

JORGE LUIZ VIEIRA COTAN

**NÍVEIS DE ENERGIA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES COM DIFERENTES
NÍVEIS DE PROTEÍNA PARA ALEVINOS DE LAMBARI TAMBUI**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título
de “Magister Scientiae”

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C843n
2004

Cotan, Jorge Luiz Vieira, 1952-

Níveis de energia digestível em rações com diferentes
níveis de proteína para alevinos de lambari Tambiú /
Jorge Luiz Vieira Cotan. – Viçosa : UFV, 2004.
x, 23f. : il. ; 29cm.

Orientador: Eduardo Arruda Teixeira Lanna
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 22-23

1. Energia digestível na nutrição de peixes. 2. Proteínas
na nutrição de peixes. 3. Peixe - Alimentação e rações. 4.
Peixe - Nutrição. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 20.ed. 639.3

JORGE LUIZ VIEIRA COTAN

**NÍVEIS DE ENERGIA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES COM DIFERENTES
NÍVEIS DE PROTEÍNA PARA ALEVINOS DE LAMBARI TAMBUI**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título
de “Magister Scientiae”

Aprovada: 15 de Julho de 2004

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof. Sergio Luiz de Toledo Barreto
(Conselheiro)

Prof. Paulo Roberto Cecon

Prof. Aloízio Soares Ferreira

Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna
(Orientador)

A Deus sem o qual nada seria possível.

A minha família pela paciência e força para que eu continuasse firme.

A minha querida esposa pelo amor e carinho que soube administrar, quando da minha ausência, em nosso lar.

Aos meus filhos que me apoiaram e seguraram a barra durante este período.

A minha irmã Fátima pela ajuda financeira no momento em que mais precisei.

AGRADECIMENTOS

À Escola Agrotécnica Federal de Barbacena, pela minha liberação sem a qual não teria sido possível a realização deste curso.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), através do Departamento de Zootecnia (DZO), pela acolhida e oportunidade de realização deste curso.

Ao Professor orientador Eduardo Arruda Teixeira Lanna, pela orientação, amizade e incentivo.

A todos os meus amigos e amigas, em especial a Marcos Antonio Delmondes Bomfim pela ajuda, incentivo e leal amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da UFV em especial a Vera e ao Valdir pela ajuda nas análises feitas.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para execução deste trabalho e não foram citados.

BIOGRAFIA

JORGE LUIZ VIEIRA COTAN, filho de Rupert Borges Cotan e Laís da Fonseca Vieira Cotan, nasceu na cidade do Rio de Janeiro, Estado da Guanabara hoje Rio de Janeiro, no dia 23 de Abril de 1952.

Em Dezembro de 1979, graduou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas (LICA), pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UfruRJ) – RJ.

No período de 1980 a 1993, ocupou a função de professor na Escola Agrotécnica Federal de Colatina (EAF-COL), SEMTEC-MEC. Desde 1993, ocupa a função de professor de 1º e 2º Graus na Escola Agrotécnica Federal de Barbacena (EAFB-MG), SEMTEC-MEC.

Em Março de 2003, foi admitido no programa de Pós Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, da Universidade Federal de Viçosa – UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em Julho de 2004, submeteu-se aos exames finais de defesa de tese.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1- INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA.....	1
2- REFRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
NÍVEIS DE ENERGIA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA PARA ALEVINOS DE LAMBARI TAMBIÚ.....	7
INTRODUÇÃO.....	09
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADO E DISCUSSÃO.....	14
CONCLUSÃO.....	21
LITERATURA CITADA.....	22

LISTA DE TABELAS

	Página
01 Composições percentuais, químicas e valores nutricionais das rações experimentais (matéria natural)	11
02 Ganho de peso (GP), Taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA), consumo de proteína (CPB) e consumo de energia digestível (CED) em função dos níveis de energia digestível (ED) e dos níveis de proteína (PB) da ração.....	14
03 Rendimento de carcaça (RC), eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), Taxa de deposição de proteína (TDP) , Taxa de deposição de gordura (TDG), Taxa de eficiência protéica (TEP) em função dos níveis de energia digestível (ED) e dos níveis de proteína bruta da ração (PB).....	16
04 Valores de exigência, coeficientes de determinação e equações de regressão ajustadas para as variáveis, ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de energia digestível (CED), rendimento de carcaça (RC), eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG), taxa de eficiência protéica (TEP), em função dos níveis de energia digestível, para cada nível de proteína avaliado.....	17
05 Composições corporais em função do nível de energia digestível (ED) e do nível proteína bruta (PB) na ração.....	19
06 Valores de exigência, coeficientes de determinação e equações de regressão ajustadas para as variáveis umidade corporal (UM), Proteína bruta corporal (PB), gordura corporal (G), em função dos níveis de energia digestível, para cada nível de proteína bruta avaliado	20

LISTA DE FIGURAS

	Página
01 Rendimento de carcaça de alevinos de Lambari, em função dos níveis de energia da dieta com 38% de proteína bruta.....	18

RESUMO

COTAN, Jorge Luiz Vieira, M.S. Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2004.
Níveis de energia digestível em rações com diferentes níveis de proteína para alevinos de lambari Tambiú. Orientador: Eduardo Arruda Teixeira Lanna.
Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Sergio Luiz de Toledo Barreto.

Objetivando-se determinar os níveis de energia digestível (ED), em função do nível de proteína bruta da ração para alevinos de lambari tambiú (*Astyanax bimaculatus*), foram utilizados 600 alevinos com peso médio de $1,30 \pm 0,01$ g, mantidos em 40 aquários de 100 litros dotados de abastecimento de água, aeração e controle de temperatura individuais. O experimento foi realizado em esquema fatorial 5 x 2 (cinco níveis de ED: 2900, 3000, 3100, 3200 e 3300 kcal/kg combinados com dois níveis de PB: 32 e 38%) no delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições e 15 peixes por unidade experimental. Os peixes foram submetidos à alimentação controlada baseado no consumo diário médio dos peixes que receberam rações com o nível mais alto de energia (3300 kcal/kg) para cada nível protéico, corrigidos diariamente, durante 49 dias. Foram avaliados os ganhos de peso, o consumo de ração, o consumo de PB, o consumo de ED, a conversão alimentar, a taxa de crescimento específico, a taxa de eficiência protéica, o rendimento de carcaça, a eficiência de retenção de nitrogênio, o teor de umidade corporal, o teor de proteína corporal e o teor de gordura corporal. Com o nível de 32% de PB, os peixes consumiram maior quantidade de ração, de ED e apresentaram-se com maior taxa de eficiência protéica e de eficiência de retenção de nitrogênio e consumiram menores quantidades de proteína bruta, com menor

rendimento de carcaça e umidade corporal. Com o nível de 38% de PB os peixes consumiram maior quantidade de PB e obtiveram maior rendimento de carcaça. Para os níveis crescentes de ED, nas rações com 32% de PB os peixes obtiveram menor taxa de crescimento específico, menor taxa de eficiência protéica e maior conversão alimentar para as rações com 38% de PB os peixes obtiveram maior rendimento de carcaça. Conclui-se que a exigência de ED para lambari também é de 2900 kcal/kg para rações com 32 ou 38% de PB.

