

EFEITOS DE DIFERENTES NÍVEIS PROTÉICOS DA RAÇÃO NO CRESCIMENTO NA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757), VARIEDADE CHITRALADA, CRIADAS EM TANQUES-REDE

Marcelo Luis da Silva COSTA ¹; Fabiana Penalva de MELO ²; Eudes de Souza CORREIA ^{3,4}

RESUMO

Este trabalho avaliou diferentes níveis de proteína bruta (PB) nas diversas fases do crescimento de tilápia (Chitralada) cultivada em tanques-rede. Foram utilizadas dietas com três níveis proteicos (36, 32 e 28%) em três fases de crescimento (I - 80 a 300 g; II - 301 a 650 g e III - 651 a 1000 g), sendo adotado um delineamento experimental em blocos casualizados, com diferentes programas de alimentação: 1) controle: 36, 32 e 32%; 2) 32, 32 e 32%; e 3) 32, 32 e 28%. Os peixes foram estocados em densidades de 400, 200 e 150 indivíduos m⁻³ nas fases I, II e III, respectivamente. A alimentação foi efetuada com base no programa alimentar, no consumo de ração e na qualidade da água. Diariamente, foram monitorados a temperatura, pH e oxigênio dissolvido e, mensalmente, as variáveis nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fosfato inorgânico, alcalinidade, dureza total e clorofila *a*. Os dados de crescimento e produção entre os tratamentos foram submetidos à ANOVA (P≤0,05). Os peixes criados na fase I (80-300 g) e III (651-1000 g) tiveram melhor desempenho (P≤0,05) quando alimentados com a dieta 32%, enquanto que os criados na fase II (301-650 g), e alimentados com a dieta 36% PB na fase anterior, apresentaram o melhor desempenho. Como conclusão, o regime de alimentação mais eficiente para as três fases de tamanho foi obtido com a ração extrusada com 32% de proteína bruta.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*; tanques-rede; alimentação; aminoácidos; cultivo multifásico

EFFECT OF DIFFERENT FEEDING REGIMES ON THE GROWTH OF TILAPIA CHITRALADA (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) CULTURED IN CAGES

ABSTRACT

This study evaluated different levels of crude protein (CP) at different stages of growth of tilapia (Chitralada) in cages. Were used diets with three protein levels (36, 32 and 28%) at three growth phases (I - 80 to 300 g; II - 301 A 650 GE III - 651 and 1000 g), and adopted a randomized block experimental design with different feeding programs: 1) control: 36, 32 and 32%, 2) 32, 32 and 32%, and 3) 32, 32 and 28%. Fishes were stocked at densities of 400, 200 and 150 individuals m⁻³ in phases I, II and III, respectively. Feeding was carried out based on the feeding program, feed intake and water quality. Daily, were monitored temperature, pH and dissolved oxygen, and monthly, variables ammonia, nitrite, nitrate, inorganic phosphate, alkalinity, hardness and total chlorophyll *a*. Data on growth and yield between treatments were submitted to ANOVA (P ≤ 0.05). Fish reared in phases I (80-300 g) and III (651-1000 g) performed better (P ≤ 0.05) when fed diet 32%, while those reared in Phase II (301-650 g), fed with diet 36% CP in the previous phase, showed the best performance. In conclusion, the feeding management more efficient for the three phases of size was obtained with the extruded ration with 32% crude protein.

Key-words: *Oreochromis niloticus*; cages; protein levels; feeding; aminoacid; multiphase culture

Artigo Científico: Recebido em: 08/01/2008 – Aprovado em 09/08/2009

¹ Mestre pelo PPG-RPAq, UFRPE. e-mail: marcelo_silvacosta@yahoo.com.br

² Engenheira de Pesca, Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola – DEPAq/UFRPE

³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, Departamento de Pesca e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco. e-mail: ecorreia@depaq.ufrpe.br

⁴ Endereço/Address: UFRPE – Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos – CEP: 52171-900 - Recife – PE - Brasil

INTRODUÇÃO

A produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) é superada apenas pela de carpas e salmonídeos, respondendo por 5,7% da produção mundial (BORGHETTI *et al.*, 2003). A produção brasileira de tilápias atingiu, em 2006, um valor superior a 70.000 toneladas (IBAMA, 2006). A tilapicultura é desenvolvida em diversos sistemas de produção, dos quais se destacam os tanques-rede, que tem crescido nos últimos anos, sobretudo com a introdução da tilápia tailandesa (KUBITZA, 2000; LIMA, 2001).

O cultivo intensivo de tilápias demanda o uso de rações nutricionalmente completas e balanceadas, que representam entre 65 e 75% dos custos totais de produção (CYRINO *et al.*, 1998), nas quais o nutriente mais importante é a proteína. A proteína nas dietas dos peixes tem sido um dos campos mais pesquisados na nutrição, sobretudo em sistema intensivo. O nível da proteína nas dietas, que resulta no crescimento ótimo, é influenciado por uma série de fatores, entre os quais podemos citar: o índice de energia na dieta, o estado ontogênico e fisiológico do animal (idade, peso e maturidade), variáveis ambientais (temperatura de água, salinidade, oxigênio dissolvido), e quantidade de alimento (JAUNCEY, 2000), além da qualidade da proteína na dieta quanto aos níveis e equilíbrio de aminoácidos essenciais (KUBITZA *et al.*, 1998).

