

## ARGININA EM DIETAS PARA TILÁPIA DO NILO PÓS REVERSÃO SEXUAL

Jhonis Ernzen Pessini<sup>1\*</sup>, Dacley Hertes Neu<sup>2</sup>, Fernanda Losi Alves Almeida<sup>3</sup>,  
Wilson Rogério Boscolo<sup>4</sup>, Altevir Signor<sup>4</sup>

SAP 21836 Data do envio: 27/02/2019 Data do aceite: 28/04/2019  
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 18, n. 3, jul./set., p. 269-275, 2019

**RESUMO** - A tilápia é uma das espécies mais produzidas no mundo, contudo, a exigência de alguns aminoácidos ainda é desconhecida em dietas práticas para esta espécie. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho produtivo, composição centesimal e o crescimento muscular de tilápia do Nilo, alimentadas com dietas suplementadas com arginina após a fase de reversão sexual. Foram utilizadas 300 larvas de tilápias do Nilo, com peso e comprimento médio de  $0,50 \pm 0,02$  g e  $3,17 \pm 0,19$  cm, respectivamente, distribuídas em 20 hapas experimentais e delineamento experimental inteiramente ao acaso, contendo cinco tratamentos e quatro repetições. Foram elaboradas cinco dietas suplementadas com arginina, na proporção de 13,60; 15,90; 18,10; 20,40 e 22,70 g kg<sup>-1</sup>. Os ingredientes foram triturados em moinho tipo martelo com peneira de 0,5 milímetros de diâmetro, pesados, homogêneos, umedecidos para posterior processamento em extrusora e submetidos à secagem em estufa com ventilação forçada a 55°C por 24 h. Após a secagem, a ração foi moída para obtenção de grânulos de menor diâmetro, para que os peixes pudessem se alimentar. O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia e ofertado até a saciedade aparente dos animais, por um período de 72 dias. Não houve diferença significativa para os parâmetros de desempenho produtivo, composição centesimal e frequência da distribuição das fibras musculares de tilápias. A suplementação com 13,6 g de arginina por quilo de dieta foi suficiente para o desempenho de tilápia do Nilo após a reversão sexual.

**Palavras-chave:** *Oreochromis niloticus*, aquicultura, aminoácido essencial, crescimento muscular, desempenho produtivo.

### ARGININE IN DIETS FOR NILE TILAPIA POST SEXUAL REVERSION

**ABSTRACT** - Tilapia is one of the most produced species in the world, however, the requirement for some amino acids is still unknown for this species. Given the above, the objective of this study was to evaluate the productive performance, centesimal composition and muscle growth of Nile tilapia fed diets supplemented with arginine after the sexual reversal phase. Three hundred Nile tilapia larvae were used, with average weight and length of  $0.50 \pm 0.02$  g and  $3.17 \pm 0.19$  cm, respectively, distributed in 20 experimental hapas and entirely randomized experimental design, containing five treatments and four repetitions, being the experimental units composed by a hapa containing 15 fishes. Five diets supplemented with arginine, in the proportion of 13.60; 15.90; 18.10; 20.40 and 22.70 g kg<sup>-1</sup>. The ingredients were ground in a hammer mill with 0.5 mm diameter sieve, weighed, homogenized, moistened for further processing in extruder and subjected to oven drying with forced ventilation at 55°C for 24 h. After drying, the ration was ground to obtain smaller diameter granules, so that the fish could feed. Feeding was performed four times a day and offered until apparent satiety of the animals for a period of 72 days. The data obtained were subjected to regression analysis at 5% significance level. There was no significant difference for the parameters of productive performance, centesimal composition and frequency of muscle fiber distribution of tilapia fed with experimental diets. Supplementation with 13.6 g arginine per kg diet was sufficient for Nile tilapia performance after sexual reversal.

**Keywords:** *Oreochromis niloticus*, aquiculture, essential amino acids, muscle growth, growth performance.

### INTRODUÇÃO

A produção de pescados está em franco crescimento, sendo um dos ramos agropecuários que mais cresce em âmbito nacional (IBGE, 2016). Dentre as diversas espécies de peixes com potencial para aquicultura, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) se destaca, devido as diversas características favoráveis,

como rusticidade e crescimento rápido, que juntas lhe conferem o título de peixe de água doce de maior produção brasileira e segunda mais produzida no mundo (FAO, 2016), tendo previsão de aumento de produção, a fim de atender a demanda global e segurança alimentar (TIENGTAM et al., 2017).

<sup>1</sup>Doutorando em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. E-mail: [jhonispessini@hotmail.com](mailto:jhonispessini@hotmail.com). \*Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Professor Doutor, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rua João Rosa Góes, 1761, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: [dacley\\_pesca@hotmail.com](mailto:dacley_pesca@hotmail.com).

