

Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis sp.*)

Body composition and amino acids nutrition requirement for tilapia fry ("Oreochromis" sp.)

TEIXEIRA, Edgar de Alencar¹; CREPALDI, Daniel Vieira¹; FARIA, Paulo Mário Carvalho de²; RIBEIRO, Lincoln Pimentel³; MELO, Daniela Chemim de¹; EULER, Ana Carolina Castro⁴

¹Doutor em Zootecnia, LAQUA/UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

²Mestrando em Zootecnia, LAQUA/UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

³Professor Associado, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

⁴Doutoranda em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

*Endereço para correspondência: edgarvet@hotmail.com

RESUMO

O desenvolvimento de rações de alto valor nutricional, economicamente viáveis e ambientalmente corretas, depende do conhecimento das exigências nutricionais de aminoácidos para a espécie e para o tempo de vida dos animais cultivados. O objetivo com este trabalho foi estimar as exigências de aminoácidos para alevinos de tilápia através da composição corporal e do conceito de proteína ideal. Para a determinação da composição corporal, foram coletados alevinos de 7, 14, 21, 28 e 35 dias, a partir do final do consumo do saco vitelino, num delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram determinados a composição corporal em matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e aminoácidos. O conteúdo de MS não diferiu significativamente nas comparações entre as idades. O teor de PB nas idades de 28 e 35 dias não diferiram entre si e foram significativamente superiores as demais. Os teores de aminoácidos não diferiram relevantemente entre as idades. Para a estimativa das necessidades aminoacídicas, foi estabelecida relação corporal de aminoácidos, atribuindo-se um valor de 100% à lisina e aplicando-se o conceito de proteína ideal, além da metodologia que utiliza como parâmetro a composição corporal. Ambas estimativas foram semelhantes às exigências determinadas por dose resposta.

Palavras-chave: nutrição, peixe, proteína ideal

SUMMARY

The development of diets with high nutritive value, economic viability and correct environmental is dependent of amino acids nutrition requirements and knowledge. This study was conducted with the objective of estimating the amino acids requirements for fish, based on body composition and the ideal amino acid pattern. In order to define body amino acids content, fingerlings with 7, 14, 21, 28 and 35 days old, after the yolk absorption were used. The experimental design was the entirely randomized, with four repetitions. Body dry matter, crude protein and amino acids content were determined. For ages ranging from 28 to 35 days, crude protein was higher than the others, but not different between them. For the estimative of amino acids requirements, the body composition of fingerlings of 100% of lysine was established, then body composition and ideal amino acid pattern methodology was used. Both estimative were similar for the requirements determined by dose response.

Keywords: fish, ideal protein, nutrition

INTRODUÇÃO

Com a estagnação da quantidade de pescado proveniente da captura, a aquicultura vem assumindo, nos últimos anos, a responsabilidade de atender a demanda por produtos aquícolas, através do aumento da utilização de espécies e tecnologias adequadas.

Em resposta a essa crescente necessidade, a aquicultura tem avançado como a atividade zootécnica de mais rápido crescimento no mundo (TSUKAMOTO & TAKAHASHI, 1992). Em 1990 a produção mundial da aquicultura foi de 12.793.795 toneladas, chegando, em 2005, a 47.061.679 toneladas (KUBITZA, 2007). No Brasil, o crescimento não é diferente e, em 1990, a produção foi de 20.360 toneladas, chegando, em 2005, a 257.783 toneladas (KUBITZA, 2007). Para que a aquicultura atenda realmente o déficit na oferta de pescado, deve ser encarada como atividade empresarial, o que implica na intensificação dos sistemas produtivos, com total controle dos aspectos inerentes à produção e ao mercado.

Para que a atividade continue seu crescimento, é necessário que seja sustentável ambientalmente (CHO et al., 1994; WATANABE et al., 1991). e que, além disso, seja embasada nos conceitos de segurança alimentar e de desenvolvimento socioeconômico (VALENTI, 2000).