Peixes carnívoros, como o salmão, necessitam de cerca de 40% de proteína (LOVELL, 1991), enquanto os onívoros, como as tilápias, necessitam de 28 a 32% de proteína. Na fase larval, porém, esta exigência varia entre 30 a 47% (LUQUET, 1991). Estudos sobre crescimento ótimo de tilápia, realizado por JAUNCEY e ROSS (1982), constataram que dietas com 24% de proteína bruta produziram 80% da taxa de crescimento ótima para alevinos de *Oreochromis mossambicus*, com peso entre 0,5 e 10 gramas. Em sistemas intensivos, as dietas contêm níveis maiores de proteína (FITZSIMMONS, 2000). Os aminoácidos, constituintes de proteína, são responsáveis pela formação e regeneração de tecidos de músculos, ossos, células sanguíneas, enzimas e produtos sexuais (TORRES, 2001). A proporção, equilíbrio e a digestibilidade dos aminoácidos são fundamentais para uma

alimentação adequada, que possibilite um alto desempenho (GOMES, 1998).

Atualmente, encontram-se disponíveis uma série de programas nutricionais para a produção de peixes em tanques-rede, desenvolvidos nas regiões Sul e Sudeste do País. Entretanto, como a temperatura no Nordeste é mais elevada e mais constante, isto pode resultar em exigências nutricionais diferenciadas, sobretudo na criação em tanques-rede. Normalmente, no cultivo comercial de tilápias em tanques-rede, os níveis de proteína bruta variam de 36 a 28% de proteína na fase de engorda, de acordo com o programa do fabricante de ração e do tamanho do peixe desejado. Em geral, dietas com menores níveis de proteína são mais econômicas, o que reduz os custos com a alimentação, porém, é fundamental que o desempenho zootécnico seja satisfatório. Para que não sejam fornecidos níveis excessivos desse nutriente, torna-se necessário conhecer as exigências protéicas dos animais para cada fase de cultivo e uma ração bem formulada (SHIAU e LAN, 1996; FURUYA *et al.*, 1996).

Diante deste contexto, estudos que busquem a otimização de um programa de alimentação em função da variação dos níveis de proteína podem contribuir para a redução dos custos de produção. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes níveis de proteína na ração nas diversas fases de crescimento de tilápias criadas em tanques-rede.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado no açude Pacatuba, pertencente à Usina Japungu Agroindústria S/A, localizada em Sapé-PB, mediante a utilização de tanques-rede com volume útil de 4 m³ (2,0 m x 2,0 m x 1,0 m). Estes tanques foram confeccionados com telas de arame galvanizado, revestidas de PVC com fio 18, (malha com 19 mm), contendo flutuadores (tambores de 50 litros) com cantoneiras em forma de U-2", com 2,0 mm de espessura e fixados com cabo de aço galvanizado.

O cultivo nas diversas fases de crescimento dos peixes em tanques-rede, com diferentes níveis de proteína bruta (PB), foi avaliado através de um delineamento experimental de blocos casualizados,

com dietas comerciais contendo três níveis de proteína (36, 32 e 28%) em três fases de crescimento I – 80 a 300 g; II – 301 a 650 g e III - 651 a 1000 g, conforme demonstrado na Tabela 1. O tratamento

controle representa o atual programa de alimentação utilizado pelos piscicultores em função dos níveis protéicos da ração, de 36, 32 e 32% PB, respectivamente, para as fases I, II e III.

Tabela 1. Níveis protéicos adotados nas fases de cultivo da tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* em tanques-rede (nível protéico utilizado na respectiva fase em negrito)

Fases de Crescimento	Tratamentos	Proteína Bruta (%)	Repetições
I (80 a 300g)	Controle	36	3
	1	32	7
II (301 a 650g)	Controle	36- 32	3
	1	32- 32	7
III (651 a 1000g)	Controle	36-32- 32	2
	1	32-32- 32	2
	2	32-32- 28	2

Os alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), da variedade Chitralada, foram adquiridos em um laboratório particular num total de 20.000 espécimes, com peso variando entre 0,5 e 1,0 grama, os quais foram estocados em um viveiro berçário com área de 5.000 m². Após um período de 60 dias, atingiram peso médio de 80 gramas, quando foram transferidos para os tanques-rede de engorda. Os juvenis foram estocados numa densidade inicial de 400 indivíduos m⁻³, perfazendo uma população total de 1.600 peixes por tanques-rede, e cultivados até atingirem um peso médio de 300 gramas. Na fase II, os mesmos foram estocados numa densidade de 200 peixes m⁻³, até atingirem um peso médio de 650 gramas. Na terceira fase, após classificação, foram estocados com peso médio de 800 gramas, em uma densidade de 150 peixes m⁻³, até atingirem peso médio 1.000g.

A alimentação constou de rações extrusadas com diferentes níveis protéicos (Tabela 1), que foi fornecida de seis a três vezes ao dia, entre o início e o final do cultivo, com taxas de alimentação variando de 6 a 1,2% dia⁻¹, em função do peso médio dos animais. A quantidade de ração foi ajustada de acordo com o consumo de ração e com a qualidade da água do ambiente. Quinzenalmente, foram realizadas biometrias em aproximadamente 5% da população de cada tanque, que serviram para avaliar a saúde do animal, acompanhar o crescimento em peso, bem como reajustar a quantidade de ração a ser fornecida.

