/dL⁻¹), e taxa de hemoglobina variando entre (9,42 a 10,09g/dL⁻¹) e hematócrito de (40 a 42%).

Muñoz-Ramirez e Carneiro (2002) quando estudaram dietas com suplementação de lisina e metionina para pacu, encontraram o valor médio de glicose de 49,5mg/100ml, triglicerídeos de 211,5 mg/gL e valor de proteína plasmática total média de 7,72mg/ml, porém as dietas fornecidas possuíam valores de energia de 4.120 Kcal/kg e proteína de 22% de proteína bruta.

Segundo (Bicudo et al, 2009), os valores encontrados para pacu de proteína sérica encontrado foi de (5,06 a 5,66g/dL⁻¹), glicose (65,80 a 80,11 mg/dL⁻¹) e triglicerídeos (128,6 a 146,2mg/dL⁻¹). Neste trabalho houve diferença estatística na proteína sérica entre os tratamentos, porém os valores encontrados estavam-se dentro da média relatada por demais autores que estudaram essa mesma espécie.

Os parâmetros sanguíneos podem ser usados como indicadores biológicos no monitoramento do bem estar dos peixes, sendo utilizados como ferramenta para o diagnóstico de estresse animal, onde a composição bioquímica do plasma sanguíneo reflete de modo fiel à situação metabólica dos tecidos nos animais, sendo possível a avaliação de alterações no funcionamento de órgãos e adaptação do animal diante de desafios nutricionais e fisiológicos e desequilíbrios metabólicos específicos ou de origem nutricional.

Conclusão

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros eritrocitários, já entre os parâmetros bioquímicos, houve diferença estatística na concentração de proteína sérica, porém permanecem dentro dos valores recomendados para o esta espécie.

Agradecimentos

A UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná e GEMaQ – Grupo de Estudo de Manejo em Aquicultura, pela estrutura e insumos fornecidos para a realização do experimento.

Referências

- BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. Growth and haemaology of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fed diets with varying protein to energy ratio. **Aquaculture Research**, v.40, p.486-495, 2009.
- BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; LORENZ, E.K.; MALUF, M.L.F. Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2323-2329, 2010.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, L.. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, v.31, n.2, p.539-545, 2002.
- BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama: Birmingham Publiscing, 1990, 482p.
- CAMARGO, S. G. & POUHEY, J.L. Aquicultura - um mercado em expansão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.4, p.393- 396, out-dez, 2005.
- CHO, C.Y. Fish nutrition, feeds, and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture. **Food Reviews International**, v.6, p.333-357, 1990.
- COLLIER, H.B. The standardization of blood haemoglobin determinations. **Canadian Mediacal Association Journal**, Vancouver, v.50, p.550-552, 1944.
- FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. GFM, 2010; 100p.
- GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROSIOUS E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, New York, v.56, p.35-39, 1971.
- LOGATO P.V.R. **Nutrição e alimentação de peixe de água doce**. Viçosa: Aprenda Fácil, 128p., 2000.
- MATOS, M. S.; MATOS, P. F. **Laboratório Clínico Médico-Veterinário**. Editora Atheneu. 2ª Ed. SP/RJ/BH. 1995. 238p.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo *Oreochomis niloticus*. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa-Mg, v.32, n.8, p.1801-1809, 2003.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília: 2012. 129 p.
- MUÑOZ-RAMÍREZ, A.; CARNEIRO, D. J. Suplementação de lisina e metionina em dietas com baixo nível protéico para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg). **Acta Scientiarum**. Maringá, v.24, n.4, p.909-916, 2002.

NOGA, E. Fish leukocyte responses. In: Feldman, B.F.; Zinkl, J.G.; Jain, N.C.; **Veterinary hematology**, (Ed. Fifth). p.436-439, 2000.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. & GODINHO, H.M. Características do plasma sanguíneo do pacu, *Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887 em condições experimentais de criação. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v.15(2), p.169-177, jul./dez 1988.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. Hematologia de peixes – Técnicas hematológicas de pesquisa de hemoparasitos, Curso: Hematologia aplicada à Piscicultura. **Instituto de Pesca** – São Paulo SP, CAUNESP-UNESP, 2005

ROBERTS, R. J. Nutritional Pathology: Pages 453-504. in J. E. Halver and R.W. Hardy, editors. **Fish Nutrition** 3ed.; 2002.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada á aquicultura**. Jaboticabal: Funep, 1995. 72p.

TAVARES-DIAS M.; MELO J.F.B.; MORAES, G.; MORAES F. R. Características hematológicas de Teleósteos Brasileiros. IV. Variáveis do Jundiá *Rhandia quelen* (PIMELODIDAE). **Ciência Rural**, v.32, n.4, 2002.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES F. R.; MARTINS M. L.; SANTANA A. E. Haematological changes in *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichilidae) with gill ichthyophthiriasis and saprolegniosis. **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v.28(1), p.1-9, 2002.

TAVARES-DIAS, M. & MORAES, F. R. **Hematologia de peixes Teleósteos**. Ribeirão Preto-SP, p.144, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p. (Manual do usuário).

VALLADA, E. P. **Manual de Técnicas Hematológicas**. Editora ATHENEU. p.38, 1997.

VOSYLIENÉ, M.Z. The effects of heavy metals on haematological indices of fish (Survey). **Acta Zoologica Lituanica**. v. 9, p.76-82, 1999.

WILSON, R.P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**; v.80, p.124-167, 1994.

Recebido para publicação em: 22/12/2013

Aceito para publicação em: 08/07/2014