ABSTRACT

COTAN, Jorge Luiz Vieira, M.S. Universidade Federal de Viçosa, July 2004. **Levels of digestible energy in diets with different protein levels for tambuí lambari fingerlings.** Adviser: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Committee members: Juarez Lopes Donzele and Sérgio Luiz de Toledo Barreto

Six hundred tambuí lambari (*Astyanax bimaculatus*) fingerlings with average initial weight of $1.30 \pm .01$ g, placed in 40 aquariums (100 L) with water renewal, controlled temperature and individual aeration, were used to determine the digestible energy (DE) requirements, according to the dietary crude protein (CP) level. The experiment was carried out according to a 5 x 2 factorial scheme (five DE levels: 2,900; 3,000; 3,100; 3,200 and 3,300 kcal/kg, combined with two CP levels: 32 and 38%), in a completely randomized design with four replicates and 15 fishes by experimental unit. The fishes were submitted to a controlled feeding based on the average daily intake of treatments with the highest energy level (3,300 kcal/kg) for each protein level, daily corrected, during 49 days. Weight gain, feed intake, CP intake, DE intake, feed:gain ratio, specific growth rate, protein efficiency rate, carcass yield, nitrogen retention efficiency, body humidity, fat and protein were evaluated. Fishes fed diets with 32% CP showed higher levels of feed intake, digestible energy intake, protein efficiency rate and nitrogen retention efficiency; and lower crude protein intake, carcass yield and body humidity. Fishes fed diets with 38% CP showed higher CP intake and carcass yield. As dietary DE levels increased, fishes fed diets with 32% CP showed lower specific growth rate and protein efficiency rate and higher feed:gainratio and those fed 38% CP showed higher carcass yield. It was concluded that the DE requirement for tambuí lambari is 2,900 kcal/kg for diets with 32 or 38% CP.

INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

A piscicultura como atividade pecuária, vem sendo desenvolvida no Brasil de modo promissor e o número de piscicultores cresceu significativamente a partir de 1990. Pesquisas relacionadas à nutrição de peixes têm sido desenvolvidos em grande número, evidenciando a grande preocupação dos nutricionistas em se determinar os melhores padrões alimentares, principalmente nos sistemas de criação intensiva, onde o alimento natural pode ser escasso. O conhecimento das necessidades nutricionais das espécies de peixes da fauna brasileira pode maximizar o potencial de crescimento destas espécies, reduzir o custo de produção e a excreção de resíduos poluidores do ambiente aquático (Kubitza, 1999; Bomfim, 2003).

O lambari Tambiú (*Astyanax bimaculatus*) é um peixe de escamas, de hábito alimentar onívoro, pertencente à família Characidae, sub-família Tetragopterinae. Esta espécie pode ser encontrada desde os rios do Nordeste Brasileiro até a Bacia do Prata, e tem apresentado características promissoras para a sua criação em cativeiro: alta prolificidade, ciclo curto de produção, grande viabilidade, carne saborosa e grande aceitação no mercado consumidor (Serafini, 2003).

Este tipo de lambari tem sido capturado na natureza com 20 cm de comprimento e 40g de peso. Ele atinge a maturidade sexual com 3 a 4 meses de idade, quando alcança aproximadamente 7 cm de comprimento, sendo os machos mais precoces que as fêmeas. Apresenta dimorfismo sexual sendo o macho provido de espícula na nadadeira anal, podendo, assim, ser sexado durante todo o ano por esta característica .

No Brasil as necessidades de pesquisas sobre nutrição das espécies nativas de peixes são necessárias, uma vez que as exigências podem variar entre as espécies, principalmente em função do hábito alimentar e, também, pode variar dentro de cada espécie de acordo com as fases de criação (Furuya, 2001).

Poucas pesquisas foram conduzidas afim de determinar as exigências nutricionais do lambari Tambiú. Para proteína bruta, Hayashi et al. (1999) e Serafini (2003) verificaram que a exigência na ração para esta espécie está em torno de 38%. No entanto, estes resultados, que são elevados em relação aos determinados para outras espécies de hábito alimentar similar como: 23% para Pacu (*Colossoma mitrei*) (Carneiro, 1983); 29,9% para tilápia (*Oreochromis niloticus*) (Furuya et al., 1996); 28% para Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) (Pezzato et al, 2000) e 29% para Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) (Sá & Fracalossi, 2002); podem estar relacionados com o elevado nível de energia digestível utilizado nesses experimentos (de 3200 kcal/kg), o que elevou, conseqüentemente, o nível de proteína exigido para ajustar-se ao menor consumo (pela maior densidade energética) e a adequada relação energia:proteína da espécie.

Como, normalmente, os peixes alimentam-se para satisfazer primariamente suas exigências em energia, a utilização de rações com baixa relação energia:proteína e/ou proteína de baixa qualidade pode acarretar na utilização de parte da proteína para fins energéticos, a fim de satisfazer sua exigência de manutenção em detrimento do crescimento. Ao contrário, rações com alta relação energia:proteína podem induzir à redução do consumo, sem que o mesmo tenha ingerido quantidades de proteína e outros nutrientes necessários para seu crescimento máximo, levando à deposição de maiores quantidades de gordura corporal (Page & Andrews, 1973; Cruz et al., 1984; Camargo et al., 1998; Bomfim, 2003). Assim, exigência em proteína depende do nível de energia utilizado na ração.

A relação energia digestível (kcal) : proteína bruta (g), em rações para peixes tem-se aproximado de 10, independentemente do hábito alimentar (Pezzato et al, 2000; Furuya, 2001), podendo variar de 8,55 a 12,35 kcal/g (NRC, 1993).

Esta relação energia:proteína, que é inferior às obtidas para animais homeotérmicos, deve-se, principalmente, à menor exigência energética de manutenção dos processos vitais nos peixes, já que os mesmos não necessitam manter a temperatura corporal constante e gastam menos energia para sintetizar e excretar resíduos nitrogenados, pois cerca de 90% destes, são eliminados na forma de amônia, com menor

gasto calórico. Somado a isto, necessitam de menos energia para locomoção no meio aquático (Lovell, 1989; NRC, 1993; Pezzato, 1999).

A quantidade de energia requerida pelos peixes, contudo, varia dentro da mesma espécie, sendo que os animais jovens necessitam de mais energia por unidade de peso corporal que os maduros. Por outro lado, nos animais maduros, estas necessidades energéticas podem ser aumentadas em função dos processos reprodutivos (Cho, 1987).

