

# Desempenho da tilápia-do-Nilo arraçoada com dietas contendo farinha de sangue bovino atomizado ou convencional

Willian Vicente Narváez-Solarte<sup>1\*</sup>, Antonio Celso Pezzato<sup>2</sup>, Luiz Edivaldo Pezzato<sup>2</sup>, Margarida Maria Barros<sup>2</sup> e Gustavo do Valle Polycarpo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colômbia. <sup>2</sup>Departamento de Melhoramento Zootécnico e Nutrição Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, São Paulo, Brasil. <sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: wnarvaez@ucaldas.edu.co

**RESUMO.** Foi avaliado o desempenho e os índices de rendimento da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com níveis crescentes de farinha de sangue atomizado (FSA) ou de farinha de sangue convencional (FSC) em dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis. Foram utilizados 252 alevinos, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 4) + 1, duas classes de farinha de sangue com quatro níveis de inclusão de cada farinha na dieta, e uma dieta-controle, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em uma dieta-controle à base de farelo de soja, contendo 34% de proteína digestível (PD) e 3.200 kcal de energia digestível kg<sup>-1</sup> (ED), mais quatro rações formuladas com FSA e quatro rações com FSC, com inclusões de 5, 10, 15 e 20% de cada farinha na ração, mantendo-se os níveis de PD, ED, fósforo, cálcio, lisina, metionina, treonina e triptofano idênticos aos da dieta-controle. Concluiu-se que é possível utilizar até 15% da FSC em rações para tilápia-do-Nilo na fase de 5 a 150 g de peso vivo.

**Palavras-chave:** aminoácidos, desnaturação, proteína, *Oreochromis niloticus*.

**ABSTRACT. Performance of Nile tilapia fed with spray-dried or vat-dries bovine blood meal.** The study evaluated the performance and carcass composition index of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with diets containing increasing levels of spray-dried blood meal (SDBM) and vat-dried blood meal (VDBM) and formulated based on digestible amino acids. Two hundred and fifty-two fingerlings were distributed in a completely randomized design, in a (2 x 4) + 1 factorial model, two types of blood meal with four levels of each blood meal in the diet, and a control diet (without blood meal), with four replications. The treatments consisted of soybean meal-based control diet, with 34% digestible protein (DP) and 3,200 kcal of digestible energy kg<sup>-1</sup> (DE), plus four diets formulated with SDBM and four diets with VDBM, containing 5, 10, 15 and 20% of each meal in feed, maintaining identical DP, DE, phosphorus, calcium, lysine, methionine, threonine and tryptophan levels as those of the control diet. The results show that it is possible to use up to 15% VDBM in diets of Nile tilapia (*O. niloticus*) between 5 to 150 g of body weight.

**Keywords:** amino acids, degradation, protein, *Oreochromis niloticus*.

## Introdução

O sangue é um tecido com 83% de umidade e 14% de nitrogênio na sua matéria seca. As proteínas hemoglobina, albumina e globulinas representam, respectivamente, 59, 16 e 13% do nitrogênio total, correspondendo a 800 g de proteína e 90 g de lisina kg<sup>-1</sup> de matéria seca (FELDMAN et al., 2000). O alto conteúdo de umidade e aminoácidos faz o sangue altamente susceptível à deterioração, razão pela qual tem que ser processado antes de ser incorporado na dieta animal (WADHWA et al., 1993).

A farinha de sangue atomizada (FSA) é o produto do processamento nos secadores pulverizadores ou *spray-dryers* (WISMER-PEDERSEN, 1988). A produção da farinha de sangue convencional (FSC) envolve temperaturas de até 200°C e tempo prolongado de quatro a 12h de cozimento, sendo obtida a partir do sangue colhido no matadouro, o qual é aquecido até coagular (BUTOLO, 2002); então, por compressão, extrai-se a fração líquida para posterior evaporação, secagem e moagem, em condições controladas (EVANGELISTA, 2001). A composição em aminoácidos das farinhas de sangue obtidas pelos diferentes métodos de processamento é

muito similar e igual à do produto original, sendo excelente fonte de lisina.

