

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

MARIA DE NASARÉ BONA DE ALENCAR ARARIPE

**REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA E RELAÇÕES METIONINA+CISTINA E
TREONINA DIGESTÍVEIS COM A LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA
ALEVINOS DE TAMBATINGA**

TERESINA – PI

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MARIA DE NASARÉ BONA DE ALENCAR ARARIPE

**REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA E RELAÇÕES METIONINA+CISTINA E
TREONINA DIGESTÍVEIS COM A LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA
ALEVINOS DE TAMBATINGA**

**Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Ciência Animal da Universidade Federal do
Piauí, como parte dos requisitos para a obtenção do
título de Doutor em Ciência Animal, área de
concentração Produção Animal**

Orientador: Prof. Dr. João Batista Lopes

Co-orientador: Prof. Dr. Marvio Lobão Teixeira de Abreu

TERESINA - PI

2009

Autorizo a reprodução total ou parcial desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

A662r

Araripe, Maria de Nasaré Bona de Alencar

Redução da proteína bruta e relações metionina + cistina e treonina com a lisina em rações para alevinos de tambatinga.[manuscrito] / Maria de Nasaré Bona de Alencar -- 2009.

76f. il.

Cópia de computador (printout)

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Piauí.
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.2009.
Orientador :Prof. Dr. João Batista Lopes.

1. Nutrição animal 2. Peixe 3. Composição de carcaça 4. Desempenho produtivo 5. Proteína animal
6. Proteína ideal 7. Relação aminoacídica I.Título

CDD 636.085 2

**REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA E RELAÇÕES METIONINA+CISTINA E
TREONINA DIGESTÍVEIS COM A LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA
ALEVINOS DE TAMBATINGA**

MARIA DE NASARÉ BONA DE ALENCAR ARARIPE

Tese aprovada em: 27/11/2009

Banca Examinadora:

Prof. Dr. João Batista Lopes (Presidente) / DZO/CCA/UFPI

Prof. Dr. Manoel Pereira Filho (Titular) / INPA

Prof. Dr. Eduardo Arruda Teixeira Lanna (Titular) / DZ/ UFV

Prof. Dr. Marvio Lobão Teixeira de Abreu (Titular) / DZO/ CCA/ UFPI

Prof. Dr. Agostinho Valente de Fihueiredo (Titular) / DZO / CCA / UFPI

Nascer, aprender sempre, e renascer...
Essa é a lei!

À DEUS, que me deu mais essa oportunidade de aprender

À minha família, por auxiliar no meu aprendizado

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba - CODEVASF/7ª SR, pelo financiamento.

Ao Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS, e à Fazenda Camarão Azul, pela doação dos alevinos.

Ao Prof. Dr. João Batista Lopes, por me aceitar como orientanda, e me ajudar com sua paciência e bondade.

Ao Prof. Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu e Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves, pelas sugestões

Aos colegas do doutorado, Lidiana de Siqueira Nunes Ramos, Lair Alves Dantas Filho, José da Fonseca Castelo Branco e Ivete Lopes Mendonça, e ao “*grupo dos ruminantes*”, pelo companheirismo.

Ao Luis Francisco de França Segundo, Antonio Hosmylton Carvalho Ferreira, Tony Ewerton Amorim Braga, Pollyanna Lima de Castro, Caio Lúcio Feitosa de Sousa, Layla de Sá Andrade, Ana Larissa Santos pelo apoio nas tarefas do dia a dia.

Ao pessoal do LANA, Lindomar de Moraes Uchoa e Manoel José de Carvalho, pelo auxílio nas análises.

Ao Sr. Benedito Sales e Sra. Luzia Fernandes de Sousa, pela participação.

Ao meu esposo, Hamilton, e meus filhos, Alisson, Eloi e Aline, pela compreensão e carinho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE ABREVEATURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 CONTEXTUALIZAÇÃO	13
2.1 Características Gerais do Tambatinga	13
2.2 Proteína e Aminoácidos na Nutrição de Peixes	14
3 CAPÍTULO 1: REDUÇÃO DA PROTEÍNA PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA (<i>Colossoma macropomum</i> x <i>Piaractus brachipomum</i>), COM BASE NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL	18
RESUMO	19
ABSTRACT	20
Introdução	21
Material e Métodos	22
Resultados e Discussão	26
Conclusão	31
Literatura Citada	32
4 CAPÍTULO 2: RELAÇÃO METIONINA + CISTINA : LISINA PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA (<i>Colossoma macropomum</i> x <i>Piaractus brachipomum</i>) COM BASE NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL	35
RESUMO	36
ABSTRACT	37
Introdução	38
Material e Métodos	39
Resultados e Discussão	43
Conclusão	48
Literatura Citada	49
5 CAPÍTULO 3: RELAÇÃO TREONINA: LISINA PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA, (<i>Colossoma macropomum</i> x <i>Piaractus brachipomum</i>) COM BASE NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL	51
RESUMO	52
ABSTRACT	53
Introdução	54
Material e Métodos	55
Resultados e Discussão	59
Conclusão	62
Literatura Citada	63
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	67

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1: REDUÇÃO DA PROTEÍNA PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA (<i>Colossoma macropomum</i> x <i>Piaractus brachipomum</i>), COM BASE NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL	18
Tabela 1 Fórmula e composição das dietas experimentais	24
Tabela 2 Ganho de peso diário, consumo diário de ração, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, consumo de proteína bruta e taxa de eficiência protéica para alevinos de tambatinga alimentados com níveis decrescentes de proteína	27
Tabela 3 Umidade, proteína bruta corporal, extrato etéreo corporal, eficiência de retenção de proteína, proporção de proteína no ganho de peso e proporção de extrato etéreo no ganho de peso dos alevinos de tambatinga alimentados com níveis decrescentes de proteína	29
CAPÍTULO 2: RELAÇÃO METIONINA + CISTINA : LISINA PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA (<i>Colossoma macropomum</i> x <i>Piaractus brachipomum</i>) COM BASE NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL	
Tabela 1 Fórmula e composição das rações experimentais	41
Tabela 2 Ganho de peso diário, consumo diário de ração, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, consumo de metionina, consumo de proteína bruta, e taxa de eficiência protéica para alevinos de tambatinga alimentados com diferentes relações metionina + cistina: lisina digestível	44
Tabela 3 Umidade, proteína bruta muscular, extrato etéreo muscular, eficiência de retenção de proteína, proporção de proteína e de extrato etéreo no ganho de peso dos alevinos de tambatinga alimentados com diferentes relações metionina + cistina : lisina digestível	46
CAPÍTULO 3: RELAÇÃO TREONINA : LISINA PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA, (<i>Colossoma macropomum</i> x <i>Piaractus brachipomum</i>) COM BASE NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL	
Tabela 1 Fórmula e composição das dietas experimentais	57
Tabela 2 Ganho de peso diário, consumo diário de ração, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, consumo diário de treonina, consumo diário de proteína bruta e taxa de eficiência protéica para os alevinos de tambatinga alimentados com diferentes relações treonina : lisina	60
Tabela 3 Umidade, proteína bruta, extrato etéreo, eficiência de retenção de proteína, proteína no ganho de peso e extrato etéreo no ganho de peso, dos alevinos de tambatinga alimentados com diferentes relações treonina : lisina	62

LISTA DE ABREVIATURAS

CAA	– conversão alimentar aparente
CDPB	– consumo diário de proteína bruta
CDR	– consumo diário de ração
CPB	– consumo de proteína bruta
CR	– consumo de ração
EEf	– extrato etéreo corporal final
EEGP	– proporção do extrato etéreo sobre o ganho de peso
EEi	– extrato etéreo corporal inicial
ERPb	– eficiência de retenção de proteína bruta
GP	– ganho de peso
GPD	– ganho de peso diário
LnPf	– logaritmo neperiano do peso final
LnPi	– logaritmo neperiano do peso inicial
%PB	– percentual de proteína bruta
PBf	– proteína bruta corporal final
PBGP	– proporção da proteína bruta sobre o ganho de peso
PBi	– proteína bruta corporal inicial
Pf	– peso final
Pi	– peso inicial
T	– tempo
TCE	– taxa de crescimento específico
TEP	– taxa de eficiência protéica

REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA E RELAÇÕES METIONINA+CISTINA E TREONINA DIGESTÍVEIS COM A LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA

RESUMO GERAL

Foram estudadas a redução da proteína e as relações metionina + cistina e treonina com a lisina em rações para alevino de tambatinga, buscando-se definir os níveis mais baixos, que não prejudiquem o desempenho zootécnico. Foram realizados três experimentos utilizando 300 alevinos de tambatinga em cada ensaio, distribuídos em 20 tanques, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos. Foram avaliadas os parâmetros: sobrevivência, ganho diário de peso, consumo diário de ração, consumo e taxa de eficiência de proteína, de metionina e de treonina, nos experimentos específicos, e conversão alimentar aparente, índice de conversão alimentar, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência protéica, teor de umidade, proteína e de extrato etéreo corporal, eficiência de retenção de proteína, e proporção de proteína e extrato etéreo sobre o ganho de peso. No primeiro experimento, os tratamentos foram caracterizados por níveis decrescentes de proteína bruta (40, 37, 34, 31 e 28%), utilizando-se ração isoenergética, isocálcica e isofósforica e suplementada com aminoácidos sintéticos para manter constantes as relações metionina+cistina e treonina com a lisina. Constatou-se efeito linear, no consumo de proteína, na taxa de eficiência protéica, e nos parâmetros de avaliação de carcaça. No segundo experimento, foram formuladas cinco dietas isonutritivas, que tiveram as relações metionina+cistina:lisina variando em 38,04, 42,72, 47,40, 52,08 e 56,76%. Foi observada diferença significativa apenas na composição de carcaça. No terceiro experimento utilizou-se cinco rações isonutritivas com relação treonina:lisina de 48,96, 53,57; 58,19, 62,81 e 67,43%. Não houve diferença no desempenho produtivo nem na composição de carcaça. É possível utilizar 28% de PB, relação metionina + cistina : lisina de 38,06% e relação treonina: lisina de 48,97%, em rações para alevinos de tambatinga sem afetar o desempenho zootécnico.

Palavras-chave: composição de carcaça, desempenho produtivo, nutrição de peixes, proteína ideal, relação aminoacídica.

THE PROTEIN REDUCTION AND DIGESTIBLE METHIONE+CYSTINE AND THREONINA WITH DIGESTIBLE LYSINE RELATIONS IN RATIONS FOR TAMBATINGA FINGERLINGS

The protein reduction and the relationship methione + cystine and threonina with lysine, in rations for tambatinga fingerling were studied to define the lowest levels that don't interfere in the zootechnic performance. Three experiments were accomplished, using 300 tambatinga fingerlings in each rehearsal, distributed in 20 tanks, in delineation completely randomized, with five treatments. The variables evaluated were: survival, diary weight gain, diary intake ration, consumption and efficient rate of protein, methione and threonine, in the specific experiments and apparent alimentary conversion, conversion feed index, specific growth rate, protein efficiency rate, humidity, protein and corporeal ethereal extract, protein retention efficiency, and protein proportion and ethereal extract about weight gain. In the first experiment, the treatments were characterized by decreasing levels of protein (40, 37, 34, 31 and 28%), in ration isocaloric, isocalcium and isophosphoric, supplemented with synthetic amino acid to keep the relations of methione + cystine and threonina with lysine constant. It was verified lineal effect, in the protein consumption, in the rate of protein efficiency, and in the carcass evaluation parameters. In the second experiment, five diets isonutritive were formulated, varying the relations of methione + cystine: lisine in 38.04; 42.72; 47.40; 52.08 and 56.76%. Significant difference was observed only in the carcass composition. In the third experiment, five rations isonutritive were used with the relations of threonina: lysine of 48.96; 53.57; 58.19, 62.81 and 67.43%. There was no relevant difference in the productive performance and in the carcass composition. It is possible to use 28% of protein, the relation of methione + cistina: lisina of 38.06% and relation threonine: lisine of 48.97%, in diets for tambatinga fingerlings without affecting the zootechnic performance.

Keywords: carcass composition, productive performance, fishes nutrition, ideal protein, relation amino acid.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tambatinga é um híbrido resultante do cruzamento de fêmea de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho de pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), bastante cultivado no estado do Piauí, com a produção correspondendo a 78,36% da piscicultura piauiense continental, no ano de 2006 (IBAMA, 2008), sendo o cultivo realizado em sistema intensivo, com os peixes recebendo ração com valores entre 38 e 40% de proteína bruta na fase de alevinos. Na maioria dos casos o cultivo tem duração média de 10 meses, os peixes são comercializados com peso entre 0,8 e 1,0 kg, e a rápida eutrofização da água constitui um dos problemas observados com frequência.

A nutrição e a qualidade da água são consideradas pontos básicos e relevantes em piscicultura, pois interferem de forma marcante no desempenho dos peixes. A eutrofização da água pode ser causada pelo excesso de ração fornecida e/ou pelo excesso de proteína na ração. O excesso de ração fornecida diminui o teor de oxigênio dissolvido, eleva a produção de clorofila (*Chl a*) e aumenta o teor de N-NH₃ (Cole & Boyd, 1986), enquanto o excesso de consumo de proteína eleva a excreção nitrogenada (Beveridge, 2004).

Normalmente, são utilizados elevados níveis de proteína em rações para peixes, que nem sempre são convertidos eficientemente em ganho de peso, podendo provocar gasto energético desnecessário, devido ao aumento da atividade enzimática envolvida na síntese gliconeogênica (Carter et al., 1994), elevando o teor de lipídeo muscular dos peixes (Almeida et al., 2006), além de provocar eutrofização da águas em função da excreção nitrogenada (Furuya, 2007; Saavedra et al., 2009).

Considerando que a utilização de elevados níveis protéicos acarreta custo metabólico, ambiental e econômico, e que os ingredientes protéicos são os de custo mais elevados, torna-se necessário desenvolver técnicas que viabilizem a diminuição dos níveis protéicos das rações sem interferir negativamente sobre o desempenho produtivo dos peixes.

A proteína é o nutriente que mais diretamente interfere no ganho de peso, pois é a fornecedora de aminoácidos e de nitrogênio. Os peixes, assim como os demais animais têm exigências por aminoácidos. Assim, é possível reduzir o nível protéico das rações, sem interferir negativamente no desempenho produtivo desses animais, desde que sejam

mantidas as exigências por aminoácidos através da suplementação com aminoácidos industriais (Zarate & Lovell, 1997; Furuya et al., 2005; Gaylord et al., 2009). O correto balanceamento dos aminoácidos é necessário porque o excesso ou a escassez prejudica a síntese protéica e interfere na eficiência do desempenho (Tacon, 1990; Wilson, 2002).

Reconhecendo a importância do tambatinga para a piscicultura piauiense e procurando alternativas para o desenvolvimento do cultivo com maior sustentabilidade, foram conduzidos três experimentos, visando reduzir o nível de proteína e determinar as menores relações entre os aminoácidos metionina + cistina e treonina com a lisina, que não prejudiquem o desempenho zootécnico dos alevinos de tambatinga.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Características Gerais do Tambatinga

A piscicultura brasileira contribuiu no ano de 2006 produzindo 190.161t de peixes continentais, sendo 27,3% desse total inerente à produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e dos híbridos tambacu e tambatinga.

Embora o tambaqui seja da Bacia Amazônica e o pacu da Bacia do Paraná, essas espécies estão representadas na piscicultura de todos os Estados do país, embora tenham participação mais significativa em determinadas regiões, destacando-se o cultivo de pacu e tambacu nas regiões sudeste e centro oeste, o tambaqui e tambatinga no norte e nordeste. A participação relativa dessas espécies se torna mais expressiva quando analisada por Estados, onde se observa que o tambaqui participa com 81 e 83% da piscicultura de Rondônia e Amazonas e o tambatinga com 78% da produção do Piauí (IBAMA, 2008).

O tambatinga é resultante do cruzamento de fêmea de tambaqui com macho de pirapitinga. Tanto o tambaqui como o pirapitinga pertencem à ordem Cypriniforme, família Serrasalminidae e subfamília Myleinae. São peixes chamados reofílicos por necessitarem migrar longas distâncias na época das chuvas, para realizarem a desova. São onívoros e no ambiente natural se alimentam de sementes, frutos, moluscos e de pequenos peixes. Possuem corpo alto, lateralmente comprimido e coberto por pequenas escamas, sendo que o tambaqui apresenta mancha escura no ventre, enquanto a pirapitinga apresenta coloração mais clara (Magoleccia, 1970).

O tambatinga, assim como seus parentais tem corpo alto, comprimido lateralmente, apresentando coloração clara, com as pontas das nadadeiras caudal e anal avermelhadas. O seu aparelho dentário é composto por seis dentes na área dentígera inferior e dois dentes pronunciados, na área dentígera superior além de apresentarem diversas projeções localizadas lateralmente, o que lhe dar um aspecto mais agressivo.

Com relação ao manejo do cultivo, a viabilidade econômica e as alternativas para comercialização, pode-se ressaltar que o tambatinga apresenta melhor conversão

alimentar que o tambaqui e o pirapitinga (Paula et al., 2009a e 2009b), e seu aproveitamento através da filetagem, apresenta excelente rendimento com peixes pesando a partir de um quilo (Cruz, 2005; Suarez-Mahecha, 2008).