<sup>3</sup>Professora Doutora, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Avenida Colombo, 5790, Maringá, Paraná, Brasil. E-mail: [flaalmeida@uem.br](mailto:flaalmeida@uem.br).

<sup>4</sup>Professores Doutores, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus Toledo, Rua da Faculdade, 645, Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: [wilsonboscolo@hotmail.com](mailto:wilsonboscolo@hotmail.com), [altevir.signor@gmail.com](mailto:altevir.signor@gmail.com).

Essa grande produção se deve, em parte, as mais diversas pesquisas relacionadas no setor, dentre elas a nutrição, manejo e tecnologia em geral. Embora muitos alimentos e nutrientes já tenham seu valor nutricional conhecido para tilápia, durante a fase inicial de criação é quando as maiores dúvidas ocorrem. Diversos nutrientes ainda não possuem sua exigência estabelecida para a tilápia do Nilo. Dentre estes, os aminoácidos arginina, fenilalanina, leucina, isoleucina, triptofano e valina não possuem exigências bem definidas para a espécie em estudo (FURUYA, 2013), sendo utilizados valores estimados para formulações de dietas (FURUYA, 2010).

Os aminoácidos possuem papel fundamental na nutrição de peixes (LI et al., 2009). Além de serem os constituintes fundamentais da proteína (NRC, 2011) requerida durante todo o ciclo de vida dos peixes, participam de diversas funções, desde a síntese de proteínas até o controle do seu estado imune. Um desses aminoácidos é a arginina, que deve ser fornecida aos peixes por meio da dieta, pois os mesmos são incapazes de sintetizá-la. A arginina é um dos aminoácidos mais versáteis na alimentação animal, atuando em diversas vias bioquímicas, sendo um substrato para biossíntese de creatina, glutamato, glutamina, ornitina, óxido nítrico, poliaminas, prolina e proteínas (WU, 2009; FOUAD et al., 2012), além de estimular a produção do hormônio do crescimento, aumentar as respostas imune de resistência a doenças (ZHOU et al., 2012) e proliferação no número de leucócitos em vários animais, incluindo os peixes (WU et al., 2009).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho produtivo, composição centesimal e diâmetro de fibras do músculo dorsal de tilápias do Nilo após reversão sexual, alimentadas com dietas contendo níveis de arginina.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do experimento foram utilizadas 300 larvas de tilápias do Nilo, com peso e comprimento médio de  $0,50 \pm 0,02$  g e  $3,17 \pm 0,19$  cm, respectivamente. Os peixes foram distribuídos em 20 hapas experimentais ( $0,15$  m<sup>3</sup> de volume útil), dispostos em um tanque de concreto com capacidade para  $25$  m<sup>3</sup> de água, com sistema de aeração constante, por meio de um soprador de ar central, localizados no Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura, pertencente a Universidade Estadual do Oeste

do Paraná (Unioeste). A distribuição dos tratamentos foi em delineamento inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos e quatro repetições, sendo as unidades experimentais composta por uma hapa contendo 15 peixes.

Foram formuladas dietas suplementadas com arginina com 13,60; 15,90; 18,10; 20,40 e 22,70 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 1), com base nas indicações de Furuya (2010) e Neu et al. (2016). Os ingredientes foram triturados em moinho tipo martelo, com peneira de 0,5 mm de diâmetro, pesados, homogeneizados e umedecidos para posterior processamento em extrusora Ex-Micro® e submetidos à secagem em estufa com ventilação forçada, a 55°C, por 24 h. Após a secagem, a ração foi moída para obtenção de grânulos de menor diâmetro, para que os peixes pudessem se alimentar. O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia (08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h) e ofertado até a saciedade aparente dos animais.

Os parâmetros de qualidade da água, como pH = 7,96 e oxigênio dissolvido = 4,64 mg L<sup>-1</sup>) foram aferidos semanalmente, por meio de potenciômetros digitais portáteis e a temperatura da água = 19,88°C mensurada quatro vezes ao dia, nos horários de alimentação, com o auxílio de termômetro digital. Os valores de pH e oxigênio dissolvido ficaram dentro do recomendado para a criação da espécie, entretanto, a temperatura durante o período experimental ficou abaixo do recomendado da criação de peixes tropicais (ARANA, 2010).

Ao final do período experimental de 72 dias, os animais foram mantidos em jejum por 24 h para o esvaziamento do trato gastrointestinal e, posteriormente foram insensibilizados em 300 mg L<sup>-1</sup> de benzocaína, para realização das medidas individuais de peso (g) e comprimento total (cm). Três peixes de cada tanque foram abertos na região ventral e eviscerados para a retirada e pesagem do baço. Dois peixes por tanque foram separados para a coleta de músculo e o restante foi armazenado em freezer a -20°C para realização de análises centesimais.

