

Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho em rações para alevinos de tilápia do Nilo

Hamilton Hisano¹, Giovani Sampaio Gonçalves², Jener Alexandre Sampaio Zuanon², Edson de Souza Freire¹, Jeisson Emerson Casimiro Ferrari¹, Margarida Maria Barros¹ e Luiz Edivaldo Pezzato^{1*}

¹Departamento de Nutrição Animal, FMVZ, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, C.P. 560, 18618, Botucatu, São Paulo, Brasil. ²Pós-Graduação em Aqüicultura do CaUnesp, Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: epezzato@fca.unesp.br

RESUMO. O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* L. (Cichlidae). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos 0%; 25%; 50%; 75% e 100% de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho e, com 4 repetições. Os níveis adotados corresponderam a 11,75%; 23%; 35,78% e 47,28% de inclusão de glúten de milho nas rações, as quais foram formuladas para serem isoprotéicas em proteína digestível (PD), isocalóricas em energia digestível (ED) e com a mesma quantidade de fibra bruta, lisina e metionina. Foram utilizados 100 alevinos com peso médio de 7,47±1,61g, distribuídos em 20 aquários (250L), em sistema de recirculação de água dotado de controle de temperatura. Foi observado efeito quadrático para o ganho de peso, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica, sendo os respectivos valores ótimos estimados em 30,69%; 48% e 46,25% de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho e, para o consumo de ração, foi verificado efeito linear. Em função da média referente aos valores estimados para os diferentes parâmetros avaliados, pôde-se concluir que a proteína do glúten de milho pode substituir até 42% (19,82% de inclusão na ração) da proteína do farelo de soja em rações para alevinos de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: glúten de milho, farelo de soja, proteína, alevino.

ABSTRACT. Replacement of soybean meal protein by corn gluten meal protein in diets for Nile tilapia fingerlings. The research was carried out aiming to evaluate the replacement of soybean meal protein by corn gluten meal protein in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. (Cichlidae) diets. The experimental design was completely randomized with five treatments 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of replacement of soybean protein by corn gluten meal protein and 4 replicates. The used levels corresponded to 11.75%, 23%, 35.78% and 42.28% of corn gluten meal inclusion in diets, formulated to be isoproteic in digestible protein (DP), isocaloric in digestible energy (DE) and with the same amount of crude fiber, lysine and methionine. One hundred fingerlings were used with average weight 7.47±1.61g, distributed in 20 aquaria (250L), in recirculating water system with controlled temperature. It was observed quadratic effect on weight gain, feed conversion rate and protein efficiency rate, whose optimum values were respectively 30.69%; 48% and 46.25%, of replacement of soybean meal protein by corn gluten meal protein and linear effect to feed consumption. According to the average of the referent estimate values to different parameters evaluated, it was concluded that corn gluten meal protein can be replaced until 42.00% (19.82% of inclusion in diet) of soybean meal protein in Nile tilapia diets fingerlings.

Key words: corn gluten meal, soybean meal, protein, fingerling.

Introdução

Na alimentação animal, a proteína representa o nutriente de máxima importância, uma vez que é o principal constituinte do organismo animal em crescimento e, entre outras funções, é responsável pela produção de enzimas e hormônios (Pezzato, 1997). Além dessa característica, esse nutriente participa de grande parte do custo total da ração. Segundo Ofojekwu e Ejike (1984), é necessário

diminuir os custos para otimizar industrialmente a produção de peixes. Nesse sentido, Kubitz (1999) destacou que os alimentos de origem vegetal têm substituído total ou parcialmente os alimentos de origem animal nas rações para peixes, em função da maior disponibilidade e menor preço.

Dentre os alimentos de origem vegetal, o farelo de soja é considerado a melhor fonte protéica em função de seu conteúdo protéico e perfil de aminoácidos

essenciais. Apresenta-se, todavia, limitado em relação ao conteúdo de aminoácidos sulfurados, principalmente metionina, além de baixa disponibilidade de fósforo (El-Sayed, 1999). Segundo Barbosa *et al.* (1983), o aumento da demanda de soja para alimentação humana pode ocasionar diminuição da oferta dessa leguminosa à alimentação animal.

