

Coeficientes de Digestibilidade e Valores de Aminoácidos Digestíveis de Alguns Ingredientes para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)¹

Wilson Massamitu Furuya², Luiz Edivaldo Pezzato³, Antônio Celso Pezzato³,
Margarida Maria Barros⁴, Edma Carvalho de Miranda⁵

RESUMO - O objetivo deste estudo foi determinar o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos aminoácidos do milho, farelo de trigo, farelo de soja e da farinha de peixe. Empregaram-se juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (25,24 ± 3,88 g) alimentados com ração referência peletizada contendo 0,10% de óxido de cromo (indicador) e 33,78% de proteína bruta. O CDA médio dos aminoácidos foi de: 88,31; 77,40; 91,78 e 82,58% para o milho, farelo de trigo, farelo de soja e farinha de peixe, respectivamente. Ainda que os resultados sugiram que o CDA da proteína possa ser indicativo do CDA dos aminoácidos, seus valores individuais variaram dentro e entre os ingredientes avaliados. Os resultados obtidos demonstram que os valores de aminoácidos digestíveis devem ser usados na formulação de rações completas (precisas) e econômicas.

Palavras-chave: aminoácidos, digestibilidade aparente, ingredientes, *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo

Digestibility Coefficients and Digestible Amino Acids Values of Some Ingredients for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

ABSTRACT - This study was carried out to determine the apparent digestibility coefficients (ADC) of amino acids for corn, wheat bran, soybean meal and fish meal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), juveniles (25.24 ± 3.88 g), fed purified pelletized reference diet containing 33.78% crude protein and 0.10% of chromic oxide (indicator). The average ADC of amino acids were: 88.31; 77.40; 91.78 and 82.58% for corn, wheat meal, soybean meal and fish meal, respectively. Although results suggest that the protein ADC value is indicative of amino acids ADC, there was variability in individual amino acid digestibility within and among the tested feeds. The results suggest that use of digestible values of amino acids should be use for more accurate and economical feed formulation.

Key Words: amino acids, apparent digestibility, feedstuffs, Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*

Introdução

As rações comerciais para tilápias possuem de 25 a 40% de proteína bruta, o que implica em elevada participação de ingredientes protéicos, que correspondem a mais de 50% de seu custo. O aumento na produtividade requer a utilização de rações completas, pois o alimento natural não é capaz de atender as exigências dos peixes, principalmente quando criados em tanques-rede e “raceways”, onde a elevada biomassa por área e as deficiências ou desbalanços de nutrientes podem acarretar perdas de produtividade e, conseqüentemente, menor retorno econômico.

Uma ração formulada com base em proteína bruta ou aminoácidos totais pode não atender as necessidades nutricionais dos peixes. Deficiências ou excessos de aminoácidos interferem na utilização

da fração nitrogenada, assim como na composição química e no rendimento de carcaça do peixe (WILSON et al., 1981). Dessa forma, uma ração completa, somente será obtida quando for conhecida a digestibilidade de todos os aminoácidos dos ingredientes que a compõe. Para tal, apresenta-se como fundamental a determinação da digestibilidade de aminoácidos dos principais ingredientes utilizados em sua confecção.

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos aminoácidos de fontes protéicas tem sido obtido principalmente para peixes carnívoros. Para essas espécies, a baixa eficiência de utilização dos aminoácidos do farelo de soja é associada ao elevado teor de carboidratos e inibidores de proteases (KROGDAHL et al., 1994), que são negativamente relacionados com o CDA (ARNESEN et al., 1989;

¹ Parte da tese do primeiro autor, apresentada à FMVZ, UNESP, Botucatu-SP, financiada pela CAPES.

² Prof. da Univ. Est. de Maringá, Depto. de Zootecnia, 87020-900, Maringá-PR. E-mail: furuya@wnet.com.br

³ Prof. da FMVZ/UNESP, Botucatu-SP. E-mail: epezzato@fca.unesp.br

⁴ Zootecnista, FMVZ/UNESP, Botucatu-SP.

⁵ Profa. Dra., DZO/UFAL, Campus A.C. Simões s/n, Tabuleiro dos Martins, 57000-000, Maceió-AL.