Os parâmetros produtivos avaliados foram: ganho em peso (GP) (g) = Equação 1, sobrevivência (SO) (%) = Equação 2, índice esplenossomático (IES) (%) = Equação 3, taxa de crescimento específico (TCE) (% dia) = Equação 4, conversão alimentar (CAA) = Equação 5, taxa de eficiência proteica (TEP) = Equação 6 e uniformidade (%) = Equação 7.

Equação 1: Ganho em peso = peso corporal final – peso corporal inicial

Equação 2: Sobrevivência (%) =  $100 \times \left( \frac{\text{número de peixes final}}{\text{número de peixes inicial}} \right)$

Equação 3: Índice esplenossomático (%) =  $100 \times \left( \frac{\text{peso do baço}}{\text{peso corporal final}} \right)$

Equação 4: Taxa de crescimento específico (% dia) =  $100 \times \left( \frac{\ln \text{peso final} - \ln \text{peso inicial}}{\text{Dias experimentais}} \right)$

Equação 5: Conversão alimentar aparente =  $\frac{\text{dieta consumida}}{\text{ganho em peso}}$

Equação 6: Taxa de eficiência proteica (%) =  $\frac{\text{ganho em peso}}{\text{proteína consumida}}$

$$\text{Equação 7: Uniformidade (\%)} = 100 \times \left( \frac{\text{quantidade de peixes com peso corporal na média} \pm \text{desvio padrão}}{\text{número total de peixes}} \right)$$

As amostras das carcaças foram separadas e armazenadas sob refrigeração para análises de umidade (%), proteína bruta (%), lipídios (%) e cinzas (%), de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1995). Para a avaliação do crescimento muscular, dois peixes de cada unidade experimental foram capturados, induzidos à anestesia profunda até a perda de todas as reflexões, e com auxílio de uma lâmina retirou-se uma amostra do músculo branco dorsal, acima da linha lateral.

As amostras foram fixadas em formol tamponado 10% por 24 h e mantidas em álcool 70% até o momento em que foram processadas para a inclusão em parafina. Cortes transversais (6 µm) foram obtidos em micrótomo e submetidos à coloração hematoxilina-eosina para

avaliação da morfometria das fibras. Para a morfometria, utilizando um sistema de análise de imagens, determinou-se o menor diâmetro de 200 fibras musculares, por animal, que foram agrupadas em classes de diâmetros (< 20 µm, 20-50 µm e > 50 µm), para avaliar a contribuição da hiperplasia e hipertrofia para o crescimento muscular (ALMEIDA et al., 2008).

Os resultados de desempenho produtivo, composição química da carcaça e crescimento muscular foram submetidos a análise de normalidade e homocedasticidade e, atendido esses pressupostos, submetidos a regressão a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico Statistic 7.1 (STASOFT, 2005).

**TABELA 1** - Composição proximal (g kg<sup>-1</sup>) calculada das rações experimentais com níveis de arginina para juvenis de tilápias do Nilo.

Itens	Níveis de arginina (g kg <sup>-1</sup> )				
	13,60	15,90	18,10	20,40	22,70
Milho (grão)	228,30*	231,80	235,30	238,70	242,20
Glúten de milho	227,60	223,60	219,70	215,70	211,80
Farelo de soja	147,60	147,60	147,60	147,60	147,60
L-alanina (99%)	120,00	117,60	115,30	112,90	110,50
Arroz quirera	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Farinha de peixe	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Farinha de sangue	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Fosfato bicálcico	27,90	27,90	27,90	27,90	27,90
Premix	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Óleo de soja	18,90	19,10	19,30	19,50	19,70
L-lisina (HCl = 78,5%)	13,70	13,80	13,80	13,80	13,90
L-treonina (98,5%)	6,20	6,30	6,40	6,40	6,50
Sal	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Isoleucina (99%)	2,20	2,30	2,30	2,40	2,50
L-triptofano (99%)	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
DL-metionina (99%)	1,60	1,70	1,80	1,80	1,90
Ácido propiônico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BHT	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L-arginina (98,5%)	0,00	2,40	4,80	7,10	9,50
Atendimento (g kg <sup>-1</sup> )					
Arginina	13,60	15,90	18,10	20,40	22,70
Cálcio	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80
Energia digestível (kcal)	3400,00	3400,00	3400,00	3400,00	3400,00
Fibra Bruta	16,40	16,40	16,40	16,40	16,40
Fósforo disponível	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Gordura	42,00	42,00	42,00	42,00	42,00
Lisina	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Metionina	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
Proteína digestível	386,00	386,00	386,00	386,00	386,00
Proteína bruta	427,30	427,30	427,30	427,30	427,30
Treonina	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Triptofano	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30