No estado do Piauí o tambatinga é bastante cultivado devido ao seu rápido desenvolvimento, rusticidade e boa aceitação no mercado. Normalmente, o cultivo é realizado em sistema intensivo, em viveiros escavados, recebendo ração balanceada com teor protéico variando entre 40 e 28%, durante as várias fases de desenvolvimento. Na maioria as vezes o peixe é comercializado com peso entre 0,8 e 1,0 kg, que é obtido após oito a dez meses de cultivo, e o maior problema relatado pelos produtores é a eutrofização da água dos viveiros.

Nesse cenário, é possível afirmar que há viabilidade para o cultivo do tambatinga e que as condições atuais de produção podem ser melhoradas com modificações no manejo alimentar. A utilização de rações que atendam as exigências nutricionais do peixe e a manutenção da qualidade da água são condições essenciais para melhoria da produtividade.

A eutrofização das águas da piscicultura, em sua grande maioria, ocorre devido ao excesso de proteína na dieta ou à oferta excessiva de alimento (Beveridge, 2004). Em ambos os casos, a ração estaria sendo utilizada como doadora de nitrogênio para o ambiente, sendo utilizada como adubo, o que deve ser evitado uma vez que os gastos com alimentação são responsáveis por 50 a 80% do custo do cultivo (Pereira-Filho, 1995), e o ingrediente protéico é o que mais onera a formulação de rações.

Conhecer mais sobre a nutrição do tambatinga visando maior eficiência na utilização alimentar pode ser o diferencial para obtenção de maior produtividade e lucratividade no cultivo.

2.2 Proteína e Aminoácidos na Nutrição de Peixes

O desempenho dos animais sofre influência das características genéticas, da sanidade, do meio ambiente, e principalmente de uma alimentação que atenda às exigências nutricionais. O excesso de nutrientes pode ser mais prejudicial que a escassez, pois além de prejudicar o desenvolvimento dos animais ainda eleva o custo de produção e provoca poluição ambiental.

A proteína é um dos principais nutrientes das dietas de peixes, tendo influência direta sobre a conversão alimentar, composição da carcaça, e ganho de peso. Entretanto, a utilização de elevado teor protéico na ração não é garantia de melhoria de desempenho. Vários estudos mostram que existe uma relação ideal entre teor de proteína e energia (Abimorad & Carneiro, 2007; Bicudo et al., 2009; Ramezani, 2009), e que os peixes têm grande habilidade para utilizar proteína como fonte de energia (NRC, 1993), o que é indesejável, pois além do custo metabólico causado aos peixes, eleva o custo econômico e ambiental, uma vez que os ingredientes protéicos, normalmente, são os de maior custo, além de serem os responsáveis por grande parte da liberação de nitrogênio para o ambiente (Suida, 2001, Beveridge, 2004; Saavedra et al. 2009).

Neste contexto, os nutricionistas têm direcionado ações no sentido de economizar proteína, maximizando sua utilização como nutriente responsável pela formação de músculos. Dessa forma, foram realizados estudos, visando encontrar a melhor relação energia:proteína (Cyrino et al., 2000; Meyer & Fracalossi, 2004; Abimorad & Carneiro, 2007; Green & Hardy, 2008; Ramezani, 2009), definir as exigências em proteína para cada fase de desenvolvimento (Silva et al., 2004; Vieira et al., 2005; Sá et al., 2008) e determinar as exigências protéicas mínimas que não afetem o desempenho produtivo e reduzam a excreção nitrogenada, o que pode ser obtido pela redução da proteína bruta com manutenção dos níveis de aminoácidos pela suplementação com aminoácidos industriais, que se traduz por utilização do conceito de proteína ideal (Davies & Morris, 1997; Zarate & Lovell, 1997; Rollin et al., 2003; Furuya et al., 2004; Furuya et al., 2005; Botaro et al., 2007; Bomfim et al., 2008).

Proteína ideal se define como uma mistura de aminoácidos com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capaz de fornecer sem excessos ou deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos exigidos para produção e manutenção, favorecendo a deposição de proteína com máxima eficiência pelos animais (Parsons & Barker, 1994).

A proteína ideal é então uma mistura de proteínas alimentícias em que todos os aminoácidos digestíveis, principalmente os essenciais, são limitantes na mesma proporção, conseqüentemente, nenhum aminoácido será acrescentado em excesso, comparado com os demais (Leclercq, 1997). Assim, cada aminoácido essencial deve está expresso com relação a um aminoácido referência. A lisina é utilizada como

referência devido ao número de informações existentes sobre ela, por ser facilmente encontrada no mercado, apresentar baixo custo, pela rapidez de sua análise, e por ser limitante na maioria dos ingredientes utilizados em rações para peixes (Van der Meer e Verdegem, 1996; Leclercq, 1997; Abimorad et al., 2008).

A vantagem de trabalhar com esse conceito está no fato de que as exigências em aminoácidos podem se alterar em função das modificações genéticas, das fases de desenvolvimento e outros fatores, tornando-se necessário realizar experimento dose resposta para cada situação, entretanto as relações entre os aminoácidos permanecem constantes, assim, os resultados obtidos em pesquisas utilizando o conceito de proteína ideal podem ter aplicação mais ampla (Mack, 1998).

Estudos realizados com tilápia e truta têm demonstrado a viabilidade da diminuição do nível de proteína na ração, utilizando-se as relações entre os aminoácidos, tendo-se como consequência melhoria no desempenho e redução na excreção nitrogenada (Furuya et al., 2005; Botaro et al., 2007; Bonfim et al., 2008 Saavedra, et al., 2009). Isso é possível porque o crescimento e a formação de tecido magro acontecem devido a síntese da proteína, e para que uma ótima síntese ocorra é necessário que todos os aminoácidos estejam presentes em quantidades equilibradas, simultaneamente. Se algum desequilíbrio é observado, proporciona o catabolismo dos aminoácidos resultando em baixo crescimento e eficiência alimentar (Espe et al., 2008).

A deficiência de aminoácidos, além de baixo crescimento acarreta aumento da mortalidade, causa deformações anatômicas como escoliose e lordose, erosão das nadadeiras, e outros sinais como, calcinose renal, elevação do teor de Ca, Mg, Na e K na carcaça, decréscimo do conteúdo de lipídio na carcaça e catarata (Sveier et al., 2001; Kelly et al., 2006; Espe et al., 2008).

Os aminoácidos mais limitantes para peixes são: lisina, metionina, triptofano, arginina e treonina, entretanto, essas limitações estão relacionadas com o hábito alimentar dos peixes, e com o tipo de alimento a que estejam submetidos. A utilização da soja como ingrediente protéico, elevou a necessidade de suplementação com esses aminoácidos, entretanto observa-se que o nível de suplementação é maior em peixes com hábito alimentar carnívoro, porque a absorção dos aminoácidos, sejam sintéticos ou ligados a proteína, envolve uma série de reações que utilizam diferentes transportadores específicos para diferentes aminoácidos; e a capacidade de transporte é afetada por

adaptações genéticas e fenotípicas do intestino para o tipo de ração ingerida, (Stevens, 1992; Hirst, 1993); assim, peixes que têm hábito alimentar carnívoro terão maior dificuldade de adaptação para absorver os nutrientes de origem vegetal que peixes com hábito alimentar onívoro, como tambaqui, pacu e tambatinga, que conseqüentemente responderão com uma maior eficiência à utilização desses nutrientes.

A metionina é um dos aminoácidos mais limitantes para peixes; estudos mostram que os peixes respondem com melhor desempenho a sua suplementação (Munoz-Ramirez & Carneiro, 2002; Furuya et al., 2004; Goff & Gatlin III, 2004; Berge et al., 2004), mas o excesso pode diminuir a eficiência de desempenho e proporcionar maior formação de tecido gordo (Ahmed et al., 2003; Yan et al., 2007). A metionina, além de ser utilizada na síntese de proteína, é excelente doadora de grupos metil nas reações de metilação, o excesso ou a escassez de metionina inibem as reações de transmetilação, interferindo no desenvolvimento saudável do peixe (Berge et al., 2004; Espe et al., 2008; Tange et al., 2009).

Além dos aminoácidos sulfurosos e da lisina, a treonina é também um dos aminoácidos mais limitantes em rações práticas para peixes. É o aminoácido utilizado para a produção de imunoglobulinas e mucina, substância liberada na superfície corporal dos peixes submetidos a estresse ou ataques por fungo (Tibaldi & Tulli, 1999; Silva et al., 2006).

Pesquisas com peixes onívoros como tilápia não mostram diferenças significativas no desempenho com os níveis de variação de treonina utilizadas (Bomfim et al., 2008), provavelmente, porque os peixes não foram submetidos a um desafio. Ravi & Deveraj (1991), somente observaram diferença significativa no desempenho da carpa indiana (*Catla catla*), quando alimentada com rações deficientes em treonina e submetidas a condições anóxicas. Tibaldi et al. (1996) mostraram que a exigência de treonina para sea bass (peixe carnívoro) passa a ser elevada, em função das formulações de dieta prática, especialmente, quando as fontes de proteína vegetal, como soja, são usadas para substituir quantias significativas de proteína de farinha de peixe na dieta.

3 CAPÍTULO 1

REDUÇÃO DA PROTEÍNA EM RAÇÕES PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomum*) NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL¹

¹ Elaborado conforme normas da Revista Brasileira de Zootecnia

1 **Protein reduction for tambatinga fingerling in the concept of ideal protein**

2

3 **ABSTRACT** – This study was developed to evaluate the performance and carcass
4 composition of tambatinga fingerlings, with initial weight of 6.521 ± 0.30 g, fed with
5 isocaloric, isocalcium, isophosphoric, and decreasing protein levels (40, 37, 34, 31 and
6 28% of CP) diets. The fishes were cultivated during forty days in polyethylene tanks,
7 with water recirculation system. The fishes were weighed in the beginning and at the
8 end of the trial and the data were used to evaluation of weight gain, feed intake,
9 apparent feed conversion, index of feed conversion, protein intake, specific growth rate
10 and protein efficiency rate. Also at the beginning and at the end of the experiment, a
11 sample of fishes was selected for determination of moisture, protein and ethereal extract
12 in the muscle and the results were used to evaluate the protein retention efficiency,
13 protein and ethereal extract related weight gain and carcass composition. For the
14 performance parameters, it was observed linear effect for protein intake and protein
15 efficiency rate only. The corporeal protein and ethereal extract, proportion protein and
16 ethereal extract weight gain of the fingerlings tambatinga, decreased lineally with the
17 protein reduction in the diet, while the protein retention efficiency increased. It was
18 concluded that the diet with 28% of protein can be used to tambatinga fingerlings
19 without affect the performance.

20

21 **Keywords:** carcass composition, fish nutrition, performance, protein levels

22

Introdução

1
2
3 A proteína é o nutriente que mais diretamente interfere no crescimento do
4 animal, tendo influência direta sobre o ganho de peso, conversão alimentar e
5 composição da carcaça mas, a utilização de elevado teor protéico na ração não é
6 garantia de melhoria de desempenho. Assim, considerando que os ingredientes
7 protéicos são os de maior custo na composição das rações, muitos pesquisadores têm
8 buscado obter a máxima eficiência na conversão da proteína da dieta em proteína
9 muscular, realizando pesquisas no sentido de diminuir a quantidade de proteína na ração
10 sem interferir negativamente no desempenho dos animais (Fernandes et al., 2000;
11 Vásquez-Torres et al., 2002; Sá et al., 2008; Bomfim et al., 2008; Feiden et al., 2009).

12 Em piscicultura se costuma trabalhar com elevados níveis de proteína, o que
13 frequentemente resulta em duas situações indesejáveis: o desbalanceamento dos
14 aminoácidos em relação às exigências reais, acarretando a oxidação da cadeia de
15 carbono com desvio do objetivo maior dos aminoácidos, que é a formação de tecido
16 magro (Ronnestad, et al., 2000; Ozorio, et al., 2002); e o segundo aspecto esta
17 relacionado à elevação da excreção nitrogenada, que pode levar à eutrofização da água
18 (Beveridge, 2004).

19 É possível diminuir o teor de proteína da ração sem prejuízo para o desempenho
20 dos animais, pois a diminuição da proteína nas dietas apesar de acarretar queda no
21 fornecimento de nitrogênio e de aminoácidos, não vai proporcionar prejuízo,
22 considerando que o menor fornecimento de nitrogênio resulta em queda da excreção
23 nitrogenada, o que é desejável para a manutenção da qualidade da água, e a menor
24 quantidade de aminoácidos pode ser corrigida pela suplementação com o uso de
25 aminoácidos industriais (Green & Hardy, 2008; Gaylord & Barrows, 2009).

1 do grupo que apresentava comprimento total entre 3,5 e 4 cm, foram selecionados 330
2 alevinos com peso médio de $6,5 \pm 0,3$ g, sendo distribuídos, aleatoriamente, 15
3 exemplares por unidade experimental, em um delineamento inteiramente casualizado.
4 Os outros 30 peixes foram eutanasiados, descamados, descabeçados, retirado as
5 nadadeiras, eviscerados, picados e colocados em estufa com circulação de ar, a 50°C por
6 72 horas, para posterior análise bromatológica da carcaça inicial.

7 Os tratamentos foram constituídos de cinco dietas isoenergéticas, isocálcicas e
8 isofósforicas, contendo 40, 37, 34, 31 e 28% de proteína bruta. Os demais parâmetros
9 nutricionais foram fixados atendendo as exigências nutricionais para peixes onívoros,
10 conforme Tacon (1990). Procurou-se manter constante as relações metionina+cistina:
11 lisina e treonina: lisina pela suplementação com aminoácidos industriais (Tabela 1).

12 Os ingredientes das rações foram moídos separadamente para obtenção da mesma
13 granulometria, e foram pesados, misturados, e umedecidos utilizando água aquecida a
14 40°C em quantidade equivalente a 30% do peso total dos ingredientes. A mistura foi
15 passada em moinho de carne, para compressão e formação de espaguetes, que foram
16 triturados manualmente, e passados em um conjunto de peneiras granutest, ficando os
17 peletes com granulometria entre 3 e 4 mm. Após esse processo a ração foi colocada em
18 estufa com circulação de ar, a 50°C, por 24 horas, e posteriormente colocada em sacos
19 plásticos e acondicionada sob refrigeração até utilização.

20 Durante o período experimental, que foi de 45 dias, os peixes foram alimentados
21 em quatro refeições (8, 11, 14, e 17 horas). O controle do consumo de ração foi
22 realizado, pesando-se, semanalmente, a quantidade de ração a ser fornecida diariamente,
23 para cada repetição, em quantidades iguais. Ao final da semana, as sobras eram pesadas,
24 e a quantidade consumida era calculada pela diferença entre a pesagem inicial e as
25 sobras. Teve-se a preocupação de fornecer aos peixes, somente a quantidade de ração
26 que os mesmos pudessem consumir (saciedade aparente), observando-se o
27 comportamento dos animais e a avidez com que consumiam a ração, evitando-se, dessa
28 forma, sobra de ração na água ou fornecimento escasso.

1 Tabela 1 Fórmula e composição das rações experimentais

Ingredientes	Nível de proteína bruta (%)				
	40	37	34	31	28
Farelo de soja (45% PB)	86,41	78,12	69,36	60,34	51,28
Milho	6,86	15,61	24,38	33,06	41,86
Farinha de Peixe	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Amido de milho	2,20	2,16	2,11	2,07	2,02
Óleo de soja	2,34	2,08	1,81	1,59	1,32
Lisina-HCl (78,4%)	0,00	0,04	0,30	0,57	0,83
DL-Metionina (99,0%)	0,00	0,00	0,04	0,12	0,21
L-Treonina (98,5%)	0,00	0,00	0,00	0,12	0,25
Calcáreo Calcítico	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
Fosfato Bicálcico	0,91	0,99	1,08	1,18	1,28
Premix vitamínico e mineral ¹	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Cloreto de sódio	0,39	0,12	0,04	0,11	0,11
Valores calculados²					
Proteína Bruta (%)	40,00	37,00	34,00	31,00	28,00
Proteína Digestível (%) ³	35,72	33,08	30,45	27,83	25,21
Energia Digestível (kcal/kg) ³	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Extrato Etéreo (%)	4,04	3,96	3,87	3,81	3,71
Amido (%)	16,91	21,31	25,67	29,94	34,28
Fibra Bruta (%)	4,80	4,50	4,18	3,84	3,50
Ca Total (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
P Disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Lisina Digest. (%) ⁴	2,20	2,05	2,05	2,05	2,05
Met + Cist Digest. (%) ⁴	1,08	1,01	0,97	0,97	0,97
Treonina Digest. (%) ⁴	1,42	1,31	1,19	1,19	1,19
Triptofano Digest. (%) ⁴	0,50	0,46	0,42	0,37	0,32
Met+Cist:Lisina Digest. ⁴	49,07	49,32	47,39	47,40	47,43
Treonina:Lisina Digest. ⁴	64,34	63,99	58,29	58,17	58,18
Triptofano:Lisina Digest. ⁴	22,80	22,50	20,31	18,05	15,78

2 ¹Composição por quilograma do produto: vit. A-1.200.000 UI; vit.D3-200.000 UI; vit.E- 1.200 mg;
3 vit.K3 - 2.400 mg; vit.B1-4.800 mg; vit.B2-4.800 mg; vit.B6-4.800 mg; vit.B12 - 4.800 mg; vit.C- 48
4 g; ácido fólico-1.200 mg; pantotenato de cálcio-12.000 mg; vit.C - 48.000mg; biotina-48mg; cloreto
5 de colina-108 g; niacina-24.000mg; Fe-50.000 mg; Cu-3.000 mg; Mn- 20.000mg; Zn-30.000mg; I-
6 100mg; Co-10 mg; Se-100 mg.