Sampaio et al. (2001) determinaram, com a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), a digestibilidade da farinha de sangue atomizado (FSA) e da farinha convencional (FSC). Esses autores encontraram para a FSA e para a FSC, respectivamente, os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca de 82,47 e 53,36%, proteína bruta de 97,33 e 50,69%, extrato etéreo de 52,22 e 89,36% e energia bruta de 74,97 e 57,97%. A farinha de sangue atomizado apresenta-se como ótima fonte proteica para a tilápia, enquanto que, a farinha de sangue convencional, por apresentar baixo coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, não é recomendada como fonte proteica de origem animal em rações para essa espécie (SAMPAIO et al., 2001).

Asgard e Austreng (1986) concluíram que 50% da proteína da farinha de peixe podem ser substituídas pela farinha de sangue na dieta da truta e do salmão. Otubusin (1987) verificou que substituição acima de 50% do farelo de soja pela farinha de sangue resultou na diminuição significativa no crescimento da tilápia, enquanto que o nível de 10% foi o mais eficiente. Martins e Guzmán (1994) recomendaram a inclusão de 5% de FSC, em substituição à farinha de peixe na dieta do tambaqui; entretanto, os autores observaram que níveis de 10,3 e 17,8% de FSC reduziram drasticamente a taxa de crescimento, piorando a conversão alimentar e a taxa de eficiência proteica. Yousif et al. (1996) verificaram resultados negativos sobre a taxa de crescimento e eficiência alimentar com substituição total da farinha de peixe pela farinha de sangue desidratada ao sol, na dieta para alevinos de tilápia azul (*Oreochromis aureus*). Em pesquisa com a tilápia-do-Nilo, Barros et al. (2004) mostraram que a presença na ração de níveis acima do 3,67% de farinha de sangue seca pelo método tambor originam queda significativa no ganho de peso e piora na conversão alimentar.

O objetivo da presente pesquisa foi avaliar os parâmetros de desempenho e os índices de rendimento da tilápia-do-Nilo alimentada com níveis crescentes de farinha de sangue atomizado (FSA) ou de farinha de sangue convencional (FSC) na dieta formulada com base em aminoácidos digestíveis.

## Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida no período de 12 semanas na Unesp – Universidade Estadual Paulista, no Laboratório de Nutrição de

Organismos Aquáticos – AquaNutri, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Câmpus de Botucatu, unidade integrada ao Centro de Aqüicultura da Unesp.

A estrutura experimental foi formada por 36 caixas de fibra de vidro 250 L<sup>-1</sup> cada, dotadas de biofiltro comum para manutenção da qualidade da água. A temperatura da água foi controlada por termostato e aquecedores. A qualidade da água foi monitorada semanalmente, observando-se a temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e pH, que foram mantidos dentro da faixa de conforto para a tilápia-do-Nilo (SIPAÚBA-TAVARES, 1995), com valores médios de 26,0 ± 1,0°C; 6,1 ± 0,5 mg L<sup>-1</sup> e 6,7 ± 0,2, respectivamente. Foram realizadas sifonagens semanais nos aquários para retirada de fezes.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4 + 1, ou seja, dois ingredientes: farinha de sangue atomizado (FSA) e farinha de sangue convencional (FSC) com quatro níveis de inclusão na ração (5, 10, 15 e 20%) e uma ração-controle.

Foram distribuídos aleatoriamente 252 alevinos de tilápia-do-Nilo, revertidos sexualmente, com peso médio inicial de 5,30 g, perfazendo a lotação de sete peixes por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em uma ração-controle à base de farelo de soja, contendo 34% de proteína digestível (PD) e 3.200 kcal de energia digestível kg<sup>-1</sup> (ED), e oito rações com inclusão de 5, 10, 15 e 20% de FSA ou de FSC. Foram mantidos os níveis de PD, ED, fósforo disponível (P<sub>disp</sub>), cálcio (Ca) e aminoácidos digestíveis (lisina, metionina, treonina e triptofano) idênticos ao da dieta-controle, e formuladas de acordo com a composição dos alimentos determinada por Pezzato et al. (2002, 2009) (Tabela 1).

No preparo das rações, ingredientes foram padronizados por meio de moagem e peneiramento (0,46 mm de abertura de malha), sendo então homogeneizados em misturador automático e submetidos ao processo de extrusão em equipamento de rosca simples Extrutech®, a fim de se obterem grânulos com 5,0 mm de diâmetro. Após resfriamento, os grânulos foram secos em estufa com circulação de ar a 55,0°C 24h<sup>-1</sup> e, posteriormente armazenados a -20,0°C. A composição químico-bromatológica das rações foi determinada segundo a AOAC (2000), no Laboratório de Bromatologia da Agrocere Nutrição Animal Ltda., Rio Claro, Estado de São Paulo e no Laboratório de Bromatologia da FMVZ, Unesp, Câmpus de Botucatu.