\*Baseado nos valores propostos por Furuya (2010). Níveis de garantia por kg do produto: vitamina A = 1.000.000 UI kg<sup>-1</sup>, vitamina D3 = 500.000 UI kg<sup>-1</sup>, vitamina E = 20.000 UI kg<sup>-1</sup>, vitamina K3 = 500 UI kg<sup>-1</sup>, vitamina B1 = 1.900 mg kg<sup>-1</sup>, vitamina B2 = 2.000 mg kg<sup>-1</sup>, vitamina B6 = 2.400 mg kg<sup>-1</sup>, vitamina B12 = 3.500 mcg kg<sup>-1</sup>, vitamina C = 25 g kg<sup>-1</sup>, niacina = 5.000 mg kg<sup>-1</sup>, ácido pantotênico = 4.800 mg kg<sup>-1</sup>, ácido fólico = 200 mg kg<sup>-1</sup>, biotina = 40 mg kg<sup>-1</sup>, manganês = 7.500 mg kg<sup>-1</sup>, zinco = 25,0 g kg<sup>-1</sup>, ferro = 12,50 g kg<sup>-1</sup>, cobre = 2.000 mg kg<sup>-1</sup>, iodo = 200 mg kg<sup>-1</sup>, selênio = 70 mg kg<sup>-1</sup>, BHT = 300 mg kg<sup>-1</sup>. \*Aminoácidos fornecidos pela Ajinomoto do Brasil®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suplementação de arginina na dieta de juvenis de tilápia-do-nilo não influenciou ( $P>0,05$ ) os parâmetros de desempenho zootécnico (Tabela 2). O fato de não ocorrer diferenças entre o peso final e ganho de peso dos peixes, diante das dietas com níveis do aminoácido testado, se deve aos peixes terem atendido suas exigências com relação à arginina. Furuya (2010) descreveu que, para larvas de *Oreochromis niloticus* na fase pós reversão sexual, a exigência de arginina foi  $12,6 \text{ g kg}^{-1}$  da dieta, valores estimados, não refletindo com exatidão a exigência para a espécie durante esta fase. Santiago e Lovell (1988) descreveram a exigência de arginina para a mesma espécie na fase inicial, como sendo de  $11,8 \text{ g kg}^{-1}$  da dieta. Cabe ressaltar que, nesse experimento os autores utilizaram

dietas purificadas, ao qual apresentam digestibilidade com valores próximos a 100%, o que pode não refletir no setor produtivo, visto que, dietas são formuladas com ingredientes práticos e valores de digestibilidade inferiores aos ingredientes purificados. No presente estudo, os peixes que receberam a dieta com menor nível de arginina na dieta ( $13,6 \text{ g kg}^{-1}$ ) apresentaram crescimento similar aos demais tratamentos. Diferentemente do presente estudo, Jackson e Capper (1982), em estudo com tilápia *Sarotherodon mossambicus*, encontraram a exigência de arginina mais elevada para esta espécie, com  $15,9 \text{ g kg}^{-1}$ , afirmando que este nível foi suficiente para a sua síntese proteica.

**TABELA 2** - Desempenho zootécnico de juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de arginina na dieta.

Variáveis	Níveis de arginina ( $\text{g kg}^{-1}$ )				
	13,6	15,8	18,1	20,3	22,6
PI (g)	0,52±0,01	0,50±0,01	0,50±0,01	0,51±0,01	0,51±0,02
PF (g)	3,50±0,40	3,14±0,35	2,97±0,32	3,47±0,17	3,37±0,11
CF (cm)	5,71±0,20	5,50±0,16	5,44±0,15	5,64±0,07	5,62±0,07
GP (g)	2,99±0,39	2,65±0,34	2,45±0,32	2,96±0,16	2,86±0,11
SOB (%)	95,00±6,38	96,67±3,85	98,33±3,33	91,67±6,38	98,33±3,33
IE (%)	0,17±0,05	0,15±0,04	0,19±0,03	0,20±0,07	0,17±0,05
TCE (% dia)	2,65±0,14	2,56±0,14	2,48±0,13	2,67±0,04	2,62±0,07
CA	2,12±0,31	2,36±0,45	2,43±0,38	2,33±0,41	2,13±0,15
TEP (%)	0,81±0,13	0,73±0,13	0,70±0,11	0,74±0,13	0,80±0,06
UNI (%)	77,32±7,98	68,93±9,24	69,52±6,41	65,70±11,34	72,62±10,78

PI = peso inicial, PF = peso final, CF = comprimento final, GP = ganho em peso, SOB = sobrevivência, IE = índice esplenosomático, TCE = taxa de crescimento específico, CA = conversão alimentar, TEP = taxa de eficiência proteica, UNI = uniformidade. Os valores são apresentados como médias ± desvio padrão.