As variáveis de qualidade de água, como temperatura, oxigênio dissolvido e pH, foram mensurados diariamente, às 06:00 e 16:00 horas, utilizando-se equipamentos como oxímetro e peagômetro. A transparência da água, foi medida pelo disco de Secchi entre 11:00 e 15:00 h. As análises de nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fosfato inorgânico, alcalinidade, dureza total e clorofila *a*, foram realizadas mensalmente no Laboratório de Limnologia do Departamento de Pesca e Aquicultura, objetivando acompanhar a qualidade da água do ambiente de cultivo.

As três rações comerciais utilizadas foram encaminhadas ao Laboratório de Física e Química de Alimentos do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP) para confirmar os níveis de proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, matéria mineral, cálcio e fósforo. Os níveis de aminoácidos das dietas adotadas foram analisados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba.

As variáveis de desempenho zootécnico foram analisadas em função da taxa de sobrevivência, taxa de crescimento específico, ganho de peso e de biomassa, conversão alimentar aparente, eficiência protéica e alimentar. Os dados foram submetidos à análise de variância, a qual foi complementada por teste de agrupamento de médias (Teste de Tukey), ao nível de probabilidade de 5%, para comparar os diferentes tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações médias de oxigênio dissolvido (OD), às 06:00 e 16:00h, foram de $5,62 \pm 1,12$ a $9,66 \pm 2,80$ mg L⁻¹, respectivamente. Os valores registrados pela manhã estiveram acima 3,9 mg L⁻¹, que é considerado o valor ideal para este sistema de cultivo intensivo (ONO e KUBITZA, 2003).

O peixe é classificado como um animal pecilotérmico, no qual a elevação da temperatura dentro dos limites de conforto permite uma maior atividade metabólica (BEVERIDGE, 1996), possibilitando, assim, um maior ganho de peso em um menor período de tempo, bem como uma melhor conversão alimentar aparente. A temperatura média da água durante o experimento foi de $27,15 \pm 0,92$ e $28,59 \pm 1,04$ °C, às 06:00 e 16:00h, respectivamente, apresentando-se dentro da faixa de conforto para a tilápia, que é de 26 a 32° C (KUBITZA, 2000).

O pH médio durante o cultivo foi de $7,73 \pm 0,45$, mantendo-se dentro da faixa adequada (6,5 a 9,0) para a produção da maioria das espécies de peixes, conforme ARANA (1997). Já os valores de alcalinidade ($103,55 \pm 12,62$ mg L⁻¹ CaCO₃) e dureza total ($118,45 \pm 12,77$ mg L⁻¹ CaCO₃) situaram-se acima dos níveis mínimos recomendados para a piscicultura em tanques-rede (>25 mg L⁻¹ CaCO₃) (LOPEZ *et al.*, 2001).

Os níveis de amônia total e nitrito registraram valores médios de $0,05 \pm 0,03$ e $0,01 \pm 0,004$ mg L⁻¹, respectivamente, encontrando-se dentro da faixa de conforto para os animais (abaixo de 0,5 mg L⁻¹ e 0,1 mg L⁻¹, respectivamente, conforme BOYD, 1997). Em tanques-rede bem posicionados quanto à corrente raramente ocorrem problemas de toxidez, pois o fluxo de água remove os metabólitos, mesmo com biomassas elevadas. As tilápias são tolerantes a baixos níveis de OD na água e outras variações químicas (BOYD, 1997), porém o baixo crescimento, ocorrência de doenças, parasitas e grandes mortandades de peixes estão associados, em sua maioria, a problemas na qualidade de água (MASSER *apud* CONTE, 2002).

A transparência da água é um dos indicativos que classificam o estado trófico do ambiente aquático (ESTEVES, 1998). Segundo RAMIREZ e VIANA *apud* LOPEZ *et al.* (2001), as águas, de

acordo com a transparência, dividem-se em oligotróficas (> 160 cm); mesotróficas (160 a 80 cm) e eutróficas (≤ 80 cm). A transparência da água no ambiente de cultivo foi de $62,33 \pm 5,92$ cm, classificando o ambiente como eutrófico. Segundo BEVERIDGE (1991), o melhor desempenho na produção de peixes em tanques-rede é obtido em ambiente oligotróficos, com boa transparência da água, estabilidade físico-química e baixa densidade fitoplanctônica.

Os nutrientes inorgânicos, como nitrato e fosfato inorgânico, foram, em média, de $0,03 \pm 0,032$ e $0,12 \pm 0,05$ mg L⁻¹, respectivamente. Estes valores se situam na faixa de águas mesotróficas (RAMIREZ e VIANA, *apud* LOPEZ *et al.*, 2001), porém estes nutrientes foram reduzidos, decorrentes da alta produtividade primária no ambiente, que foi $112 \pm 22,07$ µg L⁻¹. A luz solar e os nutrientes inorgânicos são fatores fundamentais para o crescimento, abundância e produtividade fitoplanctônica em ecossistemas aquáticos tropicais (HENRY, 1993; TAYLOR *et al.*, 1992). A eutrofização é um processo que gera instabilidade da qualidade de água e eleva o risco de "off-flavor" na carne dos peixes, características que são indesejáveis na piscicultura em tanques-rede.

