

Desempenho produtivo e composição corporal de tilápias do Nilo alimentadas com AminoGut[®] no período de reversão sexual¹

Performance and body composition of Nile tilapia fed diets supplemented with AminoGut[®] during sex reversal period

Themis Sakaguti Graciano^{2*}; Mariana Michelato³; Dacley Hertes Neu⁴; Luiz Vitor Oliveira Vidal⁵; Tadeu Orlandi Xavier⁶; Lorena Batista Moura⁶; Wilson Massamitu Furuya⁷

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do produto comercial AminoGut[®] (Ajinomoto, SP), fonte de glutamina e glutamato, sobre o desempenho produtivo e a composição centesimal de pós-larvas de tilápias do Nilo. Foram utilizados 26.000 tilápias, variedade Gift, com sete dias de idade durante a fase de reversão sexual, com peso vivo e comprimento inicial de 0,037±0,09 g e 13,28±0,78 mm. Os peixes foram distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 1.300 peixes/hapa de 0,5m³ cada. Foi utilizado uma dieta controle com 500 g/kg de proteína bruta e 3.840 kcal/kg de energia digestível. O AminoGut[®] foi adicionado a dieta controle na proporção de 5, 10, 15 e 20 g/kg em substituição à L-alanina. Cada dieta foi fornecida 10 vezes ao dia, em intervalos de uma hora, no período de 8h00 às 17h00, durante 30 dias. Não foi observado efeito sobre o ganho de peso (p>0,05) dos peixes alimentados com níveis crescentes de AminoGut[®]. No entanto, foi verificado efeito linear positivo (p<0,05) sobre a conversão alimentar, taxa de eficiência protéica dos peixes e sobrevivência. A inclusão de até 20 g/kg de AminoGut[®] melhora os parâmetros de conversão alimentar, a taxa de eficiência proteica e a sobrevivência de tilápias do Nilo no período de reversão sexual.

Palavras-chave: Crescimento, glutamato, glutamina, sobrevivência

Abstract

The present study was to evaluate the effects of the commercial product AminoGut[®] (Ajinomoto, SP), a source of glutamine and glutamate, on performance and body composition of Nile tilapia fingerlings. A study was conducted with 26,000 Gift strain tilapias, with seven days of age during the sex reversal,

¹ Parte integrante da Tese de Doutorado da primeira autora.

² Pós-doutoranda, Programa Nacional de Pós-Doutorado, PNPd, Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Toledo, PR. E-mail: the_graciano@yahoo.com.br

³ Pós-doutoranda, Zootecnia, Área de Produção Animal, Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, PR. E-mail: marianamichelato@hotmail.com

⁴ Dr. em Zootecnia, Área de Produção Animal, UEM, Maringá, PR. E-mail: dacley_pesca@hotmail.com

⁵ Prof., Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, UFBA, Salvador, BA. E-mail: luizvitor.vidal@gmail.com

⁶ Mestres em Zootecnia, Área de Produção Animal, UEM, Maringá, PR. E-mail: tadeu_zoo@yahoo.com.br; lorenabatistamoura@gmail.com

⁷ Prof. Dr. do Deptº de Nutrição Animal, Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR. Programa de Pós-graduação em Zootecnia, UEM. E-mail: wmfuruya@uepg.br

*Autor para correspondência

with initial weight and length of 0.037 ± 0.09 g and 13.28 ± 0.78 mm. The fish were distributed in a completely randomized design with five treatments and four replications, totaling 1,300 fish/tank of $0,5\text{m}^3$ each one. Control diet was used with approximately 500 g/kg of crude protein and 3,840 kcal/kg of digestible energy. The AminoGut[®] was added to the control diet at a ratio of 5, 10, 15 and 20g/kg to replace L-alanine. Each diet was provided 10 times per day at intervals of one hour, from 8:00 until 17:00, for 30 days. No effect was observed on weight gain ($p > 0.05$) in fish fed with increasing levels of AminoGut[®]. However, a positive linear effect ($p < 0.05$) on feed conversion, protein efficiency ratio and survival of the fish supplemented was verified. The inclusion of AminoGut[®] up to 20 g/kg improves the feed conversion, protein efficiency ratio and survival, parameters of Nile tilapia during sex reversal.

Key words: Glutamate, glutamine, growth, survival

Introdução

A tilápia do Nilo é a espécie de peixe mais produzida em âmbito nacional brasileiro devido a diversos fatores, dentre eles, seu rápido crescimento, facilidade de obtenção de larvas, rusticidade (DEGANI; REVACH, 1991), boa conversão alimentar e também por consumir ração desde a fase larval (ALCESTE; JORRY, 1998). Responsável por mais de 46% da produção de peixes de água doce, apenas no ano de 2011, foram criadas comercialmente mais de 250 mil toneladas de tilápias (MPA, 2013). Toda essa produtividade foi proporcionada devido a diversos fatores inerentes às pesquisas dos mais diversos campos, como a reprodução e larvicultura, manejo, sanidade, nutrição, entre outras.

