Brazilian Journal of Development

Fenilalanina em dietas para juvenis de tilápia do nilo

Phenylalanine in diets for juvenile of nile tilapia

DOI:10.34117/bjdv6n5-401

Recebimento dos originais: 13/04/2020

Aceitação para publicação: 20/05/2020

Evandro Bilha Moro
Doutorando em Aquicultura pelo Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Instituição: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Endereço: Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP 14884-900. Jaboticabal – SP, Brasil.
E-mail: evandro.moro@unesp.br

Jhonis Ernzen Pessini
Doutorando em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina
Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina
Endereço: Rodovia Admar Gonzaga, 1346, CEP 88034-000, Florianópolis – SC, Brasil.
E-mail: jhonispessini@hotmail.com

Diogo Yamashiro
Engenheiro de Pesca pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Instituição: C.Vale - Cooperativa Agroindustrial
Endereço: Av. Ariosvaldo Bitencourt, 2000, CEP 85950-000, Palotina – PR, Brasil
E-mail: diogoyamashiro@gmail.com

Dacley Hertes Neu
Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá e Pós-Doutorado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Docente do curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da Grande Dourados.
Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados
Endereço: Rua João Rosa Góes, 1761 - Vila Progresso, CEP 79825-070, Dourados – MS, Brasil.
E-mail: dacley_pesca@hotmail.com

Fábio Bittencourt
Doutor em Aquicultura pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" e Pós-Doutorado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Docente do curso de Engenharia de Pesca da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Endereço: Rua da Faculdade, 645 - Jardim Santa Maria, CEP 85903-000, Toledo – PR, Brasil.
E-mail: fabio.gemaq@gmail.com

Brazilian Journal of Development

Wilson Rogério Boscolo
Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá e Pós-doutorado em Zootecnia pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp. Docente do curso de Engenharia de Pesca da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Endereço: Rua da Faculdade, 645 - Jardim Santa Maria, CEP 85903-000, Toledo – PR, Brasil.
E-mail: wilsonboscolo@hotmail.com

Altevir Signor
Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" e Pós-doutorado em Zootecnia pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp. Docente do curso de Engenharia de Pesca da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Endereço: Rua da Faculdade, 645 - Jardim Santa Maria, CEP 85903-000, Toledo – PR, Brasil.
E-mail: altevir.signor@gmail.com

RESUMO
O presente estudo teve por objetivo avaliar níveis de fenilalanina em dietas para tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. Foram utilizados 270 juvenis com peso médio inicial de 2,98 ± 0,14 gramas e comprimento total inicial de 5,66 ± 0,40 centímetros. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em 18 unidades experimentais com capacidade de 500 litros, compostos por 15 peixes em cada unidade. Foram utilizadas seis dietas experimentais isoproteicas (26,81 %PD) e isoenergéticas (3036 Kcal.Kg^{-1} ED) contendo 0,76; 0,90; 1,04; 1,18; 1,32 e 1,46% de fenilalanina. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia, até à saciedade aparente. Após 60 dias do fornecimento das dietas experimentais, foram avaliados o ganho em peso, sobrevivência, taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, índice hepatossomático, índice de gordura viscerossomático, composição centesimal da carcaça e variáveis hematológicas. Os dados foram submetidos à ANOVA a um nível de significância de 5%. Não foram encontradas diferenças nas variáveis de desempenho produtivo, composição centesimal da carcaça e variáveis hematológicas. De acordo com os resultados obtidos, o nível de 0,76% de fenilalanina em dieta para tilápia do Nilo fui suficiente para atender a exigência nessa fase de vida.

Palavras-chave: alimentação, aminoácido essencial, aquicultura, nutrição.

ABSTRACT
The present study aimed to evaluate levels of phenylalanine in diets to Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. We used 270 juveniles with initial average weight of 2.98 ± 0.14 grams and initial total length of 5.66 ± 0.40 centimeters. The experimental design was completely randomized in 18 experimental units with capacity of 500 liters, composed of 15 fish in each unit. Were used six experimental diets isoproteic (26.81% PD) and isoenergetic (3036 Kcal.Kg-1 ED) containing 0.76; 0.90; 1.04; 1.18; 1.32 and 1.46% phenylalanine. The fish were fed four times a day, until apparent satiety. After 60 days of experimental diets, were evaluated the weight gain, survival, specific growth rate, apparent feed conversion, hepatosomatic index, viscerosomal fat index, carcass centesimal composition and hematological variables. Data were submitted to ANOVA at a significance level of 5%. No differences were found in

Brazilian Journal of Development

the variables of productive performance, centesimal composition of the carcass and hematological variables. According to the results obtained, the level of 0.76% of phenylalanine in diet for Nile tilapia was sufficient to meet the requirement in this phase of life.