A exigência desse aminoácido para *O. niloticus* é ligeiramente mais baixa nesta fase ( $13,6 \text{ g kg}^{-1}$ ), do que para outras espécies de peixes, como *Chanos chanos* que é  $21,0 \text{ g kg}^{-1}$  (BORLOGAN, 1991), *Micropterus salmoides* que necessita de  $19,1 \text{ g kg}^{-1}$  (ZHOU et al., 2012), *Paralychthys olivaceus*, com exigência entre  $20,4$  e  $24,5 \text{ g kg}^{-1}$  (ALAM et al., 2002) e *Heteropneustes fossilis*, cuja exigência é  $16,3 \text{ g kg}^{-1}$  (AHMED, 2013). Entretanto, essa menor exigência pode ser atribuída a diversos fatores, como fisiologia da espécie, hábito alimentar, idade, estado de higidez, dietas fornecidas (diferentes alimentos), ambiente de criação, bem como o modelo matemático aplicado para se obter a exigência do nutriente.

O índice esplenosomático foi semelhante entre os tratamentos, obtendo valores entre 0,15 a 0,20%. Esses valores são mais elevados do que aquele descrito por Pohlenz et al. (2012) para *Ictalurus punctatus* alimentado com arginina e vacinados ou não contra *Edwardsiella ictaluri* e similares ao descrito por Tavares-Dias et al. (2002) para tilápias do Nilo. O baço de teleósteos desempenha um importante papel na remoção de antígenos transportados pelo sangue (WHYTE, 2007), além de ser um importante órgão eritro, leuco e trombopoietico (TAVARES-DIAS et al., 2000), no qual a arginina pode atuar (KHAN e ABIDI, 2011). A possível estagnação no seu peso verificado no presente estudo pode estar

associada a qualquer efeito negativo no comportamento imunitário e fisiológico dos juvenis de tilápia do Nilo (TAVARES-DIAS et al., 2000). Antagonicamente, Rønsholdt e McLean (1999) observaram que, ao injetarem células de *Aeromonas salmonicida* em truta arco íris da espécie *Oncorhynchus mykiss*, houve um aumento no índice esplenosomático.

Possivelmente, os animais estavam em condições propícias à criação, pois quando algum patógeno está presente no organismo, a arginina produz óxido nítrico que faz com que ocorra o transporte de leucócitos para os locais afetados. Além disso, como o crescimento dos peixes foi semelhante e não houve diferenças entre o índice esplenosomático nos tratamentos, sugere-se que os níveis de arginina testados no presente estudo não influenciaram o estado de saúde dos animais, sendo direcionado ao seu acúmulo e ganho em massa corporal.

A taxa de crescimento específico oscilou entre 2,48 e 2,67% ao dia, entretanto, sem diferenças devido aos tratamentos alimentares. Os valores obtidos no presente estudo são inferiores aqueles relatados por Takishita et al. (2009) que forneceram dietas com níveis crescentes de lisina para alevinos de tilápia do Nilo, observando valores entre 7,56 e 7,93% ao dia. Todavia, o menor valor médio encontrado pode estar relacionado ao maior período experimental. A maior taxa de crescimento específico nas

fases iniciais ocorre devido as larvas e juvenis apresentarem maior taxa metabólica (BALDISSEROTTO, 2002), refletindo em maior síntese proteica e, conseqüentemente, maior crescimento. No presente estudo, a taxa de crescimento específico foi considerada baixa, com uma conversão alimentar alta, entre 2,12 a 2,43. Possivelmente este fato ocorreu devido a temperatura média da água (19,88°C) durante o período experimental ficar abaixo do ótimo indicado para o crescimento da espécie, que é de 26 a 31°C.

A taxa de eficiência proteica do atual experimento manteve-se próxima em todos os tratamentos dietéticos (0,70 a 0,81%). Resultados superiores foram encontrados por Quadros et al. (2009) que observaram valores entre 2,54 e 2,90, quando forneceram dietas com inclusão de certos aminoácidos para alevinos de tilápia do Nilo. Os baixos valores possivelmente não estão associados ao desequilíbrio aminoacídico da dieta, mas, provavelmente, ao longo período experimental percorrido em baixas temperaturas que limitou o crescimento dos peixes.

A uniformidade dos peixes encontrada para os grupos alimentares não obteve diferença estatística e oscilou entre 65,70 e 77,32%. Zaminhan et al. (2017) descreveu resultados similares para a uniformidade de

alevinos de tilápias, que receberam diferentes níveis de triptofano na dieta. Esse parâmetro é importante, pois facilita a alimentação e comercialização do pescado (SAOUD et al., 2008). Além disso, pode-se subentender que os peixes estavam mantidos em local confortável, sem estresse e alimentados quatro vezes ao dia até a saciedade aparente, não havendo competição por alimento.