YAMAMOTO et al., 1997), enquanto as diferenças obtidas entre os produtos de origem animal são relacionadas com a qualidade da matéria-prima e o processo empregado para sua obtenção (ANDERSON et al., 1992; ALLAN et al., 2000).

Os peixes onívoros possuem adaptações morfológicas e fisiológicas que possibilitam a utilização de rações com elevadas porcentagens de ingredientes vegetais, pois utilizam melhor os carboidratos (KUBARIK, 1997) e a proteína (aminoácidos) dessas fontes (TENGGAROEK et al., 2000), em relação aos carnívoros. Isso possibilita redução no custo com a alimentação (DEGANI et al., 1997), principalmente com as tilápias (DEGANI e REVACH, 1991), que se destacam entre as espécies onívoras na utilização dos aminoácidos das fontes protéicas convencionais e alternativas de origem vegetal (FAGBENRO, 1998; FURUYA et al., 1999).

Ainda que exista elevada correlação entre os valores médios de CDA da proteína e aminoácidos (HOSSAIN e JAUNCEY, 1989), é importante determinar a digestibilidade individual dos aminoácidos, pois o CDA da proteína nem sempre reflete a digestibilidade de alguns aminoácidos essenciais (WILSON et al., 1981; MASUMOTO et al., 1996).

Os peixes não possuem exigência de proteína, mas sim de um balanceamento de aminoácidos, que devem estar presentes em adequadas proporções, que podem ser obtidas pela combinação de ingredientes e/ou pela suplementação com aminoácidos sintéticos (STOREBAKKEN et al., 2000). Os ingredientes não são idênticos em seu valor nutricional e biológico, por apresentarem aminoácidos com variáveis composição e digestibilidade (WILSON, 1985).

Existem poucas informações sobre os aminoácidos digestíveis dos principais ingredientes utilizados na formulação das rações completas para peixes, que são necessárias para determinar os aminoácidos mais limitantes e, dessa forma, permitir adequada suplementação de aminoácidos e/ou combinação de ingredientes para o obter adequado balanceamento.

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade aparente e os valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado no período de 20/09 a 18/11/1998, no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos da FMVZ, UNESP - Campus de

Botucatu-SP, unidade integrada ao Centro de Aquicultura da UNESP.

Para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da proteína e dos aminoácidos, elaborou-se ração referência purificada, com base em proteína da albumina e gelatina (Tabela 1). Cada ingrediente em estudo (milho, farelo de trigo, farelo de soja e farinha de peixe) substituiu 30% da ração purificada.

Na confecção das rações-teste, após pesagem e homogeneização dos ingredientes, foi acrescida água (vapor a 45°C) na proporção de 12% do peso total da ração. A mistura foi peletizada em moinho de carne e desidratada em estufa de ventilação forçada (45°C), durante um período de 18 h. Após, foram mantidas em

Tabela 1 - Composição percentual da ração referência (base na matéria natural)

Table 1 - Percentual composition of reference diet (as fed basis)

Ingrediente <i>Ingredient</i>	%
Albumina <i>Albumine</i>	32,00
Gelatina <i>Gelatine</i>	7,70
Amido de milho <i>Corn starch</i>	44,13
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	6,00
a - celulose ¹ <i>a - cellulose</i>	6,00
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	3,00
Premix min. e vitamínico ² <i>Mineral and vitamin mix</i>	0,50
Vitamina C ³ <i>Vitamin C</i>	0,05
Sal comum <i>Salt</i>	0,50
BHT ⁴	0,02
Óxido de crômio <i>Chromic oxide</i>	0,10
Total	100,00

¹ a-celulose (a - cellulose): energia bruta (*gross energy*) = 3658,86 kcal/kg; proteína bruta (*crude protein*) = 1,80%; fibra bruta (*crude fiber*) = 72,91%; cálcio (*calcium*) = 0,28% e fósforo total (*total phosphorus*) = 0,08%.