Até o momento dispomos de pouca informação sobre a necessidade dietética de energia que seja aplicada às nossas condições de produção. Apesar dessa escassez de informações, pesquisas com carpas (Cruz et al., 1984), tilápias (NRC, 1993), curimatás (Bomfim, 2003) e piaçu (Pezzato et al., 2000; Navarro, 2003), de hábitos alimentares similares, tem demonstrado que a exigência em energia na ração pode variar de 2.700 a 3.000 kcal de ED/kg, habilitando-os à utilização de rações práticas à base de milho e farelo de soja, como única fonte protéica e de menor teor energético e custo que a farinha de peixe, sem a necessidade de suplementação de óleo.

Estes resultados são indicativos de que a exigência de energia na ração para o lambari Tambiú possa ser inferior aos utilizados nos experimentos de Hayashi et al. (1999) e Serafini (2003), o que reduziria também a exigência dietética de proteína bruta.

Diante desta realidade e em virtude da escassez de informações sobre a exigência dietética de energia digestível para a criação do lambari Tambiú, é que se idealizou este trabalho para determinar a exigência de energia digestível em função do teor protéico da ração, visando otimizar seu desempenho e a qualidade de carcaça.

Esta tese foi elaborada de acordo com o manual de feitura de tese da UFV (UFV, 2000) sendo que o artigo a seguir foi elaborado com base nas normas para publicações de artigos técnicos científicos da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRENNER, M. **Determinação da exigência de proteína do pacu (*Colossoma mitrei* BERG, 1895)**. Viçosa, 1988. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- BONFIM, M.A.D. **Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatã**. Viçosa, 2003. 29p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- CAMARGO, A.C.S.; VIDAL JÚNIOR, M.V.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia metabolizável para tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. 1. Composição das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.409-415, 1998.
- CANTELMO, O.A.; GOMES, S.Z.; RIBEIRO, M.A.R. Níveis de proteína e energia em dietas para o crescimento do pacu *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 3., 1994. Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: Associação Brasileira de Aquicultura, Associação Brasileira de Patologia de Organismos Aquáticos, 1994. p.44.
- CARNEIRO, J.C. **Níveis de proteína e energia na alimentação do pacu *Colossoma mitrei* (BERG, 1895)**. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1983. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)- Universidade Estadual Paulista, 1983.
- CHO, C.Y. La energia em la nutricion de los peces. In: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J.S. LABARTA, U., (eds.). **Nutricion en acuicultura Madrid**, Plan de formación de técnicos superiores en acuicultura, 1987. 2, p. 197-237.
- CRUZ, L.G.; CARNEIRO, D.J.; ANDRADE, P. Níveis de proteína e energia na alimentação da carpa, (*Cyprinus carpio* L.). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1984. São Carlos. **Anais...** São Carlos: Associação Brasileira de Aquicultura, 1984. p.205-221.

- DEGANI,G.;VIOLA,S.;YEHUDA,Y.Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilápia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). **The Israeli Journal Aquaculture**, v. 49,n.3,p.115-123, 1997b.
- EL-DAHAR, A.A.; LOVELL, R.T. Effect of protein to energy ratio in purified diets on growth performance, feed utilization and body composition of mossambique tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters). **Aquaculture Research**, v.26, p.451-457, 1995.
- EL-SAYED, A.M.; TESHIMA, S. Protein and energy of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. **Aquaculture**, v.103, p.55-63, 1992.
- FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. 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.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B et al. Exigência de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase juvenil. **Revista UNIMAR**, v.18, n.2, p.307-319, 1996.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1912-1917, 2000.
- FURUYA, W.M. Alimentos ambientalmente corretos para piscicultura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba. CD-ROM. Palestras. Semi 35.
- GARLING, D.L.; WILSON, R.P. Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal Nutrition**, v.106, p.1368-1375, 1976.
- HANLEY, F. Effects of feedings supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of the Nile tilapia. *Oreochromis niloticus* (L.) **Aquaculture**. V. 93, p. 323-334, 1991.
- HAYASHI, C; GALDIOLI, E.M; NAGAE, M.Y. et al. Exigência de proteína para alevinos de Lambari (*Astyanax bimaculatus*) (Pisces: Characidae). IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Gmosis, 1999. CD-ROM. Pequenos animais. PEQ-024.
- KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação de peixes cultivados**, 3 ed. Jundiaí, SP: F. Kubitza. 123 p., 1999
- LEE, D.J.; PUTNAM, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal Nutrition**, v.103, p.916-922, 1973.
- LOVELL, T. Nutrition and feeding of fish. New York: **Van Nostrand Reinhold**, 1989. 60p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of fish. Washington: **National Academy of Science**: 1993, 105p.

- NAVARRO, R.D. **Níveis de energia digestível em dietas para piaçu (*Leporinus macrocephalus*, SPIX 1829) (peixe anastomideo) em estágio pós-larval.** Viçosa, 2003. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- PAGE, J.W.; ANDREWS, J.W. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal Nutrition**, n.103, p.1339-1346, 1973.
- PEZZATO, L.E. Alimentação de peixes – relação custo benefício. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999. CD-ROM, palestras.
- PEZZATO, L.E., BARROS, M.M., PEZZATO, A.C. et al. Relación energia/proteína en la nutrición de alevinos de piaçú (*Leporinus macrocephalus*). **Revista de Medicina Veterinária y Zootecnia**, v.1, p.2-6, 2000.
- PORTZ, L. Recentes avanços na determinação das exigências e digestibilidade da proteína e aminoácidos em peixes. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001. CD-ROM. Palestras. Semi 36.
- SÁ, M.V.C.; FRACALOSSO, D.M. Exigência protéica e relação energia/proteína para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.1-10, 2002.
- SAMPAIO, A.M.B.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P. Relação energia:proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agrícola**, v.57, n.2, p.213-219, 2000.
- SANTIAGO, C.B.; REYES, O.F. Optimum dietary protein level for growth of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fry in a static water system. **Aquaculture**, v.93, p.155-165, 1991.
- SANTOS, R.F., GHAMAS, M.T.D., CAMPOS, E.C. et al. Dinâmica da nutrição do tambuí, *Astyanax bimaculatus* Linnaeus, 1758 (Pisces, Characiformes, Characidae), na represa de Ibitinga, Estado de São Paulo, Brasil. **B. Inst. Pesca**, v 22, n. 1, p. 115-124, 1995.
- SERAFINI, M.A. **Níveis de proteína em dietas de lambari tambuí dos 0,7 aos 4,8 gramas de peso.** Viçosa, 2003. 25p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Normas para redação de teses.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 2p.
- VIDAL JUNIOR, M.V. **Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 250 g de peso vivo.** Viçosa, 1995. 49p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

Níveis de Energia Digestível em Rações com Diferentes Níveis de Proteína para Alevinos de Lambari Tambiú