Keywords: essential amino acid, aquaculture, feeding, nutrition.

1 INTRODUÇÃO

A expansão das atividades da produção de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, tem se destacado pelo estabelecimento de pacotes zootécnicos referentes aos diversos campos de pesquisa, apresentando importância no cenário aquícola devido a diversas características favoráveis do seu cultivo. Dentre elas, a rusticidade, facilidade de criação, adaptação ao clima, prolificidade, características organolépticas da carne e boa aceitação pelo mercado consumidor, tornam a tilápia o peixe de água doce mais produzido no Brasil e o segundo mais produzido no mundo (IBGE, 2018; FAO, 2018).

Tendo em vista que o maior custo de uma produção aquícola é com a alimentação, os nutricionistas buscam a elaboração de dietas balanceadas, com base em valores de nutrientes de alta digestibilidade, adequação do manejo alimentar e tecnologias de processamento que possam otimizar a produção melhorando o desempenho produtivo dos animais (TEIXEIRA et al., 2008; FURUYA, 2013). Neste cenário, a realização de pesquisas para determinar as exigências nutricionais de aminoácidos, minerais e vitaminas buscam aperfeiçoar os efeitos das dietas sobre o crescimento e saúde dos peixes (FURUYA et al., 2012).

A proteína, principal componente visceral e estrutural em peixes, têm como unidades básicas os aminoácidos, e o correto balanceamento entre estes é de suma importância para satisfazer as exigências do animal e maximizar seu crescimento, bem como a síntese de proteína muscular (FURUYA et al., 2012). Dentre os aminoácidos existentes, os peixes têm por exigência dez aminoácidos essenciais, que não são sintetizados pelo organismo (WU, 2014). Para cada fase de desenvolvimento do animal, o metabolismo se comporta diferentemente, necessitando uma composição aminoacídica de acordo com seu desempenho, contudo, ainda são escassas as exigências de alguns aminoácidos em diferentes fases de desenvolvimento da tilápia (KHAN et al., 2019; NASCIMENTO et al., 2020).

A fenilalanina é pertencente ao grupo dos aminoácidos aromáticos, o qual também se incluem a tirosina e o triptofano. A exigência deste aminoácido é influenciada pelo nível de tirosina na dieta, visto que a fenilalanina é a precursora da tirosina, que por sua vez é precursora dos hormônios triiodotironina, tiroxina, epinefrina e norepinefrina (BORLOGAN, 1992; KHAN e ABIDI, 2007; KIM et al., 2012). A

Brazilian Journal of Development

tirosina não é essencial aos peixes em condições onde a fenilalanina é absorvida, entretanto, se os níveis de fenilalanina da dieta estiverem abaixo da exigência, a tirosina pode-se surtir essencial, tornando a exigência por fenilalanina dependente da quantidade de tirosina na dieta (AHMED, 2009).

Havendo uma grande oscilação entre as recomendações de fenilalanina encontradas na literatura, demostra a necessidade por maiores estudos na determinação de sua exigência (NASCIMENTO et al., 2020). Estudos visando a obtenção destas informações são importantes para possibilitar a formulação de dietas balanceadas. Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a influência dos níveis de fenilalanina no desempenho produtivo, composição centesimal da carcaça e variáveis hematológicas de juvenis de tilápia do Nilo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 270 juvenis de tilápia do Nilo masculinizados, com peso médio inicial de 2,98±0,14g e comprimento total inicial de 5,66±0,40 centímetros. Os peixes foram distribuídos em 18 aquários circulares de fibra de vidro com capacidade de 500 litros, dotados de um sistema de recirculação de água (4 litros de água/minuto/aquário) com biofiltro, aeração constante por meio de soprador de ar central e, sistema de aquecimento controlado por meio de termostato.

As dietas experimentais foram elaboradas de forma isoproteicas (26,81% de PD) e isoenergéticas (3036 $Kcal.kg^{-1}$ ED), contendo 0,76; 0,90; 1,04; 1,18; 1,32 e 1,46% de fenilalanina (Tabela 1), com valor fixo de 0,5 % de tirosina em cada dieta (FURUYA, 2013), totalizando 6 tratamentos com 3 repetições em um delineamento inteiramente casualizado. Os ingredientes utilizados foram escolhidos de acordo com a quantidade de fenilalanina em sua composição (ROSTAGNO et al., 2011), sendo então triturados em moinhos do tipo martelo com peneira de 0,5 milímetros de diâmetro, misturados e posteriormente processados em extrusora Ex-Micro®, obtendo péletes com 3mm de diâmetro. As rações foram trituradas e realizadas análises de determinação de aminoácidos totais e livres pela técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC: High-performance liquid chromatography) realizados pela Ajinomoto do Brasil (Tabela 2). Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia (8h00, 11h00, 14h00 e 17h00), até à saciedade aparente, durante o período de 60 dias.