A alimentação assume uma importância fundamental no desempenho econômico da aquicultura, sendo responsável por mais de 60% do custo operacional da atividade. Outro aspecto importante é que os resíduos da alimentação podem tornar o sistema de produção oneroso em função do tratamento dos efluentes. Nesse contexto, pesquisas são desenvolvidas no sentido de produzir rações de baixo custo e potencial poluidor. Para isso, é necessário desenvolver rações de alta densidade nutricional, alta digestibilidade, grande palatabilidade e, finalmente, que tenham, como base para formulação, as exigências nutricionais para

a espécie e fase de criação a ser alimentada, reduzindo-se ao mínimo os resíduos provenientes do desperdício de ração e da excreção elevada de fósforo e nitrogênio pelos peixes (COLT & MONTGOMERY, 1991; WATANABE et al., 1991; DIANA et al., 1997; SEIM et al., 1997).

O sucesso para a produção de rações com esse perfil depende, inicialmente, do aprofundamento dos conhecimentos sobre as espécies produzidas, principalmente em relação ao manejo alimentar, ao conhecimento prévio das exigências nutricionais e da escolha dos ingredientes, os quais devem, em conjunto, atender as exigências nutricionais, principalmente quanto ao perfil de aminoácidos, possuir alta digestibilidade dos seus nutrientes (baixo potencial poluidor), que, fundamentalmente, estejam disponíveis em grande quantidade para a indústria a um custo compatível com os sistemas de produção. As poucas pesquisas até então realizadas no país sobre o assunto tratam, em sua maioria, de adaptações das pesquisas internacionais às nossas condições (PORTZ, 2001).

No aspecto econômico, devido ao alto custo da alimentação, existe uma pressão considerável para a redução dos excessos nas formulações, principalmente dos nutrientes de preço mais elevado (BRAGA & BAIÃO, 2001). Entretanto, a preocupação com os aminoácidos, até às recentes considerações sobre a resposta animal, estava restrita à maximização da eficiência de produção, sendo que pouca ou nenhuma atenção era dada à redução da excreção de material nitrogenado (BRAGA & BAIÃO, 2001).

Esse trabalho foi conduzido com o objetivo de estimar as necessidades de aminoácidos essenciais para alevinos de tilápia (*Oreochromis spp*), através da composição corporal, aplicando-se o conceito de proteína ideal.

MATERIAL E MÉTODOS

As colheitas das amostras de alevinos de tilápias vermelhas foram realizadas numa propriedade particular no município de São Geraldo, localizado na Zona da Mata de Minas Gerais.

Foram selecionados 30 grupos reprodutivos de tilápias (um macho para três fêmeas), 120 peixes, com peso entre 200 e 350 gramas colocados num tanque circular de concreto de 40m² com 1m profundidade, totalizando 40m³, respeitando-se a área mínima recomendada para reprodução de um metro quadrado por grupo. A densidade de estocagem permaneceu abaixo de um quilo de peixes por metro cúbico durante todo o período de colheita.

O fluxo de água foi-se mantido para proporcionar a troca de cerca de dez por cento do volume por dia, incluindo uma drenagem rápida e brusca para limpeza do fundo. Esse baixo fluxo de água foi necessário para facilitar a manutenção da temperatura, além de manter o sistema rico em plâncton. Foram utilizados aeração complementar e aquecedores elétricos para auxiliar a manutenção da temperatura da água (26 ± 2° C).

Procurando garantir a qualidade dos alevinos obtidos durante a experimentação, os reprodutores foram alimentados com uma dieta comercial extrusada para peixes carnívoros com 42% de proteína bruta (PB), além do plâncton disponível, o que possivelmente contribuiu para correções de eventuais deficiências de aminoácidos da ração.

Os animais permaneceram nessas condições por três semanas até que começassem a se reproduzir. Com o aparecimento das primeiras desovas, as pós larvas foram colhidas em "nuvens" (cardumes) com o auxílio de peneiras plásticas, sendo cada nuvem colocada em um hapa (tanque-rede), com malha de 1 mm e um metro cúbico útil, dentro do mesmo tanque onde estavam os reprodutores. Foram utilizados quatro hapas, sendo cada amostra, de 100

eulêntero embriões - pós larvas, uma unidade experimental.

Quando já aptos à alimentação exógena, os alevinos receberam uma ração comercial com 44% de PB, três vezes ao dia, e foram mantidos nos mesmos tanques e nas mesmas condições de estocagem que os reprodutores.

As coletas sempre foram realizadas antes da primeira alimentação do dia para que os animais não tivessem o trato digestivo repleto.

Aproveitaram-se as desovas ocorridas durante duas semanas, sendo as desovas do mesmo dia colocadas no mesmo hapa (cerca de 500 eulêntero embriões - pós-larvas).