A composição centesimal corporal dos peixes (umidade, proteínas, lipídios e matéria mineral) não apresentou diferença significativa, não sendo, portanto, influenciada pelos níveis de arginina da dieta (Tabela 3). Diversos fatores contribuem para a alteração da composição centesimal, dentre eles, a dieta ofertada. No presente estudo, as dietas ofertadas aos peixes eram isoproteicas e isoenergéticas, a fim de minimizar este efeito e verificar apenas a influência dos níveis de arginina testados. As informações sobre a composição centesimal do pescado são importantes para peixes, principalmente, em fase de terminação, para determinar o tempo de prateleira do produto e sua possível transformação em coprodutos (LUI et al., 2012). Entretanto, para peixes jovens, a composição centesimal da carcaça é influenciada intimamente pela questão nutricional.

**TABELA 3** - Composição centesimal de juvenis de tilápia do Nilo, com base na matéria natural, alimentadas com níveis crescentes de arginina na dieta.

Variáveis	Níveis de arginina (g kg <sup>-1</sup> )				
	13,6	15,8	18,1	20,3	22,6
Umidade	74,90±0,82*	75,51±1,15	74,41±0,89	74,68±0,91	76,79±0,83
Proteína	16,54±0,42	16,10±1,18	15,92±0,60	16,30±1,21	15,34±0,76
Lipídios	5,91±0,41	5,51±0,23	5,65±0,52	6,08±0,28	5,42±0,24
Cinzas	3,68±0,23	3,62±0,30	3,58±0,18	3,81±0,03	3,37±0,09

\*Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

A frequência de distribuição das classes de diâmetros das fibras musculares está apresentada na Tabela 4, não havendo diferença significativa entre os tratamentos alimentares para as três classes de diâmetros. As fibras com diâmetros menores que 20 µm tiveram frequência média de distribuição entre 46,33 e 56,68%, aquelas intermediárias, com diâmetros entre 20 e 50 µm, frequência entre 43,19 e 52,78% e as maiores que 50 µm,

menores frequências, entre 0,48 e 1,42%. Possivelmente ocorreram os processos de crescimento por hiperplasia e hipertrofia em conjunto, ou ainda o crescimento por hiperplasia, em forma de mosaico. De acordo com Dal Pai-Silva et al. (2003), isso acontece quando há presença de fibras grandes e pequenas no músculo branco e intermediário de peixes.

**TABELA 4** - Frequência de distribuição das fibras musculares de juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de arginina na dieta.

Diâmetros de fibras musculares	Níveis de arginina (g kg <sup>-1</sup> )				
	13,6	15,8	18,1	20,3	22,6
<20 µm	53,11±14,97*	47,92±9,96	56,68±10,48	46,33±15,92	49,48±7,13
20-50 µm	46,65±14,86	51,51±9,91	43,19±10,37	52,78±14,87	50,13±6,95
>50 µm	0,55±0,25	1,14±0,73	0,48±0,34	1,42±1,20	0,51±0,17

\*Os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

O fato de não ser observada diferença estatística no diâmetro das fibras também pode estar relacionado à inclusão da arginina, que já no primeiro nível testado atendeu as exigências da espécie nesta fase de desenvolvimento, fazendo com que, a partir dessa

concentração, o desenvolvimento fosse igual para todos. Aguiar et al. (2005) forneceram quatro dietas com níveis crescentes de lisina e uma dieta comercial para larvas de tilápia do Nilo, não verificando qualquer diferença na distribuição das fibras dos peixes alimentados com dietas

suplementadas com lisina. Entretanto, as fibras com maiores diâmetros ocorreram nos peixes alimentados com a dieta comercial. Neu et al. (2016) verificaram que, a inclusão de arginina para juvenis de tilápias do Nilo pode proporcionar redução no tempo de hiperplasia e aceleração do processo de hipertrofia. Isso pode ocorrer, pois a arginina é responsável por estimular a síntese de proteínas (YAO et al., 2008).

Johnston et al. (1975) destacaram que, o aumento do tamanho das fibras não é uma simples relação linear com a idade, mas provavelmente uma curva semelhante àquela do crescimento e sua relação com o peso corporal. Uma possível explicação para a distribuição semelhante das fibras musculares é que a temperatura da água se manteve abaixo do ideal para o crescimento da espécie. Johnston et al. (2011) relataram que a temperatura é o fator extrínseco mais importante, pois além de regular o crescimento, interfere na atividade das células precursoras miogênicas. Nas primeiras fases do ciclo de vida a temperatura afeta o desenvolvimento do crescimento somático e número e distribuição das fibras musculares em jovens e adultos. Contudo, os mecanismos subjacentes ainda não são conhecidos. Os resultados obtidos no presente estudo corroboram Aguiar et al. (2008), onde maior diâmetro das fibras musculares em tilápias do Nilo ocorreu em peixes de 90 e 190 dias, enquanto larvas e juvenis apresentaram crescimento muscular em mosaico e passando por hiperplasia.