² Premix min. e vit. (*mineral and vitamin mix*) (Supremais): Composição por quilo de produto (*composition per kg the product*): Vit. A = 1.200.000 UI; vit. D₃ = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K₃ = 2400 mg; vit. B₁ = 4800 mg; vit. B₂ = 4800 mg; vit. B₆ = 4000 mg; vit. B₁₂ = 4800 mg; ác. fólico (*folic acid*) = 1200 mg; pantotenato de cálcio (*pantothentic calcium*) = 12.000 mg; vit. C = 48.000 mg; biotina (*biotin*) = 48 mg; colina (*choline*) = 65.000 mg; ácido nicotínico (*nicotinic acid*) = 24.000 mg; Fe = 10.000 mg; Cu = 600 mg; Mn = 4000 mg; Zn = 6000 mg; I = 20 mg; Co = 2 mg e Se = 20 mg.

³ Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo (*calcic salt, 2-monophosphate of ascorbic acid, 42% active principle*).

⁴ Butil-Hidroxi-tolueno (*Butil-hidroxi-toluen*).

geladeira (5°C), durante 2 horas, e, depois, os grânulos foram desintegrados em diâmetros entre 2 e 5 mm. As rações-teste foram elaboradas para possuir aproximadamente 33% de proteína bruta, 4200 kcal de energia bruta/kg, 6% de fibra bruta, 1% de cálcio e 0,85% de fósforo total.

Os CDA da proteína e dos aminoácidos foram determinados pelo método indireto usando óxido de crômio como indicador inerte. Foram utilizados dois aquários de alimentação, de formato circular e capacidade de 250 L e dois aquários de coleta de fezes, de formato cônico e capacidade de 300 L, também confeccionados em fibra de vidro. Os peixes (120 juvenis com peso médio de 25,24 ± 3,88 g) foram alojados em cinco tanques-rede de formato circular, confeccionados com tela plástica (malha de 1,50 cm entrelaçados).

Os peixes foram mantidos, durante o dia, nos aquários de alimentação, onde receberam ração à vontade e a cada 2 horas, das 9 às 18 h, por arrastamento manual. Em seguida, os mesmos foram transferidos para os aquários de coleta de fezes, onde permaneceram até a manhã do dia seguinte. Após esse período, efetuou-se uma limpeza nos tanques. O período de coleta de fezes de cada um dos ingredientes foi de cinco dias. As fezes foram desidratadas em estufa de ventilação forçada a 55°C (48 h) e moídas. O arrastamento foi manual e *ad libitum*.

O preparo da amostra para análise laboratorial foi realizado de acordo com a metodologia descrita por FURUYA et al. (1996). As análises químico-bromatológicas dos alimentos e das rações foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ – UNESP – Campus de Botucatu. A análise da proteína foi realizada de acordo com a metodologia descrita por SILVA (1990), enquanto a dos aminoácidos foi realizada pelo Laboratório de Alta Tecnologia (Labtec-Mogiana Alimentos SA), localizado em Campinas-SP.

A determinação da concentração de crômio das fezes e das rações foi realizada no Laboratório de Química Analítica do Departamento de Química do Instituto de Biociências da UNESP – Campus de Botucatu, segundo GRANER et al. (1994). Os CDA da proteína e dos aminoácidos foram calculados de acordo com as expressões descritas por FURUYA et al. (1999) e PEZZATO et al. (2001).

Os dados obtidos foram submetidos ao Sistema de Análises Estatísticas - SAEG da UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (1993). As diferenças entre

as médias dos coeficientes de digestibilidade da proteína e dos aminoácidos foram comparadas pelo teste *t*, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A temperatura e oxigênio dissolvido da água dos aquários de digestibilidade e de alimentação foram mantidos por meio de aquecedores (26 ± 2,12°C) e pedra porosa acoplada a um aerador central (5,5 ± 0,89 mg/L), respectivamente. O nível de amônia foi monitorado e mantido em níveis abaixo de 0,02 mg/L, através de sifonagem e reposição de água.

Como o período de permanência dos peixes nos aquários de coleta era elevado (dez a doze horas), para evitar perdas por lixiviação, estabeleceu-se uma coleta inicial após seis horas, a qual não foi utilizada, pela pequena quantidade obtida nesse período. Esse material foi descartado, sendo observada maior concentração na excreção das 4 às 7 h, o que reduziu as possíveis perdas por lixiviação.