RESUMO - Objetivando-se determinar os níveis de energia digestível (ED) em função do nível de proteína bruta (PB) da ração para alevinos de lambari tambiú (*Astyanax bimaculatus*), foram utilizados 600 peixes com peso médio de $1,30 \pm 0,01$ g, mantidos em 40 aquários de 100 litros dotados de abastecimento de água, com temperatura controlada e sistema de aeração individual por aquário. O experimento foi realizado seguindo-se um esquema fatorial 5 x 2 (cinco níveis de ED: 2900, 3000, 3100, 3200 e 3300 kcal/kg combinados com dois níveis de PB: 32,0 e 38,0%) em delineamento inteiramente ao acaso com quatro repetições e quinze peixes por unidade experimental. Os peixes foram submetidos a alimentação controlada baseado no consumo diário médio dos peixes dos tratamentos que receberam rações com nível mais alto de energia (3300 kcal/kg) para cada nível protéico, corrigidos diariamente, durante 49 dias. Foi avaliado o ganho de peso, a taxa de crescimento específico, o consumo de ração, o consumo de proteína bruta, o consumo de energia digestível, a conversão alimentar, a taxa de eficiência protéica, o rendimento de carcaça, a eficiência de retenção de nitrogênio, o teor de umidade, o teor de proteína e o teor de gordura corporais. Com o nível de 32% de PB, os peixes consumiram maior quantidade de ração, de ED e apresentaram-se com maior taxa de eficiência protéica e de eficiência de retenção de nitrogênio e consumiram menores quantidades de proteína bruta, com menor rendimento de carcaça e umidade corporal. Com o nível de 38% de PB os peixes consumiram maior quantidade de PB e obtiveram maior rendimento de carcaça. Para os níveis crescentes de ED, nas rações com 32% de PB os peixes obtiveram menor taxa de crescimento específico, menor taxa de eficiência protéica e maior conversão alimentar, para as rações com 38% de PB os peixes obtiveram maior rendimento de carcaça. Conclui-se que a exigência de ED para lambari Tambiú é de 2900 kcal/kg para rações com 32 ou 38% de PB.

Palavras-chave: *Astyanax bimaculatus*, nutrição, exigência de energia digestível, proteína bruta

**Levels of Digestible Energy in Diets with Different Protein Levels for Tambiú
Lambari (*Astyanax bimaculatus*) Fingerlings**

ABSTRACT - Six hundred tambiú lambari (*Astyanax bimaculatus*) fingerlings with average initial weight of $1.30 \pm .01$ g, placed in 40 aquariums (100 L) with water renewal, controlled temperature and individual aeration, were used to determine the digestible energy (DE) requirements, according to the dietary crude protein (CP) level. The experiment was carried out according to a 5 x 2 factorial scheme (five DE levels: 2,900; 3,000; 3,100; 3,200 and 3,300 kcal/kg, combined with two CP levels: 32 and 38%), in a completely randomized design with four replicates and 15 fishes by experimental unit. The fishes were submitted to a controlled feeding based on the average daily intake of treatments with the highest energy level (3,300 kcal/kg) for each protein level, daily corrected, during 49 days. Weight gain, specific growth rate, feed intake, crude protein intake, digestible energy intake, feed:gain ratio, protein efficiency rate, carcass yield, nitrogen retention efficiency, body humidity, fat and protein were evaluated. Fishes fed diets with 32% CP showed higher levels of feed intake, digestible energy intake, protein efficiency rate and nitrogen retention efficiency; and lower crude protein intake, carcass yield and body humidity. Fishes fed diets with 38% CP showed higher CP intake and carcass yield. As dietary DE levels increased, fishes fed diets with 32% CP showed lower specific growth rate and protein efficiency rate and higher feed:gainratio and those fed 38% CP showed higher carcass yield. It was concluded that the DE requirement for tambiú lambari is 2,900 kcal/kg for diets with 32 or 38% CP.

Key Words: *Astyanax bimaculatus*, nutrition, digestible energy requirements, crude protein

Introdução

Dentre as espécies de pequeno porte destaca-se o lambari tambiú, *Astyanax bimaculatus*. Esta espécie, pertencente à família Characidae e sub-família Tetragonopteridae, de hábito alimentar onívoro, tem sido caracterizada na piscicultura como sendo de crescimento precoce, de alta prolificidade, ciclo de produção curto, pois os lambaris podem atingir maturidade sexual com quatro meses de idade e eles produzem uma carne saborosa e de grande aceitação no mercado consumidor. Tem-se encontrado lambaris em rios do nordeste brasileiro até os rios da Bacia do Prata (Souza & Andrade, 1983; Silva et al., 1983; Serafini, 2003).

No Brasil as necessidades de pesquisas sobre nutrição das espécies nativas de peixes são necessárias, uma vez que as exigências podem variar entre as espécies, principalmente em função do hábito alimentar e, também, pode variar dentro de cada espécie de acordo com as fases de criação.

Poucas pesquisas tem sido conduzidas para determinação das exigências nutricionais dos lambaris que sirvam de base para formulação de rações completas de menor custo e impacto ambiental, principalmente nas utilizadas em sistemas de criação mais intensificados onde o alimento natural pode ser escasso.

Quanto à exigência de energia digestível, há escassez de informações do nível adequado de utilização na ração, tendo-se observado o uso de rações com 3200 kcal/kg, nível este superior aos determinados para peixes de hábito alimentar similar, e isto pode ter sido influenciado pelo nível de proteína bruta na ração, de 38%, determinado para esta espécie (NRC, 1993; Hayashi et al. 1999; Pezzato et al., 2000; Bomfim, 2003; Navarro, 2003 e Serafini, 2003).

O desempenho, a composição corporal e a exigência de proteína bruta para o lambari tambiú podem ser afetados pelo nível de energia na ração. Os peixes podem

modificar seu consumo de alimento, de acordo com o nível de energia na ração ingerindo menores quantidades de ingredientes nas rações com maior teor de energia e com isso podem consumir quantidades menores de proteína prejudicando seu desenvolvimento.

Assim verifica-se a necessidade de determinar a exigência de energia digestível, em função do teor de proteína bruta da ração, para alevinos de lambari também, visando otimizar seu desempenho e qualidade de carcaça.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos meses de Outubro a Dezembro de 2003, por um período de 49 dias, no Laboratório de Nutrição de Peixes do DZO na Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Foram utilizados 600 alevinos com peso médio de $1,3 \pm 0,01g$, obtidos de uma mesma desova em um experimento em esquema fatorial 5×2 (níveis energéticos x níveis protéicos), com quatro repetições por tratamento e quinze peixes por unidade experimental.

As composições das rações experimentais usadas no experimento encontram-se apresentadas na Tabela 1.