A análise quantitativa e qualitativa de fitoplâncton apresentou uma ocorrência significativa de gêneros de cianobactérias ($331,04 \pm 10,02$ org mL⁻¹), dos quais se destacaram as espécies *Anabaena* e a *Oscillatoria* sp, que também são responsáveis pelo "off-flavor" (VAN DER PLOEG e BOYD, 1991).

Os dados de crescimento e produção dos peixes na primeira fase (80-300 g) estão apresentados na Tabela 2.

Em termos quantitativos, as tilápias exigem a proteína das dietas para o anabolismo, catabolismo e reparação de células e tecidos. STICKNEY (1997) afirmou que a exigência protéica da tilápia encontra-se em uma escala dietética variando de 30 a 40% PB, conforme a fase de vida do animal. Os níveis de proteínas, bem como do extrato etéreo, fibra bruta, matéria mineral, cálcio e fósforo das três rações utilizadas foram confirmados através de análises bromatológicas realizadas na UFPB.

Os peixes na fase I, submetidos às dietas 36 e

32% PB, apresentaram desempenho sem que houvesse diferença significativa ($P \leq 0,05$) para as variáveis analisadas. Este desempenho é similar ao estudado por SIDIQUI *et al.* (1988), os quais obtiveram um máximo de crescimento da tilápia (*O. niloticus*) com dietas contendo 30% PB em peixes de 40 até 170 gramas. HANLEY (1997)

comparou diversos níveis de proteína em tilápias cultivadas em tanques-rede, onde obteve, também, melhor rendimento com dietas de 32% PB. Segundo FITZSIMMONS (2000), o requerimento protéico em sistemas intensivos é atendido com dietas contendo 30 e 32% PB na fase de engorda.

Tabela 2. Média e desvio padrão dos dados de crescimento e produção do cultivo de tilápias em tanques-rede na fase I (nível protéico utilizado na respectiva fase em negrito)

Variáveis	Níveis protéicos	
	32%	36 %
Peso inicial (g)	80 ± 10	80 ± 10
Peso final (g)	311 ^a ± 2,47	308 ^a ± 1,67
Densidade inicial (peixes/m ³)	400	400
Tempo de cultivo (dias)	38	38
Mortalidade (%)	19	21
Ganho de biomassa (kg)	270 ^a ± 3,16	267 ^a ± 2,13
Ganho de peso (g/dia)	5,97 ^a ± 0,29	6,01 ^a ± 0,04
TCE (%)	3,57 ^a ± 0,02	3,54 ^a ± 0,00
Conversão alimentar aparente	1,63 ^a ± 0,02	1,62 ^a ± 0,06
Eficiência alimentar (%)	61,21 ^a ± 0,72	61,63 ^a ± 2,20
Relação de eficiência protéica	1,71 ^a ± 0,06	1,92 ^b ± 0,02
Biomassa final (kg/m ³)	99,50 ^a ± 3,16	98,75 ^a ± 2,13

TCE = Taxa de Crescimento Específico = $100 (\ln Pf - \ln Pi) / \text{tempo}$

Nesta fase, constatou-se diferença estatística apenas na taxa de eficiência protéica (TEP) ($P \leq 0,05$) entre as dietas, na qual a elevação do nível de proteína resultou em decréscimo da TEP. FURUYA *et al.* (1996) também identificaram esta tendência em estudos na determinação das exigências de proteína bruta para juvenis (50 a 125 gramas) de tilápia do Nilo.

JAUNCEY e ROSS (1982) observaram que as tilápias submetidas a diferentes dietas de proteína atingiram um ótimo de crescimento em duas diferentes classes de tamanho. Entretanto, níveis protéicos acima deste máximo mantiveram o crescimento estabilizado, ou até declinaram, possivelmente devido à demanda energética necessária para metabolizar o excesso de aminoácidos absorvidos (JAUNCEY, 2000).

Alguns estudos com peixes carnívoros indicaram que o excesso de proteína nas dietas induziu um armazenamento do excesso de proteína e energia digestível não prontamente utilizável, encontrando-se sob a forma de lipídios viscerais (CYRINO *et al.*, 2000). SAMPAIO *et al.*

(2000) relataram que, depois de atingido o máximo, a proteína destinada ao crescimento é canalizada para gastos energéticos, e/ou a porção protéica não digerida e absorvida é excretada sob a forma de resíduos nitrogenados (TIBBETS *et al.*, *apud* HAYASHI *et al.*, 2002).

As variáveis de desempenho de cultivo na fase II apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, exceto o peso inicial (Tabela 3).

Esta fase apresentou resultados similares aos obtidos por BARBOSA *et al.* (2001), os quais se caracterizaram por produzir tilápias em tanques-rede na faixa de 200 até 650 gramas, com dietas contendo 32% PB. De acordo com SCHIMITOU (1997) e KUBITZA (2000), peixes produzidos em sistemas intensivos, nesta faixa de peso, devem se alimentar com dietas entre 30 e 32% PB.