Para minimizar os custos das rações balanceadas para peixes, as indústrias buscam alimentos de menor custo e alta disponibilidade no mercado. Dessa forma, a utilização de co-produtos da agroindústria em rações para peixes busca atender esse objetivo sem comprometer o valor nutricional das rações e o desempenho animal.

O glúten de milho é o produto obtido após a remoção da maior parte do amido, gérmen e porções fibrosas pelo método de processamento úmido, da fabricação do amido e xarope de glicose após o tratamento enzimático do endosperma (Butolo 2002). Esse processo resulta em um produto altamente protéico, com elevado teor de metionina (Fernandes, 1998), porém deficiente em lisina, arginina e triptofano (Kubitza, 1999). Embora existam muitas diferenças quanto à composição de aminoácidos, entre o glúten de milho e o farelo de soja, o glúten tem sido utilizado como alternativo ao farelo de soja (Fernandes, 1998).

Estudos com peixes carnívoros, de diferentes espécies de águas temperadas, envolvendo a substituição de alimentos protéicos de origem animal por glúten de milho foram realizados por Alexis (1985), Moyano *et al.* (1992), Regost *et al.* (1999) e Robaina *et al.* (1997). Entretanto, são escassas as informações do efeito da substituição de alimentos protéicos pelo glúten de milho para peixes tropicais.

Este experimento teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* L. (Cichlidae) alimentados com rações, contendo níveis crescentes de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em um período de 60 dias, no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos - *AquaNutri* - FMVZ - Unesp, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo, unidade integrada ao CaUnesp.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com 5 tratamentos, os quais caracterizados pelos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho 0%; 25%; 50%; 75% e 100% e 4 repetições, perfazendo 20 unidades experimentais.

Foram utilizados 100 alevinos machos de tilápia do Nilo, revertidos sexualmente, com peso inicial médio de $7,47 \pm 1,61$ g, distribuídos em 20 aquários circulares (5 peixes/aquário) com volume de 250

litros cada, em sistema de recirculação de água, dotado de filtro físico-biológico e controle eletrônico de temperatura ($26,10 \pm 0,50^\circ\text{C}$).

As rações (Tabela 1) foram formuladas para atender às exigências nutricionais da espécie, de acordo com o NRC (1993) e, com base na composição química dos alimentos descrita por Rostagno *et al.* (2000) e Pezzato *et al.* (2002). Essas rações se diferenciaram quanto aos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho. Entretanto, apresentaram-se isoprotéicas (30% de PD), isocalóricas (3.000kcal ED/kg de ração) e, com a mesma quantidade de fibra bruta (6,30%), lisina (1,90%) e metionina (0,97%).

Tabela 1. Composição porcentual e química das rações experimentais (matéria natural)

Ingrediente	Tratamento (substituição % da PD da soja pela PD do glúten)				
	0,0	25,00	50,00	75,00	100,00
Farelo de soja	64,00	48,01	31,90	15,99	0,00
Glúten de milho	0,00	11,75	23,00	35,78	47,20
Milho	12,40	15,26	18,13	19,27	22,57
Farelo de trigo	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Celulose	1,30	2,50	3,75	4,85	6,10
Óleo de soja	2,32	2,20	2,12	2,50	2,00
Fosfato bicálcico	3,90	4,10	4,30	4,50	4,70
DL-Metionina	0,30	0,20	0,12	0,03	0,00
L-Lisina	0,00	0,40	0,90	1,30	1,65
NaCl	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Suplemento vitamínico e mineral (1)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Antioxidante (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Composição química (valor calculado)				
Energia Digestível (kcal/kg) (2)	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína Digestível (%) (2)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Metionina (%)	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Lisina (%)	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Fibra bruta (%)	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
Cálcio (%)	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Fósforo total (%)	1,27	1,28	1,28	1,29	1,29
Vitamina C (mg/kg)	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00