**Tabela 1.** Composição percentual e químico-bromatológica das dietas experimentais.

Ingrediente	Tratamento										
	Controle	Farinha de sangue convencional (FSC)					Farinha de sangue atomizada (FSA)				
		0%	5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%	
Farelo de soja	46,70	40,58	36,78	33,40	29,89	30,40	17,74	7,80	2,90		
Levedura	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		
Farelo de algodão	13,10	7,55	7,55	6,55	7,70	12,00	12,00	11,78	2,90		
Glúten de milho	12,00	15,00	15,00	15,20	15,0	15,00	15,00	14,80	15,39		
Sangue (FSA)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,00	10,00	15,00	20,00		
Sangue (FSC)	0,0	5,00	10,00	15,00	20,00	0,0	0,0	0,0	0,0		
Fubá de milho	11,09	5,20	4,97	5,60	6,75	8,30	5,10	8,90	4,94		
Farelo de trigo	0,0	7,05	7,00	6,40	3,12	11,47	20,50	19,20	20,63		
Quirera de arroz	5,25	7,25	5,38	4,34	3,29	5,65	7,60	11,00	15,00		
Amido de milho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,36		
Celulose	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,77		
L-lisina	1,29	1,34	1,32	1,29	1,27	1,28	1,16	1,01	0,75		
DL-metionina	0,55	0,53	0,54	0,54	0,54	0,50	0,47	0,45	0,41		
L-triptofano	0,0	0,01	0,02	0,02	0,02	0,0	0,0	0,0	0,01		
L-treonina	0,56	0,56	0,55	0,53	0,52	0,55	0,52	0,49	0,45		
Óleo de soja	3,07	3,55	4,10	4,32	5,00	2,90	2,85	2,23	2,95		
Fosfato bicálcico	5,37	5,20	5,20	5,06	5,05	5,24	5,12	5,18	5,32		
Calcário cálcico	0,03	0,17	0,24	0,40	0,50	0,33	0,60	0,82	0,87		
Vitamina C	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08		
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		
Supl. Vit. e Min. <sup>1</sup>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
BHT <sup>2</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		

Composição químico-bromatológica calculada										
ED (kcal kg <sup>-1</sup> )	3306	3300	3300	3293	3298	3304	3300	3310	3302	
PD (%)	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	34,07	34,00	34,02	34,00	
PB (%)	39,11	40,45	41,88	43,30	44,77	38,86	38,46	38,08	37,49	
FB (%)	5,22	4,62	4,39	4,00	3,69	5,02	4,98	4,25	5,27	
EE (%)	4,87	5,55	6,04	6,18	6,70	5,15	5,34	4,70	5,24	
Ca (%)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
P disp. (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Met <sub>dig</sub> (%)	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	
Met + Cys <sub>dig</sub> (%)	1,26	1,26	1,27	1,26	1,25	1,27	1,26	1,25	1,23	
Lys <sub>dig</sub> (%)	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,71	
Trp <sub>dig</sub> (%)	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,36	0,36	
Thr <sub>dig</sub> (%)	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	
Ile <sub>dig</sub> (%)	1,40	1,32	1,24	1,16	1,08	1,16	0,94	0,74	0,59	
Leu <sub>dig</sub> (%)	3,11	3,37	3,43	3,50	3,54	3,54	3,82	4,08	4,47	

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico e mineral (SupreMais): níveis de garantia por kg do produto: Vitaminas: A=1.200.000 UI; D3=200.000 UI; E=12.000 mg; K3=2.400 mg; B1=4.800 mg; B2=4.800 mg; B6=4.000 mg; B12=4.800 mg; ac. Fólico=1.200 mg; pantotenato de Ca=12.000 mg; C=48.000 mg; biotina=48 mg; colina=65.000 mg; niacina=24.000 mg; minerais: ferro=10.000 mg; cobre=600 mg; manganês=4.000 mg; zinco=3.000 mg; iodo=20 mg; cobalto=2 mg e selênio=20 mg. <sup>2</sup>BHT = antioxidante (Butil hidroxi tolueno).