As amostragens foram realizadas a cada sete dias, sendo o dia zero contado ao final do consumo do saco vitelino, determinado visualmente cerca de três dias após a eclosão dos ovos. As idades de colheitas foram de 7, 14, 21, 28 e 35 dias e, em cada idade, coletaram-se cerca de 100 alevinos.

Para o estudo das composições corporais, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco grupos experimentais (idades) e quatro repetições.

Os conteúdos de matéria seca, proteína e de aminoácidos, nas diferentes idades, foram comparados por meio de análise de variância (ANOVA) e aplicação do teste de Student-Newman-Keuls com 5% de erro, utilizando-se o sistema para análises estatísticas - SAEG.

Em cada amostragem, ocorreu uma exclusão de 100 pós larvas com o auxílio de uma peneira, lavados com água destilada em abundância, colocados em papel toalha para retirar o excesso de água, pesados e congelados a -18°C.

Após o término das colheitas, as amostras foram liofilizadas e novamente pesadas para a obtenção da matéria seca (MS). Em seguida, foram moídas, passadas em peneira de um milímetro e armazenadas em frascos hermeticamente fechados. A PB foi determinada no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG, em aparelho LECO, modelo FP-528, por combustão completa da amostra e determinação do nitrogênio do gás proveniente da combustão

por uma célula de condutividade térmica, segundo AOAC (1980).

A determinação do conteúdo de aminoácidos, exceto triptófano, foi realizada por hidrólise ácida e leitura por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) com reação pré-coluna com fenilisotiocianato (PITIC), utilizando-se um cromatógrafo de fase líquida VARIAN, com detetor de ultravioleta.

Para a estimativa das exigências nutricionais de aminoácidos, foi estabelecida a relação corporal de aminoácidos dos alevinos, considerando-se a lisina como 100%. Foram empregadas duas metodologias para se estimar as exigências. Aplicou-se o conceito de proteína ideal, tomando-se, como base, exigências de lisina determinadas por dose resposta (SANTIAGO & LOVELL, 1988). Em seguida foi utilizada a metodologia descrita por Tacon (1987), empregando-se a seguinte equação:

$$\text{Exigência de aa} = \frac{\% \text{PB da dieta} \times Q \times Z}{10000};$$

Em que:

%PB da dieta = considerou-se 35% (Abdelghany, 2000)

Q = % de aa essenciais + cis + tir = perfazem 35% da exigência de PB

Z = composição corporal do aa que se quer estimar exigência em % dos aa essenciais + cis + tir (vide Tabela 3)

As exigências estimadas através dos dois métodos empregados foram comparadas com aquelas encontradas por Santiago & Lovell (1988), determinadas através de experimentos de dose-resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de matéria seca nas composições corporais não variou significativamente entre as idades avaliadas (Tabela 1). A média do período, 17,46%, apresentou um coeficiente de

variação (cv) considerado baixo (8,93 %) por se tratar de resposta animal, o que era esperado por ser uma característica inerente ao tipo de animal, e devido ao curto período de avaliação.

A Tabela 1 mostra, também, aumento no conteúdo de nitrogênio corporal com a idade, sendo que os valores de PB com 7, 14 e 21 dias não diferiram significativamente entre si, entretanto, os valores de PB encontrados com 28 e 35 dias de idade foram estatisticamente superiores aos valores das idades iniciais. A média de PB encontrada no período avaliado foi de 74,46 % da MS, com um coeficiente de variação também considerado baixo (1,87 %), o que confirma a grande estabilidade da variável PB na composição tecidual (SAMPAIO, 1998).

A composição corporal de aminoácidos, mostrada na Tabela 1, não variou significativamente entre as idades avaliadas com coeficientes de variação oscilando de 7,91 a 21,52. Segundo Fagbenro (2000), é o esperado, uma vez que trabalhos demonstram que não há diferenças na composição de aminoácidos em peixes de diferentes tamanhos. Exceção se fez no caso da serina, que, na avaliação aos sete dias de idade, apresentou um valor significativamente inferior às outras idades. Essa variação no conteúdo de serina pode ser explicada se esse aminoácido for abundante nos tecidos das vísceras, que na primeira idade avaliada estão menos desenvolvidas. Entretanto, por não se tratar de um aminoácido essencial, as informações encontradas na literatura não podem confirmar a suposição.