Na Tabela 2 encontram-se os valores de composições de proteína e aminoácidos da ração referência e ingredientes.

Durante todo o período experimental, não foi observado alteração no consumo, tanto com a ração purificada (referência) quanto com as demais (teste). O CDA da ração referência foi maior para todos os aminoácidos, demonstrando que a albumina pode ser utilizada como substituta da caseína nos estudos de avaliação de nutrientes (Tabela 3). Sugere-se, ainda, que a sua associação com a gelatina proporcionou adequado balanceamento de aminoácidos aos peixes.

Na Tabela 3 encontram-se os valores de coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína e aminoácidos da ração referência e dos ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Neste estudo, entre os aminoácidos essenciais, a arginina apresentou o maior CDA em relação à média. Estes resultados concordam com aqueles obtidos por WILSON et al. (1981), para os farelos de soja e de algodão para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), e com os apresentados para o farelo de canola, com o salmão do Atlântico (*Salmo salar*), por ANDERSON et al. (1992), e YAMAMOTO et al. (1997), com a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), para o farelo de colza. Para os ingredientes avaliados, o CDA da metionina foi superior ao da cistina (Tabela 3), confirmando os resultados obtidos para o farelo de colza com a carpa comum (*Cyprinus carpio*) por HOSSAIN e JAUNCEY

Tabela 2 - Composições de proteína e aminoácidos da ração referência e ingredientes (base na matéria natural)

Table 2 - Protein and amino acid compositions of reference diet and ingredients (as fed basis)

Aminoácido (%) <i>Amino acid</i>	RR ¹ <i>RD</i>	Milho <i>Corn</i>	Farelo de trigo <i>Wheat meaddlings</i>	Farelo de soja ² <i>Soybean meal</i>	Farinha de peixe <i>Fish meal</i>
Essencial <i>Essential</i>					
Arg	1,95	0,38	0,92	3,75	3,51
His (<i>Hys</i>)	0,64	0,29	0,38	1,09	1,30
Ile	1,34	0,27	0,55	1,90	2,13
Leu	2,22	0,88	0,54	3,42	3,73
Lis (<i>Lys</i>)	1,77	0,23	0,58	2,64	3,39
Met	0,89	0,16	0,27	0,55	1,17
Fen (<i>Phe</i>)	1,43	0,33	0,35	1,86	2,16
Tre (<i>Thr</i>)	1,16	0,32	0,38	1,53	2,12
Trp	0,36	0,08	0,21	0,56	0,45
Val	1,91	0,39	0,44	1,95	3,32
Não-essencial <i>Non essential</i>					
Asp	2,89	0,39	1,04	4,64	4,36
Glu	4,09	1,45	2,34	7,86	6,35
Ala	2,06	0,61	0,71	1,76	3,67
Cis (<i>Cys</i>)	0,58	0,17	0,18	0,55	0,77
Gli (<i>Gly</i>)	2,49	0,21	0,79	1,70	4,78
Ser	1,69	0,30	0,74	1,86	2,63
Pro	2,07	0,72	0,96	2,43	3,61
Tir (<i>Tyr</i>)	0,53	0,43	0,36	1,08	1,37
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	33,78	8,22	14,94	46,43	53,22

¹ Ração referência (*Reference diet*).² Solubilidade da proteína (KOH) = 80,01; atividade ureática = 0,03% (*Protein solubility [KOH] = 80.01; ureatic activity = 0.03%*).

(1989) e por ANDERSON et al. (1992), em estudo com o farelo de canola para o salmão do Atlântico.

A treonina apresentou CDA inferior à média dos aminoácidos, para todos os ingredientes, inclusive da ração referência (Tabela 3), fato também observado por WILSON et al. (1981), com o bagre do canal, ALLAN et al. (2000), com a perca prateada (*Bidyanus bidyanus*) e por STOREBAKKEN et al. (2000) com o salmão do Atlântico. O CDA do triptofano foi elevado para a maioria dos ingredientes, com exceção do farelo de trigo e farinha de peixe, que também apresentou menor valor de média de CDA entre os ingredientes avaliados.