7 ²Composição calculada a partir de Rostagno et al. (2005).

8 ³Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes para proteína e
9 energia de acordo com Silva et al. (2007).

10 ⁴Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes para
11 aminoácidos de acordo com Furuya et al. (2001).

1 A temperatura da água foi monitorada diariamente utilizando-se três termômetros
2 digitais com funções de temperatura máxima e mínima, sendo um instalado em um
3 tanque do lado direito, outro do lado esquerdo e outro no filtro; e semanalmente foram
4 aferidos o pH e os teores de oxigênio dissolvido, amônia e nitrito. O pH e o teor de
5 oxigênio dissolvido foram determinados utilizando-se medidor de pH e oxímetro
6 digitais, respectivamente, e para a determinação de amônia e nitrito utilizou-se o
7 método colorimétrico. Ao serem observados valores fora dos padrões indicados por
8 Boyd (1990) para águas de piscicultura, era realizada a sifonagem dos tanques e
9 renovação da água do sistema.

10 Ao final do experimento foi aferido o peso dos peixes e foi selecionada uma
11 amostra de 33% dos peixes de cada repetição (cinco exemplares), com peso mais
12 próximo da média da repetição, os quais foram insensibilizados, eutanasiados, e assim
13 como os 30 alevinos selecionados no início do experimento, foram descamados,
14 descabeçados, retirado as nadadeiras, eviscerados, picados e colocados em estufa com
15 circulação de ar, a 50°C por 72 horas, para posterior análise bromatológica da carcaça
16 final, seguindo os procedimentos recomendados no AOAC (1990).

17 Para cada parcela experimental foram avaliados os parâmetros de desempenho,
18 composição corporal e eficiência de utilização de nutrientes, de acordo com as
19 equações:

20 Ganho de peso diário (GPD) = $(P_f - P_i) / T$;

21 Consumo diário de ração (CDR) = CR / T ;

22 Conversão alimentar aparente (CAA) = CR / GP ;

23 Consumo diário de proteína bruta (CDPB) = $(CDR \times \%PB) / 100$;

24 Taxa de crescimento específico (TCE) = $[(\ln P_f - \ln P_i) \times 100] / T$;

25 Taxa de eficiência protéica (TEP) = GP / CPB ;

1 Eficiência de retenção de proteína bruta (ERP) = $\{[(PB_f \times Pf) - (PB_i \times Pi)] \times 100\} /$
2 CPB;

3 Proporção de proteína no ganho de peso (PBG) = $\{[(PB_f \times Pf) - (PB_i \times Pi)] \times 100\} /$
4 $(Pf - Pi)$;

5 Proporção de extrato etéreo no ganho de peso (EEGP) = $\{[(EE_f \times Pf) - EE_i \times Pi] \times$
6 $100\} / (Pf - Pi)$;

7 em que: Pf – peso final; Pi – peso inicial; GP – ganho de peso; T – tempo experimental;

8 CR – consumo de ração; CPB – consumo de proteína bruta; PB – teor de

9 proteína bruta da ração; PB_f – proteína bruta corporal final; EE_f – extrato

10 etéreo corporal final; PB_i – proteína bruta corporal inicial; EE_i – extrato etéreo

11 corporal inicial.

12 Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial, de acordo

13 com os procedimentos do Statistical Analysis System - SAS (1986).

14

15 **Resultados e Discussão**

16

17 As médias das temperaturas máximas e a mínimas da água, durante o período

18 experimental, foram de $31 \pm 1,78^\circ\text{C}$ e $26,48 \pm 0,5^\circ\text{C}$, respectivamente. O teor de médio

19 de oxigênio dissolvido foi $6,24 \pm 0,55 \text{ mgL}^{-1}$; pH $6,38 \pm 0,57$, amônia $0,19 \pm 0,08 \text{ mgL}^{-1}$

20 e nitrito $0,02 \pm 0,01 \text{ mgL}^{-1}$. Não foram observadas diferenças destes parâmetros entre as

21 unidades experimentais, o que provavelmente ocorreu em função da circulação da água,

22 sendo esta constatação positiva por garantir condições ambientais homogêneas em todos

23 os tratamentos.

24 Não foram observadas diferenças significativas no peso inicial, peso final, ganho

25 de peso diário, consumo diário de ração, conversão alimentar e taxa de crescimento

26 específico dos alevinos de tambatinga no período experimental (Tabela 2).

1 Tabela 2 Ganho de peso diário, consumo diário de ração, conversão alimentar aparente,
 2 taxa de crescimento específico, consumo de proteína bruta e taxa de eficiência
 3 protéica para alevinos de tambatinga alimentados com níveis decrescentes de
 4 proteína

Parâmetros	Níveis de proteína bruta (%)					CV
	40	37	34	31	28	
Ganho de peso diário (g/dia)	1,75	1,77	1,79	1,75	1,69	5,65
Consumo diário de ração (g/dia)	1,71	1,71	1,73	1,72	1,72	3,24
Conversão alimentar aparente	0,98	0,97	0,97	0,99	1,02	3,69
Taxa de crescimento específico (%)	5,67	5,71	5,76	5,74	5,69	3,18
Consumo diário de proteína bruta (g/dia) ¹	0,68	0,63	0,59	0,53	0,48	2,97
Taxa de eficiência protéica (%) ²	2,56	2,79	3,04	3,28	3,52	3,70

5 CV – Coeficiente de variação

6 ¹Efeito linear ($y = 0,0096 + 0,0168x$, $r^2 = 0,99$, $P < 0,05$).

7 ²Efeito linear ($y = 5,7513 - 0,0798x$, $r^2 = 0,99$, $P < 0,05$).

8

9 Vale ressaltar que o valor obtido para a taxa de crescimento específico dos
 10 alevinos alimentados com ração contendo 28% PB foi de 5,69%, sendo este valor
 11 superior a 2,41% obtido pelo tambaqui alimentado com 28% PB + amilase (Nunes et
 12 al., 2006), e aos 1,98% observados para o tambatinga alimentado com 38% PB (Paula et
 13 al., 2009), o que reforça a afirmativa de que a suplementação com aminoácidos
 14 proporciona efeito positivo sobre o desempenho do alevino de tambatinga. Trabalhos
 15 desenvolvidos com truta e tilápia mostram que esses peixes ao serem alimentados com
 16 ração contendo reduzido nível de proteína e suplementadas com aminoácidos podem
 17 manter o desempenho e as taxas de crescimento específico compatíveis com os
 18 observados para as mesmas espécies alimentadas com níveis protéicos mais elevados e
 19 sem suplementação aminoacídica (Yamamoto et al., 2005; Furuya et al., 2005; Bomfim,
 20 et al., 2008).

1 Na formulação das rações experimentais, o nível protéico mais baixo (28% PB)
2 foi o que recebeu a maior suplementação com aminoácidos, enquanto a ração com
3 maior nível protéico (40% PB) não teve suplementação aminoacídica. Considerando
4 que a redução da proteína na ração aumentou a taxa de eficiência protéica ($P < 0,05$)
5 apesar da queda significativa no consumo diário de proteína, se tem um indicativo que
6 os aminoácidos industriais podem potencializar o ganho de peso. Como os aminoácidos
7 industriais estão sujeitos à baixa utilização devido sua rápida absorção (Yamada et al.,
8 1981; Baldisseroto, 2009), essa utilização pelos alevinos de tambatinga pode ter sido
9 influenciada pelo fornecimento da ração que foi realizado em quatro refeições e com
10 repasses sucessivos, o que provavelmente, evitou a elevação da concentração plasmática
11 de aminoácidos e compatibilizou a velocidade de síntese protéica (Rodehutscord et al.,
12 1997; Zarate & Lovell, 1997; Tantikitti & March, 1995).

13 O aumento da eficiência protéica com a redução da proteína bruta, associado ao
14 fato da ração com 40% PB ter níveis de aminoácidos ligados a proteína mais elevados
15 que a ração com 28% PB mesmo após a suplementação aminoacídica, indica que o
16 excesso de aminoácidos contido na ração com 40% PB não foi eficientemente utilizado,
17 o que está de acordo com Yamamoto et al. (2005) e Ahmed & Khan (2004), que
18 sugerem que os peixes, assim como os demais animais, têm exigências por um
19 balanceamento correto de aminoácidos.

20 A análise da carcaça do tambatinga (Tabela 3) mostra que a redução dos níveis de
21 proteína bruta acarretou efeito linear significativo em todos os parâmetros estudados,
22 podendo ser observado que somente a eficiência de retenção de proteína aumentou com
23 a redução protéica.

24

1 Tabela 3 Umidade, proteína bruta corporal, extrato etéreo corporal, eficiência de
 2 retenção de proteína, proporção de proteína no ganho de peso e proporção de
 3 extrato etéreo no ganho de peso dos alevinos de tambatinga alimentados com
 4 níveis decrescentes de proteína

Parâmetros (%)	Níveis de proteína (%)					CV
	40	37	34	31	28	
Umidade corporal ^{*1}	75,18	75,26	75,13	75,12	74,44	0,49
Proteína bruta corporal ^{*2}	18,02	17,06	16,84	16,42	16,25	1,71
Extrato etéreo corporal ^{*3}	6,13	5,36	4,40	3,70	3,17	6,09
Eficiência de retenção de proteína ⁴	46,66	47,89	51,39	53,87	57,26	3,66
Proporção de proteína no ganho de peso ⁵	18,19	17,15	16,91	16,45	16,28	1,83
Proporção de extrato etéreo no ganho de peso ⁶	6,56	5,71	4,67	3,91	3,34	6,36

5 CV – coeficiente de variação.

6 * Na matéria natural.

7 ¹Efeito linear ($y = 73,151 + 0,055x$, $r^2 = 0,61$, $P < 0,05$).

8 ²Efeito linear ($y = 12,224 + 0,173x$, $r^2 = 0,88$, $P < 0,05$).

9 ³Efeito linear ($y = -3,977 + 0,249x$, $r^2 = 0,97$, $P < 0,05$).

10 ⁴Efeito linear ($y = 82,120 - 0,898x$, $r^2 = 0,97$, $P < 0,05$).

11 ⁵Efeito linear ($y = 11,91 + 0,149x$, $r^2 = 0,88$, $P < 0,05$).

12 ⁶Efeito linear ($y = -4,417 + 0,271x$, $r^2 = 0,97$, $P < 0,05$).

13

14 O decréscimo linear observado para o teor de extrato etéreo corporal está em
 15 consonância com o relatado por Cotan et al. (2006), de que o excesso de proteína pode
 16 ser direcionado para utilização como energia, acarretando aumento na quantidade de
 17 extrato etéreo corporal.

18 Como as dietas experimentais foram isoenergética e isofosfórica, este fato reforça
 19 a idéia de que o maior teor de extrato etéreo corporal é função do excesso de proteína da
 20 dieta, que acarretou excesso de aminoácidos os quais devem ter sido catabolizados
 21 favorecendo a oxidação das cadeias de carbonos dos aminoácidos proporcionando
 22 formação de tecido adiposo (Tantikitti & March, 1995; Shuhmacher et al., 1997; Ozório
 23 et al., 2002; Amogh et al., 2009; Sardar et al., 2009).

24 Várias pesquisas indicam que o excesso de proteína aumenta o teor de lipídios na
 25 carcaça dos peixes (Carneiro et al., 1994; Henandez et al., 1995; Araripe & Ogawa,

1 1996; Abimorad & Carneiro, 2007). Este fato é indesejado por desviar o uso da proteína
2 de seu objetivo principal que é produzir tecido magro, além disso, a utilização de
3 proteína para produção de tecido gordo acarreta gasto energético desnecessário,
4 aumentando a atividade enzimática envolvida na síntese gliconeogênica, elevando a
5 excreção nitrogenada e, conseqüentemente, acarretando prejuízo ao animal e ao
6 ambiente (Saavedra et al., 2009; Furuya, 2007, Bechara et al., 2005; Beveridge, 2004;
7 Carter et al., 1994).

8 Houve efeito linear ($P < 0,05$) na proporção de proteína no ganho de peso e
9 também na proporção do extrato etéreo no ganho de peso, havendo diminuição nos
10 valores observados dos dois parâmetros com a redução do teor protéico. No entanto, a
11 redução observada na participação do extrato etéreo sobre o ganho de peso entre o
12 maior e o menor nível protéico foi de 49,14%, e o decréscimo na participação da
13 proteína sobre o ganho de peso foi de apenas 10,53%. Essa diferença não impediu que
14 se observasse um aumento linear ($P < 0,05$) da eficiência de retenção de proteína com a
15 redução dos níveis protéicos, resultado semelhante ao observado para a truta
16 (*Oncorhynchus mykiss*) (Yamamoto et al., 2005) e para a tilápia do nilo (*Oreochromis*
17 *niloticus*), em que o menor teor de gordura corporal foi observado para os peixes
18 alimentados com ração a 27,5% PB (Furuya et al., 2005).

19 A redução do nível de proteína em rações para peixes é importante porque
20 diminui a quantidade de nitrogênio na água (Furuya et al., 2005; Brandão, 2006), e no
21 caso dos alevinos de tambatinga, a redução da proteína de 40 para 28%, com a
22 suplementação com aminoácidos não afetou o ganho de peso e, ainda, proporcionou
23 menor teor de gordura corporal.

24

Conclusão

1

2

3 O nível de proteína bruta em rações para o alevino de tambatinga pode ser
4 reduzido de 40 para 28% sem prejuízo do desempenho e da composição corporal dos
5 alevinos, desde que a ração seja suplementada com os aminoácidos lisina,
6 metionina+cistina e treonina.

7

Literatura Citada

- 1
- 2
- 3 ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus*
4 *mesopotamicus*) juveniles - fed diets containing different protein, lipid and
5 carbohydrate levels. **Aquaculture Nutrition**, v.13, p.1-9, 2007.
- 6 AHMED, I.; KHAN, M.A. Dietary lysine requirement of fingerling Indian major carp,
7 *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). **Aquaculture**, v.235, p.499-511, 2004.
- 8 ALMEIDA, L.C.; LUNDSTEDT, L.M.; MORAES, G. Digestive enzyme responses of
9 tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed on different level of protein and lipid.
10 **Aquaculture Nutrition**, v.12, n.6, p.446-450, 2006.
- 11 AMBARDEKAR, A.A.; REIGH, R.C.; WILLIAMS, M.B. Absorption of amino acids
12 from intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different
13 time-courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.291, n.3-4,
14 p.179-187, 2009.
- 15 AMOGH, A.A.; REIGH, R.C.; WILLIAMS, M.B. Absorption of amino acids from
16 intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different time-
17 courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.291, p.179-187,
18 2009.
- 19 ARARIPE, M. N. B. de A.; OGAWA, M. Influência de diferentes níveis de proteína e
20 energia sobre o desempenho dos alevinos de tambaqui. In: REUNIÃO DA
21 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1996. Fortaleza. **Anais...**
22 Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. v.2, p.472-473.
- 23 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official**
24 **methods of analyse**. 15th ed. AOAC: Arlington, 1990, 1298p.
- 25 BALDISSEROTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2^a ed. Santa Maria:
26 UFSM, 2009, p.19-49.
- 27 BECHARA, J.A.; ROUX, J.P.; DÍAZ, J.R. et al. The effect of dietary protein level on
28 pond water quality and feed utilization efficiency of pacú *Piaractus mesopotamicus*
29 (Holmberg, 1887. **Aquaculture Research**, v.36, p.546-553, 2005.
- 30 BEVERIDGE, M. C. M. **Cage aquaculture**. 3th ed. United Kingdom: Blackwel, 2004,
31 p. 159 – 163.
- 32 BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L. et al. Redução de proteína bruta
33 com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em
34 rações para alevitos de tilápia-do-nilo. Revista Brasileira de Zootecnia. V.37, n.10,
35 p.1713-1720, 2008.
- 36 BOYD, C.E. **Water quality management for ponds fish culture**. Development in
37 aquaculture and fisheries science. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing
38 Company, 1990.
- 39 BRANDÃO, L.V. **Suplementação de metionina e/ou lisina em rações com níveis**
40 **decrecentes dos teores de proteína para juvenis de tambaqui, *Colossoma***
41 ***macropomum***. 2006. 46f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca
42 Interior) Universidade Federal da Amazônia/Instituto de Pesquisas da Amazônia,
43 Manaus, 2006.
- 44 CARNEIRO, D.J.; FRAGNITO, P.S.; MALHEIROS, E.B. Influence of carbohydrate
45 and energy level on growth and body composition of tambacu, a hybrid of tambaqui
46 (*Colossoma macropomum*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture**,
47 v.124, p. 129-130, 1994.