Como a massa muscular é a parte comestível do peixe, o conhecimento sobre o crescimento muscular, aliado as respostas de comportamento produtivo, bem como sobre os nutrientes alimentares podem auxiliar para melhor criação da espécie em cativeiro. Sugere-se novos estudos com níveis inferiores de arginina testados no presente estudo, a fim de determinar a exigência durante esta fase.

## CONCLUSÃO

A suplementação com 13,6 g de arginina por quilo de dieta foi suficiente para o desempenho de tilápia do Nilo após a reversão sexual.

## COMITÊ DE ÉTICA

Os procedimentos adotados para a realização do presente experimento foram aprovados no Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA/Unioeste), sob protocolo nº 073/13.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, D.H.; BARROS, M.M.; PADOVANI, C.R.; PEZZATO, L.E.; DAL PAI-SILVA, M. Growth characteristics of skeletal muscle tissue in *Oreochromis niloticus* larvae fed on a lysine supplemented diets. **Journal of Fish Biology**, v.67, n.5, p.1287-1298, 2005.

AGUIAR, D.H.; BOCK, C.; PADOVANI, C.R.; DAL PAI-SILVA, M. MyoD, myogenin and proliferating cell nuclear antigen expression in growing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, v.39, n.15, p.1673-1679, 2008.

AHMED, I. Dietary arginine requirement of fingerling Indian catfish (*Heteropneustes fossilis*, Bloch). **Aquaculture International**, v.21, n.2, p.255-271, 2013.

ALAM, M.S.; TESHIMA, S.; KOSHIO, S.; ISHIKAWA, M. Arginine requirement of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* estimated by growth and biochemical parameters. **Aquaculture**, v.205, n.1-2, p.127-140, 2002.

ALMEIDA, F.L.A.; CARVALHO, R.F.; PINHAL, D.; PADOVANI, C.R.; MARTINS, C.; DAL PAI-SILVA, M. Differential expression of myogenic regulatory factor MyoD in pacu skeletal muscle (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887: Serrasalminae, Characidae, Teleostei) during juvenile and adult growth phases. **Micron**, v.39, n.10, p.1306-1311, 2008.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Oficial methods of analysis of the association of Official Analytical Chemists - Arlington: AOAC**, 1995, v.2, p.1-30.

ARANA, L.V. **Fundamentos da aquicultura**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2010. p.349.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Editora UFSM, 2002. 212p.

BORLONGAN, I.G. Arginine and threonine requirements of milkfish (*Chanos chanos* Forsskal) juveniles. **Aquaculture**, v.93, n.4, p.313-322, 1991.

BUENTELLO, J.A.; GATLIN III, D.M. Effects of elevated dietary arginine on resistance of channel catfish to exposure to *Edwardsiella ictaluri*. **Journal of Aquatic Animal Health**, v.13, n.3, p.194-201, 2001.

DAL PAI-SILVA, M.; CARVALHO, R.F.; PELLIZZON, C.H.; DAL PAI, V. Muscle growth in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): histochemical, ultrastructural and morphometric study. **Tissue & Cell**, v.35, n.3, p.1791-87, 2003.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **FAO Global Aquaculture Summary Information 2015**. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/en>>. Acesso em: setembro de 2018.

FOUAD, A.M.; EL-SENOUSEY, H.K.; YANG, X.J.; YAO, J.H. Role of dietary L-arginine in poultry production. **International Journal of Poultry Science**, v.11, n.11, p.718-29, 2012.

FURUYA W.M. Nutrição de tilápias no Brasil. **Varia Scientia Agrárias**, v.3, n.1, p.133-150, 2013.

FURUYA, W.M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. 1a. ed. Toledo: GFM, 2010. 100p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal, 2015**. Rio de Janeiro, 2016, v.43, 47p. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2017\\_v45\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_informativo.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2018.

JACKSON, A.J.; CAPPER, B.S. Investigations into the requirements of the tilapia *Sarotherodon mossambicus* for