Os valores médios de CDA dos aminoácidos dos ingredientes de origem vegetal, para a tilápia do Nilo, obtidos neste estudo, foram superiores aos apresentados por ANDERSON et al. (1992), para o salmão. O menor CDA dos aminoácidos de ingredientes de origem vegetal pelos peixes carnívoros, segundo ARNESEN et al. (1989) e YAMAMOTO et al. (1997), está relacionado com o alto conteúdo de carboidratos nesse ingrediente, que, não sendo utilizados, influenci-

am negativamente a digestibilidade dos aminoácidos.

No presente estudo, os valores de solubilidade em KOH e de atividade ureática, de 80,01 e 0,03%, respectivamente, encontram-se dentro da faixa recomendada por KROGDAHL et al. (1994). Estes valores indicaram que o farelo foi submetido a adequado processamento térmico. A falta de aquecimento resulta em inadequada inativação dos fatores antinutricionais e, por outro lado, o tratamento térmico excessivo pode levar a perdas de aminoácidos, principalmente pela reação de Maillard.

Os valores médios de CDA dos aminoácidos do farelo de soja e da farinha de peixe, apresentados neste estudo, foram superiores aos encontrados por WILSON et al. (1981) com o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), segundo o qual a menor utilização dos aminoácidos do farelo de soja foi atribuída à presença de fatores antinutricionais. Segundo DEGANI e REVACH (1991), as tilápias utilizam mais eficientemente a proteína dos produtos de origem vegetal que os bagres, pelas adaptações morfológicas e fisiológicas que possuem.

O menor CDA da proteína e aminoácidos da farinha de peixe, em relação ao do farelo de soja, está relacionado à qualidade da matéria-prima (conteúdo de ossos e tecidos conectivos) e processamentos (calor e solventes) empregados para sua obtenção.

Os menores CDA da proteína e aminoácidos do farelo de trigo, em relação aos dos demais ingredientes avaliados, estão relacionados com os elevados teores de fibra bruta e polissacarídeos não-amiláceos. Durante a coleta de fezes, se comparado aos demais ingredientes, para o farelo de trigo necessitou-se de menor tempo para a coleta. Tal fato deve estar relacionado com o menor tempo de trânsito da digesta no trato digestório. O menor CDA da proteína e aminoácidos desse ingrediente concorda com o encontrado por WILSON et al. (1981) com o bagre do canal.

Pelo teste *t* (Tabela 3), com exceção da farinha de peixe, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os CDA da proteína bruta e aminoácidos, dos

ingredientes de origem vegetal, concordando com os resultados obtidos por WILSON et al. (1981), HOSSAIN e JAUNCEY (1989) e YAMAMOTO et al. (1997). Este resultado demonstra, ainda, que exista relação entre os valores de proteína e aminoácidos essenciais digestíveis, a determinação da digestibilidade de cada aminoácido é importante, pois varia entre e dentre os demais ingredientes, confirmando os resultados de MASUMOTO et al. (1996) em trabalho realizado com “Yellowtail” (*Seriola quinqueradiata*) e FURUYA et al. (1999) com a tilápia do Nilo.

Na Tabela 4 encontram-se os valores de proteína e aminoácidos digestíveis da ração referência e ingredientes.

Os resultados obtidos no presente estudo reforçam as citações de KUBARIK (1997) e TENGGAROEKUL et al. (2000), de que as tilápias possuem adaptações morfológicas e fisiológicas que

Tabela 3 - Valores de coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e aminoácidos da ração referência e ingredientes (base na matéria natural)

Table 3 - Values of the apparent digestibility coefficients of protein and amino acid for reference diet and ingredients (as fed basis)