- 1 CARTER, C.; OWEN, S.; HE, Z.; et al. Determination of protein synthesis in rainbow
2 trout, *Oncorhynchus mykiss*, using a stable isotope. **Journal of Experimental**
3 **Biology**, v.189, n. 1, p.279-284, 1994.
- 4 COTAN, J.L.V.; LANNA, E.A.T.; BOMFIM, M.A.D. et al. Níveis de energia digestível
5 e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de**
6 **Zootecnia**, v.35, n.3, p.634-640, 2006.
- 7 FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R. et al. Exigência de proteína de alevinos
8 de piavuçu. *Ciencia Rural*, v.39, n.3, p.859-865, 2009.
- 9 FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKAMURA, N.K. Fontes e níveis de
10 proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista**
11 **Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.646-653, 2000.
- 12 FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de
13 digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a
14 tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4,
15 p.1143-1149, 2001.
- 16 FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G. et al. Aplicação do conceito de
17 proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia do Nilo
18 (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5,
19 p.1433-1441, 2005.
- 20 FURUYA, W. M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. In: VII Seminário
21 de Aves e Suínos, III Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca, 2007. Belo
22 Horizonte. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA/CNPISA, p.121-139.
- 23 GAYLORD, T.G.; BARROWS, F.T. Multiple amino acid supplementation to reduce
24 dietary protein in plant-based rainbow trout, *Oncorhynchus mikiss*, feeds.
25 **Aquaculture**, v.287, p.180-184, 2009.
- 26 GREEN, J.A.; HARDY, R.W. The effects of dietary protein:energy ration and amino
27 acid pattern on nitrogen utilization and excretion of rainbow trout *Oncorhynchus*
28 *mykiss* (Walbaum). **Journal of Fish Biology**, v.73, p.663-682, 2008.
- 29 HERNANDEZ, M.; TAKEUCHI, T.; WATANABE, T. Effect of dietary energy sources
30 on the utilization of protein by *Colossoma macropomum* fingerlings. **Fisheries**
31 **Science**, v.61, n.3, p.507-511, 1995.
- 32 INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS
33 RENOVÁVEIS – IBAMA: **Estatística da Pesca 2006 Brasil: grandes regiões e**
34 **unidades de federação**. Brasília: IBAMA, 2008. 174p.
- 35 NUNES, E.S.S.; CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M. et al. Enzimas digestivas
36 exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária**
37 **Brasileira**, v.41, n.1, p.139-143, 2006.
- 38 OZORIO, R.O.A., BOOMS, G.H.R., HUISMAN, E.A. ET AL. Changes in amino acid
39 composition in the tissues of African cat fish (*Clarias gariepinus*) as a consequence of
40 dietary carnitine supplements. **Journal of Applied Ichthyology**, v.18, p.140-147,
41 2002.
- 42 PAULA, F.G.; SILVA, P.C.; OLIVEIRA, R.P.; et al. Desempenho produtivo do
43 tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e do
44 híbrido tambatinga (*C. macropomum* fêmea x *P. brachypomum* macho) mantidos em
45 viveiros fertilizados. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46. 2009.
46 Maringá. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009b. 1CD-ROM.
- 47 RODEHUTSCORD, M.; BECKER, A.; PACK, M. et al. Response of rainbow trout
48 (*Oncorhynchus mykiss*) to supplements of individual essential amino acids in a
49 semipurified diet, including an estimation of the maintenance requirement for
50 essential amino acids. **Journal of Nutrition**, v.127, p.1166-1175, 1997.

- 1 RONNESTAD, I.; CONCEIÇÃO, L.E.C.; ARAGÃO, C, et al. Free amino acids are
2 absorbed fase and assimilated more efficiently than protein in post larval Senegal
3 sole (*Solea senegalensis*). **Journal of Nutrition**, v.130, p.2809-2812, 2000.
- 4 ROSTAGNO, R.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para**
5 **aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa:
6 UFV. 2005. 186p.
- 7 SÁ, R.; POUSÃO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELES, A. Dietary protein requirement of
8 white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, v.14, p.309-
9 317, 2008
- 10 SAAVEDRA, M.; POUSÃO-FERREIRA, P.; YÚFERA, M. et al. A balance amino acid
11 diet imptoves *Diplodus sargus* larval quality and reduce nitrogen excretion.
12 **Aquaculture Nutrition**, v.15, p.517-524, 2009.
- 13 SARDAR, P.; ABID, M.; RANDHAWA, H.S. et al. Effect of dietary lysine and
14 methionine supplementation on growth, nutrient utilization, carcass compositions
15 and haemato-biochemical status in Indian Major Carp, Ruho (*Labeo rohita* H.) fed
16 soy protein-based diet. **Aquaculture Nutrition**, v.15; p.339-346, 2009.
- 17 SHUHMACHER, A.; WAX, C.; GROPP, J. M. Plasma amino acid in rainbow trout
18 (*Oncorhynchus mykiss*) fed intact protein or a crystalline amino acid diet.
19 **Aquaculture**, v.151, p.15-28, 1997.
- 20 SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S. et al. Digestibilidade
21 aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas
22 exógenas para juvenis de tambaqui (*Colosssoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta**
23 **Amazonica**, v.37, n.1, p.157 – 164, 2007.
- 24 STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS System for linear models**. Cary: SAS
25 Institute, 1986.
- 26 TACON, A. G. J. **Standart methods for the nutrition and feeding of farmed fish and**
27 **shrimp**. v.I. The essential nutrients. Argent Laboratories Press: Washington, 1990a.
28 95p.
- 29 TANTIKITTI, C.; MARCH, B. E. Dinamics of plama free amino acid in rainbow trout
30 (*Oncorhynchus mykiss*) under variety of dietary conditions. **Fish Physiology**
31 **Biochemistry**, v. 14, p.179-194, 1995.
- 32 VÁSQUES-TORRES, W.; PEREIRA-FILHO, M.; CASTELLANOS, J.A.A. Exigência
33 de proteína, carboidratos y lípidos em dietas para juveniles de cachama blanca
34 *Piaractus brachypomus*. In: JORNADA DE ACUICULTURA, 8, 2002,
35 Villavicencio. **Anais...** Los Llanos: Universidad de Los Llanos, 2002. p.7-21.
- 36 YAMADA, S. et al. Plasma amino acid changes in rainbow trout force-fed casein and
37 corresponding amino acid mixture. **Bulletin Japanese Society Science Fisheries**,
38 Tokio, v.47, p.1035-1040, 1981.
- 39 YAMAMOTO, T.; SUGITA, T.; FURUITA, H. Essential amino acid supplementation
40 to fish meal-based diets with low protein to energy ration improves the protein
41 utilization in juvenile raimbow trout *Oncorhinchus mykiss*. **Aquaculture**, v.246, n.1-
42 4, p.379-391, 2005.
- 43 ZARATE, D.D.; LOVELL, R.T. Free lysine (L-lysine. HCl) is utilized for growth less
44 efficiently than protein-bound lysine (soybean meal) in pratical diets by young
45 channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v. 159, n.1/2, p.87-100, 1997.
- 46

4 CAPÍTULO 2

RELAÇÃO METIONINA + CISTINA : LISINA PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomum*) COM BASE NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL²

² Elaborado conforme normas da Revista Brasileira de Zootecnia

1 **Relação metionina + cistina: lisina para alevinos de tambatinga (*Colossoma***
2 ***macropomum* x *Piaractus brachipomum*) com base no conceito de proteína ideal**

3
4 **RESUMO** – Com o objetivo de avaliar o efeito das relações metionina + cistina:
5 lisina sobre o desempenho de tambatinga, 300 alevinos foram cultivados durante 35
6 dias, em 20 tanques de polietileno interligados formando sistema de recirculação de
7 água. Os peixes foram alimentados com rações isonutritivas variando as relações
8 metionina + cistina: lisina em 38,06; 42,73; 47,40; 52,08 e 56,75%. Foram avaliados o
9 desempenho produtivo e a composição bromatológica corporal. Não foi observada
10 diferença significativa nos parâmetros de desempenho, embora o consumo de metionina
11 tenha aumentado de forma linear com a elevação da relação metionina + cistina: lisina.
12 O aumento das relações não foi suficiente para proporcionar diferença nos parâmetros
13 de desempenho, mas acarretou efeito linear crescente ($P < 0,05$) no teor de proteína
14 corporal e na proporção de proteína sobre o ganho de peso, bem como efeito linear
15 decrescente no teor de extrato etéreo muscular e na proporção de extrato etéreo sobre o
16 ganho de peso, e efeito quadrático na eficiência de retenção de proteína. Considerando
17 que não houve diferença significativa nos parâmetros de desempenho, e os níveis de
18 gordura na carcaça se encontravam dentro dos padrões considerados normais, foi
19 sugerido o valor da relação metionina + cistina: lisina de 38,06%, que corresponde aos
20 teores de 0,82 e 0,78% de metionina + cistina total e digestível, respectivamente, como
21 suficiente para atender as necessidades de desempenho dos alevinos de tambatinga.

22

23 **Palavras-chave:** aminoácidos sulfurados, composição de carcaça, desempenho,
24 nutrição de peixe, relação aminoacídica.

25

1 **Relation of methione + cystine: lysine ration for tambatinga fingerlings (*Colossoma***
2 ***macropomum* x *Piaractus brachipomum*) in the concept of ideal protein**

3

4 **ABSTRACT** – To evaluate the relations of methione + cystine: lysine on tambatinga
5 performance, 300 fingerlings were cultivated, in 20 interconnected tanks with water
6 recirculation system, for 35 days. The fishes were fed with rations isonutritive with
7 relations of methione + cystine: lysine varying in 38.06; 42.73; 47.40; 52.08 and
8 56.75%. The productive performance and corporeal composition were evaluated. There
9 wasn't significant difference in the performance parameters studied, although the
10 methione consumption has increased of lineal form with the increase of the values of
11 relation. The increase in the relations of methione + cystine: lysine was not enough to
12 provide difference in performance parameters, but it produced effect increasing lineal in
13 the protein content and in the protein proportion on the weight gain and decreasing
14 lineal effect in the content of muscular ethereal extract and in the proportion of ethereal
15 extract on weight gain, and quadratic effect in the protein retention efficiency.
16 Considering that there was no significant difference in the performance parameters, and
17 the fat levels in the carcass are inside the standards, was suggested the value relation of
18 methione + cystine: lysine of 38.06%, that corresponds to the contents of 0.82 and
19 0.78% of total and digestible methione + cystine, respectively, as the enough to attend
20 the requirements to performance of tambatinga fingerlings.

21

22 **Keywords:** carcass composition, fish nutrition, performance, sulfurated amino acid.

23

Introdução

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

No cultivo de peixes frequentemente se utilizam elevados níveis de proteína para a alimentação, no entanto os peixes, assim como os outros animais, não têm exigências por proteína, e sim por aminoácidos, que estando desbalanceados nas dietas não apenas retardam o crescimento, como podem causar deformação óssea e má formação nas nadadeiras, dentre outros problemas.

Os peixes necessitam dos mesmos aminoácidos essenciais que os demais animais, podendo diferir quanto ao nível de exigência, uma vez que os alimentos disponíveis no ambiente aquático, como algas e zooplanktons, apresentam padrão de aminoácidos diferente dos alimentos terrestres. A soja, fonte protéica mais utilizada na composição de ração para peixes, por ser um dos melhores ingredientes vegetais em termos da composição de aminoácidos, é deficiente em metionina, tornando-se necessária a suplementação das rações com metionina industrial (Goff & Gatlin III, 2004; Berge et al., 2004; Hu et al., 2008, Abmorad et al., 2008).

As exigências por metionina podem variar entre 1,6 a 4,0% da proteína nas rações para peixes (NRC, 1993; Wilson, 2002). O maior sinal de deficiência em metionina é caracterizado pela baixa sobrevivência, embora também seja comum o aparecimento de catarata, baixo ganho de peso e eficiência alimentar, e maior propensão de ataques por fungos (Keembiyehetty & Gatlin III, 1993; Sveier et al., 2001; Takagi et al., 2001; Kelly et al., 2006; Espe et al., 2008).

Além de ser utilizada na síntese de proteínas, a metionina é importante doadora de grupos metil nas reações de metilação. A suplementação com metionina melhora a atividade hepatossomática, bem como das enzimas glutamiltransferase intestinal e

1 creatinaquinase (Espe et al., 2009; Tang et al., 2009). Logo, o correto balanceamento da
2 metionina é importante para se obter boa produtividade no cultivo.

3 A determinação dos níveis de metionina deve estar vinculada à presença da
4 cistina, um aminoácido não essencial que é sintetizado da metionina, e
5 consequentemente interfere sobre a sua concentração. O teor de cistina tem sido
6 estudado e pode variar entre 50 a 70% do teor de metionina (Nordrum et al., 2000; Goff
7 & Gatlin III, 2004; Tang et al., 2009).

8 Com esse experimento, procurou-se definir a menor relação metionina + cistina :
9 lisina, que não comprometa o desempenho dos alevinos de tambatinga.

10

11 **Material e Métodos**

12

13 O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Piscicultura –
14 LAPESPI, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias,
15 Universidade Federal do Piauí, utilizando-se 20 tanques de polietileno com capacidade
16 de 1m³, interligados formando um sistema de recirculação de água com filtragem
17 biológica e desinfecção por lâmpadas ultravioleta, com capacidade de circulação de 22
18 vezes ao dia. A fonte de abastecimento de água foi um poço tubular, sendo que a água,
19 ao ser bombeada do poço, era direcionada para uma caixa de 5000 L, onde recebia
20 oxigenação antes de abastecer os tanques de cultivo.

21 Foram utilizados 3000 alevinos de tambatinga que, inicialmente, foram estocados
22 em tanques de fibra de vidro para observação por quinze dias, recebendo ração
23 comercial com 36% de proteína bruta. Após esse período, os animais foram submetidos
24 a 24 horas de jejum e separados por tamanho, utilizando-se seletor de alevinos. Dentro
25 do grupo que apresentava comprimento total entre 3,5 e 4 cm, foram selecionados 330

1 alevinos com peso médio de $5,52 \pm 0,25$ g, sendo distribuídos, aleatoriamente, 15
2 exemplares por unidade experimental em delineamento inteiramente casualizado. Os
3 outros 30 peixes foram insensibilizados, eutanasiados, descamados, descabeçados,
4 retirado as nadadeiras, eviscerados, picados e colocados em estufa com circulação de ar,
5 a 50°C por 72 horas, para posterior análise bromatológica da carcaça inicial.

6 Os tratamentos foram constituídos de cinco dietas isonutritivas, contendo relação
7 metionina + cistina : lisina variando em 38,04; 42,72; 47,40; 52,08 e 56,76% (Tabela 1).

8 Os ingredientes das rações foram moídos separadamente para obtenção da mesma
9 granulometria, e foram pesados, misturados, e umedecidos utilizando água aquecida a
10 40°C em quantidade equivalente a 30% do peso total dos ingredientes. A mistura foi
11 passada em moinho de carne, para compressão e formação de espaguete, que foram
12 triturados manualmente, e passados em um conjunto de peneiras granutest, ficando os
13 peletes com granulometria entre 3 e 4 mm. Após esse processo a ração foi colocada em
14 estufa com circulação de ar, a 50°C , por 24 horas, e posteriormente colocada em sacos
15 plásticos e acondicionada sob refrigeração até utilização.

16 Durante o período experimental, que foi de 35 dias, os alevinos receberam
17 diariamente quatro refeições (8, 11, 14 e 17 horas). A quantidade ofertada em cada
18 horário era subdividida em três, observando-se o comportamento dos animais e a avidez
19 com que consumiam a ração, cessando o fornecimento assim que os alevinos
20 demonstravam desinteresse (saciedade aparente).

21

1 Tabela 1 Fórmula e composição das rações experimentais.

Ingredientes	Relações metionina + cistina:lisina digestíveis				
	38,04	42,72	47,4	52,08	56,76
Farelo de soja (45% PB)	51,69	51,56	51,43	51,30	51,17
Milho	41,25	41,17	41,10	41,03	40,96
Farinha de Peixe	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Amido de milho	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Óleo de soja	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52
Lisina-HCl (87,4%)	0,82	0,83	0,83	0,83	0,84
DL-Metionina (99,0 %)	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40
L-Treonina (98,5 %)	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25
Calcáreo Calcítico	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
Fosfato Bicálcico	1,26	1,27	1,28	1,28	1,29
Premix vitamínico e mineral ¹	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Cloreto de sódio	0,27	0,36	0,45	0,55	0,64
Valores calculados²					
Proteína Bruta	28	28	28	28	28
Proteína Digestível (%) ³	25,19	25,20	25,20	25,21	25,22
Energia Digest. (kcal/kg) ³	3000	3000	3000	3000	3000
Extrato Etéreo (%)	3,89	3,89	3,88	3,88	3,87
Amido (%)	34,01	33,95	33,89	33,83	33,77
Fibra Bruta (%)	3,51	3,51	3,50	3,49	3,48
Ca Total (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
P disp (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Lisina Digestível (%) ⁴	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
Met + Cist Total (%)	0,82	0,92	1,02	1,11	1,21
Met. + Cist Digestível (%) ⁴	0,78	0,87	0,97	1,07	1,16
Treonina Digestível (%) ⁴	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Triptofano Digestível (%) ⁴	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Met+Cist /Lisina Digest.	38,06	42,73	47,40	52,08	56,75
Treonina./Lisina Digest.	58,20	58,20	58,20	58,19	58,19
Triptofano./Lisina Digest.	15,88	15,84	15,80	15,76	15,73

2 ¹Composição por quilograma do produto: vit. A-1.200.000UI; vit.D3-200.000UI; vit.E-
3 1.200mg; vit.K3-2.400mg; vit.B1-4.800mg; vit.B2-4.800mg; vit.B6-4.800mg; vit.B12-4.800
4 mg; vit.C- 48 g; ácido fólico-1.200 mg; pantotenato de cálcio-12.000 mg; vit.C - 48.000mg;
5 biotina-48mg; cloreto de colina-108 g; niacina-24.000mg; Fe-50.000mg; Cu-3.000 mg; Mn-
6 20.000mg; Zn-30.000mg; I-100mg; Co-10 mg; Se-100 mg.