As rações experimentais foram peletizadas (1 a 2 mm de diâmetro) e fornecidas em três refeições diárias (8:00, 12:00 e 16:00 horas). A quantidade de ração foi ajustada pelo consumo médio obtido com os peixes dos tratamentos com nível mais alto de energia (3300 kcal/kg) para cada nível protéico, sendo corrigidos diariamente.

Os peixes foram distribuídos em 40 aquários de fibrocimento com capacidade para 100 litros de água, com vazão de 0,7 L/min, dotados de sistemas individuais de abastecimento e escoamento de fundo

Tabela 1 - Composições percentuais e químicas e valores nutricionais das rações experimentais (matéria natural)
 Table 1 - *Percentage and chemical composition and nutritional values of the experimental diets (as fed)*

Nível de proteína bruta <i>Level of crude protein</i>	32%					38%				
Nível de energia digestível <i>Level of digestible energy</i>	2900	3000	3100	3200	3300	2900	3000	3100	3200	3300
Farelo de soja (46%) <i>Soybean meal</i>	54,30	54,30	54,30	54,30	54,30	69,20	69,20	69,20	69,20	69,20
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50
Milho <i>Corn meal</i>	27,39	27,39	27,39	27,39	27,39	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40
Amido de milho <i>Corn starch</i>	-	-	-	-	-	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90
Bagaço de cana <i>Sugar cane peeling</i>	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	-	-	-	-	-
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	0,70	1,83	2,95	4,08	5,20	0,00	1,13	2,25	3,38	4,50
Inerte <i>Inert</i>	4,50	3,38	2,25	1,13	0,00	4,50	3,38	2,25	1,13	0,00
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DL-Metionina (98%) <i>DL- Methionine</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Vitamina C ¹ <i>Vitamin C</i>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix vit. e min. ² <i>Vitamin and mineral mix</i>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Sal <i>Salt</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT (Antioxidante) ³ <i>BHT (Antioxidant)</i>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Composição calculada (*Calculated composition*)

Proteína bruta, % ⁴ <i>Crude protein, %</i>	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00
Energia digestível kcal/kg ⁵ <i>Digestible energy, kcal/kg</i>	2.901	3.001	3.101	3.202	3.302	2.900	3.001	3.101	3.202	3.302
Extrato etéreo, % ⁴ <i>Ether extract, %</i>	3,07	4,19	5,30	6,42	7,53	2,04	3,16	4,27	5,39	6,5
Fibra bruta, % ⁴ <i>Crude fiber, %</i>	4,34	4,34	4,34	4,34	4,34	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33
Cálcio total, % ⁵ <i>Total calcium, %</i>	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Fósforo digestível, % ⁵ <i>Digestible phosphorus, %</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Metionina + Cistina, % ⁵ <i>Methionine + Cystine, %</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Lisina, % ⁵ <i>Lysine, %</i>	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34
Relação ED/PB (kcal/g) <i>DE:CP ratio</i>	9,06	9,38	9,69	10,01	10,32	7,63	7,90	8,16	8,43	8,69

¹ Vit. C: ácido ascórbico (*ascorbic acid*)

² Premix vitamínico comercial (*vitamin mix*) (5 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D₃, 200.000 UI; Vit. E, 12.000 mg; Vit. K₃, 2.400 mg; Vit. B₁, 4.800 mg; Vit. B₂, 4.800 mg; Vit. B₆, 4.000 mg; Vit. B₁₂, 4.800 mg; ác. fólico (*folic acid*), 1.200 mg; pantotenato de Ca (*panthotenic acid*), 12.000 mg; Vit. C, 48.000 mg; biotina (*biotin*), 48 mg; cloreto de colina (*cholin*), 108.000 mg; niacina (*niacin*), 24.000 mg; e premix mineral comercial (*mineral mix*) (1 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Fe, 50.000 mg; Cu, 3.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 3.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg.

³ Butil Hidoxitolueno

⁴ Com base nas análises de laboratório LNA/UFV (*Based on the lab analyses – LNA/DZO*).

⁵ Com base nos valores propostos pelo NRC (1993) e por Rostagno et al. (2000) (*Based on the values proposed by NRC [1993] and Rostagno et al. [2000]*).

A água de abastecimento dos aquários, que foi previamente dechlorada, era proveniente do sistema de tratamento de água da UFV.

A temperatura da água, nas unidades experimentais, foi mantida em torno de 30°C, utilizando-se resistência elétrica e termostato sendo aferida com termômetro de bulbo de mercúrio às 8 e 17 h.

O fotoperíodo utilizado foi de 12 horas de luz controlado por *timer* eletrônico.

Foram avaliados os seguintes índices de desempenho zootécnico: ganho de peso (GP), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de energia digestível (CED), taxa de crescimento específico (TCE) e taxa de eficiência protéica (TEP) para o ganho de peso, composição química corporal (teores de umidade, proteína e gordura), rendimento de carcaça (RC), taxa de deposição de proteína (TDP) diária, taxa de deposição de gordura (TDG) diária e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN).

Os peixes foram pesados em grupo por unidade experimental, após jejum de 24 horas, no início e no final do experimento, para determinar o GP.

Para determinação da TCE, foi empregada a equação abaixo proposta por Brett & Groves (1979), utilizando-se transformações logarítmicas.

$$TCE = \frac{\log \text{ peso final (g)} - \log \text{ peso inicial}}{\text{Tempo de experimento (dias)}} \times 100$$

A CAA foi calculada dividindo-se o consumo de ração aparente pelo ganho de peso dos peixes.

A TEP foi obtida através da divisão entre o ganho de peso dos peixes e o consumo de proteína bruta.

O RC foi obtido pela diferença do peso final dos peixes e as vísceras, dividido pelo peso final e multiplicado por 100.

Para as análises corporais, os lambaris foram insensibilizados, sacrificados e congelados, no início (cinco por cento da quantidade de peixes utilizados no experimento, correspondendo a 30 unidades) e no final do experimento (seis peixes por unidade experimental, sendo três fêmeas e três machos, com pesos correspondentes ao peso médio da respectiva unidade), e armazenados em freezer para serem analisados.

As análises dos ingredientes empregados nas rações e das amostras dos peixes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (LNA/DZO) da UFV, conforme procedimentos descritos em Silva (1990).

A ERN, expressa em porcentagem, foi calculada pela diferença do nitrogênio corporal final e o inicial, dividido pelo nitrogênio total consumido, multiplicado por 100.

A TDP e a TDG foram calculadas, respectivamente, pela diferença da proteína e gordura corporal final e inicial, em mg, dividido pelo número de dias.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se do programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (1993).

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e regressão. Independentemente da significância ou não da interação entre os níveis de proteína e de energia digestível optou-se pelo desdobramento da interação evidenciando os efeitos dos níveis de energia para cada nível protéico devido aos interesses em estudo. Os efeitos dos níveis de energia digestível foram analisados mediante o uso dos modelos de regressão linear, quadrático ou descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, com base na significância dos coeficientes de regressão pelo teste F, no coeficiente de determinação ($R^2 = S.Q.Reg./S.Q.Tratamento$), na soma de quadrado dos desvios e no fenômeno em estudo.