A determinação do conteúdo de metionina e cistina foi realizada sem pré-oxidação das amostras, o que, certamente, subestimaria os valores encontrados devido às perdas durante a hidrólise ácida. Entretanto, apenas os valores encontrados para a metionina foram menores do que os dados da literatura.

Tabela 1. Composição corporal de alevinos de tilápia vermelha em % de matéria seca (MS), % de proteína bruta (PB) e % de aminoácidos na MS de 7 a 35 dias de idade

Item	Idade (dias)					Médias	CV (%)
	7	14	21	28	35		
%MS	18,35 ^a	17,35 ^a	17,42 ^a	17,42 ^a	16,77 ^a	17,46	8,93
% PB	72,64 ^b	71,32 ^b	73,44 ^b	77,01 ^a	77,89 ^a	74,46	1,87
Aminoácidos							
Arginina	2,78 ^a	2,91 ^a	2,95 ^a	3,41 ^a	3,11 ^a	3,04	14,54
Histidina	1,11 ^a	1,19 ^a	1,03 ^a	1,38 ^a	1,26 ^a	1,21	19,42
Isoleucina	2,10 ^a	2,02 ^a	1,97 ^a	2,29 ^a	2,14 ^a	2,11	8,26
Leucina	2,20 ^a	2,18 ^a	2,38 ^a	2,26 ^a	2,29 ^a	2,26	13,36
Treonina	2,16 ^a	2,28 ^a	2,11 ^a	2,58 ^a	2,52 ^a	2,34	9,16
Lisina	3,40 ^a	3,45 ^a	3,56 ^a	2,82 ^a	3,78 ^a	3,39	19,03
Metionina	1,32 ^a	1,27 ^a	1,17 ^a	1,36 ^a	1,35 ^a	1,3	8,57
Cistina	0,48 ^a	0,47 ^a	0,42 ^a	0,49 ^a	0,51 ^a	0,48	10,48
Fenilalanina	2,48 ^a	2,76 ^a	2,37 ^a	2,20 ^a	2,73 ^a	2,73	21,52
Tirosina	1,05 ^a	1,22 ^a	1,14 ^a	1,09 ^a	1,37 ^a	1,17	25,30
Valina	2,50 ^a	2,31 ^a	1,95 ^a	2,20 ^a	2,39 ^a	2,29	12,96
Alanina	2,03 ^a	2,19 ^a	1,91 ^a	2,62 ^a	2,37 ^a	2,24	13,99
Ác. Aspártico	4,15 ^a	4,28 ^a	4,06 ^a	3,72 ^a	4,79 ^a	4,21	20,00
Ác. Glutâmico	5,71 ^a	5,53 ^a	5,40 ^a	5,65 ^a	6,03 ^a	5,68	9,02
Prolina	1,61 ^a	1,38 ^a	1,37 ^a	1,35 ^a	1,36 ^a	1,41	12,57
Serina	1,21 ^b	1,39 ^a	1,49 ^a	1,56 ^a	1,65 ^a	1,46	7,91

^{ab}Valores na mesma linha seguidos de letras diferentes diferem significativamente ($p > 0,05$), pelo teste de SNK.

A Tabela 2 mostra a comparação entre a relação dos aminoácidos em função da lisina deste experimento e dos trabalhos de Fagbenro (2000) e Portz (2001). Nesta é possível verificar que, apesar dos dados serem obtidos de tilápias, as relações entre os aminoácidos diferem consideravelmente entre os trabalhos, possivelmente, devido a utilização de peixes diferentes que, apesar de pertencerem ao mesmo gênero (*Oreochromis* sp.), são de ambientes e populações distintas. Existe, também, o fato das análises de aminoácidos terem sido a Tabela 3 mostra o conteúdo corporal médio dos aminoácidos em alevinos de tilápia (*Oreochromis* spp.), a relação dos aminoácidos em função da lisina, as exigências de aminoácidos determinadas por dose resposta e as necessidades

estimadas neste trabalho através de dois métodos.