¹Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A=1.200.000UI; Vit. D=200.000UI; Vit. E=12.000mg; Vit. K3=2.400mg; Vit. B1=4.800mg; Vit. B2=4.800mg; Vit. B6=4.000mg; Vit. B12=4.800mg; Ác. Fólico=1.200mg; Pantotenato Ca=12.000mg; Vit. C=48.000mg; Biotina=48mg; Colina=65.000mg; Niacina=24.000mg; Ferro=10.000mg; Cobre=6.000mg; Manganês=4.000mg; Zinco=6.000mg; Iodo=20mg; Cobalto=2mg; Selênio=20mg; ²Cálculos realizados com base nos valores de energia e proteína digestível dos seguintes alimentos: farelo de soja, glúten de milho, milho e farelo de trigo (Pezato *et al.*, 2002)

No preparo das rações, os ingredientes foram moídos para a granulometria padrão de 0,50mm de diâmetro, misturados mecanicamente, umedecidos com água (55°C) para obtenção de massa apropriada e gelatinização do amido e, posteriormente, peletizados em equipamento especial (*Ação Científica*). Os grânulos foram secos em estufa de ventilação forçada durante 24 horas a 55°C.

As rações dos diferentes tratamentos foram processadas para a obtenção de peletes com os diâmetros de 1mm; 1,70mm; 2mm e 3,30mm, os quais foram sequencialmente oferecidos durante o experimento em função do tamanho dos peixes. Os peixes foram alimentados *ad libitum* 4 vezes ao dia, 8h; 12h; 14h e 18h. Semanalmente foi realizada a

limpeza dos aquários por sifonagem para retirada das fezes.

Foram avaliados o ganho de peso (peso final_(g) - peso inicial_(g)), o consumo de ração (ração consumida_(g)), a conversão alimentar (ração consumida_(g)/ganho de peso_(g)) e a taxa de eficiência protéica [ganho de peso_(g)/(ração consumida_(g) x proteína digestível da ração)].

As pesagens das rações e dos peixes (após jejum de 24 horas) foram realizadas em balança, com precisão de centésimo de gramas. Os resultados do desempenho produtivo foram submetidos à análise de variância no nível de 5% de significância e análise de regressão polinomial quando significativo, utilizando o programa estatístico SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas (Universidade Federal de Viçosa, 1997).

Resultados e discussão

Os valores médios de desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e a taxa de eficiência protéica) dos alevinos de tilápia do Nilo, em função dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios e desvio-padrão do peso inicial (PI), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), consumo de ração (C) e taxa de eficiência protéica (TEP) de alevinos de tilápia do Nilo

Variável	Tratamento (substituição % da PD da soja pela PD do glúten)					CV(1) (%)
	0,0	25,00	50,00	75,00	100,00	
PI (g)	7,41 (±1,79)	7,52 (±1,83)	7,45 (±1,83)	7,46 (±1,83)	7,51 (±1,81)	24,34
GP (g) (2)	40,14 (±5,41)	37,47 (±2,43)	43,16 (±7,28)	34,86 (±3,45)	24,05 (±7,85)	15,77
CA (3)	1,22 (±0,08)	1,16 (±0,07)	1,13 (±0,08)	1,08 (±0,07)	1,46 (±0,39)	15,29
C (g) (4)	48,36 (±5,88)	43,46 (±0,81)	48,75 (±6,18)	37,60 (±1,86)	35,20 (±2,13)	14,59
TEP (5)	2,73 (±0,17)	2,87 (±0,17)	2,95 (±0,21)	3,08 (±0,19)	2,25 (±0,59)	11,24

¹ CV (%) = coeficiente de variação; ² GP: $Y=38,516070+0,220954x-0,003601x^2$ ($R^2=85,76\%$); ³ CA: $Y=1,263929-0,009564x+0,000119x^2$ ($R^2=78,82\%$); ⁴ C: $Y=50,445000-0,133150x$ ($R^2=46,58\%$); ⁵ TEP: $Y=2,659929+0,018466x-0,000215x^2$ ($R^2=75,10\%$)

Ganho de peso

Os valores médios de ganho de peso, quando submetidos à análise estatística, revelaram (Tabela 2) efeito quadrático ($p<0,05$) para os níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho. Estimou-se que o nível máximo de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho, sem que houvesse prejuízo ao ganho de peso, foi de 30,69%.