Entretanto, observou-se que houve diferença estatística entre esses dois tratamentos ($P \leq 0,05$) em todas as variáveis de desempenho analisadas. Os peixes, que na fase I se alimentaram da dieta 36% PB, tiveram um desempenho superior aos

que se alimentaram com a dieta 32% PB. Isto pode ser atribuído a uma nutrição mais adequada para o animal na fase inicial, que se refletiu em

desempenho superior na fase subsequente, ou as diferenças genéticas intrínsecas entre a população (PEZZATO *et al.*, 1997).

Tabela 3. Média e desvio padrão dos dados de crescimento e produção do cultivo de tilápias em tanques-rede na fase II (nível protéico utilizado na respectiva fase em negrito)

Variáveis	Níveis protéicos	
	32 - 32%	36 - 32%
Peso inicial (g)	311 ^a ± 2,47	308 ^a ± 1,67
Peso final (g)	650 ^a ± 14,61	723 ^b ± 18,09
Densidade inicial (peixes m ⁻³)	200	200
Tempo de cultivo (dias)	60	60
Mortalidade (%)	10	9
Ganho de biomassa (kg)	219 ^b ± 10,52	274 ^a ± 13,02
Ganho de peso (g dia ⁻¹)	5,64 ^b ± 0,25	6,93 ^a ± 0,30
TCE (%)	1,23 ^b ± 0,04	1,42 ^a ± 0,04
Conversão alimentar	2,32 ^b ± 0,11	1,96 ^a ± 0,10
Eficiência alimentar (%)	44,05 ^b ± 2,12	50,91 ^a ± 2,42
Relação eficiência protéica	1,35 ^b ± 0,07	1,59 ^a ± 0,08
Biomassa final (kg m ⁻³)	115,75 ^b ± 10,50	130,20 ^a ± 13,00

TCE = Taxa de Crescimento Específico = 100 (lnPf-lnPi)/tempo

As variáveis de desempenho de cultivo na fase III, sumarizadas na Tabela 4, apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

A redução dos níveis de proteína em rações para peixes é importante para diminuir a

quantidade de nitrogênio na água, o que auxilia na criação sustentável de peixes, principalmente aqueles criados em condições de altas densidades que dependem exclusivamente de dietas balanceadas (FURUYA *et al.*, 2004).

Tabela 4. Média e desvio padrão dos dados de crescimento e produção do cultivo de tilápias em tanques-rede fase III (nível protéico utilizado na respectiva fase em negrito)

Variáveis	Níveis protéicos		
	32-32- 32%	36 -32- 32%	32-32- 28%
Peso inicial (g)	803 ^a ± 3,6	800 ^a ± 3,6	799 ^a ± 12,5
Peso final (g)	1102 ^a ± 2,12	1040 ^{ab} ± 99,70	900 ^b ± 42,43
Densidade inicial (peixes m ⁻³)	150	150	150
Tempo (dias)	39	39	39
Mortalidade (%)	3,3	3,0	2,5
Ganho de biomassa (kg)	159 ^a ± 1,23	128 ^{ab} ± 58,33	46 ^b ± 24,82
Ganho de peso (g dia ⁻¹)	7,7 ^a ± 0,05	5,9 ^{ab} ± 2,23	2,5 ^b ± 1,09
TCE (%)	0,82 ^a ± 0,04	0,67 ^{ab} ± 0,25	0,30 ^b ± 0,12
Conversão alimentar	1,63 ^a ± 0,01	2,33 ^{ab} ± 1,07	2,83 ^b ± 3,72
Eficiência alimentar (%)	61,15 ^a ± 0,47	47,86 ^{ab} ± 21,89	37,23 ^b ± 8,32
Relação eficiência protéica	2,26 ^a ± 0,01	1,82 ^{ab} ± 0,70	1,57 ^b ± 1,03
Biomassa final (kg m ⁻³)	161 ^a ± 1,24	152 ^{ab} ± 58,33	143 ^b ± 24,82

TCE = Taxa de Crescimento Específico = 100 (lnPf-lnPi)/tempo

Os peixes desta fase, submetidos às dietas com 32 e 28% PB, apresentaram diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos. Estes resultados corroboram com o experimento de

NUNES (2004) em tanques-rede, onde a dieta com 32% PB foi superior a de 28% PB, com uma diferença de quatro semanas entre peixes nesta fase. Os peixes que se alimentaram da dieta com

28% PB tiveram um crescimento reduzido quando atingida uma biomassa superior a 130 kg m⁻³, sendo bem similar ao experimento.

ONO e KUBITZA (2003) afirmaram que um dos fatores que interfere na capacidade de suporte dos tanques-rede é a qualidade de ração. Estes dados contradizem com o obtido por WATANABE *et al.* (1997), que tiveram êxito com dietas de 28% PB produzindo tilápias (*O. niloticus*) em águas salinas em tanques-rede, sugerindo que o excesso de proteína pode ter reduzido o crescimento.