De hábito alimentar onívoro, possui elevada capacidade de utilizar energia e nutrientes dos ingredientes de origem vegetal e animal, permitindo assim a elaboração de dietas nutricionalmente completas de menor capacidade poluente e economicamente viáveis (PEZZATO et al., 2004). Como a alimentação é responsável pelos maiores custos de produção, alternativas para suplementação com nutrientes às dietas é necessário para garantir retorno em menor tempo, ou mesmo garantir a saúde dos animais em confinamento.

A glutamina é considerada o principal substrato energético de células de proliferação rápida, como os enterócitos e linfócitos (CYNOBER, 1999), uma vez que fornece cerca da metade da exigência de nitrogênio para a síntese de purinas e pirimidinas (LOBLEY; HOSKIN; MCNEIL, 2001), promovendo

assim, melhora na imunidade (TAUDOU; WIART; PIAIJEL, 1983) e na integridade da mucosa intestinal (WU, 1998), além de atuar na gliconeogênese, na síntese proteica, na síntese de ureia, na homeostase do pH e na neurotransmissão (CYNOBER, 1999). Este aminoácido é sintetizado no músculo esquelético, no fígado e, pelos astrócitos do tecido nervoso, a partir de glutamato e amônia, sob a ação da enzima glutamina sintetase (SELF et al., 2004). A reação inversa é controlada pela glutaminase, que degrada a glutamina para formar glutamato em todas as células animais que contêm mitocôndrias (WU, 2007).

A glutamina é um aminoácido condicionalmente essencial para animais jovens, em que a capacidade de síntese pode não atender às exigências nutricionais (YI; ALLEE, 2006), tornando-se indispensável na alimentação. A suplementação também pode ser requerida quando há doenças que resultem em quadros catabólicos (SMITH; WILMORE, 1990) ou, em condições inflamatórias (NEWSHOLME, 2001).

Nas fases iniciais, os peixes são organismos frágeis, pois durante o seu desenvolvimento passam por modificações morfofisiológicas que estarão relacionadas ao desempenho deste animais nas fases subsequentes de criação (HOLT, 2011). Dessa forma, a sobrevivência na fase de reversão e o sucesso da fase de engorda, estão relacionados ao manejo, qualidade de água e nutrição durante a larvicultura (POPMA; LOVSHIN, 1996). A adição de produtos com ação trófica sobre a mucosa intestinal e no sistema imune dos animais de produção, como a glutamina e glutamato, podem ser benéficos em situações de desafio, por melhorar

os processos fisiológicos de digestão e absorção de nutrientes da dieta (ZAVARIZE et al., 2010) e a defesa imunológica (TAUDOU; WIART; PIAIJEL, 1983; NEWSHOLME, 2001), externando seus efeitos sobre o desempenho produtivo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e composição centesimal de pós-larvas de tilápias do Nilo que receberam dietas com suplementação de AminoGut® durante a reversão sexual.

Material e Métodos

Foram utilizadas 26.000 pós-larvas de tilápia do Nilo, variedade Gift, com sete dias de idade, durante a fase de reversão sexual, com peso vivo e comprimento inicial de $0,037 \pm 0,09$ g e $13,28 \pm 0,78$ mm, respectivamente. Os peixes foram distribuídos em 20 hapas em um delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 1.300 larvas/hapa.

As hapas de $0,5 \text{ m}^3$ foram construídas em tela plástica com abertura de malha de 1 mm. O ensaio foi realizado em um viveiro, com renovação contínua de água ($2 \text{ litros minuto}^{-1}$), coberto por uma estufa, onde as hapas foram distribuídas com distância de 1 m entre elas.

Os tratamentos alimentares constaram de cinco dietas experimentais contendo diferentes níveis de suplementação de AminoGut® (0, 5, 10, 15, e 20 g/kg) (Tabela 1). A dieta controle (0 g/kg de AminoGut®) foi formulada para conter, aproximadamente, 500 g/kg de proteína bruta e 3.840 kcal/kg de energia digestível. Os alimentos foram finamente moídos em moinho martelo e peneirados em tela com abertura de malha 0,5 mm de diâmetro. Após a homogeneização de todos os ingredientes, foi adicionado à ração o hormônio 17- α -metiltestosterona, realizada segundo a metodologia de Shelton, Rodriguez-Guerrero e Lopes-Macias (1981).