Brazilian Journal of Development

Ingredientes (%)	Níveis de fenilalanina (%)					
	0,76	**0,90**	**1,04**	**1,18**	**1,32**	**1,46**
Farelo trigo	53,50	53,50	53,50	53,50	53,50	53,50
Farinha carne e ossos	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90
Óleo soja	7,22	7,13	7,03	6,93	6,83	6,75
Farinha peixe	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37
Ácido glutâmico	5,00	5,05	5,10	5,15	5,20	5,24
L-alanina	5,00	4,90	4,80	4,71	4,61	4,51
L-lisina	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
L-treonina	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
L-fenilalanina	0,00	0,14	0,29	0,43	0,58	0,72
DL-metionina	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
L-triptofano	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Premix[1]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Antifúngico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
TOTAL	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**
Nutrientes calculados (%)						
Ác. Linoleico	4,79	4,74	4,69	4,63	4,58	4,53
Amido	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78	16,78
Cálcio	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91
Energia digestível (Kcal.kg^{-1})	3036,00	3036,00	3036,00	3036,00	3036,00	3036,00
Fibra bruta	5,39	5,39	5,39	5,39	5,39	5,39
Fósforo total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Fósforo disponível	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Proteína digestível	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81
Composição centesimal das dietas (% da matéria natural)						
Matéria Seca	94,29	94,86	95,37	94,95	95,24	95,05
Proteína Bruta	31,04	30,53	31,00	30,92	31,59	31,13
Gordura	12,02	11,93	11,84	11,74	11,65	11,56

Tabela 1 - Ingredientes e composição das rações formuladas para juvenis de tilápia-do-Nilo

[1]Níveis de garantia (suplemento de ingrediente/kg): Vitamina A = 1.000.000 UI/kg; Vitamina D3 = 500.000 UI/kg; Vitamina E = 20.000 UI/kg; Vitamina K3 = 500 mg/kg; Vitamina B1 = 1.900 mg/kg; Vitamina B2 = 2.000 mg/kg; Vitamina B6 = 2.400 mg/kg; Vitamina B12 = 3.500 mcg/kg; Vitamina C = 25 g/kg; Niacina = 5.000 mg/kg; Ácido Pantotênico = 4.800 mg/kg; Ácido fólico = 200 mg/kg; Biotina = 40 mg/kg; Manganês = 7.500 mg/kg; Zinco = 25,0 g/kg; Ferro 12,50 g/kg; Cobre = 2.000 mg/kg; Iodo = 200 mg/kg; Selênio = 70 mg/kg; BHT = 300 mg/kg.

Brazilian Journal of Development

Tabela 2 - Análises de determinação de aminoácidos totais e livres pela técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

Aminoácido	Níveis de fenilalanina (%)					
	0,76	0,90	1,04	1,18	1,32	1,46
Ácido aspártico	1,50	1,51	1,55	1,54	1,50	1,52
Ácido glutâmico	7,93	7,88	8,07	8,08	8,05	8,10
Alanina	5,97	5,65	5,77	5,64	5,56	5,40
Arginina	1,46	1,42	1,45	1,48	1,37	1,37
Cistina	0,27	0,26	0,28	0,25	0,25	0,26
Fenilalanina	0,80	0,93	1,08	1,19	1,38	1,48
Fenilalanina + tirosina	1,36	1,45	1,64	1,75	1,94	2,04
Glicina	2,23	2,21	2,24	2,24	2,19	2,26
Histidina	0,44	0,48	0,50	0,43	0,47	0,42
Isoleucina	0,63	0,60	0,62	0,63	0,61	0,63
Leucina	1,28	1,25	1,28	1,27	1,25	1,29
Lisina	1,69	1,67	1,68	1,64	1,66	1,69
Metionina	0,45	0,49	0,54	0,52	0,52	0,50
Metionina + Cistina	0,72	0,75	0,82	0,78	0,78	0,76
Prolina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Serina	0,84	0,83	0,87	0,84	0,84	0,83
Tirosina	0,55	0,52	0,56	0,55	0,52	0,55
Treonina	1,21	1,19	1,24	1,23	1,21	1,20
Triptofano	0,30	0,29	0,30	0,30	0,32	0,30
Valina	0,88	0,86	0,88	0,87	0,84	0,87

Os parâmetros físicos e químicos da água como pH (8,24 ± 0,24), condutividade elétrica (20,21 ± 5,92 $\mu S.cm^{-1}$) e oxigênio dissolvido (6,15 ± 0,86 $mg.L^{-1}$) foram mensurados semanalmente através de um aparelho multiparâmetro digital (YSI 556) e a temperatura da água (25,5 ± 0,68ºC) controlada através de sistema de aquecimento sendo mensurada duas vezes ao dia com auxílio de um termômetro digital. Todos os parâmetros de qualidade água avaliados se mantiveram dentro da faixa recomendada para a criação de peixes tropicais (ARANA, 2010).