Aminoácido (%) <i>Amino acid</i>	RR* <i>RD</i>	Milho <i>Corn</i>	Farelo de trigo <i>Wheat meaddlings</i>	Farelo de soja ² <i>Soybean meal</i>	Farinha de peixe <i>Fish meal</i>
Essencial <i>Essential</i>					
Arg	93,61	91,22	84,05	96,21	88,04
His (<i>Hys</i>)	94,48	87,64	68,66	92,41	73,52
Ile	95,48	80,76	81,37	87,48	80,54
Leu	95,90	92,51	81,39	91,04	80,08
Lis (<i>Lys</i>)	94,00	90,23	79,48	90,83	82,55
Met	94,39	92,36	74,16	97,10	91,61
Fen (<i>Phe</i>)	95,98	88,45	69,87	93,33	81,10
Tre (<i>Thr</i>)	93,01	88,25	73,08	90,29	79,58
Trp	97,11	91,15	86,71	92,61	79,46
Val	94,21	89,26	69,94	89,38	82,41
Não-essencial <i>Non essential</i>					
Asp	94,27	88,77	80,9	93,93	81,59
Glu	95,17	89,42	80,35	95,97	84,63
Ala	95,07	86,24	83,08	87,21	84,35
Cis (<i>Cys</i>)	95,78	88,55	69,86	93,97	79,27
Gli (<i>Gly</i>)	95,16	85,48	82,50	87,08	85,48
Ser	94,48	86,24	84,54	97,03	86,07
Pro	95,44	88,76	65,49	87,39	82,39
Tir (<i>Tyr</i>)	94,36	84,36	77,08	88,84	83,73
Média	94,88 ^a	88,31 ^a	77,40 ^a	91,78 ^a	82,58 ^a
<i>Average</i>					
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	94,40 ^a	87,12 ^a	78,21 ^a	92,72 ^a	84,95 ^b

Médias, na coluna, seguidas de letra diferente são diferentes ($P<0,05$) pelo teste *t*.
Ração referência.

Means, within a collun, followed by different letter are different ($P<.05$) by *t* test.
Reference diet.

Tabela 4 - Valores médios de proteína e aminoácidos digestíveis da ração referência e ingredientes (base na matéria natural)
 Table 4 - Average values of digestible protein and amino acids for reference diet and ingredients (as fed basis)

Aminoácido (%) <i>Amino acid</i>	RR* <i>RD</i>	Milho <i>Corn</i>	Farelo de trigo <i>Wheat meaddlings</i>	Farelo de soja ² <i>Soybean meal</i>	Farinha de peixe <i>Fish meal</i>
Essencial <i>Essential</i>					
Arg	1,83	0,35	0,77	3,61	3,09
His	0,60	0,25	0,26	1,01	0,96
Ile	1,28	0,22	0,45	1,66	1,72
Leu	2,13	0,81	0,44	3,11	2,99
Lis (<i>Lys</i>)	1,66	0,21	0,46	2,40	2,80
Met	0,84	0,14	0,20	0,31	1,07
Fen (<i>Phe</i>)	1,37	0,29	0,24	1,74	1,75
Tre (<i>Thr</i>)	1,08	0,28	0,28	1,38	1,69
Trp	0,35	0,07	0,18	0,52	0,36
Val	1,80	0,35	0,31	1,74	2,74
Não-essencial <i>Non essential</i>					
Asp	2,72	0,35	0,84	4,36	3,56
Glu	3,89	1,30	1,88	7,54	5,37
Ala	1,96	0,53	0,59	1,53	3,10
Cis (<i>Cys</i>)	0,56	0,15	0,13	0,52	0,61
Gli (<i>Gly</i>)	2,37	0,18	0,65	1,48	4,09
Ser	1,60	0,26	0,63	1,80	2,26
Pro	1,98	0,64	0,63	2,12	2,97
Tir (<i>Tyr</i>)	0,50	0,36	0,28	0,96	1,15
Proteína digestível <i>Digestible protein</i>	31,90	7,16	11,68	43,05	45,22

*Ração referência (*Reference diet*).

favorecem a utilização de alimentos de origem vegetal. Confirma ainda os resultados de FAGBENRO (1998) e FURUYA et al. (1999), que observaram elevada eficiência da tilápia do Nilo em utilizar alimentos convencionais e alternativos de origem vegetal.

A determinação do CDA dos aminoácidos é fundamental para avaliar adequadamente os ingredientes convencionais e alternativos que ser utilizadas para elaborar rações para peixes, visando otimizar a utilização dessas fontes e reduzir a fração excretada para o meio aquático.

Conclusões

Os coeficientes médios de digestibilidade aparente dos aminoácidos foram de 88,31; 77,40; 91,78 e 82,58%, respectivamente, para o milho, os farelos de trigo e de soja e a farinha de peixe.