- dietary methionine, lysine and arginine in semi-synthetic diets. **Aquaculture**, v.29 n.3-4, p.289-97, 1982.
- JOBGEN, W.S.; FRIED, S.K.; FU, W.J.; MEININGER, C.J.; WU, G. Regulatory role for the arginine-nitric oxide pathway in metabolism of energy substrates. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.17, n.9, p.571-88, 2006.
- JOHNSTON, D.M.; STEWART, F.D.; MOODY, G.W.; BOLING, J.; KEMP, J.D. Effect of breed and time on feed on the size and distribution of beef muscle fiber types. **Journal of Animal Sciences**, v.40, n.4, p.613-620, 1975.
- JOHNSTON, I.A.; BOWER, N.I.; MACQUEEN, D.J. Growth and the regulation of myotomal muscle mass in teleost fish. **The Journal of Experimental Biology**, v.214, n.10, p.1617-1228, 2011.
- KHAN, M.A.; ABIDI, S.F. Dietary arginine requirement of *Heteropneustes fossilis* fry (Bloch) based on growth, nutrient retention and haematological parameters. **Aquaculture Nutrition**, v.17, n.4, p.418-28, 2011.
- LI, P.; MAI, K.; TRUSHENSI, J.; WU, G. New developments in fish amino acid nutrition: Towards functional and environmentally oriented aquafeeds. **Amino Acids**, v.37, [s.n.], p.43-53, 2009.
- LUI, T.A.; NEU, D.H.; BOSCOLO, W.R.; BITTENCOURT, F.; FREITAS, J.M.A.; FEIDEN, A. Uso de trigo orgânico na alimentação de juvenis de tilápia do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.4, p.383-389, 2012.
- NEU, D.H.; BOSCOLO, W.R.; ZAMINHAN, M.; ALMEIDA, F.L.A.; SARY, C.; FURUYA, W.M. Growth performance, biochemical responses, and skeletal muscle development of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fed with increasing levels of arginine. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.47, n.2, p.248-259, 2016.
- POHLENZ, C.; BUENTELLO, A.; CRISCITIELLO, M.F.; MWANGI, W.; SMITH, R.; GATLIN III, D.M. Synergies between vaccination and dietary arginine and glutamine supplementation improve the immune response of channel catfish against *Edwardsiella ictaluri*. **Fish & Shellfish Immunology**, v.33, n.3, p.543-551, 2012.
- QUADROS, M.; TEIXEIRA LANNA, E.A.; DONZELE, J.L.; TEIXEIRA DE ABREU, M.L.; RIBEIRO, F.B.; TAKISHITA, S.S. Crude protein reduction and digestible methionine+cystine and threonine to digestible lysine rations in diets for Nile tilapia fingerlings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1400-1406, 2009.
- SANTIAGO, C.B.; LOVELL, R.T. Amino acid requirements for growth Nile tilapia. **The Journal of Nutrition**, v.118, n.12, p.1540-1546, 1988.
- SAOUD, I.P.; GHANAWI, J.; LEBBOS, N. Effects of stocking density on the survival, growth, size variation and condition index of juvenile rabbitfish *Siganus rivulatus*. **Aquaculture International**, v.16, n.2, p.109-116, 2008.
- STATSOFT, Inc. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com. (2005).
- TAKISHITA, S.S.; TEIXEIRA LANNA, E.A.; DONZELE, J.L.; BOMFIM, M.A.D.; QUADROS, M.; SOUZA, M.P. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2099-2105, 2009.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. Relação hepatossomática e esplenosomática em peixes teleosteos de cultivo intensivo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.17, n.1, p.273-281, 2000.
- TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R.; KRONKA, S.N. Fator de condição e relação hepato e esplenosomática em teleosteos de água doce naturalmente parasitados. **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.533-537, 2000.
- TIENGTAM, N.; PAENGKOU, P.; SIRIVOHARN, S.; PHONSIRI, K.; BOONANUNTANASARN, S. The effects of dietary inulin and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tuber on the growth performance, haematological, blood chemical and immune parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Aquaculture Research**, v.48, n.10, p.5280-5288, 2017.
- WHYTE, S.K. The innate immune response in finfish: a review of current knowledge. **Fish Shellfish Immunology**, v.23, n.6, p.1127-1151, 2007.
- WU, G. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. **Amino Acids**, v.37, n.1, p.1-17, 2009.
- WU, G.; BAZER, F.W.; DAVIS, T.A.; KIM, S.W.; LI, P.; MARC, R.J.; CAREY, S.M.; SMITH, S.B.; SPENCER, T.E.; YIN, Y. Arginine metabolism and nutrition in growth, health and disease. **Amino Acids**, v.37, n.1, p.153-168, 2008.
- WU, G.; MORRIS Jr., S.M. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. **The Biochemical Journal**, v.336, n.1, p.1-17, 1998.
- YAO, K.; YIN, Y.L.; CHU, W.; LIU, Z.; DENG, D.; LI, T.; HUANG, R.; ZHANG, J.; TAN, B.; WANG, W.; WU, G. Dietary Arginine Supplementation Increases mTOR Signaling Activity in Skeletal Muscle of Neonatal Pigs. **The Journal of Nutrition**, v.138, n.5, p.867-872, 2008.
- ZHOU, H.; CHEN, N.; QIU, X.; ZHAO, M.; JIN, L. Arginine requirement and effect of arginine intake on immunity in largemouth bass, *Micropterus salmoides*. **Aquaculture Nutrition**, v.18, n.1, p.107-116, 2012.