Após o período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas para o esvaziamento do trato gastrointestinal e, posteriormente, insensibilizados em eugenol, na dose de 75 mg/L (VIDAL et al., 2008) para mensuração de peso (g) e comprimento total (cm) de todos os peixes. Três peixes de cada tanque foram selecionados aleatoriamente para colheita de sangue antes de mensurar

Brazilian Journal of Development

o peso e comprimento. Posteriormente, esses três peixes de cada tanque foram eutanasiados em benzocaína na dose de 300 mg/L (VIDAL et al., 2008), acondicionados em gelo para retirada de gordura visceral e fígado e, após a evisceração, foram destinados as análises centesimais da carcaça.

Os dados de desempenho produtivo avaliados foram sobrevivência (SOB (%): (número final de peixes/ número inicial de peixes) x 100), ganho em peso (GP (g): peso final – peso inicial), conversão alimentar aparente (CAA: alimento fornecido (g)/ ganho em peso (g)), taxa de crescimento específico (TCE (%): [(ln peso final (g) – ln peso inicial (g))/ período experimental] x 100), taxa de eficiência proteica (TEP (%): (ganho em peso (g)/ proteína bruta consumida) x 100), índice hepatossomático (IHS (%): (peso do fígado (g)/ peso corporal final (g)) x 100) e índice de gordura víscero-somático (IGVS (%): (peso da gordura víscero-somática (g)/ peso corporal final (g)) x 100).

Para as análises sanguíneas, foi colhido uma alíquota de 0,5 mL, por punção do vaso caudal, com auxílio de seringas contendo o anticoagulante EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) à 10%. Para a determinação dos parâmetros eritrocitários, foi realizada a contagem do número de eritrócitos por meio de câmara de Neubauer, utilizando-se líquido de Hayen, na proporção de 1:200, percentual de hematócrito, determinação do leucograma com extensões sanguíneas em lâminas de vidro com extremidades foscas, secas ao ar e coradas através da metodologia descrita em Ranzani-Paiva et al. 2013.

A leitura das lâminas de sangue foi realizada em microscópio óptico com aumento de 100x, utilizando óleo de imersão. A contagem total de leucócitos e trombócitos foi realizada pelo método indireto (Ranzani-Paiva et al. 2013) : Leucócitos totais (µL) = [(número de leucócitos contados na extensão × número de eritrócitos em câmara de Neubauer)/2000]; e Trombócitos totais (µL) = [(número de trombócitos contados na extensão × número de eritrócitos em câmara de Neubauer]/ 2000], e a taxa de hemoglobina foi realizada de acordo com Ranzani-Paiva et al. 2013.

A contagem diferencial de leucócitos constituiu em determinar a proporção existente entre as distintas variedades de leucócitos: linfócitos, neutrófilos e monócitos. Em microscópio de luz comum, com objetiva de imersão 100x foram contados 100 leucócitos. A contagem foi realizada no corpo da extensão, percorrendo-se todo o material, movimentando-se a lâmina em “zig-zag”. O número de cada elemento foi expresso em porcentagem.

As amostras de carcaça dos peixes para análise de composição centesimal foram separadas e armazenadas sob refrigeração (-20ºC), posteriormente foi realizada a pré-secagem em estufa com ventilação forçada a temperatura de 55ºC por um período de 72 horas. As análises de composição química da carcaça e das dietas seguiram as metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), ao qual

Brazilian Journal of Development

para a determinação da umidade utilizou-se as amostras pré-secas, mantidas em estufa a temperatura de 105ºC por um período de 8 horas. Para a determinação da proteína bruta utilizou-se o método de Kjeldhal; para extrato etéreo, extrator de Soxhlet e, para a determinação de matéria mineral (cinzas) fez-se a calcinação das amostras em mufla a 550ºC. O perfil de aminoácidos das dietas foi determinado através de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC: *High-performance liquid chromatography*), após hidrólise ácida (RAYNER, 1985). Os dados foram submetidos à ANOVA, por meio do programa estatístico Statistic 7.1. (STATSOFT, 2005).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), protocolo número 25/16.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suplementação de fenilalanina em dietas para juvenis de tilápia não resultou diferença (P > 0,05) entre as variáveis de desempenho produtivo de GP, TCE, TEP, SOB, CAA, IHS e IGVS (Tabela 2).