O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína não reflete o coeficiente de digestibilidade aparente de todos os aminoácidos, que varia dentre e entre ingredientes.

Referências Bibliográficas

- ALLAN, G.L., PARKINSON, S., BOOTH, M.A. et al. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*, 186:293-310.
- ANDERSON, J.S., LALL, S.P., ANDERSON, D.M. et al. 1992. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in sea water. *Aquaculture*, 108:111-114.
- ARNESSEN, P., BRATTAS, L.E., OLLI, J. 1989. Soybean carbohydrates appear to restrict the utilization of nutrients by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). In: TAKEDA, M., WATANABE, T. (Eds.) *The current status of fish nutrition in aquaculture*. Tokio: Tokio University Fisheries. p.273-280.
- DEGANI, G., REVACH, A. 1991. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilápia, *Oreochromis aureus* x *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882). *Aquaculture and Fisheries Management*, 22:397-403.
- DEGANI, G., VIOLA, S., YEHUDA, Y. 1997. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis aureus* x *O. niloticus*). *Israeli J. Aquac.*, 49(3):115-123.
- FAGBENRO, O. 1998. Apparent digestibility of various legumes seed meal in Nile tilapia diets. *Aquac. Intern.*, 6:83-87.
- FURUYA, W.M., HAYASHI, C., FURUYA, V.R.B. et al. 1996. Exigências de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase juvenil. *Revista Unimar*, 18(2):307-319.

- FURUYA, W.M., PEZZATO, L.E., FURUYA, V.R.B. et al. Digestibilidade aparente da proteína e aminoácidos do farelo de canola pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. In, ACUICULTURA VENEZUELA, 1999, Puerto La Cruz. *Anais...* Puerto La Cruz: WAS/LAC, 1999, p.206-217.
- GRANER, C.A.F., COSTA, P.C., PADOVANI, C.R. 1994. Determinação colorimétrica do cromo após utilização como marcador biológico na forma de óxido de cromo (II). Nota prévia. *Vet. Zootec.* (no prelo).
- HOSSAIN, M.A., JAUNCEY, K. 1989. Studies on the protein, energy and amino acids digestibility of fish meal, mustard oilcake, linseed and sesame meal for common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 83:59-72.
- KROGDAHL, A., LEA, T.B., OLLI, J.J. 1994. Soybean proteinase inhibitors effect intestinal tripsyn activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 107(1): 215-219.
- KUBARIK, J. 1997. Tilapia on highly flexible diets. *Feed International*, 6:16-18.
- MASUMOTO, T., RUCHIMAT, T., ITO, Y. et al. 1996. Amino acid availability values for several protein sources for yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). *Aquaculture*, 146:109-119.
- PEZZATO, L.E., MIRANDA, E.C., PEZZATO, A.C. et al. 2001. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *R. Soc. Bras. Zootec.* (no prelo).
- SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 2.ed. Viçosa: UFV. 165p.
- STOREBAKKEN, T., SHEARER, K.D., BAEVERFJORD, G. 2000. A. Digestibility of macronutrients, energy and amino acids, absorption of elements and absence of intestinal enteritis in Atlantic salmon, *Salmo salar*, fed diets with wheat gluten. *Aquaculture*, 184:115-132.
- TENGJAROENKUL, B., SMITH B.J., CACECI, T. et al. 2000. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*, 182:317-327.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1993. Central de processamento de dados UFV/CPD. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatísticas e genéticas)*. Viçosa: UFV. 59p.
- WILSON, R.P. Amino acid and protein requirements of fish. 1985 In: EL-SAYED, A.F.M., TESHIMA, C.B., MACKIE, A.M. (Eds.) *Nutrition and feeding of fish*. London: Academic Press. p.1-16.
- WILSON, R.P., ROBINSON, E.H., POE, W.E. 1981. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for channel catfish. *J. Nut.*, 111:923-929.
- YAMAMOTO, T., IKEDA, K., UNUMA, T. 1997. Apparent availabilities of amino acids and minerals from several protein sources for fingerling rainbow trout. *Fisheires Sci.*, 63(6):995-1001.

Recebido em: 17/08/00

Aceito em: 26/03/01