7 ²Composição calculada a partir de Rostagno et al (2005)

8 ³Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes para
9 energia de acordo com Silva et al (2007)

10 ⁴Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes para
11 aminoácidos de acordo com Furuya et al (2001a).

12

1 Foi monitorada diariamente a temperatura da água, utilizando-se três termômetros
2 digitais com capacidade para aferir as temperaturas máxima e mínima, sendo um
3 instalado em um tanque do lado direito, outro do lado esquerdo e o terceiro no filtro.
4 Semanalmente, aferiram-se o pH, utilizando-se um potenciômetro, os teores de oxigênio
5 dissolvido, com um oxímetro, e os teores de amônia e nitrito, através do método
6 colorimétrico. Ao serem observados dados fora dos padrões indicados por Boyd (1990)
7 para águas de piscicultura, era realizada a sifonagem dos tanques e renovação da água
8 do sistema.

9 Ao final do experimento foi aferido o peso dos peixes e foi selecionada uma
10 amostra de 33% dos peixes de cada repetição (cinco exemplares), com peso mais
11 próximo da média da repetição, os quais foram insensibilizados, eutanasiados, e assim
12 como os 30 alevinos selecionados no início do experimento, foram descamados,
13 descabeçados, retirado as nadadeiras, eviscerados, picados e colocados em estufa com
14 circulação de ar, a 50°C por 72 horas, para posterior análise bromatológica, seguindo os
15 procedimentos recomendados no AOAC (1990).

16 Para cada parcela experimental foram avaliados os parâmetros de desempenho,
17 composição corporal e eficiência de utilização de nutrientes, utilizando-se as seguintes
18 equações:

19 Ganho de peso diário (GPD) = $(P_f - P_i) / T$;

20 Consumo diário de ração (CDR) = CR / T ;

21 Conversão alimentar aparente (CAA) = CR / GP ;

22 Consumo diário de proteína bruta (CDPB) = $(CDR \times \%PB) / 100$;

23 Consumo diário de metionona+cistina (CDMet) = $(CDR \times \%Met) / 100$;

24 Taxa de crescimento específico (TCE) = $[(\ln P_f - \ln P_i) \times 100] / T$;

25 Taxa de eficiência protéica (TEP) = $GPD / CDPB$;

- 1 Taxa de eficiência de metionina + cistina (TEMet) = GPD / CDMet;
- 2 Eficiência retenção proteína bruta (ERP) = $\{[(PBM_f \times PF) - (PBM_i \times Pi)] \times 100\} /$
- 3 CPB;
- 4 Proporção de proteína no ganho de peso (PBG) = $\{[(PBM_f \times Pf) - (PBM_i \times Pi)] \times$
- 5 $100\} / (Pf - Pi)$;
- 6 Proporção de extrato etéreo no ganho de peso (EEGP) = $\{[(EEM_f \times Pf) - EEM_i \times Pi] \times$
- 7 $100\} / (Pf - Pi)$;
- 8 em que: Pf – peso final; Pi – peso inicial; T – tempo experimental; CR – consumo de
- 9 ração; PB – teor de proteína bruta da ração; PBM_f – proteína bruta final na
- 10 carcaça; EEM_f – extrato etéreo final na carcaça; PBM_i – proteína bruta inicial
- 11 na carcaça; EEM_i – extrato etéreo inicial na carcaça.

12 Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se o

13 programa Statistical Analysis System SAS (1986).

14

15

Resultados e Discussão

16

17 Não foram observadas diferenças nas condições ambientais entre as unidades

18 experimentais. A temperatura máxima e mínima da água manteve-se em $29,62 \pm 1,25^\circ\text{C}$,

19 e $23,9 \pm 0,82^\circ\text{C}$, respectivamente. O teor de oxigênio dissolvido foi de $6,82 \pm 0,49 \text{ mgL}^{-1}$;

20 o pH, $6,92 \pm 0,42$; e os teores de amônia (NH_3) e nitrito (NO_2) foram, respectivamente,

21 de $0,16 \pm 0,12 \text{ mgL}^{-1}$ e $0,02 \pm 0,02 \text{ mgL}^{-1}$. Tais valores estão de acordo com as

22 recomendações para peixes tropicais segundo Boyd (1990).

23

24

25

A variação nas relações metionina + cistina: lisina não propiciou diferença significativa ($P > 0,05$) nos parâmetros de desempenho analisados embora o consumo de metionina + cistina tenha aumentado linearmente ($P < 0,05$) e a taxa de eficiência de

1 metionina + cistina tenha decrescido linearmente ($P < 0,05$) com o aumento das relações
2 (Tabela 2).

3

4 Tabela 2 Ganho de peso diário, consumo diário de ração, conversão alimentar aparente,
5 taxa de crescimento específico, consumo diário de metionina + cistina,
6 consumo diário de proteína bruta, taxa de eficiência protéica e taxa de
7 eficiência de metionina + cistina para alevinos de tambatinga, alimentados
8 com diferentes relações metionina + cistina : lisina digestível

Parâmetros	Relações metionina + cistina:lisina digest.					CV
	(%)					
	38,04	42,72	47,4	52,08	56,76	
Ganho de peso diário (g)	0,91	1,31	1,18	1,08	1,31	15,58
Consumo diário de ração (g)	1,06	1,28	1,22	1,13	1,35	11,91
Conversão alimentar aparente	1,18	0,98	1,04	1,05	1,03	8,24
Taxa de crescimento específico (%)	5,18	6,03	5,81	5,66	6,02	7,48
Consumo diário de metionina+cistina (g/dia) ¹	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	12,18
Consumo diário de proteína bruta (g/dia)	0,30	0,36	0,34	0,32	0,38	11,90
Taxa de eficiência de proteína	3,06	3,67	3,49	3,40	3,47	7,93
Taxa de eficiência de metionina + cistina ²	107,12	117,51	100,60	89,42	83,78	8,13

9 CV – Coeficiente de variação

10 ¹Efeito linear ($y = - 0,0031 + 0,0003x$, $r^2 = 0,87$, $P < 0,05$).

11 ²Efeito linear ($y = 175,41 - 1,5977x$, $r^2 = 0,76$, $P < 0,05$).

12

13 Resultado semelhante foi observado para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*),
14 tambaqui (*Colossoma macropomum*) e para a tilápia, que são peixes onívoros (Munoz-
15 Ramirez & Carneiro, 2002; Brandão, 2006; Bomfim et al., 2008), sendo, no entanto,
16 observadas diferenças significativas no ganho de peso e na taxa de crescimento
17 específico para peixes carnívoros, quando alimentados com ração suplementada com
18 metionina (Cheng et al., 2003; Goff & Gatlin III 2004; Yan et al., 2007). O efeito da
19 suplementação com metionina é mais facilmente observado em peixes carnívoros,
20 porque a utilização de maior quantidade de ingredientes vegetais na ração aumenta a

1 dificuldade desses animais para absorver os aminoácidos ligados à proteína, além de
2 que os ingredientes vegetais, normalmente, são limitantes em metionina.

3 Apesar dos alevinos tambatinga, terem consumido 50% menos de metionina na
4 relação metionina + cistina: lisina de 38,08% que na relação 56,76%, essa diferença de
5 consumo não foi suficiente para provocar diferença no desempenho nem provocar
6 mortalidade ou mesmo surgimento de catarata, sintomas mais comuns na deficiência de
7 metionina (Sveier et al., 2001; Takagi et al., 2001; Kelly et al., 2006; Espe et al., 2008).
8 Na ração teste sem suplementação com DL-metionina, a combinação dos ingredientes
9 utilizados na formulação supriu uma quantidade de 0,82 e 0,78% de metionina + cistina
10 total e digestível, respectivamente, o que pode ter atendido às exigências dos alevinos
11 por esses aminoácidos sulfurados, acarretando a ausência dos sintomas mais comuns de
12 sua deficiência. Estudos realizados sugerem que a exigência por metionina + cistina
13 para peixes onívoros seja próxima de 1,10 e 0,80% para total e digestível,
14 respectivamente (Tacon, 1990; NRC, 1993; Furuya et al., 2001b; Bomfim et al., 2008;
15 Sardar et al., 2009).

16 A taxa de eficiência de metionina foi bastante elevada, apresentando valores
17 acima de 100%. Como essa taxa é calculada em função do ganho de peso e do consumo
18 de metionina, esses valores podem ser explicados devido ao fato do ganho de peso não
19 ser função apenas do consumo de metionina, mas da ação conjunta de vários
20 aminoácidos, que provavelmente tiveram seu efeito potencializado com o total de
21 metionina consumido nas relações metionina + cistina : lisina mais baixas, apesar de
22 não significar necessariamente os maiores ganho de peso. A maior eficiência de
23 utilização de aminoácidos é função do correto balanceamento (NRC, 1993; Wilson,
24 2002).

1 A variação nas relações metionina + cistina: lisina não interferiu significativamente
 2 no ganho de peso e demais parâmetros de desempenho, no entanto interferiu ($P < 0,05$)
 3 na composição da carcaça do alevino de tambatinga (Tabela 3).

4

5 Tabela 3 Umidade, proteína bruta muscular, extrato etéreo muscular, eficiência de
 6 retenção de proteína, proporção de proteína e de extrato etéreo no ganho de
 7 peso dos alevinos de tambatinga alimentados com diferentes relações
 8 metionina + cistina : lisina digestível

Parâmetros (%)	Relações metionina + cistina:lisina digest.					CV
	(%)					
	38,04	42,72	47,4	52,08	56,76	
Umidade*	74,76	74,82	74,39	75,02	75,20	0.88
Proteína bruta* ¹	15,34	15,76	15,96	16,51	16,18	3.20
Extrato etéreo* ²	7,14	6,95	6,75	6,08	6,00	7.25
Eficiência de retenção de proteína ³	52,44	64,29	62,62	63,67	62,64	8.55
Proporção de proteína bruta no ganho de peso ⁴	15,36	15,82	16,06	16,67	16,28	3.56
Proporção de extrato etéreo no ganho de peso ⁵	7,89	7,45	7,27	6,55	6,39	7.25

9 CV – Coeficiente de variação

10 *Na matéria natural

11 ¹Efeito linear ($y = 13,482 + 0,0519x$, $r^2 = 0,76$, $P < 0,05$)

12 ²Efeito linear ($y = 9,791 - 0,0677x$, $r^2 = 0,93$, $P < 0,05$)

13 ³Efeito quadrático ($y = -124,450 + 7,547x + 0,075x^2$, $r^2 = 0,80$, $P < 0,05$)

14 ⁴Efeito linear ($y = 13,317 + 0,057x$, $r^2 = 0,75$, $P < 0,05$)

15 ⁵Efeito linear ($y = 11,048 - 0,083x$, $r^2 = 0,96$, $P < 0,05$).

16

17 Observou-se aumento linear ($P < 0,05$) no nível de proteína bruta da carcaça com a
 18 elevação da relação metionina + cistina: lisina; mesmo comportamento apresentado para
 19 o consumo de metionina. Entretanto, o aumento de 50% no consumo de metionina
 20 somente acarretou um aumento de 5,23% no teor de proteína da caracaça. O extrato
 21 etéreo da carcaça apresentou comportamento inverso, enquanto o consumo de metionina
 22 aumentou em 50%, o nível de gordura na carcaça diminuiu em 16,02%. Constatou-se
 23 que na relação metionina + cistina: lisina de 38,04%, apesar de ter atendido as
 24 exigências por metionina, deve ter proporcionando um desbalanceamento nas relações

1 com outros aminoácidos, fazendo com que fossem utilizados para produção de tecido
2 gordo. A melhor utilização dos aminoácidos ocorre quando eles estão disponíveis em
3 quantidades suficientes, o excesso ou escassez inibe a síntese protéica e faz com que os
4 aminoácidos sejam utilizados na formação de tecido adiposo (Amogh et al., 2009;
5 Sardar et al., 2009).

6 A eficiência de retenção de proteína apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$), sendo
7 que a maior eficiência ocorreu na relação metionina + cistina: lisina de 42,72%,
8 provavelmente porque a combinação entre os aminoácidos nesse nível permitiu melhor
9 síntese de proteína, tanto que se observou, nessa relação, o maior valor numérico para
10 ganho de peso.

11 A elevação das relações metionina + cistina: lisina acarretou aumento e
12 decréscimo linear ($P < 0,05$), na proporção da proteína bruta e do extrato etéreo sobre o
13 ganho de peso, respectivamente, apresentando comportamento semelhante ao observado
14 para a composição protéica e lipídica da carcaça. A participação da proteína sobre o
15 ganho de peso decresceu em 5,67% e a participação do extrato etéreo aumentou em
16 18,97%, confirmando que a redução das relações metionina + cistina: lisina teve uma
17 interferência maior sobre a produção de tecido gordo, do que sobre a produção de tecido
18 magro.

19 Apesar da menor relação ter apresentado o mais elevado teor de gordura, esse
20 efeito não prejudicou a qualidade da carcaça do tambatinga, pois o teor de 7,14% de
21 extrato etéreo permite que o peixe seja classificado como semigordo, conforme
22 classificação de Jacquot (1961), que considera peixe gordo aquele que apresenta no
23 mínimo 10% de extrato etéreo, semigordo entre 2,5 e 10% e magro com no máximo
24 2,5% de extrato etéreo. Dessa forma os alevinos de tambatinga que apresentaram menor
25 nível de extrato etéreo (5,99%), também pertencem à classe dos semigordo. Stansby

1 (1968), fazendo uma classificação dos peixes de acordo com a composição em proteína
2 e gordura, relata que a segunda maior categoria de peixes é formada por indivíduos que
3 apresentam entre 15 e 20% de PB e entre 5 a 15% de extrato etéreo.

4

5

Conclusão

6

7 A relação metionina + cistina: lisina digestível de 38,04%, que corresponde as
8 concentrações de 0,82 e 0,78% de metionina + cistina total e digestível, pode ser
9 utilizada na formulação de rações para alevinos de tambatinga, sem afetar o seu
10 desempenho produtivo, embora proporcione maior deposição de gordura na carcaça.

11

12

Literatura Citada

- 1
- 2
- 3 ABIMORAD, E.G., SQUASSONI, G.H. CARNEIRO, D.J. Apparente digestibility
4 of protein, energy, and amino acid in some selected feed ingredients for pacu
5 *Piaractus mesopotamicus*. **Aquaculture Nutrition**, v.14, p.374-380, 2008.
- 6 AMOGH, A.A.; REIGH, R.C.; WILLIAMS, M.B. Absorption of amino acids from
7 intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different
8 time-courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.291,
9 p.179–187, 2009.
- 10 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official**
11 **methods of analyse**. 15th ed. AOAC: Arlington, 1990, 1298p.
- 12 BERGE, G.E.; GOODMAN, M.; ESPE, M.; LIED, E. Intestinal absorption of
13 amino acids in fish: kinetics and interaction of the in vitro uptake of L-
14 methionine in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **Aquaculture**, v.229, p.265–273,
15 2004.
- 16 BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.D.T.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de metionina
17 mais cistina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de
18 tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.783-790, 2008.
- 19 BOYD, C.E. **Water quality management for ponds fish culture**. Development in
20 aquaculture and fisheries science. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing
21 Company, 1990, 345p.
- 22 BRANDÃO, L.V. **Suplementação de metionina e/ou lisina em rações com níveis**
23 **decrecentes dos teores de proteína para juvenis de tambaqui, *Colossoma***
24 ***macropomum***. 2006. 46p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e
25 Pesca Interior) Universidade Federal da Amazônia/Instituto de Pesquisas da
26 Amazônia, Manaus, 2006.
- 27 CHENG, Z.J.; HARDY, R.W.; BLAIR, M. Effects of supplementing methionine
28 hydroxy analogue in soybean meal and distiller's dried grain-based diets on the
29 performance and nutrient retention of rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss*
30 (Walbaum)]. **Aquaculture Research**, v.34, p.1303-1310, 2003.
- 31 ESPE, M.; HEVROY, E.M.; LIASET, B.; et al.. Methionine intake affect hepatic
32 sulphur metabolism in Atlantic salmon, *Salmo salar*. **Aquaculture**, v. 274,
33 p.132–141, 2008
- 34 FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E. ; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de
35 digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a
36 tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**,
37 Viçosa, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001a.
- 38 FURUYA, W.M.; FURUYA, V.R.B.; BOTARO, D. et al. Exigências de metionina +
39 cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia do Nilo, *Oreochromis*
40 *niloticus* (L.), baseadas no conceito de proteína ideal. **Acta Scientiarum**, v.23,
41 n.4, p.885-889, 2001b.
- 42 GOFF, J.B.; GATLIN III, D.M. Evaluation of different sulfur amino acid
43 compounds in the diet of red drum, *Sciaenops ocellatus*, and sparing value of
44 cystine for methionine. **Aquaculture**, v.241, p.465–477, 2004.
- 45 HU, M.; WANG, Y.; WANG, Q. et al. Replacement of fish meal by rendered animal
46 protein ingredients with lysine and methionine supplementation to practical diets
47 for gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. **Aquaculture**, v.275, p.260-265, 2008.
- 48 JACOQUOT, R. Organic constituents of fish and foods. In: BORGSROM, G (Org).
49 **Fish and food**. v.I. New York: Academic Press. 1961. p. 144-192.