Após a completa evaporação do álcool, os aminoácidos glutamina e glutamato foram

adicionados à dieta controle na forma do produto comercial AminoGut® (Ajinomoto Animal Nutrition, São Paulo, SP, Brasil) em substituição ao aminoácido L-alanina (Tabela 1). Os peixes foram alimentados dez vezes ao dia, no período de 8h00 às 17h00 em intervalos de uma hora, durante 30 dias. O arraçoamento foi manual e até saciedade aparente.

Durante o período experimental foram realizadas coletas semanais, em que foram retiradas 30 peixes por hapa para biometria: o peso foi obtido em Balança analítica (0,0001 g) e o comprimento total em paquímetro digital (0,01 cm). Os peixes coletados para a biometria foram eutanaziados por superdosagem de benzocaína ($0,3 \text{ g L}^{-1}$).

Ao final do experimento, foram contados todos os peixes por unidade experimental (hapa) para obtenção dos dados de sobrevivência.

Semanalmente, foram mensuradas as medidas de pH, e oxigênio dissolvido (mg/L) da água do tanque através de “kit” digital portátil multiparâmetro (YSI 550, Ohio, USA), enquanto a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) era aferida diariamente (8h00 e 16h00) com auxílio de um termômetro.

Amostras de peixes, de cada unidade experimental, foram coletadas para análise da composição centesimal (umidade, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e aminoácidos corporais). Os peixes que estavam sob refrigeração (-20°C), foram descongelados, picados e moídos em multiprocessador de alimentos (Walita Compact Mega RI 2831, Hungria) até se obter uma polpa homogênea. Posteriormente, foram submetidos à desidratação em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h, seguida de desidratação em estufa a 105°C por 8 horas para calcular a matéria seca. As análises de proteína bruta foram obtidas pelo método de Kjeldahl. Os lipídios foram avaliados pelo método de Soxhlet e a matéria mineral foi obtida utilizando-se mufla à temperatura de 550° por 4h. As análises centesimais seguiram a metodologia proposta pela AOAC (2005). Essas análises foram realizadas no Laboratório de

Análise de Alimentos (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Tabela 1. Composição da dieta controle utilizada na alimentação de tilápias do Nilo no período de reversão sexual.

Ingrediente	g/1000 g
Farinha de vísceras de aves	650,00
Farelo de soja	130,00
Milho	137,50
Óleo de soja	40,00
L-alanina 98	20,00
Fosfato bicálcico	10,00
Sal comum	5,00
Suplemento mineral e vitamínico ¹	7,00
Vitamina C monofosfatada ²	0,50
BHT ³	0,20
Composição determinada	g/1000 g
Matéria seca (g) ⁴	870,6
Proteína bruta (g) ⁵	500,43
Energia digestível (kcal/kg) ⁶	3840,00
Extrato etéreo (g) ⁴	100,66
Matéria mineral (g) ⁴	72,4
Ácido glutâmico (g) ⁵	77,5
Alanina (g) ⁵	36,6
Lisina (g) ⁵	31,2
Treonina (g) ⁵	18,9
Metionina (g) ⁵	8,6
Metionina + cistina (g) ⁵	14,1
Arginina (g) ⁵	27,3
Histidina (g) ⁵	10,4
Isoleucina (g) ⁵	19,0
Leucina (g) ⁵	35,0
Fenilalanina + tirosina (g) ⁵	35,2
Valina (g) ⁵	21,4
Triptofano (g) ⁵	5,1

¹Suplemento mineral e vitamínico (Supre Mais®): composição por kg: Vit. A = 1200.000 UI; vit. D3 = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K3 = 2.400 mg; vit. B1 = 4.800 mg; vit. B2 = 4.800 mg; vit. B6 = 4.000 mg; vit. B12 = 4.800 mg; ác. fólico = 1.200 mg; pantotenato de Ca = 12.000 mg; vitamina C = 48.000 mg; biotina = 48 mg; colina = 65.000 mg; niacina = 24.000 mg; Fe = 10.000 mg; Cu = 600 mg; Mg = 4.000 mg; Zn = 6.000 mg; I = 20 mg; Co = 2 mg e Se = 20 mg;²Vitamina C: (420 mg/g);³BHT: Butil-hidroxi-tolueno (antioxidante); ⁴Composição determinada no Laboratório de Análises de Alimentos da UEM; ⁵Composição determinada no Laboratório da Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda –Ajinomoto Animal Nutrition; ⁶Calculada, de acordo com Furuya (2010).

Fonte: Elaboração dos autores.

As análises de aminoácidos foram realizadas pelo Laboratório da Ajinomoto do Brasil em Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), modelo Shimatzu.