Resultados e Discussão

O valor médio obtido para a temperatura da água foi de $28,9 \pm 2,2^{\circ}\text{C}$, para o pH foi de $6,8 \pm 0,15$ e para o oxigênio dissolvido foi de $6,9 \pm 0,3$ ppm. Estes valores estão dentro dos padrões estabelecidos como ideais para o cultivo de peixes tropicais de acordo com Furuya et al.(1999) e Galdioli et al. (2002). Assim pode-se inferir que o sistema de controle do abastecimento de água e aeração utilizado tenha proporcionado um ambiente adequado de temperatura e aeração, durante o período experimental.

Os resultados médios do GP, da TCE, do CRA, da CAA, do CPB e do CED podem ser visualizados Tabela 2.

Tabela 2 - Ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA), consumo de proteína (CPB) e consumo de energia digestível (CED) em função dos níveis de energia digestível (ED) e de proteína bruta (PB) da ração

Table 2 - Weight gain (WG), specific growth rate (SGR), apparent feed intake (AFI), apparent feed/gain ratio (FCR), crude protein intake (CPI) and digestible energy intake (DEI), according to the dietary digestible energy (DE) and crude protein (CP) levels

PB (CP) (%)	ED (DE) (kcal/kg)					CV (vc)
	2900	3000	3100	3200	3300	
GP (WG) (g)						
32%	3.31	3.07	3.25	3.23	2.71	10.57
38%	2.89	3.22	2.96	2.96	3.01	
Média	3.10	3.14	3.10	3.09	2.86	
TCE (SGR) (%)						
32% ¹	1.12	1.07	1.11	1.10	0.99	6.20
38%	1.04	1.10	1.05	1.05	1.06	
CRA (AFI) (g)						
32%	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	0.17
38%	5.27	5.27	5.27	5.27	5.27	
Média	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	
CAA (FCR) (g/g)						
32% ¹	1.67	1.82	1.72	1.73	2.06	10.88
38%	1.84	1.65	1.80	1.80	1.78	
CPB (CPI) (g)						
32%	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	0.18
38%	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
Média	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	
CED (DEI) (kcal/g)						
32% ²	16.04	16.58	17.15	17.69	18.64	5.11
38% ²	15.28	15.80	16.34	16.85	17.39	

CV – Coeficiente de variação (Coefficient of variation)

¹ Efeito linear ($P < 0,05$) (Linear effect [$P < .05$]).

² Efeito linear ($P < 0,01$) (Linear effect [$P < .01$]).

A TEP para ganho de peso, o RC, a ERN, a TDP e a TDG podem ser visualizados na Tabela 3.

Embora o teor energético (3300 kcal/kg de ED) das rações tenha sido estabelecido como base para determinar os consumos dos peixes dos demais tratamentos, em cada nível protéico, observou-se que os peixes alimentados com rações contendo 32% de PB consumiram mais ração (CRA), e conseqüentemente mais energia digestível (CED) do que os peixes alimentados com rações com 38% de PB e isto não encontra sustentação no fato de que peixes se alimentam para satisfazer, primariamente, suas exigências em energia (Page & Andrews, 1973; Lee & Putnam, 1973; El-Dahhar & Lovell, 1995; Sampaio et al., 2000). No entanto, corroboram as observações de Bomfim (2003) e a teoria de Winfree & Stickney (1981), de que, os peixes podem satisfazer suas exigências em proteína em função da variação no consumo.

Entretanto, ainda assim, o CPB dos peixes que receberam ração com 32% de PB foi inferior ($P < 0,05$) ao dos peixes alimentados com 38% de PB. O GP, a CAA e a TCE não variaram ($P > 0,05$) entre os níveis de PB. É possível que o CPB obtido com os peixes alimentados com 32% de PB pode ter sido suficiente para atender as exigências em proteína, e que as rações contendo 38% de PB podem ter fornecido proteína em excesso e esta hipótese pode ser reforçada em função dos menores valores obtidos de TEP e ERN com este nível protéico, conforme pode ser visualizado na tabela 3. O excesso de proteína neste caso pode ter sido utilizado, quando absorvido, como fonte de energia.

De acordo com Sampaio et al. (2000), o consumo excessivo de proteínas pode reduzir a eficiência de utilização da proteína (TEP e ERN) pelos peixes, sendo que, parte desta proteína quando não utilizada para síntese protéica, pode ser desviada para deposição na forma de energia, lipogênese ou gliconeogênese.

Quando se utilizou a ração com 32% de PB, o nível de ED influenciou a TCE e a TEP que diminuíram ($P < 0,05$) de forma linear, e sobre o CED ($P < 0,01$) e os valores de

Tabela 3 - Rendimento de carcaça (RC), eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e taxa de eficiência protéica (TEP), em função dos níveis de energia digestível (ED) e de proteína bruta da ração (PB)

Table 3 - Carcass yield (CY), nitrogen retention efficiency (NRE), protein of deposition rate (PDR), fat deposition rate (FDR), and protein efficiency rate (PER), according to the dietary digestible energy (DE) and crude protein (CP) levels

PB (CP) (%)	ED (DE) (kcal/kg)					CV (VC)
	2900	3000	3100	3200	3300	
RC (CY) (%)						
32%	87.28	86.99	87.57	85.48	87.22	1.14
38% ¹	86.38	87.95	87.88	87.60	88.33	
ERN (NRE) (%)						
32%	29.24	27.87	29.63	28.69	24.58	11.54
38%	23.90	25.95	24.37	23.60	23.86	
Média	26.57	26.91	27.00	26.14	24.22	
TDP (PDR) (mg/dia)						
32%	10.56	10.06	10.70	10.36	8.88	3.91
38%	9.77	10.60	9.96	9.64	9.75	
Média	10.16	10.33	10.33	10.00	9.31	
TDG (FDR) (mg/dia)						
32%	7.35	7.70	7.61	8.12	6.86	10.87
38%	5.87	8.01	6.64	8.23	7.11	
Média	6.61	7.85	7.12	8.17	6.98	
TEP (PER) (%)						
32% ²	1.88	1.74	1.83	1.83	1.53	10.50
38%	1.44	1.61	1.48	1.48	1.50	

CV – Coeficiente de variação (*Coefficient of variation*)

¹ Efeito linear ($P < 0,05$) (*Linear effect [P < .05]*).

² Efeito linear ($P < 0,01$) (*Linear effect [P < .01]*).

CAA ($P < 0,05$) que aumentaram de forma linear conforme equações apresentadas na Tabela 4.