- 1 KEEMBIYEHETTY, C.N.; GATLIN III, D.M. Total sulfur amino acid requirement
2 of juvenile hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). **Aquaculture**,
3 v.110, p.331-339, 1993.
- 4 KELLY, M.; GRISDALE-HELLAND, B. HELLAND, J.; GATLIN III, D.M.
5 Refined understanding of sulphur amino acid nutrition in hybrid striped bass,
6 *Morone chrysops* x *M. saxatilis*. **Aquaculture Research**, v.37, p.1546-1555,
7 2006.
- 8 MUNOZ-RAMIREZ, A.P.; CARNEIRO, J.C. Suplementação de lisina e metionina
9 em dietas com baixo nível protéico para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus*
10 *mesopotamicus* (Holmberg). **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.909-916, 2002.
- 11 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish**.
12 Washington, D.C.: National Academy of Science, 1993. 105p.
- 13 NORDRUM, S. et al. Effects of methionine, cysteine and médium chain
14 triglycerides on nutrient digestibility, absorption of amino acids along the
15 intestinal tract and nutrient retention in atlantic salmon (*Salmo salar* L.) under
16 pair-feeding regime. **Aquaculture**, v.186, p.341-360, 2000
- 17 ROSTAGNO, R.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras**
18 **para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed.
19 Viçosa: UFV. 2005. 186p.
- 20 SARDAR, P.; ABID, M.; RANDHAWA, H.S.; PRABHAKAR, S.K. Effect of
21 dietary lysine and metionine supplementation on growth, nutrient utilization,
22 carcass compositions and haemato-biochemical status in indian major carp, rohu
23 (*Labeo rohita* H.) fed soy protein-based diet. **Aquaculture nutrition**, v.15, p.
24 339-346, 2009.
- 25 SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S. et al. Digestibilidade
26 aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas
27 exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818).
28 **Acta Amazônica**, v.37, n.1, p.157 – 164, 2007.
- 29 STANSBY, M.E. **Tecnología de la industria pesquera**. Zaragoza: Acribia. 1968. p.
30 391-402.
- 31 STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS System for linear models**. Cary: SAS
32 Institute, 1986.
- 33 SVEIER, H.; NORDAS, H.; BERGE, G.E.; LIED, E. Dietary inclusion of crystalline
34 D- and L-methionine: effects on growth, feed and protein utilization, and
35 digestibility in small and large Atlantic salmon *Salmo salar* L. **Aquaculture**
36 **Nutrition**, v.7, p.169-181, 2001.
- 37 TACON, A. G. J. **Standart methods for the nutrition and feeding of farmed fish**
38 **and shrimp**. The essential nutrients. Washington: Argent Laboratories Press,
39 1990a. 95p.
- 40 TAKAGI, S.; SHIMENO, S.; HOSOKAWA, H.; UKAWA, M. Effects of lysine and
41 methionine supplementation to soy protein concentrate diet for red sea bream
42 *Pagrus major*. **Fisheries Science**, v.67, p.1088– 1096, 2001.
- 43 TANG, L.; WANG, G.X.; JIANG, J.; FENG, L.; YANG, L.; LI, S.H.; KUANG,
44 S.Y. Effect of methionine on intestinal enzymes activities, microflora and
45 humoral immune of juvenile jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). **Aquaculture**
46 **nutrition**, v.15, p.477-483, 2009.
- 47 YAN, Q.; XIE, S.; ZHU, X. et al. Dietary methionine requirement for juvenile
48 rockfish, *Sebastes schlegeli*. **Aquaculture Nutrition**, v.13, p.163–169, 2007.
- 49 WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W (Org.).
50 **Fish nutrition**. 3th ed. California: Academic Press. 2002. 144-175.

5 CAPÍTULO 3

RELAÇÃO TREONINA: LISINA EM RAÇÕES PARA ALEVINOS DE TAMBATINGA (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomum*) COM BASE NO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL³

³ Elaborado conforme normas da Revista Brasileira de Zootecnia

1 **Relação treonina: lisina para alevinos de tambatinga (*Colossoma***
2 ***macropomum x Piaractus brachipomum*) com base no conceito de proteína ideal**

3
4 **RESUMO** – A pesquisa foi realizada para definir a menor relação treonina: lisina,
5 que não interfira negativamente no desempenho de alevino de tambatinga. Foram
6 cultivados 300 alevinos, durante 35 dias, em 20 tanques de polietileno interligados
7 formando sistema de recirculação de água. Os alevinos foram alimentados com rações
8 isonutritivas variando as relações treonina: lisina digestível em 67,43; 62,81; 58,19;
9 53,57; e 48,97%, recebendo quatro refeições ao dia, até saciedade aparente. Foram
10 avaliados os parâmetros de desempenho produtivo e composição da carcaça que foram
11 submetidos à análise de regressão. Não foram evidenciadas diferenças significativas nos
12 parâmetros estudados, com a redução das relações treonina: lisina. Considerou-se que a
13 relação 48,97% treonina: lisina digestível, que corresponde aos teores de 1,11 e 1,00%
14 de treonina total e digestível, respectivamente, pode ser utilizada na formulação de
15 rações para alevinos de tambatinga, sem prejuízo para o desempenho produtivo.

16

17 **Palavras-chave:** composição de carcaça, desempenho, relação treonina: lisina, nutrição
18 de peixes.

19

20

1 **Threonine: lysine relation for tambatinga fingerlings (*Colossoma macropomum* x**
2 ***Piaractus brachipomum*), the concept of ideal protein**

3
4 **ABSTRACT** – The research was conducted to define the lower threonine: lysine
5 relation which does not interfere with the performance of tambatinga fingerlings. Were
6 cultivated 300 fingerlings in 20 interconnected tanks with water recirculation system,
7 for 35 days. The fish were fed with isonutritives diets varying the threonine: lysine
8 relation in 67.43, 62.81, 58.19, 53.57, and 48.97%. The fish were fed four times daily to
9 apparent satiation. The parameters of growth performance and carcass composition
10 were submitted to regression analysis. There were no significant differences in the
11 parameters studied, with the reduction of threonine: lysine. It was considered that the
12 relation of 48.97% threonine: lysine digestible, which corresponds to levels of 1.11 and
13 1.00% of total and digestible threonine, respectively, can be used in diets formulating
14 for tambatinga fingerlings, without prejudice for productive performance.

15

16 **Keywords:** carcass composition, fish nutrition, performance, threonine: lysine relation

17

Introdução

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

A proteína é um dos nutrientes mais estudados devido sua importância na formação dos tecidos e influência direta sobre o crescimento dos animais. Em piscicultura é comum se utilizar rações com níveis elevados de proteína, entretanto essa prática nem sempre resulta em melhoria do desempenho, uma vez que os peixes, assim como os outros animais, necessitam de uma quantidade balanceada de aminoácidos para potencializar o desempenho (Wilson, 2002), se tornando importante a definição das relações entre eles para a determinação das exigências, uma vez que os aminoácidos são os reais responsáveis pelo crescimento, reprodução e manutenção (Rollin et al., 2003).

Para determinar as exigências dos peixes por aminoácidos tem sido utilizado o padrão de aminoácidos corporal (Akiyama et al., 1997), ou a determinação de aminoácidos isolados, pelo método de dose resposta (Brown 1995; Small & Soares, 1998; Ahmed et al., 2004; Silva et al., 2006; Abidi & Khan, 2008). Essas metodologias podem ser responsáveis pela variabilidade observada nas exigências por aminoácidos entre as espécies, uma vez que existe sinergismo e antagonismos entre os aminoácidos. Assim, definir as relações entre os aminoácidos, como forma de subsidiar as determinações das exigências pode ser uma opção para padronizar e acelerar o conhecimento sobre as exigências aminoácídicas, uma vez que as exigências individuais podem variar, mas as relações permanecem constantes nas várias fases de desenvolvimento dos animais (Mark, 1998).

Além dos aminoácidos sulfurosos e da lisina, a treonina é um dos aminoácidos mais limitantes para peixes, sendo importante para produção de imunoglobulinas e mucina, utilizada no recobrimento da pele, quando os peixes estão sob condições de estresse (Tibaldi & Tulli, 1999; Silva et al., 2006). Estudos realizados têm mostrado que

1 as exigências por treonina variam bastante entre as espécies, podendo ir de 1,8 a 5,0%
2 (Wilson, 2002), sendo que o desbalanceamento afeta o consumo de ração e o
3 crescimento (Rodehutschord et al., 1995; Ronnestad et al., 2000).

4 Como o tambatinga é um peixe com elevada participação na piscicultura e pouco
5 se conhece sobre suas exigências nutricionais, estudos que visem avaliar o correto
6 balanceamento dos aminoácidos tornam-se relevantes para o meio produtivo e
7 científico. Assim, foi realizada essa pesquisa para definir a menor relação treonina:
8 lisina, que não interfira negativamente no desempenho dos alevino de tambatinga.

9

10

Material e Métodos

11

12 O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Piscicultura –
13 LAPESPI, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias,
14 Universidade Federal do Piauí, utilizando-se 20 tanques de polietileno, com capacidade
15 de 1m³, interligados formando um sistema de recirculação de água com filtragem
16 biológica e desinfecção por lâmpadas ultravioleta, com capacidade de circulação de 22
17 vezes ao dia. A fonte de abastecimento de água foi um poço tubular, sendo que a água,
18 ao ser bombeada do poço, era direcionada para uma caixa de 5000 L, onde recebia
19 oxigenação antes de abastecer os tanques de cultivo.

20

21 Foram utilizados 3000 alevinos de tambatinga que, inicialmente, foram estocados
22 em tanques de fibra de vidro para observação por quinze dias, recebendo ração
23 comercial com 36% de proteína bruta. Após esse período, os animais foram submetidos
24 a 24 horas de jejum e separados por tamanho, utilizando-se seletor de alevinos. Dentro
25 do grupo que apresentava comprimento total entre 3,5 e 4 cm, foram selecionados 330
alevinos com peso médio de 5,31 ± 0,24 g, sendo distribuídos, aleatoriamente, 15

1 exemplares por unidade experimental, em um delineamento inteiramente casualizado;
2 os 30 peixes restantes foram eutanasiados, descamados, descabeçados, retirado as
3 nadadeiras, eviscerados, picados e colocados em estufa com circulação de ar, a 50°C por
4 72 horas, para posterior análise bromatológica da carcaça inicial.

5 Os tratamentos foram constituídos por cinco dietas isonutritivas com valores da
6 relação treonina: lisina digestível de 48,95; 53,57; 58,19; 62,81 e 67,43%. Para
7 definição das relações, utilizou-se o valor médio de 58,19%, obtido utilizando os níveis
8 de lisina e treonina totais definidos por Tacon (1990) para peixes onívoros, que foram
9 transformados em digestíveis utilizando-se os coeficientes de digestibilidade definidos
10 por Furuya et al. (2001) para a tilápia do nilo, peixe tropical e de hábito alimentar
11 onívoro, e definiu-se o valor mínimo retirando a suplementação.

12 Os ingredientes das rações foram moídos separadamente para obtenção da mesma
13 granulometria, e foram pesados, misturados, e umedecidos utilizando água aquecida a
14 40°C em quantidade equivalente a 30% do peso total dos ingredientes. A mistura foi
15 passada em moinho de carne, para compressão e formação de espaguetes, que foram
16 triturados manualmente e passados em um conjunto de peneiras granutest, ficando os
17 peletes com granulometria entre 3 e 4 mm. Após esse processo a ração foi colocada em
18 estufa com circulação de ar, a 50°C, por 24 horas, e posteriormente colocada em sacos
19 plásticos e acondicionada sob refrigeração até utilização.

20 Durante o período experimental, que foi de 35 dias, os peixes receberam
21 diariamente quatro refeições (8, 11, 14 e 17 horas). A quantidade ofertada em cada
22 horário era subdividida em três, observando-se o comportamento dos peixes e a avidez
23 com que consumiam a ração, cessando o fornecimento assim que os peixes
24 demonstravam desinteresse (saciedade aparente).

25

1 Tabela 1 Fórmula e composição das dietas experimentais

Ingredientes	Relação treonina:lisina digestível (%)				
	48,95	53,57	58,19	62,81	67,43
Farelo de soja (45%)	52,10	51,90	51,70	51,50	51,30
Milho	41,20	41,20	41,20	41,30	41,30
Farinha de Peixe	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Amido de milho	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Óleo de soja	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Lisina-HCl (78,4%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
DL-Metionina (99,0%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L-Treonina (98,5%)	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40
Calcáreo Calcítico	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Fosfato Bicálcico	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Premix Vitamínico	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sal	0,20	0,20	0,30	0,30	0,40
Valores calculados ²					
Proteína Bruta (%)	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Proteína Digest. (%) ³	25,19	25,19	25,19	25,20	25,20
Energia Digest. (kcal/kg) ³	3000	3000	3000	3000	3000
Extrato Etéreo (%)	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89
Amido (%)	34,00	34,01	34,01	34,01	34,02
Fibra Bruta (%)	3,53	3,52	3,51	3,50	3,49
Ca Total (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
P disp (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Lisina Digest (%) ⁴	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
Met. + Cist Digest. (%) ⁴	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Treonina Total (%)	1,11	1,21	1,30	1,40	1,49
Treonina Digest. (%) ⁴	1,00	1,10	1,19	1,29	1,38
Triptofano Digest. (%)	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32
Met+Cist /Lisina Digest.	38,04	38,04	38,04	38,04	38,04
Treonina./Lisina Digest.	48,95	53,57	58,19	62,81	67,43
Triptofano./Lisina Digest.	15,98	15,93	15,88	15,82	15,77

2 ¹ Composição por quilograma do produto: vit. A-1.200.000 UI; vit.D3-200.000 UI; vit.E- 1.200
3 mg; vit.K3 - 2.400 mg; vit.B1-4.800 mg; vit.B2-4.800 mg; vit.B6-4.800 mg; vit.B12 - 4.800
4 mg; vit.C- 48 g; ácido fólico-1.200 mg; pantotenato de cálcio-12.000 mg; vit.C - 48.000mg;
5 biotina-48mg; cloreto de colina-108 g; niacina-24.000mg; Fe-50.000 mg; Cu-3.000 mg; Mn-
6 20.000mg; Zn-30.000mg; I-100mg; Co-10 mg; Se-100 mg.

7 ² Composição calculada a partir de Rostagno et al (2005).

8 ³ Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes para energia
9 de acordo com Silva et al (2007a).

10 ⁴ Valores calculados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes para
11 aminoácidos de acordo com Furuya et al (2001).

12

1 A temperatura da água foi monitorada diariamente utilizando-se três termômetros
2 digitais com funções de temperatura máxima e mínima, sendo um instalado em um
3 tanque do lado direito, outro do lado esquerdo e outro no filtro; e semanalmente foram
4 aferidos o pH e os teores de oxigênio dissolvido, amônia e nitrito. O pH e o teor de
5 oxigênio dissolvido foram determinados utilizando-se medidor de pH e oxímetro
6 digitais, respectivamente, e para a determinação de amônia e nitrito utilizou-se o
7 método colorimétrico. Ao serem observados valores fora dos padrões indicados por
8 Boyd (1990) para águas de piscicultura, era realizada a sifonagem dos tanques e
9 renovação da água do sistema.

10 Ao final do experimento foi aferido o peso dos peixes e foi selecionada uma
11 amostra de 33% de cada repetição (cinco exemplares), que apresentavam peso mais
12 próximo da média da repetição, e assim como os 30 alevinos iniciais, foram
13 insensibilizados, eutanasiados, descamados, descabeçados, retirado as nadadeiras,
14 eviscerados, picados e colocados em estufa com circulação de ar, a 50°C por 72 horas,
15 para posterior análise bromatológica, seguindo os procedimentos recomendados no
16 AOAC (1990).