Os dados de desempenho produtivo foram submetidos à análise de regressão, enquanto a composição centesimal e de aminoácidos foi sujeita a análise de variância. Em ambos os casos, os testes foram feitos com 5% de significância por meio do programa Statistic 7.1 (STATSOFT, 2005).

Resultados e Discussão

Os valores de pH, oxigênio dissolvido e temperatura da água mensurados durante o período experimental foram respectivamente: 7,5±0,09; 6,11±1,05 mg/L e 28,6±1,72°C. Estes valores permaneceram dentro dos limites preconizados pela Resolução n. 357 de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005) para água doce, classificada em classe II, em uso na aquicultura, bem como dentro das condições propícias para criação dessa espécie (POPMA; LOVSHIN, 1995).

A variável ganho de peso não foi influenciado (P>0,05) pela suplementação de níveis crescentes de AminoGut® na dieta. Entretanto, com o aumento nos níveis de suplementação de AminoGut® foi observado um efeito linear positivo (P<0,01) sobre as variáveis de conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica e sobrevivência das pós-larvas de tilápias do Nilo. A quantidade de dieta consumida durante o período experimental foi semelhante em todos os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho produtivo de tilápias do Nilo alimentadas com níveis crescentes de AminoGut[®] na dieta.

	AminoGut [®] (g/kg) ¹					Equação P<0,05
	0	5	10	15	20	
GP(g) ²	0,98±0,09	1,0±0,06	1,0±0,12	1,01±0,07	1,02±0,07	---
CR (g) ²	1.353±21,57	1.365±13,77	1.342±14,53	1.392±50,50	1.381±27,95	---
CA*	2,10±0,28	2,02±0,02	1,91±0,01	1,68±0,03	1,42±0,05	Y= 2,163 - 0,033x; R ² = 0,92
TEP*	0,94±0,04	0,98±0,01	1,06±0,01	1,17±0,02	1,39±0,05	Y= 0,891 + 0,021x; R ² = 0,95
SOB*(%)	49,1±2,05	50,23±2,90	53,17±6,55	60,25±2,01	70,27±1,27	Y= 46,13 + 1,047x; R ² = 0,95

¹AminoGut[®]: mínimo de 10% L-glutamina e mínimo de 10% de L-ácido glutâmico (Ajinomoto Animal Nutrition, São Paulo, SP, Brasil); ²GP= ganho de peso; CR= consumo de ração; *Efeito linear (p<0,05): CA= conversão alimentar; TEP= taxa de eficiência proteica; Sob= sobrevivência.

Os dados foram submetidos a análise de Regressão em 5% de significância através do programa Statistic 7.1 (STATSOFT, 2005).

Fonte: Elaboração dos autores.

Os resultados obtidos no presente estudo diferem do reportado por Silva et al. (2010), que ao avaliarem a suplementação de L-glutamina e L-glutamato nas dietas (0,0, 10,0, 20,0 e 30,0 g/kg) para alevinos de tilápia do Nilo (0,60±0,1g), observaram efeito linear positivo sobre o ganho de peso, porém, sem influenciar (P>0,05) na sobrevivência, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica. A disparidade entre os resultados dos dois experimentos pode estar relacionada à idade dos peixes durante o período experimental, as condições de criação dos mesmos, bem como a dieta fornecida e o manejo alimentar que foram distintos.

Todavia, a resposta à suplementação de glutamina na dieta de peixes sobre o desempenho produtivo se mostra diferente, considerando também as diferentes espécies de peixes. Yan e Qiu-Zhou (2006), ao avaliarem os efeitos de níveis crescentes de L-glutamina na dieta (0,0; 4,0; 8,0; 12,0; 16,0 e 20,0 g/kg de L-glutamina) sobre o desempenho produtivo e função intestinal de carpas-comum (7,78±0,02g), observaram melhora no ganho de peso e na conversão alimentar com a suplementação de 12 g/kg de L-glutamina. Pohlenz et al. (2012), ao investigarem os efeitos de níveis graduais de glutamina na dieta (0,0 ; 5,0 ; 10,0 ; 15,0 ; 20,0 ou 30,0 g de glutamina livre kg) de juvenis de bagre do canal (6,1±0,2), não observaram efeitos positivos sobre o desempenho produtivo .

A melhora na conversão alimentar dos peixes suplementados com AminoGut[®] pode estar associado a capacidade da glutamina em estimular a síntese de nucleotídeos para o desenvolvimento da mucosa intestinal, resultando em melhor digestão e absorção de nutrientes (WU et al., 1995; FISCHER DA SILVA, 2001).