Resultados semelhantes foram obtidos por Robaina *et al.* (1997) e Regost *et al.* (1999). Regost *et al.* (1999) substituíram até 100% da farinha de peixe por glúten de milho, em rações para juvenis de *turbot* (*Psetta maxima*) com peso médio inicial de 65g e, verificaram que a proteína do glúten de milho pode

substituir até 33,00% da proteína da farinha de peixe das rações para essa espécie, sem que houvesse piora no ganho de peso. Robaina *et al.* (1997), em pesquisa com alevinos de *gilthead seabream* (*Spaurus aurata*), substituíram de 20% a 40% da proteína da farinha de peixe pela proteína do glúten de milho e também não observaram diferença significativa no ganho de peso.

A influência da substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho no ganho de peso pode ser explicada pelas diferenças no perfil de aminoácidos desses alimentos e pela necessidade de suplementação de aminoácidos sintéticos. Apesar das dietas terem sido formuladas para atender às exigências para espécie (NRC, 1993) e conterem as mesmas quantidades de lisina e metionina, Wilson (1989) e Higuera *et al.* (1998) afirmam que as taxas de crescimento de peixes alimentados com dietas contendo aminoácidos livres, geralmente são inferiores àqueles alimentados com dietas de mesma composição, porém contendo aminoácidos ligados às proteínas. Tais resultados têm sido demonstrados em truta arco-iris (Walton *et al.* 1986; Fauconneau, 1988) e para o bagre do canal (Andrews *et al.*, 1977; Zarate e Lovell, 1997).

Segundo Plakas *et al.* (1980), Plakas e Katayama (1981) e Cowey e Walton (1988), esse fato se deve, provavelmente, à mais rápida absorção dos aminoácidos cristalinos suplementados, aumentando sua oxidação e fazendo que um relativo desbalanço ocorra quando os aminoácidos ligados às proteínas são absorvidos. Segundo Thebault (1985) e Higuera *et al.* (1998), é necessária a presença simultânea de todos os aminoácidos para síntese protéica, sendo uma parte dos aminoácidos ligadas à proteína também oxidada juntamente com os aminoácidos sintéticos.

O perfil de aminoácidos da dieta que proverá a máxima formação de tecido protéico depende da eficiência de absorção de cada aminoácido, do perfil de aminoácidos, das proteínas a serem sintetizadas e de quais aminoácidos serão usados para geração de energia ou outros propósitos. Assim, segundo Conceição (1998), crescimento e conversão alimentar ótimos podem ser atingidos por meio da manipulação do perfil de aminoácidos da proteína da ração dos peixes.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, quanto maior foi o nível de inclusão de glúten de milho, maior foi a necessidade de suplementação de lisina e menor a inclusão de metionina. Assim, com base nos resultados de ganho de peso obtidos (Tabela 2), a suplementação de aminoácidos livres pode ter interferido na eficiência da utilização da proteína das rações.

Além disso, a perda por lixiviação dos aminoácidos suplementados (lisina e metionina) pode ter contribuído para o menor ganho de peso a partir dos maiores níveis de inclusão do glúten de milho. Tal fato resulta num desbalanço no perfil de

aminoácidos da ração, comprometendo o desenvolvimento dos alevinos. Isso foi evidenciado por Zarate e Lovell (1997) quando avaliaram a lixiviação da lisina da ração, após contato com a água, registrando perdas de até 10,70% de lisina sintética das rações peletizadas quando comparado a rações não-suplementadas.

A combinação de diferentes alimentos e proporções pode influenciar na utilização dos nutrientes da ração pelos peixes. Kikuchi (1999) desenvolveu pesquisa com o linguado japonês (*Paralichthys olivaceus*) no sentido de avaliar a combinação do farelo de soja com farinha de sangue ou o glúten de milho como substitutos da farinha de peixe da ração. Segundo Kikuchi (1999), o farelo de soja em combinação com a farinha de sangue resultou em melhores respostas que o farelo de soja em combinação com o glúten de milho.