17 Para cada parcela experimental foram avaliados os parâmetros de desempenho,
18 composição corporal e eficiência de utilização de nutrientes, de acordo com as
19 equações:

20 Ganho de peso diário (GPD) = $(P_f - P_i) / T$;

21 Consumo diário de ração (CDR) = CR / T ;

22 Conversão alimentar aparente (CAA) = CR / GP ;

23 Índice de consumo alimentar (ICA) = $(CDR \times 100) / P_f$;

24 Consumo diário de proteína bruta (CDPB) = $(CDR \times \%PB) / 100$;

25 Consumo diário de treonina (CDTre) = $(CDR \times \%Tre) / 100$

- 1 Taxa de crescimento específico (TCE) = $[(\ln Pf - \ln Pi) \times 100] / T$;
- 2 Taxa de eficiência protéica (TEP) = $GPD / CDPB$;
- 3 Taxa de eficiência de treonina (TETre) = $GPD / CDTre$
- 4 Eficiência retenção proteína bruta (ERPB) = $[(PBMf \times PF) - (PBMi \times Pi)] \times 100 / CPB$;
- 5 Proteína no ganho de peso (PBGP) = $[(PBMf \times Pf) - (PBMi \times Pi)] \times 100 / (Pf - Pi)$;
- 6 Extrato etéreo no ganho de peso (EEGP) = $[(EEMf \times Pf) - (EEMi \times Pi)] \times 100 / (Pf -$
- 7 $Pi)$;
- 8 em que: Pf: peso final; Pi: peso inicial; T: tempo experimental; CR: consumo de ração;
- 9 GP: ganho de peso; PB: teor de proteína da ração; Ter: teor de treonina na
- 10 ração; PBMf: proteína bruta final na carcaça; EEMf: extrato etéreo final na
- 11 carcaça; PBMi: proteína bruta inicial na carcaça; EEMi: extrato etéreo
- 12 inicial na carcaça.

13 Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se o

14 programa Statistical Analysis System SAS (1986).

15

16 **Resultados e Discussão**

17

18 A temperatura máxima e a mínima da água, durante o período experimental,

19 manteve-se com os valores médios de $29,5 \pm 0,62^\circ\text{C}$ e $24,7 \pm 0,42^\circ\text{C}$, respectivamente. O

20 teor médio de oxigênio dissolvido foi de $6,5 \pm 0,24 \text{mgL}^{-1}$, o pH $6,5 \pm 0,36$, amônia

21 $0,13 \pm 0,09 \text{mgL}^{-1}$, nitrito $0,01 \pm 0,02 \text{mgL}^{-1}$. Esses valores estão de acordo com as

22 recomendações para peixes tropicais segundo Boyd (1990).

23 Não foi observada diferença significativa nos parâmetros de desempenho dos

24 alevinos alimentados com rações contendo diferentes relações treonina: lisina (Tabela

25 2). Resultado semelhante foi observado para alevinos de carpa indiana, *Catla catla*

1 (Ravi & Devaraj, 1991) que somente apresentaram diferença no ganho de peso quando
2 submetidos a rações com baixo teor de treonina e condições anóxicas.

3

4 Tabela 2 Ganho de peso diário, consumo diário de ração, conversão alimentar aparente,
5 taxa de crescimento específico, consumo diário de treonina, consumo diário de
6 proteína bruta e taxa de eficiência protéica para os alevinos de tambatinga
7 alimentados com diferentes relações treonina: lisina digestíveis

Parâmetros	Relação treonina : lisina digestível (%)					CV
	48,95	53,57	58,19	62,81	67,43	
Ganho de peso diário (g)	1,05	1,14	1,16	1,03	1,12	14,30
Consumo diário de ração (g)	1,11	1,17	1,10	1,10	1,18	7,99
Conversão alimentar aparente	1,06	1,03	0,96	1,07	1,07	7,97
Taxa de crescimento específico (%)	5,87	6,10	6,15	5,85	6,11	6,21
Consumo diário de treonina ¹ (g)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	7,74
Consumo diário de proteína bruta (g)	0,31	0,33	0,31	0,31	0,33	7,96
Taxa de eficiência de treonina ²	94,79	88,54	87,81	72,50	68,49	8,46
Taxa de eficiência de proteína	3,39	3,48	3,73	3,34	3,38	7,89

8 CV – Coeficiente de variação

9 ¹ Efeito linear ($y = -0,0017 + 0,0003x$, $r^2 = 0,75$, $P < 0,05$).

10 ² Efeito linear ($y = 169,28 - 1,4923x$, $r^2 = 0,70$, $P < 0,05$).

11

12 Foi observado efeito linear ($P < 0,05$) no consumo de treonina, que aumenta com a
13 elevação das relações treonina : lisina, e a taxa de eficiência de treonina que apresentou
14 comportamento linear inverso ao do consumo. A elevada taxa de eficiência de treonina
15 se justifica por ela ser definida em função do ganho de peso diário e consumo de
16 treonina, e sabe-se que o ganho de peso não é função apenas dos níveis de treonina, mas
17 de uma mistura equilibrada entre os vários aminoácidos.

18 Vários trabalhos realizados para definir as exigências em treonina, revelam que os
19 níveis variaram de 0,8% para o red drum (*Scianops ocelatos*), definido por Boren &
20 Gatlin III (2007), a 5,0% para a carpa indiana (*Catla catla*), observado por Ravi &
21 Devaraj (1991). Entretanto na maioria dos trabalhos ficou definida uma exigência entre

1 2,0 e 3,0% (Ng & Hung, 1995; Forster & Ogata, 1998; Tibaldi & Tulli, 1999; Rollin et
2 al., 2003), e pesquisas mais recentes, apontam para uma exigência mais baixa, entre
3 1,00 a 0,75% (Boren & Gatlin III, 2007; Abidi & Khan, 2008). Essas variações podem
4 ocorrer devido aos diferentes hábitos alimentares dos peixes, fase de desenvolvimento e
5 metodologia utilizada.

6 Para os alevinos de tambatinga, procurou-se definir a relação treonina: lisina
7 digestível que não afetasse o desempenho. Assim as relações treonina: lisina variaram
8 de 48,97 a 67,43%, correspondendo a suplementação de 0,0 a 0,4% de treonina, o que
9 acarretou níveis calculados variando entre 1,11 a 1,49% para treonina total e 1,00 a
10 1,38% para treonina digestível. Estes níveis estão abaixo dos definidos como exigência
11 na maioria dos experimentos anteriormente citados, entretanto não foi observado nos
12 peixes sintomas de deficiência por aminoácidos como mortalidade ou mesmo baixa
13 eficiência de desempenho, uma vez que a menor taxa de crescimento específica obtida,
14 que foi de 5,87%, sendo superior à taxa de 2,41% observada para o tambaqui por Nunes
15 et al. (2006) e de 1,98%, observada para o tambatinga por Paula et al. (2009). Isso
16 provavelmente ocorreu porque, apesar da ausência de suplementação com treonina e
17 metionina, a combinação dos ingredientes utilizados foi suficiente para suprir as
18 necessidade, e talvez a presença de farinha de peixe, embora na proporção de 0,5%, e a
19 ausência de desafio ambiental e sanitário tenha interferido para esse resultado.

20 As variações nas relações treonina: lisina, também não interferiram
21 significativamente ($P > 0,05$) sobre a composição corporal dos alevinos de tambatinga
22 (Tabela 3). Bomfim et al. (2008), testando diferentes relações treonina : lisina para
23 alevino de tilápia, observaram diferença no teor de proteína corporal e na deposição
24 diária de proteína corporal.

25

1 Tabela 3 Umidade, proteína bruta, extrato etéreo, eficiência de retenção de proteína,
 2 proporção de proteína no ganho de peso e proporção de extrato etéreo no
 3 ganho de peso dos alevinos de tambatinga alimentados com diferentes
 4 relações treonina : lisina digestíveis

Parâmetros (%)	Relações treonina : lisina digest. (%)					CV
	48,95	53,57	58,19	62,81	67,43	
Umidade *	73,45	72,95	72,88	72,92	73,25	0,56
Proteína bruta *	15,20	15,57	15,68	15,68	15,38	2,39
Extrato etéreo *	8,03	7,71	7,69	7,77	7,47	6,89
Eficiência de retenção de proteína	52,21	55,05	59,54	53,43	52,78	7,96
Proporção de proteína bruta no ganho de peso	13,45	13,956	14,10	13,94	13,76	2,55
Proporção de extrato etéreo no ganho de peso	7,90	7,59	7,57	7,64	7,35	7,06

5 CV – Coeficiente de variação

6 *Na matéria natural

7
 8 A relação de 48,97% de treonina: lisina digestível, correspondeu aos níveis de
 9 1,11 e 1,0% de treonina total e digestível respectivamente, que são semelhante aos
 10 níveis de treonina observados para a tilápia por Bomfim et al. (2008), quando utilizaram
 11 relação treonina: lisina de 74%. Essa diferença entre as relações pode ser explicada pelo
 12 fato de Bomfim et al. (2008) terem trabalhado com lisina de 1,35%, considerado
 13 subótimo, e para o tambatinga foi utilizado níveis de 2,04% de lisina digestível.

14

15

Conclusão

16

17 A relação treonina: lisina digestível de 48,97%, que proporciona os níveis de
 18 treonina total e digestível de 1,11 e 1,00%, respectivamente, pode ser utilizada em ração
 19 para alevino de tambatinga, sem afetar o desempenho produtivo.

20

Literatura Citada

- 1
- 2
- 3 ABIDI, S.F.; KHAN, M.A. Dietary threonine requirement of fingerling Indian major
4 carp, *Labeo rohita* (Hamilton). **Aquaculture Research**, v.39, p.1498-1505, 2008.
- 5 ABIMORAD, E.G.; SQUASSONI, G.H.; CARNEIRO, D.J. Apparente digestibility of
6 protein, energy, and amino acids in some selected feed ingredients for pacu
7 *Piaractus mesopotamicus*. **Aquaculture**, v.14, n.4, p.374 – 380, 2008.
- 8 AHMED, I.; KHAN, M.A.; JAFRI, A.K. Dietary threonine requirement of fingerling
9 Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). **Aquaculture Research**, v.35, n.2,
10 p.162-170, 2004
- 11 AKIYAMA, T.; OOHARA, T.; YAMAMOTO, T. Comparison of essential amino acid
12 requirements with A/E ration among fish species (review paper). **Fisheries Science**,
13 v.63, p.963-970, 1997.
- 14 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY-AOAC. **Official**
15 **methods of analyse**. 15th ed. AOAC: Arlington, 1990, 1298p.
- 16 BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L.; et al. Exigência de treonina,
17 com base no conceito de proteína ideal, de alevinos de tilápia-do-nilo1. **Revista**
18 **Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2077-2084, 2008.
- 19 BOREN, R.S.; GATLIN III, D.M. Dietary threonine requirement of juvenile red drum
20 *Sciaenops ocellatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.26, n.3, p.279 –
21 283, 2007.
- 22 BOYD, C.E. **Water quality management for ponds fish culture**. Development in
23 aquaculture and fisheries science. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing
24 Company, 1990.
- 25 BROWN, P.B. Using whole-body amino acid patterns and quantitative requirements to
26 rapidly develop diets for new species such as striped bass (*Morone saxatilis*).
27 **Journal Applied Ichthyology**, v.11, p.342-346, 1995.
- 28 FORSTER I.; OGATA H.Y. Lysine requirement of juvenile Japanese £ounder
29 *Paralichthys olivaceus* and juvenile red sea beam *Pagrus major*. **Aquaculture**,
30 v.161, p.131-142, 1998.
- 31 FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de
32 digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a
33 tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4,
34 p.1143-1149, 2001.
- 35 KIDD, M.T.; KERR, B.J.; ANTHONY, N.B. Dietary interaction between lysine and
36 threonine in broilers. **Poultry Science**, v.76, p.608–614, 1997.
- 37 MACK, S. Amino acid in broiler nutrition-requirements and interrelations. In: Simpósio
38 Internacional Sobre Nutrição de Aves, 1998. Campinas. **Anais Simpósio**
39 **Internacional Sobre Nutrição de Aves**. Campinas : CBNA, 1998. p. 69-86.
- 40 NG, W.K.; HUNG S.S.O. Estimating the ideal dietary essential amino acid pattern or
41 growth of white sturgeon, *Acipenser transmontanus* (Richardson). **Aquaculture**
42 **Nutrition**, v.1, p.85-94, 1995.
- 43 NUNES, E.S.S.; CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M. et al. Enzimas digestivas
44 exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária**
45 **Brasileira**, v.41, n.1, p.139-143, 2006.
- 46 PAULA, F.G.; SILVA, P.C.; OLIVEIRA, R.P. et al. Desempenho produtivo do
47 tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e do
48 híbrido tambatinga (*C. macropomum* fêmea x *P. brachypomum* macho) mantidos em

- 1 viveiros fertilizados. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46. 2009.
2 Maringá. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. ICD-ROM.
- 3 RAVI J.; DEVARAJ K.V. Quantitative essential amino acid requirements for growth of
4 *Catla catla* (Hamilton). **Aquaculture**, v.96, p.281-289, 1991.
- 5 RODEHUTSCORD M.; JACOBS S.; PACK M. et al. Response of rainbow trout
6 (*Oncorhynchus mykiss*) growing from 50 to 170 g to supplements of either L-
7 arginine or L-threonine in a semipurified diet. **Journal of Nutrition**, v.125, p.970-
8 975, 1997.
- 9 ROLLIN,X.; MAMBRINI, M.; ABOUDI, T.; et al. The optimum dietary indispensable
10 amino acid pattern for growing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry. **British**
11 **Journal of Nutrition**, v.90, p.865-876, 2003.
- 12 RONNESTAD, I.; CONCEIÇÃO, L.E.C.; ARAGÃO, C. et al. Free amino acids are
13 absorbed faster and assimilated more efficiently than protein in postlarval Senegal
14 sole (*Solea senegalensis*). **Journal of Nutrition**. v.130, p.2809-2812, 2000.
- 15 ROSTAGNO, R.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para**
16 **aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa:
17 UFV. 2005. 186p.
- 18 SILVA, C.R.; GOMES, L.C.; BRANDÃO, F.R. Effect of feeding rate and frequency on
19 tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during
20 the first growth phase in cages, **Aquaculture**, v.264, n.1-4, p.135–139, 2007b.
- 21 SILVA, L.C.R.; FURUYA, W.M.; SANTOS, L.D.; et al. Níveis de teonina em rações
22 para tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1258-1264,
23 2006.
- 24 SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S. et al. Digestibilidade
25 aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas
26 exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta**
27 **Amazonica**, v.37, n.1, p.157 – 164, 2007a.
- 28 SMALL, B.C.; SOARES, J.H. Estimating the quantitative essential amino acid
29 requirements of striped bass *Morone saxatilis*, using fillet A/E ratios. **Aquaculture**
30 **Nutrition**, v.4, p.225-232, 1998.
- 31 STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS System for linear models**. Cary: SAS
32 Institute, 1986.
- 33 TACON, A.G.J. **Standart methods for the nutrition and feeding of farmed fish and**
34 **shrimp**. v.I. The essential nutrients. Argent Laboratories Press: Washington, 1990.
35 95p.
- 36 TIBALDI, E.; TULLI, F. Dietary threonine requirement of juvenile European sea bass
37 (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, v.175, p.155–166, 1999.
- 38 WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W. **Fish**
39 **nutrition**. 3th ed. California: Academic Press. 2002. 144-175.
- 40

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na intensificação da piscicultura, assim como em outros cultivos, o que se deseja é obtenção de maior produtividade, que normalmente é conseguida pelo aumento da densidade de estocagem, melhoria do manejo e da qualidade alimentar. Entretanto, para a piscicultura isso é um pouco mais complexo devido à qualidade ambiental ter uma influência muito grande sobre o desempenho do animal. A preocupação com a qualidade ambiental é tão grande quanto a necessidade de se definir as exigências nutricionais dos peixes, principalmente, em regiões onde não existe excedente de água e existe carência de alimento.

Considerando o exposto, a aplicação do conceito de proteína ideal é importante na piscicultura, uma vez que se propõe diminuir os níveis de proteína bruta da ração, e conseqüentemente a excreção nitrogenada, o que poderá diminuir a eutrofização, que é um obstáculo para o bom desempenho dos peixes. Provavelmente a suplementação com aminoácidos acrescida da melhoria da qualidade da água poderá potencializar o desempenho dos peixes.

Nas pesquisas realizadas com o alevino de tambatinga, pôde-se observar uma pequena queda no ganho de peso dos peixes quando se reduziu o nível protéico, e quando se definiu as relações aminoacídicas, que embora não tenha acarretado diferenças estatísticas significativas dentro de cada experimento, poderá acarretar queda na produtividade, levando o produtor a não utilizar níveis mais baixos de proteína. Entretanto, se for considerado o custo de produção, a vida útil do empreendimento e a sustentabilidade do cultivo em longo prazo, provavelmente, o produtor consciente optará pelo uso de rações com nível protéico mais baixo e balanceamento de aminoácidos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ABIDI, S.F.; KHAN, M.A. Dietary threonine requirement of fingerling Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton). **Aquaculture Research**, v.39, n.14, p.1498-1505, 2008.

ABIMORAD, E.G.; SQUASSONI, G.H.; CARNEIRO, D.J. Apparent digestibility of protein, energy, and amino acids in some selected feed ingredients for pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Aquaculture nutrition**, v.14, n.4, p.374-380, 2008.

ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles - fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Nutrition**, v. 13, n.1, p. 1-9, 2007.

AHMED, I.; KHAN, M.A.; JAFRI, A.K. Dietary threonine requirement of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). **Aquaculture Research**, v.35, n.2, p.162-170, 2004.