Com relação à taxa de eficiência protéica, foi observado um melhor aproveitamento da proteína da dieta, quando foi incluído maiores níveis de AminoGut[®], de forma que este aminoácido não essencial, proporcionou um melhor balanceamento da ração e conseqüentemente, houve maior utilização pelos peixes.

Estes resultados diferem do reportado por Gonçalves et al. (2009) que ao avaliarem a exigência de proteína e energia digestível para juvenis de tilápias encontraram taxa de eficiência proteica superior ao do presente estudo (valores entre 2,37 e 3,49), porém cabe ressaltar que a fase dos peixes eram distintas em cada estudo, o que pode proporcionar alterações nesse parâmetro (FURUYA et al., 2004), bem como a composição da dieta, que no presente estudo foi de 50%, pois peixes mais jovens necessitam de maior conteúdo protéico na dieta devido as maiores taxas de retenção e deposição de proteína (COWEY, 1994).

Os efeitos da suplementação de glutamina na melhora dos parâmetros de desempenho produtivo

já foram demonstrados em algumas espécies de peixes, como por Yan e Qiu-Zhou (2006) para carpas e por Silva et al. (2010) para tilápias. Mais recentemente, Cheng, Buentello e Gatlin (2011) também demonstraram os efeitos benéficos da suplementação de glutamina ao observarem melhora significativa na eficiência alimentar de *Sciaenops ocellatus* ($6,9 \pm 0,04$ g, peso médio inicial) suplementados com 20 g/kg de glutamina na dieta. Para juvenis de *Morone chrysops* × *Morone saxatilis* ($4,1 \pm 0,02$ g, peso médio inicial), Cheng, Gatlin e Buentello (2012) observaram efeitos positivos da suplementação de glutamina (10 g/kg) sobre o peso final, taxa de crescimento específico e eficiência alimentar.

Podemos considerar nesse estudo, que o efeito mais pronunciado da suplementação de AminoGut[®], foi sobre a sobrevivência dos alevinos. A baixa sobrevivência dos peixes nesta fase de criação pode ser explicada pela alta pressão de produção com o início da alimentação exógena, disputa por alimento e alta densidade de estocagem (1.300 larvas/hapa), resultando em queda na imunidade ocasionada pelo estresse e alta mortalidade. Ressalta-se que o presente estudo foi realizado em hapas alocadas em tanque de terra sob condições comerciais e se mostraram inferiores à taxa proposta como normal para o período de reversão sexual por Popma e Lovshin (1996), que propuseram uma taxa de sobrevivência ideal de 70% a 80%.

A taxa de sobrevivência das larvas durante a reversão sexual depende de vários fatores, entre eles densidade de estocagem, alimentação, ambiente e sistema de criação e temperatura (BOCEK; PHELPS; POPMA, 1992; MAINARDES-PINTO et al., 2000). Zanardi et al. (2011), que avaliaram o desempenho produtivo e reversão sexual em tilápias em dois métodos hormonal, encontraram taxas de sobrevivência entre 46,06 a 54,29%. Maiores taxas de sobrevivência foram obtidos por Baras, Prignon, Méalard (2000) e Makino et al. (2010), que verificaram taxas de sobrevivência superiores a 76 e

77%, respectivamente. Tachibana et al. (2004), que avaliaram o desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo obteve taxas de sobrevivência que variaram de 60,95 a 92,86%.

É possível que a maior sobrevivência de pós-larvas de tilápias suplementadas com AminoGut[®] esteja relacionada a função da glutamina em melhorar a imunidade. Ainda que não tenha sido realizado teste para comprovar tal efeito no presente estudo, este aminoácido atua como precursor de componentes importantes da resposta imunológica, além de ser um substrato energético para o sistema imune, capaz de realçar os parâmetros funcionais das células de defesa (TAUDOU; WIART; PIAIJEL, 1983; NEWSHOLME et al., 2003). No entanto, mais estudos são necessários para comprovar os efeitos da glutamina e glutamato no desempenho produtivo e na saúde, resistência e sobrevivência de peixes.

Como já demonstrado em outras espécies animais, incluindo aves (MAIORKA et al., 2000; YI et al., 2001; MURAKAMI et al., 2007; LOPES, 2008; SAKAMOTO, 2009) e suínos (WU et al., 1996; KITT et al., 2001; LACKEYRAM; YUE; FAN, 2001) os efeitos da glutamina sobre o desempenho produtivo são mais pronunciados em animais jovens. É possível que em função da utilização de glutamina e glutamato para síntese de aminoácidos essenciais e não essenciais, a adição de AminoGut[®] contribua no desempenho de peixes jovens, destacados por seus efeitos sobre a conversão alimentar, a taxa de eficiência protéica e, principalmente, sobre a taxa de sobrevivência.