As diferenças entre as exigências determinadas por Santiago & Lovell (1988) e a estimativa por PI, para a maioria dos aminoácidos, são pequenas. No caso específico da metionina, observamos uma diferença maior, entre o valor obtido por proteína ideal e os demais valores. Isso, possivelmente, ocorreu porque não foi realizada a pré-oxidação das amostras antes da hidrólise ácida quando determinada a composição corporal neste trabalho. Com isso, ocorreram perdas de conteúdo de aminoácidos sulfurados, o que justifica o valor subestimado para exigência de metionina. efetuadas em diferentes laboratórios com diferentes padrões e equipamentos

Tabela 2. Comparação entre a relação de aminoácidos essenciais mais cistina e tirosina expressos em % da lisina obtidas nesse experimento e por outros dois autores

Aminoácidos	Relação ¹	Relação ²	Relação ³
Arginina	79,5	88,67	89,67
Histidina	29,5	27,44	35,69
Isoleucina	51,8	58,44	62,24
Leucina	84,8	99,89	66,67
Treonina	65,2	55,78	69,03
Lisina	100,00	100,00	100,00
Metionina	25,90	31,67	38,35
Cistina	42,00	13,33	14,16
Fenilalanina	63,40	47,00	80,53
Tirosina	30,40	33,67	34,51
Valina	58,90	57,00	67,55
Triptofano	11,60	11,44	-

¹Fagbenro (2000)

²Portz (2001)

³Nesse experimento

Tabela 3. Composição corporal (% da MS), % do aminoácido em relação aos aminoácidos essenciais mais cistina e tirosina, relação entre aminoácidos, exigências nutricionais de aminoácidos determinados, estimados utilizando-se o conceito de proteína ideal (PI) e pelo método descrito por Tacon (1987), em peixes

Aminoácidos	Composição corporal	% em relação aos aa essenciais + cis e tir	Relação ¹ aae+cis+tir	Exigências ² determinadas	Exigências ³ (PI)	Exigências ⁴ (Tacon)
Arginina	3,04	13,39	89,67	1,18	1,28	1,64
Histidina	1,21	5,32	35,69	0,48	0,51	0,65
Isoleucina	2,11	9,30	62,24	0,87	0,89	1,14
Leucina	2,26	9,95	66,67	0,95	0,95	1,22
Treonina	2,34	10,30	69,03	1,05	0,99	1,26
Lisina	3,39	14,92	100	1,43	-	1,83
Metionina	1,30	5,72	38,35	0,75	0,55	0,70
Cistina	0,48	2,12	14,16	0,15	0,2	0,26
Fenilalanina	2,73	12,03	80,53	1,05	1,15	1,47
Tirosina	1,17	5,15	34,51	0,50	0,49	0,63
Valina	2,29	10,09	67,55	0,78	0,97	1,24
Triptofano	0,39*	1,71	-	0,28	-	0,21

¹% em relação à lisina

²Determinada por Santiago & Lovell (1988), em % da MS

³Exigências estimadas com base na proteína ideal neste experimento, em % da MS

⁴Exigências estimadas segundo metodologia descrita por Tacon (1987), em % da MS

* dado estimado como 11,6% da lisina corporal

A estimativa das exigências dos aminoácidos essenciais, através do conceito de proteína ideal, se mostra viável para balizar a formulação de dietas para as diferentes fases

de produção de tilápias. No entanto, para uma melhor acurácia nessa estimativa, é necessário que se determine a exigência de lisina por métodos convencionais,

especificamente para a fase de vida, espécie e população a qual se deseja nutrir.

A metodologia descrita por Tacon (1987) utiliza apenas a relação corporal entre os aminoácidos essenciais mais cistina e tirosina para a estimativa. Essa metodologia, por considerar indiscriminadamente que as necessidades desses aminoácidos perfazem 35% das exigências totais de proteína para todos os peixes e idades, pode sub ou super estimar as exigências. Alguns autores como Mambrini & Kaushik (1994) preconizam que, pelo menos, 40% dos aminoácidos da dieta para tilápias devem ser essenciais. Neste trabalho, de maneira geral, observa-se a super estimativa das exigências obtidas pelo método de Tacon (1987) para todos aminoácidos, exceto para a metionina, devido à falha, em que a pré-oxidação das amostras não foi realizada para a sua determinação.

Contudo, a estimativa das exigências de aminoácidos essenciais através dos métodos tradicionais é bastante onerosa e lenta. Para que se atenda a demanda da cadeia produtiva da aquacultura por dados de exigências nutricionais de aminoácidos, a cada dia mais importantes devido a aspectos econômicos e ambientais, é necessário agilizar e dinamizar essas informações.