Tabela 1. Desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo avaliando-se níveis de fenilalanina na dieta.

Variáveis	Níveis de Fenilalanina						
	0,76	**0,9**	**1,04**	**1,18**	**1,32**	**1,46**	***P***
GP	50,66±4,25	45,74±10,88	50,11±9,82	53,54±7,41	55,06±5,28	51,84±5,81	0,13
TEP	1,83±0,04	1,47±0,22	1,68±0,24	1,83±0,33	1,96±0,16	2,01±0,15	0,22
SOB	73,33±11,50	75,55±23,40	100,00±0,00	93,33±6,70	91,11±7,70	88,89±3,80	0,09
CAA	1,59±0,21	1,90±0,72	1,22±0,16	1,17±0,18	1,25±0,01	1,2±0,13	0,09
IHS	1,46±0,30	1,26±0,59	1,68±0,64	1,56±0,14	1,84±0,73	1,50±0,40	0,28
IGVS	5,35±2,23	4,30±1,71	4,28±1,98	4,87±1,22	3,40±0,73	3,45±1,38	0,07

GP: ganho em peso (g); SOB: sobrevivência (%); CAA: conversão alimentar aparente; TEP: taxa de eficiência proteica; IHS: índice hepatossomático; IGVS: índice de gordura víscerossomático. Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

Os níveis de suplementação de fenilalanina nas dietas não afetaram o desempenho produtivo dos juvenis (P>0,05), um indício de que o menor nível de suplementação (1,26% fenilalanina + tirosina) foi suficiente para atender o bom desempenho dos peixes. Yamashiro et al. (2016), não verificaram diferenças em seu estudo testando níveis de fenilalanina e o menor nível de fenilalanina + tirosina (1,09 %) foi o suficiente para o bom desenvolvimento de larvas de tilápia do Nilo, abaixo do que Furuya (2010) havia descrito para essa fase, sendo 1,65% de fenilalanina + tirosina. Com relação a espécies com diferente hábitos alimentares, o carnívoro red drum (*Sciaenops ocellatus*) têm exigência de 1,69% de

Brazilian Journal of Development

suplementação de fenilalanina (CASTILLO et al., 2015), já o ciprinídeo Indian major carp (*Labeo rohita*) exigência de 1,16% (KHAN e ABIDI, 2007), os quais são espécies que necessitam de dietas com maiores níveis proteicos, principalmente nas fases iniciais e, consequentemente um maior balanço amioacídico. O hábito alimentar, por influenciar na exigência de fenilalanina entre as espécies, pode ser atribuído aos níveis de tirosina nas dietas dos diferentes estudos, visto que a fenilalanina pode ser convertida em tirosina e, a tirosina pode influenciar na exigência de fenilalanina em dietas para peixes (LI et al., 2009).

Dietas com níveis elevados de fenilalanina podem ser prejudiciais aos peixes, promovendo a oxidação de nutrientes, resultando em redução no crescimento e aumento no valor de lipídio corporal (BORLONGAN 1992). Com um híbrido de tilápia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*), foi observado aumento no ganho em peso, coeficiente de crescimento térmico e eficiência de retenção de proteína com até 1,30% de fenilalanina na dieta, com níveia maiores houve redução para esses parâmetros (XIAO et al., 2019). O mesmo ocorreu com Indian major carp (*Cirrhinus mrigala*) quando suplementados com níveis superiores a 1,25% de fenilalanina na dieta (AHMED (2009).

O fato da suplementação de fenilalanina em ditas para os juvenis de tilápia do Nilo não afetar o desempenho zootécnico pode sugerir que o menor nível (0,76%) foi o suficiente para atender o bom desenvolvimento dos peixes. Outro fator que corrobora com tal afirmação, é que não foi constatado aumento do índice de gordura víscero-somático e lipídio da carcaça e, o aumento do nível destes, são indicativos de excesso de fenilalanina nas dietas (FURUYA et al., 2012).

A umidade, proteína, lipídios e cinzas, não foi influenciada pelos níveis de fenilalanina estudados (Tabela 3) e, os valores das variáveis de composição química da carcaça estão de acordo com o encontrado para a espécie na literatura (SALES e SALES, 1990; CAULA et al., 2008).

Tabela 3 - Composição centesimal da carcaça de juvenis de tilápia do Nilo com base na matéria seca.