As rações foram oferecidas diariamente nos horários das 7, 9, 11, 14, 16 e 18h, objetivando-se a saciedade aparente dos animais. Foi avaliado o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, taxa de crescimento específico, viabilidade e características da carcaça. Para avaliação das características da carcaça foram retirados quatro peixes de cada repetição ao final do experimento, determinando-se os rendimentos em carcaça e filé, percentagem de proteína bruta do filé, do índice de gordura visceral e a taxa de eficiência proteica.

Para a análise estatística, foi utilizado o procedimento GLM do SAS (1999). Os resultados foram submetidos à análise de variância e, na presença de efeito significativo dos tratamentos procedeu-se ao desdobramento da soma de quadrados dos tratamentos em contrastes ortogonais para comparar grupos de médias de tratamentos. Para determinar diferença entre médias de

tratamentos foi realizado o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) e verificou-se efeito linear e quadrático por meio dos modelos de regressão polinomial dentro de níveis, com a significância de  $p \leq 0,05$ .

**Resultados e discussão**

Os resultados de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, taxa de crescimento específico e viabilidade estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Ganho de peso (GP), viabilidade (VIAB), consumo ração (CR), conversão alimentar (CA) e taxa de crescimento específico (TCE) da tilápia-do-Nilo, durante a fase de crescimento, alimentada com níveis crescentes de farinha de sangue atomizado (FSA) ou farinha de sangue convencional (FSC) na dieta.

Tratamento	Nível (%)	GP (g peixe <sup>-1</sup> )	VIAB (%)	CR (g peixe <sup>-1</sup> )	CA (g g <sup>-1</sup> )	TCE (% dia <sup>-1</sup> )
Controle	0	133,20	94,37	164,70	1,24	1,64
FSC	5	129,60 d	97,18	161,10	1,20	1,64
	10	133,20 c	97,78	161,10	1,21	1,65
	15	155,70 a	94,88	178,20	1,14	1,72
	20	144,90 b	97,06	173,70	1,20	1,70
Efeito linear		**	NS	NS	NS	*
FSA	5	115,20 a	100,00	142,20 a	1,23	1,60
	10	91,80 b	100,00	100,80 b	1,10	1,48
	15	104,40 b	100,00	115,20 b	1,10	1,55
	20	73,80 c	100,00	87,30 c	1,18	1,38
Efeito linear		**	NS	**	NS	*
CV%		8,95	4,39	6,78	6,27	2,80

Ingrediente	Equação Linear	Coefficiente de Determinação
FSC	GP = 1,44050+0,01055x	R <sup>2</sup> = 0,78
	TCE = 1,61999+0,00465x	R <sup>2</sup> = 0,63
FSA	GP = 1,4385-0,02890x	R <sup>2</sup> = 0,82
	CR = 1,7600-0,04035x	R <sup>2</sup> = 0,84
	TCE = 1,64790-0,1175x	R <sup>2</sup> = 0,59

C.V.%: Coeficiente de variação; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*:  $p < 0,05$ ; Médias de tratamentos dentro de cada farinha de sangue seguidas por letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ), pelo teste de Tukey.

Pela análise de contrastes ortogonais, ao comparar a média de ganho de peso dos peixes do tratamento-controle (133,20 g) com a média dos peixes que consumiram as rações contendo FSA e FSC, verificou-se efeito negativo ( $p \leq 0,05$ ) para o ganho de peso dos peixes alimentados com os ingredientes testados. Observou-se, também, interação significativa ( $p \leq 0,05$ ) das farinhas de sangue utilizadas e o nível de inclusão na dieta sobre ganho de peso, taxa de crescimento específico e consumo de ração. Entretanto, esta interação não foi observada para as variáveis taxa de sobrevivência dos peixes e para a conversão alimentar.

Os peixes alimentados com as rações contendo os diferentes níveis de inclusão de FSC apresentaram resposta linear positiva ( $p \leq 0,05$ ) para ganho de peso e taxa de crescimento específico. Entretanto, estas características foram influenciadas negativamente nos peixes que receberam rações com os diferentes níveis de FSA.

Ao contrastar a média de consumo de ração dos peixes alimentados pela ração-controle com as

médias dos peixes consumindo rações com FSA e FSC, observou-se efeito negativo ( $p \leq 0,05$ ) da inclusão dessas farinhas. Este resultado ocorreu, provavelmente, em função do efeito negativo da inclusão dos níveis crescentes da FSA nas rações, cuja média de consumo de ração foi de 111,38 g, sendo significativamente inferior ao consumo (168,30 g) dos peixes alimentados com as rações contendo a FSC, os quais apresentaram o melhor resultado, mesmo quando comparado à ração-controle.