De acordo com JAUNCEY (2000), a exigência protéica pode ser influenciada por fatores ambientais como salinidade e temperatura. Quanto à salinidade, estudos mostram a influência de diferentes níveis de proteína no crescimento de *Oreochromis* sp cultivada em águas salinas, com melhor desempenho quando alimentadas com dietas incluindo 32% PB (WATANABE *et al.*, 1997; SILVA e PEREIRA *apud* BEVERIDGE, 2000).

PEZZATO *et al.* (1997) afirmam que a temperatura afeta o metabolismo dos peixes, porém a exigência quantitativa da proteína é constante, variando a quantidade ingerida, o tempo de permanência e a digestibilidade e as exigências em energia para manutenção (TORRES, 2001). Nesta fase, provavelmente a temperatura não exerceu influência no desempenho dos peixes alimentados com as duas dietas.

Segundo KENTOURI e CANTELMO *apud* PEREIRA-DA-SILVA *et al.* (2004), estudando a ingestão protéica das tilápias, observaram que estas podem regular a quantidade de alimento com bases nos teores de proteína e energia da dieta, com o objetivo de atender suas necessidades. Estudos conduzidos em sistema fechado por PEREIRA-DA-SILVA *et al.* (2004), atribuem um maior consumo de ração pelas tilápias, contendo 15% PB, pelo fato da quantidade protéica estar abaixo do nível adequado para espécie, tendo que aumentar a sua ingestão para obter o mínimo necessário.

Neste estudo, as taxas de alimentação foram iguais para os peixes alimentados com as diferentes dietas. É possível que a taxa de alimentação tenha interferido no desempenho zootécnico, onde os peixes alimentados com a dieta 28% poderiam demandar uma quantidade maior de alimento.

As tilápias, além dos quantitativos protéicos, necessitam de níveis e de uma combinação balanceada de aminoácidos (SCHIMITTOU, 1997). Uma ração formulada com base em proteína bruta ou aminoácidos totais pode não atender as necessidades nutricionais. Deficiências e excessos de aminoácidos interferem na utilização da fração nitrogenada, assim como na composição química e no rendimento da carcaça dos peixes (FURUYA *et al.*, 2005).

Os níveis e o balanço de aminoácidos das dietas estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Concentração de aminoácidos (%) em função das doses de proteína bruta (PB) nas dietas.

Aminoácidos	Dietas		
	PB (%)		
	28	32	36
Arginina	2,96	3,51	5,38
Histidina	0,7	0,9	1,38
Isoleucina	1,16	1,04	1,64
Leucina	1,7	2,22	3,59
Lisina	0,81	0,89	1,57
Metionina	2,03	2,22	3,59
Fenilalanina	1,16	1,3	2,23
Treonina	1,12	1,17	1,87
Valina	1,32	1,05	1,56

Dos níveis de aminoácidos da dieta 36% PB, apenas a arginina e a histidina encontraram-se dentro dos requerimentos nutricionais recomendados, enquanto que na dieta 32% PB, apenas a arginina encontrou-se dentro dos níveis adequados (SANTIAGO e LOVEL, 1988; NRC, 1993; KUBITZA, 2000). Entretanto, não foi observado, no experimento, redução nas taxas de crescimento ou sintomas de deformidades nos peixes. Segundo FURUYA *et al.* (2004), a lisina para as tilápias jovens (100-200gramas) deve ser até 5,7% da proteína bruta, porém os resultados das dietas testadas foram inferiores, assim como a metionina, que deve ser superior a 3,54% da proteína da dieta.

Algumas destas diferenças nos resultados podem ser atribuídas à espécie/linhagem, ao processo de fabricação e diversas fontes de aminoácidos, manejo alimentar, variáveis físico-químicas e aspectos metodológicos (NUTRIENT *apud* TEIXEIRA *et al.*, 2005).

Outros fatores que influenciam a exigência de aminoácidos são o tamanho e a idade dos peixes. Segundo CONWEY (1994), peixes jovens apresentam maior exigência em aminoácidos quando comparados com peixes adultos devido às diferentes taxas de retenção e deposição de proteína. Em sua maioria, os requerimentos nutricionais de tilápias são estabelecidos com animais ainda na fase inicial (SANTIAGO e LOVEL, 1988; NRC, 1993, FURUYA *et al.*, 2004), havendo carência de estudos na fase de juvenis e adultos, bem como em sistemas intensivos.

Além disso, as exigências quantitativas de aminoácidos são constantemente alteradas devido aos avanços genéticos, sendo difícil obter as exigências de todos os aminoácidos com experimentos apenas com dose-resposta, o que tem direcionado vários autores a aplicar o conceito da proteína ideal, que se baseia na lisina como aminoácido referência (FURUYA *et al.*, 2005).

Segundo NEW *et al.*, (1994), a tilápia do Nilo é um peixe filtrador extremamente eficiente, porém quando criada em tanques-rede, a suplementação alimentar oriunda do alimento natural não é suficiente para suprir as exigências nutricionais, dos quais se destacam os aminoácidos. CONTE (2002) testou duas densidades de estocagem de tilápias em tanques-rede com peixes de 50 até 500 g (300 - 400 peixes m⁻³ e 500 - 600 peixes m⁻³) sem que houvesse diferença no crescimento, o qual não descartou a contribuição do alimento natural devido à condição eutrófica do ambiente. Neste experimento, é pouco provável que o alimento natural tenha compensado as deficiências em aminoácidos das dietas no sistema de biomassas elevadas.