Quanto à composição corporal, não foi observado variação ($P < 0,05$) dos teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e de aminoácidos corporais (Tabela 3). Corroborando com estes resultados, Silva et al. (2010), também não encontraram diferenças na composição centesimal de alevinos suplementados com níveis crescentes de L-glutamina e L-glutamato na dieta.

Tabela 3. Composição corporal de tilápias do Nilo alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de AminoGut® (com base na matéria natural).

	AminoGut® (g/kg) ¹				
	0	5	10	15	20
Umidade	806,02±32,09	792,55±4,31	797,88±9,54	800,07±9,09	790,78±3,50
PB	117,75±19,46	126,39±4,00	122,01±5,70	122,75±6,73	130,41±2,71
Cinzas	21,57±3,36	21,74±0,38	21,84±0,74	22,06±1,24	22,16±0,98
EE	43,42±7,46	46,00±2,61	45,65±5,75	42,79±2,52	45,08±2,45
	Aminoácidos corporais (g/100 g de proteína bruta)				
Glu	12,43±0,48	12,02±0,51	12,36±0,56	12,28±0,24	11,46±0,89
Ala	5,64±0,38	5,62±0,13	5,64±0,16	5,73±0,08	5,47±0,32
Lys	7,24±0,27	7,07±0,60	7,02±0,49	7,33±0,42	7,25±1,06
Thr	3,68±0,48	3,26±0,65	3,16±0,73	3,27±0,59	3,35±0,45
Met	2,30±0,21	1,95±0,09	1,97±0,27	2,04±0,30	1,95±0,25
Met+Cys	3,22±0,20	2,78±0,24	2,70±0,44	2,88±0,22	2,88±0,31
Arg	4,63±0,26	3,91±1,09	3,43±1,01	4,40±0,26	4,59±0,60
His	2,37±0,09	2,30±0,21	2,22±0,07	2,27±0,05	2,44±0,41
Ile	3,93±0,05	3,92±0,15	4,04±0,15	4,02±0,15	3,82±0,06
Leu	6,34±0,30	5,81±0,53	5,70±0,37	6,07±0,22	6,13±0,43
Phe+Tyr	6,50±0,37	6,33±0,36	6,15±0,29	6,61±0,37	6,48±0,42
Val	4,41±0,16	4,40±0,15	4,53±0,15	4,44±0,14	4,22±0,10
Trp	0,94±0,03	0,93±0,05	0,90±0,04	0,90±0,04	0,94±0,03

Os dados foram submetidos a análise Variância em 5% de significância através do programa Statistic 7.1 (STATSOFT, 2005).

Fonte: Elaboração dos autores.

Como a glutamina atua no transporte de nitrogênio entre os tecidos para a formação de aminoácidos para a síntese proteica (FORTI et al., 2003; SMITH; WILMORE, 1990) alterações na composição centesimal poderiam ser esperadas. A ausência de diferenças na composição centesimal da carcaça das pós-larvas pode ter ocorrido em virtude dos níveis protéicos e energéticos serem semelhante em todas as dietas, ou pelo curto período experimental. Além disso, a variação na composição corporal de aminoácidos não é grande, mesmo entre as espécies (PORTZ; CYRINO, 2001), principalmente nessa fase, em que o crescimento é muito acelerado, considerando também que a glutamina exógena apresenta maiores efeitos em situações de desafio (RIBEIRO et al., 2004).

Conclusão

A inclusão de até 20 g de AminoGut®/kg melhora os parâmetros de conversão alimentar, taxa de eficiência proteica e a sobrevivência de pós-larvas de tilápia do Nilo no período de reversão sexual.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Ajinomoto do Brasil – Indústria e Comércio de Alimentos Ltda, pela doação e análise dos aminoácidos e ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado Processo 140906/2010-0.