A sobrevivência dos peixes foi afetada ( $p \leq 0,05$ ) pela presença das farinhas de sangue na dieta. Pode-se constatar que apresentaram maior viabilidade (100%), aqueles alimentados com a FSA, seguidos dos que receberam a FSC (96,73%) e a ração-controle (94,37%). Entretanto, não foi observada diferença ( $p > 0,05$ ) em função dos níveis de inclusão das farinhas de sangue estudadas.

A conversão alimentar dos peixes não foi influenciada pelas rações dos diferentes tratamentos ( $p > 0,05$ ). A análise conjunta do ganho de peso, consumo e conversão alimentar dos peixes mostra que os indivíduos que consumiram mais apresentaram maior ganho de peso e, vice-versa, sem influenciar significativamente a conversão alimentar entre tratamentos.

Houve maior ganho de peso dos peixes que consumiram dietas contendo os diferentes níveis de FSC, em relação àqueles que consumiram as rações contendo FSA (Tabela 2). Este resultado é contraditório, uma vez que a FSA sofre menores danos durante o processamento térmico no qual é obtida, se comparado com o método da desidratação da FSC.

O menor ganho de peso apresentado pelos peixes alimentados com as dietas contendo a FSA ocorreu, principalmente, pela diminuição no consumo de alimento. Embora os níveis crescentes de FSC tenham mostrado efeito linear positivo no ganho de peso, o teste de comparações múltiplas mostrou que os peixes que consumiram a ração contendo 15% da FSC apresentaram melhor ganho e maximizaram o consumo de alimento.

As relações leucina: isoleucina, dentro dos níveis de FSC, foram de 2,55:1; 2,77:1; 3,02:1 e 3,28:1, respectivamente, para 5, 10, 15 e 20% de inclusão, enquanto que as mesmas relações dentro da FSA apresentaram os valores de 3,05:1; 4,08:1; 5,54:1 e 7,64:1 para essas mesmas e respectivas dietas. A isoleucina é o primeiro aminoácido limitante na farinha de sangue para a tilápia-do-Nilo e a FSA apresentou o menor conteúdo. Na FSA, a maior deficiência neste aminoácido e a pior relação leucina isoleucina<sup>-1</sup> provavelmente propiciaram o

antagonismo entre os aminoácidos, que podem ter ocasionado as respostas negativas (De SILVA; ANDERSON, 1995).

A FSC apresenta relação aminoácidos essenciais não-essenciais<sup>-1</sup> mais próxima da observada na carcaça da tilápia-do-Nilo em relação à FSA. Segundo Cowey (1995), essa proporção deve ser próxima de 50:50 para maximizar o ganho de peso e a eficiência alimentar. A FSC, comparada com a FSA, apresenta melhor relação lisina arginina<sup>-1</sup> digestíveis, em relação à encontrada na carcaça da tilápia-do-Nilo e, com isso, menor risco de antagonismo entre estes aminoácidos.

O plasma é separado da fração celular durante o processamento para obtenção da FSA, enquanto que na FSC permanece e encontra-se misturado com a fração celular. Isso pode melhorar a palatabilidade e favorecer a preferência dos peixes pela FSC, resultando no maior consumo pelos peixes, graças à ação palatilizante da fração sanguínea. Esses resultados (Tabela 2) confirmam aqueles obtidos com suínos por De Rouchey et al. (2002) e Rodas et al. (1995) quando destacaram a importância do plasma animal como palatilizante, seja de forma isolada ou como parte da farinha de sangue integral.

O conteúdo de ferro nestes ingredientes é de 2.045 e 2.511 mg kg<sup>-1</sup> para a FSC e FSA, respectivamente. Esses valores se apresentam muito superiores às necessidades deste mineral pela tilápia-do-Nilo. Segundo Lim et al. (2001), o excesso de ferro na dieta pode ser tóxico para os peixes, com sinais clínicos que se manifestam pela diminuição do crescimento, menor eficiência alimentar e danos hepáticos. Além disso, o ferro na presença de ácidos graxos insaturados da dieta favorece a peroxidação e formação de radicais livres, com diminuição da integridade das membranas celulares.