Dos níveis de aminoácidos da dieta 32% PB, apenas a arginina e a histidina encontraram-se dentro dos requerimentos nutricionais, enquanto que na dieta 28% PB, apenas a arginina apresentou os níveis requeridos (SANTIAGO e LOVEL, 1988; NRC, 1993; KUBITZA, 2000). De acordo com FURUYA *et al.* (2005), a simples redução no conteúdo de proteína não permite adequado desempenho em condições de criação intensiva, sendo necessário observar a digestibilidade e a proporção entre os aminoácidos. A aplicação do conceito de proteína ideal é importante para permitir a adequada

suplementação de aminoácidos sintéticos, de forma a se obter dietas com teores inferiores de proteína. STICKNEY (1997) e TEIXEIRA (2005) recomendam que os níveis de aminoácidos na dieta não devem exceder 60% dos aminoácidos totais, o qual não verificou o excesso em nenhuma das três dietas.

CONCLUSÕES

- É possível adotar a dieta 32% de proteína bruta na fase de crescimento entre 80 a 300 gramas sem prejuízos para o crescimento do animal;
- Peixes de 80 a 300 gramas, alimentados com 36% de proteína bruta, apresentaram um melhor desempenho na fase posterior (301-650 g);
- Dietas com 28% de proteína bruta podem resultar num baixo desempenho de crescimento em peixes de 800 a 1000 gramas, quando comparado com a dieta 32% P.B;
- Sugere-se, para as três fases de crescimento, a dieta 32% de proteína bruta para o cultivo de peixes em tanques-rede, com peso superior a 80 gramas.

REFERÊNCIAS

- ARANA, L.A.V. 1997 *Princípios químicos da qualidade de água em Aquicultura*. Florianópolis: UFSC. 143p.
- BARBOSA, A.C.A. 2001 *Cultivo de Tilápia Nilótica*. In: ISTA - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., Rio de Janeiro. *Anais...* p.400-406.
- BEVERIDGE, M. 1991 *Cage aquaculture*. 1th ed. Oxford: Fishing News Books. 315p.
- BEVERIDGE, M. C. M. 1996 *Cage Aquaculture*. 2nd ed. Oxford: Fishing News Books. 346p.
- BEVERIDGE, M.C.M. and McANDREW, B.J. 2000 Diet, feeding and digestive physiology. In: BEVERIDGE, M. C. M.; McANDREW, B. J. *Tilapias Biology and Exploitation*. Stirling: University of Stirling, p.59-81.
- BORGHETTI, N.R.B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. 2003 *Aquicultura mundial*. In: BORGHETTI, N.R.B. *Aquicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e*

- no mundo. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais - GIA. p.3-27.
- BOYD, C. 1997 *Manejo do solo e da qualidade da água em viveiros para aqüicultura*. Tradução: Eduardo Ono, Associação Americana de Soja (ASA), Campinas, SP. p. 55.
- CYRINO, J.E.P.; CARNEIRO, P.C.F.; BOZANO, G.L.N.; CASEIRO, A.C. 1998 Desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede. In: AQUICULTURA BRASIL'98, Recife. *Anais...* Recife: ABRAq. p.409-433.
- CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; MARTINO, R.C. 2000 Retenção de proteína e energia de juvenis de "Black-Bass" *Micropterus salmoides*. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 57(4): 609-615,
- CONTE, L. 2002 *Produtividade econômica da tilapicultura em gaiolas na região sudoeste do estado de São Paulo: Estudos de casos*. São Paulo. 59p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia. Universidade de São Paulo).
- CONWEY, C.B. 1994 Amino acids requirements of fish. A critical appraisal of presents values. *Aquaculture*, Amsterdam, 124: 1-11.
- ESTEVES, F. A. 1988 *Fundamentos da Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 602p.
- FITZSIMMONS, K. 2000 Tilapia: most important aquaculture species of the 21st century. In: ISTA - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., Rio de Janeiro. *Anais...* p.3-8.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. 1996 Exigências de proteína para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase juvenil. *Revista Unimar*, Maringá, 18(2): 307-319.
- FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; NEVES, P.R.; BOTARO, D.; HAYASHI, C.; SAKAGUTI, E.S.; FURUYA, V.R.B. 2004 Exigência de metionina + cistina para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência Rural*, Santa Maria. 34(6): 1-10.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G.; SANTOS, V.G. ; SILVA, L.C.R.; SILVA, T.C.; FURUYA, V.R.B.; SALES, P.J.P. 2005 Aplicação do conceito de proteína ideal para a redução dos níveis de proteína em dietas para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 34(5): 1433-1441.
- GOMES, S.Z. 1998 *Curso de nutrição e alimentação de peixes e crustáceos*. Apostila (Aqüicultura Brasil'98), Recife-PE. 22 p.
- HANLEY, F.; MORRIS, D.; CARBERRY, J.; ANDERSON, R.; ALEXANDER L. 1997 Growth performance and economics of feeding red hybrid tilapia diets containing varying levels of protein. In: ISTA - INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 4., Orlando, nov./1997. *Anais...* p.13-19.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M.; MEURER, F. 2002 Exigência de proteína digestível para larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de reverão sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 31(2): 1-7.
- HENRY, R. 1993 Primary production by phytoplankton and its controlling factors in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia*, São Paulo, 50(3): 489-499.
- IBAMA 2006 Produção brasileira de aqüicultura de água doce, por Estado e espécie para o ano de 2003. Disponível em: <<http://www.presidencia.gov.br/seap/pdf/aquicontinental/pdf/>>. Acesso em: jun. 2009.
- JAUNCEY, K.; ROSS, B. 1982 *A guide to tilapia feeds and feeding*. Stirling: University of Stirling. 111p.
- JAUNCEY, K. 2000 Nutritional requirements. In: BEVERIDGE, M. C. M.; McANDREW, B. J. *Tilapias: Biology and Exploitation*. Stirling: University of Stirling. p. 327-366.
- KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P.; ONO, E.A. 1998 Rações comerciais para peixes no Brasil: Situação e Perspectivas. *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, 8(50): 38-49.
- KUBITZA, F. 2000 *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. 1^a ed. Jundiaí. 289p.
- LIMA, A.O. 2001 Promessa de lucro que virou realidade. *Revista Brasileira de Agropecuária*, São Paulo, 1(12): 30-33.