Nesse contexto, mesmo com as diferenças apontadas, as estimativas feitas através da composição corporal e do conceito de proteína ideal apresentam-se como uma boa ferramenta de suporte à formulação de rações mais precisas, especialmente para espécies e linhagens pouco contempladas com dados para esses requisitos na literatura. Leva-se em conta, aqui, o fato de essas metodologias serem mais rápidas e menos onerosas que as tradicionais.

De maneira geral, não existiram diferenças na composição corporal de aminoácidos até 35 dias após consumo do saco vitelino. As estimativas das exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápias, tendo como base a composição corporal e o conceito de proteína ideal, são tecnicamente viáveis, apresentando resultados semelhantes aos obtidos por meio de experimentos de dose-

resposta existentes na literatura. A metodologia proposta por Tacon (1987) superestima essas necessidades, devendo-se ponderar sobre a utilização da proporção de 35% de aminoácidos essenciais na proteína dietética.

REFERÊNCIAS

ABDELGHANY, A.E. Optimum dietary protein requirements for *Oreochromis niloticus* L. fry, using formulated semi-purified diets. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro, 2000. v.1, p. 101-108.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington, 1980. 101 p.

BRAGA, J. P.; BAIÃO, N. P. O conceito de proteína ideal na formulação de ração para frangos de corte. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, v.34, p.29-37, 2001.

CASTELLO, J. P. **Manejo da pesca e a interdisciplinaridade**. Disponível em: <<http://www.cem.ufpr/milenio>>. Acesso em: 19 mar. 2003.

COLT, J.; MONTGOMERY, J. M. Aquaculture production systems. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4183-4192, 1991.

CHO, C. Y.; HYNES, J. D.; WOOD, K. R.; YOSHIDA, H. K. Development of high-nutrient-dense, low-pollution diets and prediction aquaculture wastes using biological approaches. **Aquaculture**, v.124, p.293-305, 1994.

DIANA, J.S.; SZYPER, J.P.; BATTERSON, T.R.; BOYD, C.E.; PIEDRAHITA, R.H. Water quality in ponds. In: EGNA, H.S.; BOYD, C.E.

Dynamics of pond aquaculture. Boca Raton: CRC Press,1997. p.53-71.

FAGBENRO, O.A. Validation of the essential amino acid requirements of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758), assessed by the ideal protein concept. In: Symposium on Tilapia Aquaculture, 5., 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: SRG, 2000. v.1, p.154-156.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION -FAO. **Fishery information data and statistics unit. fishstat plus:** universal software for fishery statistical time series. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 01 ago. 2007.

KUBITZA, F. O mar está pra peixe pra peixe cultivado. **Panorama da Aquicultura**, v.100, p.14-23, 2007.

MAMBRINI, M.; KAUSHIK, S.J. Partial replacement of dietary protein nitrogen with dispensable amino acids in diets of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, **Comparative Biochemical Physiology.** v.109 A, p.469-477, 1994.

McNAB, J. M. Amino acid digestibility and availability studies with poultry. In: D' MELLO, J. P. F. (Ed.) **Amino Acids in Farm Animal Nutrition.** CAB International, Wallingford. p.185-203.

PORTZ, L. Recentes avanços na determinação das exigências e digestibilidade da proteína e aminoácidos em peixes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Ribeirão Preto: SBZ, 2001. p.528-542.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal.** Belo Horizonte: Fundação de ensino e pesquisa em medicina veterinária e zootecnia, 1998. 221p.

SANTIAGO, C.B.; LOVELL, R.T. Amino acid requirements for growth of Nile tilapia. **Journal of Nutrition**, v.118, p.1540-1546, 1988.

SEIM, W.K.; BOYD, C.E.; DIANA, J.S. Environmental considerations. In EGNA, H.S.; BOYD, C.E. **Dynamics of pond aquaculture.** Boca Raton: CRC Press,1997. p.179-182.

TACON, A. G. J. **The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp: a training manual.** 1. The essential nutrients. Brasília, Brasil: FAO, 1987.

TSUKAMOTO, R. Y.; TAKAHASHI, N. S. Falta de proteína para ração: Estrangulamento da aquicultura no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, p. 8-9, 1992.

WATANABE, T.; SAKAMOTO, H; ABIRU, M.; YAMASHITA, J. Development of a new type of dry pellet for yellowtail. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v.57, p. 891-897, 1991

Data de recebimento: 15/10/2007

Data de aprovação: 13/03/2008