Os resultados apresentados na presente pesquisa contrariam aqueles apresentados por Barros et al. (2004), quando apresentaram que níveis acima do 3,67% de FSC na ração da tilápia-do-Nilo originaram queda significativa no ganho de peso e pior conversão alimentar. Pode-se pressupor que tais resultados sejam decorrentes da deficiência de alguns aminoácidos, que se corrigido permitiria maior inclusão de farinha de sangue comum (tambor), sem prejuízos ao crescimento, como observado neste estudo. Por outro lado, quando comparados com os resultados obtidos com outras espécies de peixes, mostram que a tilápia aceita maiores teores de FSC na dieta que o tambaqui (MARTINS; GUZMÁN, 1994) e, inferiores aos da truta arco-íris (ASGARD; AUSTRENG, 1986). Pode-se observar, ainda, que houve menor ganho de peso e maior consumo de alimento, quando estes

peixes receberam ração contendo FSA. Isto ocorreu provavelmente em função do desbalanço de nutrientes da ração, pela baixa palatabilidade e/ou outros prováveis agentes químicos, detectados pelos peixes nas dietas que continham a FSA.

Os resultados de rendimento de carcaça e filé, assim como da concentração de proteína no filé e a taxa de eficiência proteica estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Rendimento em carcaça (RC), matéria seca da carcaça (MSC), índice de gordura visceral (IGV), matéria seca de filé (MSF), proteína bruta do filé (PBF) e taxa de eficiência proteica (TEP) da tilápia-do-Nilo na fase de crescimento alimentada com níveis crescentes de farinha de sangue atomizado (FSA) e farinhas de sangue convencional (FSC) na dieta.

Tratamento	Nível (%)	RC (%)	MSC (%)	IGV (%)	MSF (%)	PBF (%)	TEP (g g <sup>-1</sup> )
Controle	0	91,20	35,02	0,58	23,79	73,78	2,37
	5	91,90	34,76	0,80	22,35	79,75	2,38
	10	91,47	40,13	0,59	22,29	80,60	2,43
	15	90,34	42,58	0,49	23,83	73,50	2,57
FSC	20	91,68	38,17	0,82	22,95	70,79	2,45
	5	91,82	37,37	1,09	23,78	75,18	2,37
	10	92,26	37,79	0,65	21,72	73,94	2,67
	15	91,55	32,59	0,76	22,18	75,11	2,65
FSA	20	90,26	26,263	0,43	22,61	72,40	2,49
	CV%	1,25	18,24	50,23	7,05	5,92	5,68

CV% = Coeficiente de Variação.

Pode-se observar que os peixes alimentados com a ração-controle apresentaram, em média, rendimento de carcaça de 91,20%, valor semelhante ( $p > 0,05$ ) ao apresentado pelos peixes que recebem as rações contendo os diferentes teores de FSC e FSA. Embora não tenha ocorrido diferença entre tratamentos referente ao teor de matéria seca da carcaça ( $p > 0,05$ ), observou-se diferença significativa entre tratamentos ( $p < 0,05$ ) ao se avaliar o teor de matéria seca e a concentração de proteína bruta no filé dos peixes. A média do rendimento de filé obtida nos peixes que receberam as rações contendo FSA foi significativamente inferior ( $p < 0,05$ ) à dos peixes que receberam a ração-controle e as rações contendo FSC.

A decomposição da soma de quadrados em contrastes ortogonais dos resultados da taxa de eficiência proteica indicou que esta variável não foi afetada ( $p > 0,05$ ) pela inclusão da FSC e de FSA quando comparada com a ração-controle. Pelo mesmo teste estatístico, os peixes alimentados com níveis crescentes de FCA apresentaram maior taxa de eficiência proteica ( $p < 0,05$ ), comparados aos que receberam FSC. Entretanto, não foi verificada diferença significativa entre as médias de taxa de eficiência proteica dos peixes alimentados com os diferentes níveis de inclusão dentro de cada uma das farinhas pesquisadas.

Não foi constatado efeito da inclusão da FCA e FSC sobre o índice de gordura visceral dos peixes. A

média do índice de gordura visceral apresentada pelos animais que receberam a ração-controle foi de 0,58%. Esta foi estatisticamente igual à média apresentada pelos peixes que receberam a FSC e FCA, que em média apresentaram índices de 0,68 e 0,73%, respectivamente.

Os peixes que consumiram as rações contendo FSA tiveram crescimento comprometido com o aumento do nível deste ingrediente na ração; por outro lado, a taxa de eficiência proteica não acompanhou as respostas do ganho de peso, pois os animais com menor ganho de peso e menor consumo de ração, apresentaram os maiores valores para este índice. Isso se justifica em virtude do menor consumo de ração, em que o “turnover” de proteína para manutenção é mantido e ocorre menor deposição de reservas de energia, representada pelas gorduras.