Verificou-se que, na ração com 32% de PB e 3300 kcal de ED, os resultados obtidos diferiram da média dos outros níveis de energia, o que pode ter ocorrido em razão do alto nível de extrato etéreo na ração (7,5%) o que provavelmente ultrapassou a capacidade de digestão de lipídeos dos peixes. A possível menor digestibilidade da energia pode ter influenciado negativamente o GP, TCE e CAA superestimando a CED, já que esta não foi determinada e sim calculada, o que pode ter provocado o efeito linear observado.

Meurer et al. (2002) sugeriram que a utilização de níveis excessivos de lipídeos, com a elevação da densidade energética, pode reduzir a disponibilidade de aminoácidos para síntese de proteína corporal, resultando em menor TCE, CAA e, principalmente, TEP.

Com relação aos peixes alimentados com rações contendo 38% de PB, o nível de energia da ração influenciou o CED ($P<0,01$) e o RC ($P<0,05$), que aumentaram de forma linear em razão da elevação do nível de ED da ração.

Tabela 4- Valores de exigência, coeficientes de determinação e equações de regressão ajustadas para as variáveis, ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração aparente (CRA), conversão alimentar aparente (CAA), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de energia digestível (CED), rendimento de carcaça (RC), eficiência de retenção de nitrogênio (ERN), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG), taxa de eficiência protéica (TEP), em função dos níveis de energia digestível, para cada nível de proteína bruta (PB)

Table 4 - Requirement values, coefficients of determination and regression equations adjusted for weight gain (WG), specific growth rate (SGR), apparent feed intake (AFI), apparent feed/gain ratio (FCR), crude protein intake (CPI), digestible energy intake (DEI), carcass yield (CY), nitrogen retention efficiency (NRE), protein deposition rate (PDR), fat deposition rate (FDR), protein efficiency rate (PER), according to the dietary digestible energy (DE) and crude protein (CP) levels

Modelos quadrático, linear e LRP				
LRP, linear and quadratic models				
Variáveis Variables	PB (%) CP (%)	Equações ajustadas Adjusted equations	Exigência Requirement	R ²
GP (WG) (g)	32	= 3,11	2900	-
	38	= 3,01	2900	-
TCE (%/dia) (SRG)	32	= 1,755 – 0,0002175* X	2900	0,47
	38	= 1,06	2900	-
CRA (AFI) (g)	32	= 5,53	-	-
	38	= 5,27	-	-
CAA (FCR) (g/g)	32	= -0,3075 + 0,0006793* X	2900	0,49
	38	= 1,77	2900	-
CPB (CPI) (g)	32	= 1,77	-	-
	38	= 2,00	-	-
CED (DEI) (kcal/kg)	32	= 0,059 + 0,00551** X	3300	0,99
	38	= 0,005 + 0,00527** X	3300	0,99
RC (RY) (%)	32	= 86,91	2900	-
	38	LRP = 41,0081 + 0,00156* X (platô=87,94)	2999	1,00
ERN (NRE) (%)	32	= 28,00	2900	-
	38	= 24,34	2900	-
TDP (mg/dia) (PDR)	32	= 10,02	2900	-
	38	= 9,94	2900	-
TDG (mg/dia) (FDR)	32	= 7,53	2900	-
	38	= 7,17	2900	-
TEP (PER) (%)	32	= 3,5728 – 0,0005849** X	2900	0,50
	38	= 1,50	2900	-

*($P<0,05$) e **($P<0,01$) pelo teste F.

*($P<.05$) and **($P<.01$) by F test.

Apesar da variação linear no RC, o modelo “Linear Response Plateau” – LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 2.999 kcal de ED/kg o nível a partir do qual ocorreu um platô, como pode ser visualizado na figura 1

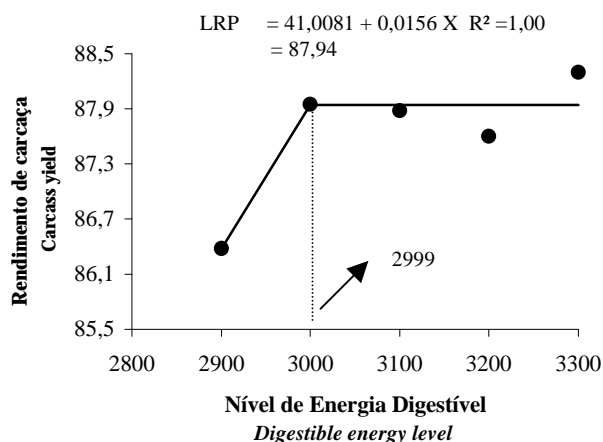


Figura 1 - Rendimento de carcaça de alevinos de Lambari, em função dos níveis de energia da ração com 38% de proteína bruta.
 Figure 1 - Carcass yield of lambari fingerlings carcass, according to the energy levels of diets with 38% crude protein.

Os piores resultados numéricos, dos parâmetros avaliados, obtidos pelos peixes alimentados com as rações contendo 38% de PB com 2.900 e acima 3.000 kcal de ED/kg, podem ser indicativos de que, no primeiro caso, a quantidade de energia ingerida tenha sido insuficiente para atender as exigências para os gastos de manutenção e metabolização da proteína ingerida (anabolismo e o catabolismo excedente), hipótese reforçada em função dos menores valores de TDG; e no segundo caso, provavelmente, os baixos níveis de carboidratos oferecidos tenham proporcionado menor relação proteína:carboidrato (Bomfim, 2003), associado ao excesso de proteína consumida, pode ter proporcionado a ativação das enzimas gliconeogênicas, reduzindo a utilização da fração protéica para o crescimento.

Os valores médios da composição corporal dos peixes podem ser visualizados na Tabela 5.

Tabela 5 - Composição corporal, em função dos níveis de energia digestível (ED) e de proteína bruta (PB) na ração

Table 5 - Body composition, according to the dietary digestible energy and crude protein levels

Composição corporal inicial (Initial body composition)						
Umidade (Humidity) (%)	Proteína (Protein) (%)				Gordura (Fat) (%)	
76,48	13,45				6,05	
Composição corporal final (Final corporal composition)						
PB (CP) (%)	ED (DE) (kcal/kg)					CV
	2900	3000	3100	3200	3300	
Umidade (Humidity) (%)						
32%	70.62	68.98	70.35	70.07	70.48	1.16
38% ¹	71.47	70.85	70.93	69.96	71.48	
Proteína (Protein) (%)						
32%	15.03	15.25	15.39	15.05	15.18	2.95
38%	15.62	15.38	15.58	15.20	15.11	
Média	15.32	15.31	15.48	15.12	15.14	
Gordura (Fat) (%)						
32%	9.51	10.43	9.90	10.51	10.36	9.21
38% ²	8.74	10.36	9.48	11.33	9.91	

CV – Coeficiente de variação (Coefficient of variation)

¹ Efeito linear (P<0,05) (Linear effect [P<.05]).

² Efeito linear (P<0,05) (Linear effect [P<.05]).