AKIYAMA, T.; OOHARA, T.; YAMAMOTO, T. Comparison of essential amino acid requirements with A/E ration among fish species (review paper). **Fisheries Science**, v.63, p.963-970, 1997

ALMEIDA, L.C.; LUNDSTEDT, L.M.; MORAES, G. Digestive enzyme responses of Tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed on different level of protein and lipid. **Aquaculture Nutrition**, v 12, n.6, p.443-450, 2006.

AMBARDEKAR, A.A.; REIGH, R.C.; WILLIAMS, M.B. Absorption of amino acids from intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different time-courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.291, n.3-4, p.179-187, 2009.

AMOGH, A.A.; REIGH, R.C.; WILLIAMS, M.B. Absorption of amino acids from intact dietary proteins and purified amino acid supplements follows different time-courses in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.291, p.179-187, 2009.

ARARIPE, M. N. B. de A.; OGAWA, M. Influência de diferentes níveis de proteína e energia sobre o desempenho dos alevinos de tambaqui. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1996. Fortaleza. **Anais ...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. v.2. p. 472-473.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY . **Official methods of analyse**. 15. ed. AOAC: Arlington, 1990, 1298p.

BALDISSEROTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2ª ed. Santa Maria: UFSM, 2009, p.19-49.

BECHARA, J.A. et al. The effect of dietary protein level on pond water quality and feed utilization efficiency of pacú *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Aquaculture Research**, v.36, p.546-553, 2005.

BERGE, G.E. et al. Intestinal absorption of amino acids in fish: kinetics and interaction of the in vitro uptake of L-methionine in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **Aquaculture**, v.229, p.265–273, 2004

BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**. 3th ed. Reino Unido: Blackwel, 2004, p. 159 – 163.

BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. Growth and haematology of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fed diets with varying protein to energy ratio. **Aquaculture Research**, v.40, n.4, p.486-495, 2009.

BOMFIM, M.A.D. et al. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1713-1720, 2008.

BOMFIM, M.A.D. et al. Exigência de metionina mais cistina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.783-790, 2008.

BOMFIM, M.A.D. et al. Exigência de treonina, com base no conceito de proteína ideal, de alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2077-2084, 2008.

BOREN, R.S.; GATLIN III, D.M. Dietary threonine requirement of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.26, n.3, p.279 – 283, 2007.

BOTARO, D. et al. Redução da proteína com base no conceito de proteína ideal para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.3, p. 517-525. 2007.

BOYD, C.E. **Water quality management for ponds fish culture**. Development in aquaculture and fisheries science. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1990, 345p.

BRANDÃO, L.V. **Suplementação de metionina e/ou lisina em rações com níveis decrescentes dos teores de proteína para juvenis de tambaqui, *Colossoma***

macropomum. 2006. 46f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) Universidade Federal da Amazônia/Instituto de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2006.

BROWN, P.B. Using whole-body amino acid patterns and quantitative requirements to rapidly develop diets for new species such as striped bass (*Morone saxatilis*). **Journal Applied Ichthyology**, v.11, p.342-346, 1995.

CARNEIRO, D.J.; FRAGNITO, P.S.; MALHEIROS, E.B. Influence of carbohydrate and energy level on growth and body composition of tambacu, a hybrid of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture**, v.124, p. 129-130, 1994.

CARTER, C.; OWEN, S.; HE, Z. Determination of protein synthesis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using a stable isotope. **Journal of Experimental Biology**, v.189, n.1, p.279-284, 1994.

CHENG, Z.J.; HARDY, R.W.; BLAIR, M. Effects of supplementing methionine hydroxy analogue in soybean meal and distiller's dried grain-based diets on the performance and nutrient retention of rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)]. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 1303-1310, 2003.

COLE, B; BOYDE, C.E. Feeding rate, water quality and channel catfish production in ponds. **The Progressive Fish-wqCulturist**, v.8, n.1, p. 18-24, 1986.

COTAN, J.L.V. et al. Níveis de energia digestível e proteína bruta em rações para alevinos de lambari tambuí. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.634-640, 2006.

CRUZ, A.G. et al. **Avaliação do rendimento de carcaça do peixe tambatinga, um híbrido amazônico**. SEAGRO. Tocantins, 2005. 4p.

CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; MARTINO, R.C. Retenção de proteína e energia em juvenis de "black bass" *Micropterus salmoides*. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.609-616, 2000.

DAVIES, S.J.; MORRIS, P.C. Influence of multiple amino acids supplementation on the performance of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fed soya based diet. **Aquaculture Research**, v.28, n.1, p. 65-74, 1997.

ESPE, M.; et al.. Methionine intake affect hepatic sulphur metabolism in Atlantic salmon, *Salmo salar*. **Aquaculture**, v. 274, p.132-141, 2008

FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R. et al. Exigência de proteína de alevinos de piavuçu. *Ciencia Rural*, v.39, n.3, p.859-865, 2009.

FERNANDES, J.B.K. et al. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.646-653, 2000.

FORSTER I.; OGATA H.Y. Lysine requirement of juvenile Japanese Sounder *Paralichthys olivaceus* and juvenile red sea beam *Pagrus major*. **Aquaculture**, v.161, p.131-142, 1998.

FURUYA, W. M. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001.

FURUYA, W.M. et al. Exigências de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), baseadas no conceito de proteína ideal. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.885-889, 2001.

FURUYA, W. M. et al. Use of the ideal concept for precision formulation of amino acid levels in fish-meal-free diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) **Aquaculture Research**, v.35, n. 12, p. 1110-1116. 2004.

FURUYA, W. M. et al. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1433-1441. 2005.

FURUYA, W. M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. In: VII Seminário de Aves e Suínos, III Seminário de Aquicultura, Maricultura e Pesca, 2007. Belo Horizonte. **Anais VII Seminário de Aves e Suínos, III Seminário de Aquicultura, Maricultura e Pesca, 2007**. Concórdia: EMBRAPA/CNPISA. p. 121-139.

GAYLORD, T.G.; BARROWS, F.T. Multiple amino acid supplementation to reduce dietary protein in plant-based rainbow trout, *Oncorhynchus mikiss*, feeds. **Aquaculture**, v.287, p.180-184, 2009.

GOFF, J.B.; GATLIN III, D.M. Evaluation of different sulfur amino acid compounds in the diet of red drum, *Sciaenops ocellatus*, and sparing value of cystine for methionine. **Aquaculture**, v.241, p.465-477, 2004.

GREEN, J.A.; HARDY, R.W. The effects of dietary protein:energy ratio and amino acid pattern on nitrogen utilization and excretion of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Journal of Fish Biology**, v.73, p.663-682, 2008.

HERNANDEZ, M., TAKEUCHI, T., WATANABE, T. Effect of dietary energy sources on the utilization of protein by *Colossoma macropomum* fingerlings. *Fisheries Science*, v.61, n.3, p.507-511, 1995.

HU, M.; WANG, Y.; WANG, Q. et al. Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients with lysine and methionine supplementation to practical diets for gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture*, v.275, p.260-265, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística da Pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades de federação**. Brasília: IBAMA, 2008. 174p.

JACQUOT, R. Organic constituents of fish and foods. In: BORGSROM, G.(Org). **Fish and food**. v.I, New York: Academic Press. 1961. p. 144-192.

KEEMBIYEHETTY, C.N.; GATLIN III, D.M. Total sulfur amino acid requirement of juvenile hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). *Aquaculture*, v.110, p.331-339, 1993

KIDD, M.T.; KERR, B.J.; ANTHONY, N.B. Dietary interaction between lysine and threonine in broilers. *Poultry Science*, v.76, p.608-614, 1997.

LECLERCQ, B. **El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos: estudio comparativo entre pollos y cerdos**. 1997. Disponível em: <<http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPXI.pdf>>, acessado em 04/09/2007.

MACK, S. Amino acid in broiler nutrition-requirements and interrelations. In: Simpósio Internacional Sobre Nutrição de Aves, 1998. Campinas. **Anais Simpósio Internacional Sobre Nutrição de Aves**. Campinas: CBNA, 1998. p. 69-86.

MAGOLECCIA, F. **Lista de los peces de Venezuele incluyendo um estudio preliminar sobre la ictiofauna del pais**.Ministério de Agricultura. Caracas. 1970.

MEYER, G.; FRACALOSSI, D.M. Protein requirements of jundia fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. *Aquaculture*, v.240, p. 331-343, 2004.

MUNOZ-RAMIREZ, A.P.; CARNEIRO, D.J. Suplementação de lisina e metionina em dietas com baixo nível protéico para o crescimento inicial do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg). *Acta Scientiarum*. Maringá, v. 24, n. 4, p. 909-916. 2002.

NG, W.K.; HUNG S.S.O. Estimating the ideal dietary essential amino acid pattern or growth of white sturgeon, *Acipenser transmontanus* (Richardson). **Aquaculture Nutrition**, v.1, p.85-94, 1995.

NORDRUM, S. et al. Effects of methionine, cysteine and médium chain triglycerides on nutrient digestibility, absorption of amino acids along the intestinal tract and nutrient retention in atlantic salmon (*Salmo salar* L.) under pair-feeding regime. **Aquaculture**, v.186, p.341-360, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fish**. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1993. 105p.

NUNES, E.S.S.; CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M. et al. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.139-143, 2006.

OZORIO, R.O.A., et al. Changes in amino acid composition in the tissues of African cat fish (*Clarias gariepinus*) as a consequence of dietary carnitine supplements. **Journal of Applied Ichthyology**, v.18, p.140-147, 2002

PARSONS C.M.; BAKER D.H. The concept and usage of ideal proteins in the feeding of nonruminants In: Simpósio Internacional de Produção de Não-Ruminantes; 1994. Maringá. **Anais**. Simpósio Internacional de Produção de Não-Ruminantes, Maringá: [SE]. 1994. p. 119-128.

PAULA, F.G. et al. Avaliação econômica do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* fêmea x *P. brachypomum* macho) mantidos em viveiros fertilizados. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46. 2009. Maringá. **Anais ...**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009a. 1CD-Rom.

PAULA, F.G. et al. Desempenho produtivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* fêmea x *P. brachypomum* macho) mantidos em viveiros fertilizados. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46. 2009. Maringá. **Anais ...**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009b. 1CD-Rom.

PEREIRA-FILHO, M. Alternativas para alimentação de peixes em cativeiro. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. (Org). Criando peixes na amazônia. Manaus: MCT:INPA, 1995.

RAMEZANI, H. Effects of different protein and energy levels on growth performance of caspian brown trout, *Salmo trutta caspius* (Kessler, 1877). **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v.4, n.4, p.203-209, 2009.

RAVI, J.; DEVARAJ, K.V. Quantitative essential amino acid requirements for growth of *Catla catla* (Hamilton). **Aquaculture**, v.96, p.281-289, 1991.

RODEHUTSCORD, M. et al. Availability and utilization of free lysine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Comparison of L-lysine-HCl and L-lysine sulphate. **Aquaculture**, v. 187, p. 177-183, 2000.

RODEHUTSCORD, M. et al. Response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growing from 50 to 170 g to supplements of either L-arginine or L-threonine in a semipurified diet. **Journal of Nutrition**, v.125, p.970-975, 1997.

ROLLIN, X. et al. The optimum dietary indispensable amino acid pattern for growing atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry. **British Journal of Nutrition**, v.90, p.865-876, 2003.

RONNESTAD, I. et al. Free amino acids are absorbed faster and assimilated more efficiently than protein in postlarval Senegal sole (*Solea senegalensis*). **Journal of Nutrition**. v.130, p.2809-2812, 2000.

ROSTAGNO, R.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV. 2005. 186p.

SA, R.; POUSÃO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELES, A. Dietary protein requirement of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles. **Aquaculture nutrition**, v.14, p.309-317, 2008

SAAVEDRA, M. et al. A balanced amino acid diet improves *Diplodus sargus* larval quality and reduces nitrogen excretion. **Aquaculture nutrition**, v.15, p.517-524, 2009.

SARDAR, P. et al. Effect of dietary lysine and methionine supplementation on growth, nutrient utilization, carcass compositions and haemato-biochemical status in Indian Major Carp, Ruho (*Labeo rohita* H.) fed soy protein-based diet. **Aquaculture Nutrition**, v.15; p.339-346, 2009.

SHUHMACHER, A.; WAX, C.; GROPP, J. M. Plasma amino acid in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed intact protein or a crystalline amino acid diet. **Aquaculture**, v. 151, p. 15-28, 1997.

SILVA, C.R.; GOMES, L.C.; BRANDÃO, F.R. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages, **Aquaculture**, v.264, n.1-4, p. 135–139, 2007b.

SILVA, J.A.M. et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta Amazonica**, v.37, n.1, p.157 – 164, 2007a.

- SILVA, L.C.R. et al. Níveis de teonina em rações para tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1258-1264, 2006.
- SILVA, P. et al. Influence of dietary protein level on growth performance and body composition of juvenil blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Brunnich, 1768). *Journal of fish biology*, v.65, p.334-335, 2004 (Suplement 1).
- SMALL, B.C.; SOARES, J.H. Estimating the quantitative essential amino acid requirements of striped bass *Morone saxatilis*, using fillet A/E ratios. **Aquaculture Nutrition**, v. 4, p.225-232, 1998.
- SORENSEN, M. et al. Apparent digestibility of protein, amino acids and energy in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a fish meal based diet extruded at different temperatures. *Aquaculture*, v.211, n.1-4, p.215-225, 2002.
- STANSBY, M.E. **Tecnología de la industria pesquera**. Zaragoza: Acribia. 1968. p. 391-402.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS System for linear models**. Cary: SAS Institute, 1986.
- SUAREZ-MAHECHA, H. **Utilização de bacteriocinas produzidas por *Lactobacillus plantarum* LPBM10 na qualidade e vida útil de filetes do híbrido de pirapitinga (*Piaractus brachipomum*) X tambaqui (*Colossoma macopomum*) embalados a vácuo e sob refrigeração**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), 2008. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. 78f.
- SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: I Simpósio Internacional de Nutrição Animal: Proteína ideal, energia líquida e modelagem. 2001. Santa Maria. **Anais**. I Simpósio Internacional de Nutrição Animal: Proteína ideal, energia líquida e modelagem. Santa Maria:2001. Disponível em: <<<http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/ProIdeal.pdf>>>. Acessado em 05 /09/2007.
- SVEIER, H.; NORDAS, H.; BERGE, G.E.; LIED, E. Dietary inclusion of crystalline D- and L-methionine: effects on growth, feed and protein utilization, and digestibility in small and large Atlantic salmon *Salmo salar* L. **Aquaculture Nutrition**, v.7, p.169-181, 2001.
- TACON, A. G. J. **Standart methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp**. v.I. The essential nutrients. Argent Laboratories Press: Washington, 1990a. 95p.

TAKAGI, S.; et al. Effects of lysine and methionine supplementation to soy protein concentrate diet for red sea bream *Pagrus major*. **Fisheries Science**, v.67, p.1088–1096, 2001.

TANG, L.; et al.. Effect of methionine on intestinal enzymes activities, microflora and humoral immune of juvenile jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). **Aquaculture nutrition**, v.15, p.477-483, 2009.

TANTIKITTI, C.; MARCH, B. E. Dinamics of plama free amino acid in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under variety of dietary conditions. **Fish Physiology Biochemistry**, Holanda, v. 14, p. 179-194, 1995.

TIBALDI, E.; TULLI, F. Dietary threonine requirement of juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, v.175, p.155–166, 1999.

VAN DER MEER, M. B.; VERDEGEM, M.C.J. Comparasion of amino acid profiles of feeds and fish as a quick method for selection of feed ingredients: a case study for *Colossoma macropomum* (Cuvier) at different dietary fish meal/soya meal ratios. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 27, p.531-538, 1996.

VÁSQUES-TORRES, W.; PEREIRA FILHO, M.; CASTELLANOS, J.A.A. Exigência de proteína, carbohidratos y lípidos em dietas para juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus*. In: JORNADA DE ACUICULTURA, 8, 2002, Villavicencio. **Anais...** Los Llanos: Universidad de Los Llanos, 2002. p. 7-21.

VIEIRA, V.P.; INOUE, L.A.K.; MORAES, G. Metabolic responses of matrinxá (*Brycon cephalus*) to dietary protein level. **Comparative Biochemistry and Physiology, part A: Molecular & Integrative Physiology**, v.140, n.3, p.337-342, 2005.

WILSON, R.P. Amino acids and proteins. In: HALVER, J.E.; HARDY, R.W (Org.). **Fish nutrition**. 3th ed. California: Academic Press. 2002. 144-175.

WILSON, R.P.; COWEY, C.B. Amino acid composition of whole body tissue of rainbow trout and atlantic salmon. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 48, n.3/4, p. 373-376. 1985.

YAMADA, S. et al. Plasma amino acid changes in rainbow trout force-fed casein and corresponding amino acid mixture. **Bulletin Japanese Society Science Fisheries**, Tokio, v. 47, p. 1035-1040, 1981.

YAMAMOTO, T.; SUGITA, T.; FURUITA, H. Essential amino acid supplementation to fish meal-based diets with low protein to energy ration improves the protein

utilization in juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.246, n.1-4, p.379-391, 2005.

YAN, Q. et al. Dietary methionine requirement for juvenile rockfish, *Sebastes schlegeli*. **Aquaculture Nutrition**, v.13, p.163–169, 2007.

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**, v. 159, n. 1/2, p. 87-100, 1997.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)