**Conclusão**

Há a possibilidade da inclusão de até 15% de FSC em rações para a tilápia-do-Nilo entre 5 a 150 g de peso vivo. A utilização da FSA não deve ser utilizada, pois proporciona baixos resultados de crescimento.

São necessárias pesquisas com níveis inferiores a 5% de farinha de sangue atomizado e, em combinações com ingredientes ricos nos aminoácidos limitantes, ou ainda, ingredientes com características de maior palatabilidade.

**Referências**

AOAC-Association of Official Analytical Chemists International. **Official methods of analysis**. 17th ed. Gaithersburg, 2000.

ASGARD, T.; AUSTRENG, E. Blood, ensiled or frozen, as feed for salmonids. **Aquaculture**, v. 55, n. 4, p. 263-284, 1986.

BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; HISANO, H.; FALCON, D. R.; SÁ, M. V. C. Farinha de sangue tostada em dietas práticas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 1, p. 5-13, 2004.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1. ed. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002.

COWEY, C. B. Intermediary metabolism in fish with reference to output of end products of nitrogen and phosphorus. **Water Science and Technology**, v. 31, n. 10, p. 21-28, 1995.

De ROUCHEY, J. M.; TOKACH, M. D.; NELSEN, J. L.; GOODBAND, R. D.; DRITZ, S. S.; WOODWORTH, J. C.; JAMES, B. W. Comparison of spray-dried blood meal and blood cells in diets for nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 11, p. 2879-2886, 2002.

- De SILVA, S. S.; ANDERSON, T. A. **Fish nutrition in aquaculture**. 1st ed. London: Chapman and Hall, 1995.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2001.
- FELDMAN, B. F.; ZINKL, J. G.; JAIN, N. C. **Schalm's Veterinary Hematology**. 5th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 2000.
- LIM, C.; KESIUS, P. H.; SHOEMAKER, C. A. Dietary iron and fish health. In: LIM, C.; WEBSTER, C. D. (Ed.). **Nutrition and fish health**. New York: The Waworth Press, 2001. p. 189-199.
- MARTINS, S. N.; GUZMÁN, E. C. Effect of drying method of bovine blood on the performance of growing diets for tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) in experimental culture tanks. **Aquaculture**, v. 124, n. 1-4, p. 335-341, 1994.
- OTUBUSIN, S. O. Effects of different levels of blood meal in pelleted feeds on tilapia, *Oreochromis niloticus*, production in floating bamboo net-cages. **Aquaculture**, v. 65, n. 3-4, p. 263-266, 1987.
- PEZZATO, L. E.; BARRO, M. M.; FURUYA, W. M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, supl. esp., p. 43-51, 2009.
- PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARRO, M. M.; PINTO, L. G. Q.; FURUYA, W. M.; PEZZATO, A. C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1595-1604, 2002.
- RODAS, B. Z.; SOHN, K. S.; MAXWELL, C. V.; SPICER, L. J. Plasma protein for pigs weaned at 19 to 24 days of age. Effect on performance and plasma insulin-like growth factor-I, growth hormone, insulin and glucose concentrations. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 12, p. 3657-3665, 1995.
- SAMPAIO, F. G.; HISANO, H.; YAMAKI, R. A.; KLEEMANN, G. K.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e *spray-dried*, pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 23, n. 4, p. 891-896, 2001.
- SAS-Statistical Analysis Systems Institute. **User's guide**, 8th ed. Cary: SAS Institute Inc., 1999.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: Funep, 1995.
- WADHWA, M.; MAKKAR, G. S.; ICHPONANI, J. S. Disappearance of protein supplements and their fractions *in sacco*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 40, n. 4, p. 285-293, 1993.
- WISMER-PEDERSEN, J. Use of hemoglobin in foods: a review. **Meat Science**, v. 24, n. 1, p. 31-45, 1988.
- YOUSIF, O. M.; OSMAN, M. F.; ALHADRAMI, G. A. Evaluation of dates and date pits as dietary ingredients in tilapia (*Oreochromis aureus*) diets differing in protein sources. **Bioresource Technology**, v. 57, n. 1, p. 81-85, 1996.

Received on July 24, 2010.

Accepted on November 30, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.