Variáveis	**Níveis de Fenilalanina (%)**						
(%)	**0,76**	**0,90**	**1,04**	**1,18**	**1,32**	**1,46**	***P***
Umidade	82,35±0,36	83,99±1,50	82,67±1,48	83,41±1,08	82,82±0.86	82,71±2,03	0,69
Proteína	9,86±0,61	9,30±0,95	9,40±0,51	9,09±0,47	9,50±0,43	9,30±0,69	0,77
Lipídeos	6,73±0,47	5,36±0,96	6,78±0,94	6,50±0,49	6,29±0,51	7,23±1,54	0,26
Cinzas	2,61±0,13	2,62±0,21	2,46±0,03	2,33±0,08	2,59±0,10	2,45±0,01	0,06

Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

Quando a dieta possui excesso de aminoácidos cetônicos, como a fenilalanina, organismos aquáticos podem converte-los em ácidos graxos (MILLWARD, 1989). Ren et al. (2015) verificaram que a inclusão de 1,40% de fenilalanina na dieta promoveu um aumento no teor proteico na carcaça de blunt

Brazilian Journal of Development

snout bream (*Megalobrama amblycephala*) e, níveis superiores a este, proporcionaram diminuição no teor proteico e aumento do conteúdo lipídico da carcaça. Com Indian major carp (*C. cirrhosus*), Ahmed (2009) verificou que o nível de 1,25% de inclusão de fenilalanina nas dietas melhora o desempenho produtivo e aumentou o conteúdo proteico da carcaça, enquanto valores superiores, acarretam em menor deposição de proteína e aumento do conteúdo lipídico da carcaça. Zehra (2015) também verificaram uma diminuição do conteúdo proteico da carcaça de Catla (*Catla catla*), quando as dietas continham elevados valores de fenilalanina. Para as tilápias do presente estudo, não houve influência dos níveis de fenilalanina sobre a variável de proteína e lipídios, sugerindo que estes níveis não estavam em excesso, visto que não foram observadas redução no teor proteico ou aumento do conteúdo lipídico.

As variáveis sanguíneas são utilizadas para determinar o estado geral da saúde dos peixes, podendo ser influenciados tanto pelo crescimento como pelas condições ecofiosiológicas (KAVITHA et al., 2012). A variação dos parâmetros hematológicos em peixes pode ocorrer devido a fatores inerentes aos animais, podendo assim influenciar o consumo de alimento pelos peixes (RANZANI-PAIVA et al., 2004). Neste estudo, as diferentes dietas fornecidas aos animais não apresentaram capacidade de alterar as variáveis hematológicas (Tabela 4), dado que o crescimento não foi afetado pela alimentação e, as condições experimentais propiciaram o bom desenvolvimento dos peixes.

Tabela 4 - Parâmetros hematológicos avaliados em tilápia-do-Nilo alimentados com dietas contendo níveis de fenilalanina**.**

Variáveis	**Níveis de Fenilalanina (%)**						
	0,76	**0,90**	**1,04**	**1,18**	**1,32**	**1,46**	***P***
Erit (10^6µl)	1,89±0,21	1,92±0,25	1,85±0,15	1,88±0,21	1,69±0,18	1,86±0,11	0,69
HB (g/dL)	10,05±2,91	8,17±1,56	9,00±2,13	7,24±1,48	9,38±2,90	7,34±1,55	0,07
HTC (%)	37,33±2,06	36,44±2,00	37,89±1,69	29,67±1,68	33,70±2,36	39,12±0,83	0,24
Leuc	11877,78± 3,68	13303,89± 2,96	14630,56± 3,21	13595,00± 4,21	15262,50± 4,47	14220,00± 3,53	0,06
Tromb	97277,03± 9,67	86215,57± 8,84	72863,02± 7,92	72244,21± 7,24	81525,26± 5,97	62962,63± 7,06	0,71
Linf (%)	89,89±2,47	90,00±2,00	89,44±2,65	90,56±1,94	90,40±1,41	88,37±0,97	0,68
Neut (%)	9,67±2,45	9,56±1,88	9,44±2,18	8,56±1,74	9,30±1,32	10,25±1,00	0,35
Mon (%)	0,44±0,88	0,44±0,53	1,11±1,05	0,89±1,16	0,30±0,71	1,40±0,53	0,25

Eritrócitos (Erit); hemoglobina (HB); hematócrito (HTC); leucócitos totais (Leuc); trombócitos totais (Tromb); linfócitos (Linf); neutrófilos (Neut); monócitos (Mon). Os valores são apresentados como média ± desvio padrão. Não significativo (P> 0.05).