Os níveis de PB influenciaram (P<0,05) o teor de umidade corporal, sendo que os peixes alimentados com rações contendo 32% de PB obtiveram menores teores em relação aos alimentados com 38% de PB. Este resultado foi semelhante ao observado por Serafini (2003), com alevinos de lambarí tambuí, e por Bomfim (2003) com curimatá.

Com relação aos níveis energéticos, a composição corporal foi influenciada apenas para os peixes alimentados com as rações com 38% de PB, sendo que a elevação do teor energético da ração elevou (P<0,05) de forma linear o teor de gordura proporcionou variação quadrática no teor de umidade (P<0,05) que reduziu até ao valor estimado de 3119 kcal de ED/kg, como pode ser observado na Tabela 6.

Os teores de proteína corporal não foram influenciados (P>0,05), com o aumento dos níveis de energia, o que reforça a hipótese citada anteriormente, de que pode ter havido excesso de lipídeos ultrapassando a capacidade de digestão do peixe podendo ter provocado o não aproveitamento da proteína para deposição.

Tabela 6- Valores de exigência, coeficientes de determinação e equações de regressão ajustadas para as variáveis umidade corporal (UM), proteína corporal (PB) e gordura corporal (G), em função dos níveis de energia digestível, para cada nível de proteína bruta (PB)

Table 6 - Requirement values, coefficients of determination and regression equations adjusted for body humidity (H), protein (P) and fat (F), according to the dietary digestible energy and crude protein levels

Modelo quadrático e linear <i>Quadratic and linear model</i>				
Variáveis <i>Variables</i>	PB (%) <i>CP (%)</i>	Equações ajustadas <i>Adjusted equations</i>	Exigências <i>Requirements</i>	R ²
UM (H) (%)	32	= 70,10	-	-
	38	= 72,82 - 1,4779 X + 0,00002321* X ²	3100	0,53
PB (CP) (%)	32	= 15,18	-	-
	38	= 15,37	-	-
G (F) (%)	32	= 10,14	-	-
	38	= 8,984 + 0,328* X	3300	0,29

* (P<0,05) pelo teste F.

* (P<.05) by F test.

Os resultados obtidos corroboram aos relatados por Garling & Wilson (1976), Lee & Putnam (1973), Page & Andrews (1973), Parazo (1990), Santiago & Reys (1991), Hernandez et al. (1995), Fernandes et al. (2000), Sampaio et al. (2000) e Sá & Fracalossi (2002), que verificaram que rações com maior relação energia:proteína, resultaram em maior concentração de lipídios e de taxa de deposição de gordura e menor concentração de proteína corporal.

Com base nos resultados obtidos, pode-se inferir que para rações com 32% e com 38% de PB o nível de energia digestível adequado seria de 2900 kcal/kg.

Conclusões

A exigência de energia digestível para alevinos de lambari também é de 2.900 kcal/kg para rações com 32% ou 38% de PB.

Literatura citada

- BOMFIM, M.A.D. **Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimbatá**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 41p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BRETT, J.R.; GROVES, T.D.D. Physiological energetics. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J.; BRETT, J.R. (Eds.). **Fish physiology**. v.3. Bioenergetics and Growth. New York: Academic Press., 1979. p.279-352.
- EL-DAHAR, A.A.; LOVELL, R.T. Effect of protein to energy ratio in purified diets on growth performance, feed utilization and body composition of mossambique tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters). **Aquaculture Research**, v.26, p.451-457, 1995.
- FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. 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.
- FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M. et al. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação, sobre o crescimento, sobrevivência de larvas de curimbatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p.699-703, 1999.
- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em rações para alevinos de curimbatá (*Prochilodus lineatus* V.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.552-559, 2002.
- GARLING, D.L.; WILSON, R.P. Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal Nutrition**, v.106, p.1368-1375, 1976.
- HAYASHI, C; GALDIOLI, E.M; NAGAE, M.Y. et al. Exigência de proteína para alevinos de Lambari (*Astyanax bimaculatus*) (Pisces: Characidae). IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Gmosis, 1999. CD-ROM. Pequenos animais. PEQ-024.
- 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.
- LEE, D.J.; PUTNAM, G.B. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratios in a test diet. **Journal Nutrition**, v.103, p.916-922, 1973.
- MEURER, F.; HAYASHI, C. BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. Lipídeos na Alimentação de Alevinos Revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31,n.2,p.566-573, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of fish**. Washington: National Academy of Science: 1993, 105p.
- NAVARRO, R.D. Níveis de energia digestível em dietas para piaçu (*Leporinus macrocephalus*, SPIX 1829) (peixe anastomideo) em estágio pós-larval. Viçosa, 2003. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- PAGE, J.W.; ANDREWS, J.W. Interactions of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Journal Nutrition**, n.103, p.1339-1346, 1973.

- PARAZO, M.M. Effect of dietary protein and energy level on growth, protein utilization and carcass composition of rabbitfish, *Siganus guttatus*. **Aquaculture**, v.86, p.41-49, 1990.
- PEZZATO, L.E., BARROS, M.M., PEZZATO, A.C. et al. Relación energia/proteína en la nutrición de alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista de Medicina Veterinária y Zootecnia**, v.1, p.2-6, 2000.
- ROSTAGNO, R.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- SÁ, M.V.C.; FRACALOSSI, D.M. Exigência protéica e relação energia/proteína para alevinos de piracanjuba (*Brycon orbiganus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.1-10, 2002.
- SAMPAIO, A.M.B.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P. Relação energia:proteína na nutrição do tucunaré. **Scientia Agrícola**, v.57, n.2, p.213-219, 2000.
- SANTIAGO, C.B.; REYES, O.F. Optimum dietary protein level for growth of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fry in a static water system. **Aquaculture**, v.93, p.155-165, 1991.
- SERAFINI, M.A. **Níveis de proteína em dietas de lambari também dos 0,7 aos 4,8 gramas de peso.**, Viçosa, 2003. 25p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- SILVA, J.M.F.; ANDRADE, D.R.; TEIXEIRAS, S.M. Alimentação de lambari, *Astianax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) com excremento de suínos e ração. In: REUNIÃO ANUAL PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 35, 1983, Belém, PA, **Anais...** Belém, PA, 1983. p. 736-737.
- SOUZA, J.R. & ANDRADE, O.R. Dados preliminares sobre nutrição de *Astyanax bimaculatus* (LINNAEUS, 1758), Pisces: Characidae. **Seiva**, v. 2, n 90, p.81-83, 1983.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Central de processamento de dados UFV/CPD. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para análises estatísticas e genéticas)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 59 p.
- WINFREE, R.A.; STICKNEY, R.R. Started diets for channel catfish: effects of dietary protein on growth and carcass composition. **The Progressive Fish-Culturist**, v.46, n.2, p.79-86, 1981.