Dessa forma, pode-se inferir que o limite máximo de 30,69% de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho da ração para a tilápia do Nilo pode ser atribuído ao desbalanço de aminoácidos do glúten, a mais rápida absorção dos aminoácidos suplementados, pela lixiviação da lisina sintética e que tal limite pode estar relacionado com a combinação e com a proporção ótima entre os aminoácidos dos alimentos e a suplementação de aminoácidos sintéticos.

Consumo de ração

Os valores médios de consumo de ração quando submetidos à análise estatística revelaram, após análise de regressão polinomial (Tabela 2), efeito linear negativo ($p < 0,05$) para os níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho. Assim, à medida que se aumentou o nível de inclusão de glúten de milho, houve menor consumo de ração pelos alevinos de tilápia do Nilo, indicando que esse ingrediente deve apresentar menor palatabilidade que o farelo de soja, uma vez que Longas (1996) destacou que a soja apresentou boa palatabilidade para peixes onívoros tropicais.

Segundo Kubitza (1997), alimentos mais palatáveis resultam em menor perda por seletividade do animal e estimulam o consumo, minimizando dessa forma o tempo de contato entre o alimento e a água e pela perda de nutrientes por lixiviação. Entretanto, o ajuste do modelo matemático que explica o consumo de ração no presente experimento foi baixo ($R^2 = 46,58\%$), não permitindo conclusões definitivas a respeito da influência do glúten de milho sobre essa variável.

Resultado semelhante ao observado nesta pesquisa foi destacado por Robaina *et al.* (1997) com o *gilthead seabream*, quando a farinha de peixe foi substituída por farelo de glúten de milho. Robaina *et al.* (1997) encontraram diferença significativa no consumo de ração pelo *gilthead seabream* quando

substituíram até 40% da farinha de peixe por farelo de glúten de milho. Entretanto, resultados contrários foram destacados por Rodehutschord *et al.* (1995) com a truta arco-íris, quando substituíram 100% da farinha de peixe por farelo de glúten de milho, não sendo observadas diferenças de consumo de ração.

Conversão alimentar

Os valores médios de conversão alimentar, quando submetidos à análise estatística, revelaram (Tabela 2) efeito quadrático ($p < 0,05$) para os níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho. A análise de regressão por polinômios ortogonais demonstrou, conforme já observado para o ganho de peso, efeito quadrático para a conversão alimentar aparente, em que o melhor nível calculado foi proporcionado com 48% de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de glúten de milho.

Os dados de conversão alimentar encontrados, neste estudo, indicam a possibilidade de se substituir a proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de glúten de milho em até 48%, sem que haja comprometimento do desempenho animal. Esse nível de substituição se apresenta maior que o proposto por Higuera *et al.* (1998), com a carpa comum (*Cyprinus carpio*), por Regost *et al.* (1999), com juvenis de *turbot*, e por Kikuchi (1999), com linguado japonês.

Regost *et al.* (1999), em pesquisa com o *turbot*, obtiveram valores inferiores de eficiência alimentar, quando utilizaram níveis superiores a 20% de substituição da farinha de peixe por glúten de milho. Higuera *et al.* (1998), quando substituíram a proteína da farinha de peixe pela proteína do glúten de milho sem suplementação e com suplementação de lisina livre ou protegida, observaram piora ($p < 0,05$) na eficiência alimentar para todos os tratamentos, Kikuchi (1999), também observou piora na eficiência alimentar em pesquisa com o linguado japonês, quando substituiu a farinha de peixe da ração por uma mistura contendo farelo de soja e 10% de glúten de milho.

Entretanto, a possibilidade de substituição da proteína do farelo de soja pelo glúten de milho, em até 48%, neste estudo, não ocasionou piora na conversão alimentar para tilápia do Nilo, corroborando com os resultados obtidos por Robaina *et al.* (1997), quando substituíram até 40% da farinha de peixe das rações para o *gilthead seabream* pelo glúten de milho e não observaram diferenças significativas na eficiência alimentar. Os resultados dessa pesquisa estão de acordo com Rodehutschord *et al.* (1995), que, em pesquisa com alevinos de truta arco-íris, substituíram 100% da proteína da farinha de peixe pela proteína do glúten de milho e não observaram diferenças significativas na conversão alimentar, mesmo quando as rações foram suplementadas com aminoácidos sintéticos.