Brazilian Journal of Development

Os valores encontrados para eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, trombócito, leucócitos e neutrófilos são considerados em proporção normal para a espécie, em razão de serem semelhantes a outros estudos realizados (UEDA et al., 1997; TAVARES-DIAS e MORAES, 2004), afirmando que as dietas ofertadas aos peixes não apresentaram capacidade de alterar as variáveis sanguíneas de tilápias e se mantiveram dentro do padrão normal para a espécie.

O leucograma apresentou aumento do número de linfócitos, com diminuição do número de monócidos, alteração compatível com condição de estresse, podendo estar relacionado com a privação alimentar ou ao manejo dos peixes ao final do período experimental (TAVARES-DIAS et al., 2009), contudo, os linfócitos, quando em condições normais, são as células mais predominantes em tilápia, como encontrado neste estudo (RANZANI-PAIVA et al. 2004). Os parâmetros hematológicos corroboram com a hipótese de que os níveis de fenilalanina avaliados nestas condições experimentais não influenciam na condição experimental dos peixes.

4 CONCLUSÃO

O menor nível de suplementação de fenilalanina, 0,76 %, em dietas para tilápias do Nilo foi suficiente para atender o bom desenvolvimento dos peixes, não interferindo sobre o desempenho produtivo, composição centesimal da carcaça e hematologia dos peixes.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos pelo apoio da Ajinomoto do Brasil e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

Ahmed, I. Dietary total aromatic amino acid requirement and tyrosine replacement value for phenylalanine in Indian major carp: *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) fingerlings. Journal of Applied Ichthyology. 25:719–727. 2009. https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01284.x

Brazilian Journal of Development

ARANA, LV. Fundamentos da aquicultura. Florianópolis: Ed. da UFSC; 2010. 349p.

Borlongan, I G. Dietary requirement of milkfish (*Chano chanos* Forsskal) juveniles for total aromatic amino acids. Aquaculture. 102:309-317. 1992. https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90184-M

Castillo, S; Halligan, S; Gatlin III, DM; Growth responses of juvenile red drum *sciaenops ocellatus* to dietary phenylalanine and tyrosine can be used to calculate the total aromatic amino acid requirement. The Journal of Nutrition.145:2341-2347. 2015. doi: 10.3945/jn.115.215848

Caula, F.C.B.; Oliveira, M.P.; Maia, E.L. Teor de colesterol e composição centesimal de algumas espécies de peixes do estado do Ceará. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 28:959-963. 2008. https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400031

FAO. 2018. The State of Food and Agriculture 2018. Migration, agriculture and rural development. Rome, Italy. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Furuya, WM. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. Toledo: GFM; 2010. 100p.

Furuya, WM; Furuya, VRB; Nagae, MY; Graciano, TS; Michelato, M; Xavier, TO; Vidal, LV. Nutrição de tilápias no Brasil. Scientia Agraria Paranaenis. 11:19-34. 2012. Doi: http://dx.doi.org/10.18188/sap.v11i1.6352

Furuya, WM. Nutrição de tilápias no Brasil. Revista Varia Scientia Agrárias. 03:133-150. 2013.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Produção da Pecuária Municipal 2018. Rio de Janeiro. 46, 1-8.3.

Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. Edição IV. 1a Edição digital. Zenebon, O; Pascuet, NS.; Tiglea, P. (org.). São Paulo: 2008. 1020 p.

Kavitha, MC; Ramesh, SS; Kumaran, SA; Lakshmi. Toxicity of *Moringa oleifera* seed extract on some hematological and biochemical profiles in a freshwater fish *Cyprinus carpio*. Experimental and Toxicologic Pathology. 64:681–687. 2012. doi: 10.1016/j.etp.2011.01.001.

Khan, MA; Abidi, SF. Total aromatic amino acid requirement of Indian major carp *Labeo rohita* (Hamilton) fry. Aquaculture. 267:111-118. 2007. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.02.025

Kim, SS; Rahimnejad, S; Song, JW; Lee, KJ. Comparison of growth performance and whole-body amino acid composition in Red Seabream (*Pagrus major*) fed free acid dipeptide form of phenylalanine. Asian-Australas Journal Animal Science. 25(8):1138-1144. 2012. https://doi: 10.5713/ajas.2012.12054

Li, P. Mai, K.; Trushenski, J.; Wu, G. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. Amino Acids. 37: 43-53. 2009. doi: 10.1007/s00726-008-0171-1.