- LOPEZ, U.L.; BERNAL, A.M. 2001 Cultivo de Peces em Jaulas In: GOMEZ, H. R. *Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura*, Bogotá. p. 367- 382.
- LOVELL, R. T. 1991 Nutrition of Aquaculture Species. *Journal of Animal Science*, Champaign, 69(10):4193-4200.
- LUQUET, P. 1991 Tilápia, *Oreochromis* spp. In: WILSON, P.R. (Ed.). *Handbook of nutrient requirements of finfish*. Boca Raton: CRC Press, 208p.
- NEW, M.B.; TACON, A.G.J.; CSAVAS, I. 1994 *Farm-made aquafeeds*. Rome: FAO. 434p.
- NRC (Nacional Research Council). 1993 *Nutrient Requirement of Fish*. Washington: Nacional Academy Press. 105p.
- NUNES, A.J.P.; BOTTÓ, M.M. 2004 Avaliando dois regimes de alimentação na engorda da Tilápia Chitralada *Oreochromis niloticus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 13., Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ABRAq. p..213.
- ONO, E.A. e KUBITZA, F. 2003 *Cultivo de Peixes em Tanques-rede*. 1ª Edição Jundiaí. 110p.
- PEREIRA-DA-SILVA, E.M.; ORSOLI, D.N.; ARAÚJO, L.F.; CANTELMO, O.Â.; MERIGHE, G.K.F. 2004 Regulação da ingestão protéica na Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 33(6): 1-9.
- PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACASOLI, D.M.; CYRINO, J.E.P. 2004 Nutrição de Peixes In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. 633 p.
- SAMPAIO, A.M.B.M.; KUBITZA, F.; CYRINO, J.E.P. 2000 Relação energia: proteína na nutrição do Tucunaré. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 57(2):1-13.
- SANTIAGO, C.B. and LOVELL, R.T. 1988 Amino acid requirement for growth of Nile Tilápia. *Journal Nutrition*, Bethesda, (118): 1540-1546.
- SCHIMITTOU, H.R. 1997 *Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume*. Tradução: (Eduardo Ono), Associação Americana de Soja (ASA), Campinas, 78p.
- SIDDIQUI, A.Q.; HOWLADER, M.S.; ADAM, A.A. 1988 Effects of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, Amsterdam, 70: 63-73.
- SHIAU, S.Y. e LAN, C.W. 1996 Optimal dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, Amsterdam, 154(1-4): 259-266.
- STICNEY, R. R. 1997 Tilápia Nutrition feeds e feeding In: COSTA-PIERCE, B.A.; RAKOCY, J.E. (Eds.). *Tilápias Aquaculture in Americas*. 1st Edition, Baton Rouge: World Aquaculture Society. p.34-44.
- TAYLOR, W.D., BENTZEN, E.; MILLARD, E.S. 1992 The importance of dissolved organic phosphorus to phosphorus uptake by limnetic plankton. *Limnology and Oceanography*, Illinois, 37(2):217-231.
- TEIXEIRA, E.A. e RIBEIRO, L.P. 2005 Aminoácidos na Nutrição de Peixes. Disponível em: <http://vet.ufmg.br/Zootecnia/Nutricao/Documentos_/00000003/001.doc />. Acesso em: jul. 2005.
- TORRES, W.V. 2001 Nutrición y Alimentación. In: GOMEZ, H. R. Bogotá; *Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura*, Bogotá, p.125-144.
- VAN DER PLOEG, M. e BOYD, C.E. 1991 Geosmin production by cyanobacteria (blue green algae) in fish ponds at Auburn, Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 95(3/4):207-216.
- WATANABE, W.O.; OLLA, L.B.; WICKLUND, R.I.; HEAD, W.D. 1997 Saltwater culture of the Florida Red Tilápia and other saline-tolerant Tilápias: Review. In: COSTA-PIERCE, B.A.; RAKOCY, J.E. (Eds.) *Tilapia Aquaculture in the Americas*, 1st ed., Baton Rouge: World Aquaculture Society. p.54-141.