Taxa de eficiência protéica

Os valores médios da taxa de eficiência protéica, quando submetidos à análise estatística, revelaram (Tabela 2) efeito quadrático ($p < 0,05$) para os níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho. A análise de regressão por polinômios ortogonais apresentou, a exemplo do já detectado para o ganho de peso e para a conversão alimentar, efeito quadrático para taxa de eficiência protéica com melhor nível estimado em 46,25% de substituição.

Os resultados da taxa de eficiência protéica, desta pesquisa, com alevinos de tilápia do Nilo, contrariam os obtidos com o *turbot*, por Regost *et al.* (1999), com o linguado japonês, por Kikuchi (1999) e com a carpa comum, por Higuera *et al.* (1998).

Regost *et al.* (1999) desenvolveram pesquisa com o *turbot*, na qual a farinha de peixe foi substituída por níveis crescentes de inclusão do glúten de milho. Esses autores observaram piora linear dos valores da taxa de eficiência protéica à medida que os níveis de inclusão do glúten de milho aumentaram nas rações. Piores resultados, com esse mesmo alimento protéico, foram obtidos por Kikuchi (1999), em pesquisa com o linguado japonês, o qual observou que a ração contendo 30% de farelo de soja e 10% de glúten de milho em substituição à farinha de peixe, proporcionou pior taxa de eficiência protéica, quando comparado à ração controle. De forma semelhante, Higuera *et al.* (1998) realizaram pesquisa com juvenis de carpa comum com o objetivo de avaliar a substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do glúten de milho, sem suplementação e com suplementação de lisina livre ou protegida e observaram piora significativa na taxa de eficiência protéica para os tratamentos com inclusão desse alimento protéico vegetal com ou sem suplementação de lisina.

Entretanto, a possibilidade de se utilizar até 42,65% de substituição da proteína do glúten de milho, em rações para a tilápia do Nilo, confirma os resultados de pesquisa obtidos com esse mesmo alimento, com o *gilthead seabream* (Robaina *et al.* 1997) e com a truta arco-íris (Rodehutschord *et al.* 1995). Robaina *et al.* (1997) alimentaram o *gilthead seabream* com rações em que substituíram até 40% de farinha de peixe por glúten de milho e não encontraram diferença significativa na taxa de eficiência protéica. Da mesma forma, Rodehutschord *et al.* (1995) também não encontraram diferença significativa na eficiência de utilização da proteína para truta arco-íris, quando substituíram 100% da farinha de peixe por glúten de milho, desde que suplementada com aminoácidos.

Em função da média referente aos valores estimados para os diferentes parâmetros avaliados, pôde-se concluir que a proteína do glúten de milho

pode substituir até 42% da proteína do farelo de soja em rações para alevinos de tilápia do Nilo.

Agradecimento

À indústria Supre Mais Produtos Bioquímicos Ltda. pelo apoio científico.