Referências

- ALCESTE, C. C.; JORRY, D. Análisis de las tendencias actuales en La comercialización de tilapia em los Estados Unidos de Norteamérica y La Unión Europea. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife, *Anais...* Recife: SIMBRAq, 1998. p. 349-364.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS - AOAC. Official Methods of Analysis. 18. ed. Gaithersburg, Maryland, USA: AOAC International, 2005. Disponível em: <<http://www-biblio.inti.gov.ar/manuales/131801.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2013.
- BARAS, E.; PRIGNON, C. G.; C. G. MÉALARD. Phenotypic sex differentiation of blue tilapia under constant na fluctuating thermal regims and its adaptive and evolutionary implications. *Journal of Fish Biology*, Liverpool, v. 57, n. 1, p. 210-223, ago. 2000.
- BOCEK, A.; PHELPS, R. P.; POPMA, T. J. Effect of feeding frequency on sex-reversal and on growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of Applied Aquaculture*, Virginia, v. 1, n. 3, p. 97-103, 1992.
- CHENG, Z.; BUENTELLO, A.; GATLIN, D. M. Effects of dietary arginine and glutamine on growth performance, immune responses and intestinal structure of red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 319, n. 1-2, p. 247-252, set. 2011.
- CHENG, Z.; GATLIN, D. M.; BUENTELLO, A. Dietary supplementation of arginine and/or glutamine influences growth performance, immune responses and intestinal morphology of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 362-363, n. 1, p. 39-43, set. 2012.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Classificação da águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Resolução n. 357, de 17 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2014.
- COWEY, C. B. Amino acid requirements of fish: a critical appraisal of presente values. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 124, n. 1-3, p. 1-11, mar. 1994.
- CYNOBER, L. A. Glutamine metabolism in stressed patients. In: PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CONGRESS ON AMINO ACIDS, 5., 1999, Bonn. *Abstract...* Bonn: República Federal da Alemanha, 1999, p. 5.
- DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* x *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882). *Aquaculture and Fisheries Management*, Philadelphia, v. 22, n. 1, p. 397-403, 1991.
- FISCHER DA SILVA, A. V. *Efeitos da restrição alimentar precoce e da glutamina no desempenho e na mucosa intestinal em frangos*. 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal.
- FORTI, F.; CANCELLIERO, K. M.; SILVA, C. A.; GUIRRO, R. R. J. O efeito da glutamina no músculo esquelético desnervado. *Saúde em Revista*, v. 5, n. 9, p. 59-65, jan./abr. 2003.
- FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; NEVES, P. R.; SILVA, L. C. R.; HAYASHI, C. Exigência de lisina pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1571-1577, set./out. 2004.
- FURUYA, W. M. (Ed.). *Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias*. Toledo: GFM, 2010. 98 p.
- GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; HISANO, H.; ROSA, M. J. S. Níveis de proteína digestível e energia digestível para tilápias-do-Nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2289-2298, 2009.
- HOLT, J. G. *Larval fish nutrition*. Chichester: John Wiley & Sons, 2011. 435 p.
- KITT, S. J.; MILLER, P. S.; LEWIS, A. J.; FISCHER, R. L. Effects is diet and crystalline glutamina supplementation of growth performance and small intestine morphology of weanling pigs. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 79, n. 10, p. 230-238, fev. 2001.
- LACKEYRAM, D.; YUE, X.; FAN, M. Z. Effects of dietary supplementation of crystalline L-Glutamine on the gastrointestinal tract and whole body growth in early-weaned piglets fed corn and soybean meal-based diets. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 79, p. 322, 2001. Supplement 1.
- LOBLEY, G. E.; HOSKIN, S. O.; MCNEIL, C. J. Glutamine in animal science and production. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 131, n. 9, p. 2525S-2531S, fev. 2001.
- LOPES, K. L. A. M. *Suplementação de Glutamina em dietas iniciais para frango de corte*. 2008. Tese (Doutorado em Ciencia Animal) - Escola de Veterinária. Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- MAINARDES-PINTO, C. S. R.; FENERICH-VERANI, N.; CAMPOS, B. E. S. de; SILVA, A. L.