Millward, DJ. The nutritional regulation of muscle growth and protein turnover. Aquaculture, 79:1-58. 1989. https://doi.org/10.1016/0044-8486(89)90441-9

Nascimento, T.M.T do; Mansano, C. F. M.; Peres, H.; Rodrigues, F.H.F.; Khan, K.U.; Romaneli, R.S.; Sakomura, N.K.; Fernandes, J.B.K. Determinations of the optimum dietary essential amino acid profile for growing phase of Nile tilápia by deletion method. Aquaculture. 523. 2020.

Ranzani-Paiva, MJT; Silva-Souza, AT. Hematologia de peixes brasileiros. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M. Sanidade de organismos aquáticos**.** São Paulo: Varela; 2004. p.89-120.

Ranzani-Paiva, MJT; Benites de Pádua, S; Tavares-Dias, M; Egami, M.I. Métodos para análise hematológica em peixes. Maringá: Eduem. 2013. 140p.

Rayner, C. Protein hydrolysis of animal feeds for amino acid content. Journal of Agricultural and Food Chemestry. 33(4):722-725. 1985. doi: 10.1021/jf00064a039

Ren, M; Liu, B; Habte-Tsion, HM; Ge, X; Xie, J; Zhou, Q; Liang, H; Zhao, Z; Pan, L. Dietary phenylalanine requirement and tyrosine replacement value for phenylalanine of juvenile blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*. Aquaculture. 442:51-57. 2015. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.029

Rostagno, HS; Albino, LFT.; Donzele, JL; Gomes, PC; Oliveira, RF; Lopes, DC; Ferreira, AS; Toledo, BSL; Euclides, FE, 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV; 2011. 252p.

Sales, RO; Sales, AM. Estudo da composição química e rendimento de dez espécies de pescado de água doce de interesse comercial nos açudes do nordeste brasileiro. Ciências Agronômicas. 21(1/2):27-30. 1990.

Statistica (data analysis software system) [Internet].Version 7.1. STATSOFT, Inc., 2005. Disponível em: www.statsoft.com.

Tavares-Dias, M; Moraes, FR. Hematologia de Peixes Teleósteos. Ribeirão Preto: Villimpress; 2004. 144p.

Tavares-Dias, M; Ishikawa, MM; Martins, ML; Satake, F; Hisano, H; Pádua, SB; De Jerônimo, GT; Sant'ana De Sá, AR. Hematologia: Ferramenta Para o Monitoramento do Estado de Saúde De Peixes em Cultivo, In: Saran Neto, A; Mariano, W. Dos Santos; Sória, SF. Tópicos Especiais em Saúde e Criação Animal. São Carlos: Pedro & João Editores; 2009. p.43-80.

Teixeira, E.A.; Crepaldi, D.V.; Faria, P.M.C. De; Ribeiro, L.P.; Melo, D.C.De; Euler, A.C.C. Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis* sp.). Rev. Bras. Saúde Prod. An. 9(2) p. 239-246. 2008.

Ueda, IK; Egami, MI; Sasso, WS; Matushima, ER. Estudos hematológicos em *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (Cichlidae, Teleostei) – Parte I, Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science, 34:270-275. 1997. https://dx.doi.org/10.11606/issn.2318-3659.v34i5p270-275

Vidal, LVO; Albinati, RCB.; Albinati, ACL.; Lira, AD; Almeida, TR.; Santos, GB. Eugenol como anestésico para a tilápia do Nilo. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 43:1069-1074. 2008. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000800017

Wu, G. Dietary requirements of synthesizable amino acids by animals: a paradigm shift in protein nutrition. Journal of animal science and biotechnology, v. 5, n. 1, p. 34, 2014. https://doi.org/10.1186/2049-1891-5-34

Xiao, W.; Zou, Z.; Li, D.; Zhu, J.; Yue, Y.; Yang, H. Effect of dietary phenylalanine level on growth performance, body composition, and biochemical parameters in plasma of juvenile hybrid tilapia, Oreochromis niloticus × Oreochromis aureus. J World Aquacult Soc. 2019;1–15. 2019. DOI: https://doi.org/10.1111/jwas.12641

Yamashiro, D; Neu, DH.; Moro, EB.; Feiden, A; Signor, A; Boscolo, WR; Bittencourt, F. Performance and muscular development of Nile tilapia larvae (*Oreochromis niloticus*) fed increasing concentrations of phenylalanine. Agricultural Sciences**.** 7:900-910. 2016. doi: 10.4236/as.2016.712081

Zehra, S; Kahn, MA. Dietary tryptophan requirement of fingerling *Catla catla* (Hamilton) based on growth, protein gain, RNA/DNA ratio, haematological parameters and carcass composition. Aquaculture Nutrition. 21(5):690-701. 2015. https://doi.org/10.1111/anu.12198