Referências

- ALEXIS, M. N. *et al.* Formulation of practical diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) made by partial or complete substitution of fish meal by poultry by-products and certain plant by-products. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 50, p. 61-73, 1985.
- ANDREWS, J. W. *et al.* Supplementation of a semipurified casein diet for catfish with free amino acids and gelatin. *J. Nutr.*, Ottawa, v. 107, p. 1153-1156, 1977.
- BARBOSA, H. P. *et al.* Farinha de sangue como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 18, n. 6, p. 675-8, 1983.
- BUTOLO, J. E. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*, Campinas: Oesp Gráfica S/A, 2002.
- CONCEIÇÃO, L. E. *et al.* Amino acid profiles and amino acid utilization in larval african catfish (*Clarias gariepinus*): effects of ontogeny and temperature. *Fish. Physiol. Biochem.*, Oxford, v. 19, p. 43-57, 1998.
- COWEY, C. B., WALTON, M. J. Studies on the uptake of (¹⁴C) amino acids derived from both (¹⁴C) protein and (¹⁴C) amino acids by rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.*, London, v. 33, p. 293-305, 1988.
- EL-SAYED, A. F. M. Alternative protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture*, Amsterdam, v.179, n. 1-4, p. 149-168, 1999.
- FAUCONNEAU, B. Partial substitution of protein by a single amino acid and organic acid in rainbow trout diets. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 70, p. 97-106, 1988.
- FERNANDES, V. G. *Co-produtos da industrialização do milho*. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL - BOVINOS LEITEIROS, 1, 1998, Pinhal. Anais... Pinhal: Fundação Pinhalense de Ensino, 1998. p.117-130.
- HIGUERA, M. *et al.* Influence of temperature and raçõary-protein supplementation either with free or coated lysine on the fractional protein-turnover rates in the white muscle of carp. *Fish Physiol. Biochem.*, Oxford, v. 18, p. 85-95, 1998.
- KIKUCHI, K. Use of defatted soybean meal as a substitute for fishmeal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 179, p. 3-11, 1999.
- KUBITZA, F. *Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes*. In: ANAIS DO SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Campinas. Anais... Campinas: CBNA, 1997, p.63-101.
- KUBITZA, F. *Nutrição e alimentação dos peixes cultivados*. 3ª ed. Piracicaba: Degaspari Ltda., 1999, p.53-65.
- LONGAS, M. del P. D. Formulación de ración. In: JARAMILLO, M. del P. S. *et al.* *Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura*. Santa Fe de Bogotá: Cal Publicidad Ltda., 1996, p.237-72.

- MOYANO, F. J. *et al.* Nutritive value of diets containing a high percentage of vegetable proteins for trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquat. Living Resour.*, Montrouge, v. 5, p. 23-29, 1992.
- NRC - Nutrient Requirements of warmwater fishes and shellfishes, Washington, DC: National Academy Press, 1993.
- OFOJEKWU, P. C., EJIKE, C. Growth response and feed utilization in the tropical cichlid *Oreochromis niloticus* (Linn.) fed on cottonseed-based artificial diets. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 42, p. 27-36, 1984.
- PEZZATO, L. E. *O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies de peixes cultivadas*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba: CBNA, 1997, p.45-61.
- PEZZATO, L. E. *et al.* Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 4, p.1595-1604, 2002.
- PLAKAS, S. M., KATAYAMA, T. Apparent digestibilities of amino acids from three regions of the gastrointestinal tract of carp (*Cyprinus carpio*) after ingestion of a protein and corresponding free amino acid diet. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 24, p. 309-314, 1981.
- PLAKAS, S. M. *et al.* Changes in the level of circulating plasma free amino acids of carp (*Cyprinus carpio*) after a protein and an amino acid diet of similar composition. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 21, p. 307-22, 1980.
- REGOST, C. *et al.* Partial or total replacement of fishmeal by corn gluten meal in diet for turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 180, p. 99-117, 1999.
- ROBAINA, L. *et al.* Corn gluten and meat and bone meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutritional and histological implications. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 157, p. 347-359, 1997.
- RODEHUTSCORD, M. *et al.* Free amino acids can replace protein-bound amino acids in test diets for studies in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Nutr.*, Ottawa, v. 125, n. 4, p. 956-963, 1995.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- THEBAULT, H. Plasma essential amino acids changes in sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) after feeding diets deficient and supplemented in L-methionine. *Comp. Biochem. Physiol.*, Tarrytown, v. 82A, n. 1, p. 233-7, 1985.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - Universidade Federal de Viçosa. SAEG - *Sistema de análises estatísticas e genéticas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. (Manual do usuário).
- WALTON, M J. *et al.* Raçõory requirements of rainbow trout for tryptofan, lysine and arginine determined by growth and biochemical measurements. *Fish. Phys. Biochem*, Oxford, v. 2, p. 161-169, 1986.
- WILSON, R. P. Amino acids and protein. In: Halver, J.E. *Fish Nutrition*. New York: Academic Press, 1989, 2nd ed., p.111-151.
- ZARATE, D. D.; LOVELL, R. T. Free lysine (L-Lysine HCL) is utilized for growth less efficiently than protein-bound lysine (soybean meal) in practical diets by young channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 159, p. 87-100, 1997.

Received on May 05, 2003.

Accepted on November 07, 2003.