- da. Masculinização da tilapia-do-nylo, *Oreochromis niloticus*, utilizando diferentes rações e diferentes doses de 17 α -metiltestosterona. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 654-659, 2000.
- MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F.; SANTIN, E.; BORGES, S. A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Influência da suplementação de Glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Viçosa, v. 52, n. 5, p. 487-490, 2000.
- MAKINO, L. C.; NAKAGHI, L. S. O.; PAES, M. C. F.; MALHEIROS, E. B.; KOBERSTEIN, T. C. R. D. Diferentes granulometrias de rações sobre o ganho de peso, crescimento, sobrevivência e reversão sexual para tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science*, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 268-273, 2010.
- MURAKAMI, A. E.; SAKAMOTO, M. I.; NATALI, M. R. M.; SOUZA, L. M. G.; FRANCO, J. R. G. Supplementation of Glutamine and vitamin E on the morphometry of the intestinal mucosa in broiler chickens. *Poultry Science*, Champaign, v. 86, n. 2, p. 488-495, maio 2007.
- NEWSHOLME, P.; LIMA, M. M. R.; PROCOPIO, J. T. C.; PITHON-CURI, T. C.; DOI, S. Q.; BAZOTTE, R. B., CURI, R. Glutamine and glutamate as vital metabolites. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, v. 36, n. 2, p. 153-163, fev. 2003.
- NEWSHOLME, P. Why is L-Glutamine metabolism important to cells of immune system in health, postinjury, surgery or infection? *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 131, n. 9, p. 2515-2522, set. 2001.
- PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLI, M. (Ed.). *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo: TecArt, 2004. p. 75-169.
- POHLENZ, C.; BUENTELLO, A.; BAKKE, A. M.; GATLIN III, D. M. Free dietary glutamine improves intestinal morphology and increases enterocyte migration rates, but has limited effects on plasma amino acid profile and growth performance of channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, Amsterdã, v. 370-371, p. 32-39, dec. 2012.
- POPMA, T. J.; LOVSHIN, L. *Worldwide prospects for commercial production of tilapia*. Alabama: International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, 1996. 23 p. (Research and Development, Series n. 41).
- PORTZ, L.; CYRINO, J. E. P. Comparison of the amino acid contents of roe, whole body and muscle tissue and their A/E ratios for largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802). *Aquaculture Research*, Malden, v. 34, n. 8, p. 585-592, jul. 2001.
- SAKAMOTO, M. I. *Desempenho, desenvolvimento e atividade enzimática da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com Glutamina e nucleotídeos*. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- SELF, J. T.; SPENCER, T. E.; JOHNSON, G. A.; HU, J. B.; BAZER, F. W.; WU, G. Glutamine synthesis in the developing porcine placenta. *Biology of Reproduction*, Madison, v. 70, n. 5, p. 1444-1451, jan. 2004.
- SHELTON, W. L.; RODRIGUEZ-GUERRERO, D.; LOPES-MACIAS, J. Factors affecting androgen sex reversal of *Tilapia áurea*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 59-65, jul. 1981.
- SILVA, L. C. R.; FURUYA, W. M.; NATALI, M. R. M.; SCHAMBER, C. R.; SANTOS, L. D.; VIDAL, L. V. O. Desempenho e morfometria intestinal de juvenis de tilápia-do-nylo alimentados com dietas suplementadas com L-glutamina e L-glutamato. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1175-1179, 2010.
- SMITH, R. J.; WILMORE, D. W. Glutamine nutrition and requirements. *Journal Parenteral and Enteral Nutrition*, Silver Spring, v. 14, n. 1, p. 94-99, jan. 1990.
- STATSOFT. STATISTICA, Data analysis software system, version 7.1. Inc., 2005. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>. Acesso em: 03 set. 2013.
- TACHIBANA, L.; CASTAGNOLLI, N.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; VALLE, J. B.; SIQUEIRA, M. R. Desempenho de diferentes linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringá, v. 26, n. 3, p. 305-311, 2004.
- TAUDOU, G.; WIART, J.; PIAIJEL, J. Influence of amino acid deficiency and tRNA aminoacylation on DNA synthesis and DNA polymerase activity during secondary immune response in vitro. *Molecular Immunology*, Londres, v. 20, n. 3, p. 255, mar. 1983.
- WU, G. Intestinal mucosal amino acidcatabolism. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 128, n. 8, p. 1249-1252, aug. 1998.
- WU, G. *Papéis importantes da Glutamina na nutrição e produção animal*. Especial Ajinomoto. 2007. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/upload/ajinomoto_br.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2012.

WU, G.; KNABE, D. A.; YAN, W.; FLYNN, N. E. Glutamine and Glucose metabolism in enterocytes of the neonatal pig. *American Journal of Physiology*, Bethesda, v. 268, n. 2, p. R334-R342, feb. 1996.

YAN, L.; QIU-ZHOU, X. Dietary Glutamine supplementation improves structure and function of intestine of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 256, n. 1-4, p. 389-394, jun. 2006.

YI, G. F.; ALLEE, G. L. *Revisão de literatura: glutamina e glumato*. Ajinomoto Animal Nutrition. 2006. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br>>. Acesso em: 24 jan. 2011.

YI, G. F.; ALLEE, G. L.; LIU, H. J.; FRANK, J. W.; SPENCER, J. D. Apparent ileal digestibility of amino acids in soybean meal, menhaden fish meal, catfish meal and spraydried plasma in young broilers. *Poultry Science*, Champaign, v. 80, p. 283-293, fev. 2001. Supplement 1. (Abstract).

ZANARDI, M. F.; DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; SANTOS, M. A.; MALHEIRO, E. B. Desempenho produtivo e reversão sexual em tilápias em dois métodos hormonal. *Revista Veterinária e Zootecnia*, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 45-52, mar. 2011.

ZAVARIZE, K. C.; MENTEN, J. F. M.; TRALDI, A. B.; SANTAROSA, J.; SILVA, C. L. S. Utilização de glutamina na nutrição de monogástricos. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, Lisboa, v. 105, n. 573-576, p. 5-10, 2010.