

Exigência protéica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar

Luciana SANTOS¹, Manoel Pereira FILHO², Cássia SOBREIRA³, Daniel ITUASSÚ⁵, Flávio Augusto Leão da FONSECA⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a exigência protéica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após a privação alimentar. Os peixes (50,3±0,26g) foram submetidos a quatro rações isoenergéticas com diferentes concentrações protéicas (28, 32, 36 e 40% proteína bruta) e dois regimes alimentares (com privação e sem privação) durante 60 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, em triplicata. Avaliaram-se os parâmetros de qualidade de água e de desempenho no 1º, 15º e 60º dia de experimento. Os parâmetros da qualidade da água permaneceram dentro dos padrões de cultivo. Não houve mortalidade nos tratamentos testados. Foram observados diferenças entre os tratamentos para os índices de desempenho analisados: taxa de crescimento específico, eficiência alimentar, consumo diário de ração, consumo de proteína bruta, taxa de eficiência protéica e ganho de peso relativo, com exceção do índice hepatossomático. Houve hiperfagia, indicando a existência de crescimento compensatório. Os peixes realimentados com 36% proteína bruta tiveram incremento no teor de gordura visceral e maior deposição de proteína corporal. Estes resultados explicam uma melhora nos dados de ganho de peso, duração da hiperfagia, taxa de crescimento e eficiência alimentar. A privação alimentar não influencia a exigência protéica em juvenis de tambaqui.

PALAVRAS-CHAVE: *Colossoma macropomum*; crescimento compensatório; nutrição de peixes; piscicultura

Protein requirement of tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*) after feed deprivation

ABSTRACT

The aim of this work was evaluate protein requirement of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles after feed deprivation. During 60 days, fish (50,3 ± 0,26 g) were fed on four isoenergetics diets with different protein content (28, 32, 36 and 40% crude protein) at two feeding regimes (with and without feed deprivation) under completely random factorial design (4x2) in triplicate. Water quality parameters and performance index were evaluated at 1º, 15º and 60º days. Water quality parameters were kept at normal fish cultivation patterns. No mortality in the tested treatments. There were observed differences among treatments for performance indexes analyzed: growth rate, feed efficiency, daily feed consumption, crude protein consumption, efficiency protein rate and relative weight gain, except for hepatosomatic index. Hyperfagia was detected indicating the occurrence of compensatory growth. Fat content and body protein deposition increased in fishes refed on 36% of crude protein. These results explain some data observed belong the experiment like the increase of weight gain, of the hyperfagia time extension, of the growth rate and of the feed efficiency. Therefore those fish shows increase on weight gain, hyperfagia time, growth rate and feed efficiency. There is no influence of feed deprivation on protein requirement tambaqui juveniles.

KEYWORDS: *Colossoma macropomum*; compensatory growth; fish nutrition; fish culture

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. E-mail: lunacarioca@gmail.com

² In memoriam.

³ Universidade Federal do Amazonas. E-mail: cassiacbs@yahoo.com.br

⁴ Instituto Federal do Amazonas. E-mail: guto77@gmail.com

⁵ Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas. E-mail: dituassu@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A Amazônia possui grande potencial para criação de peixes, com recursos hídricos abundantes, clima favorável o ano todo, grande diversidade de espécies valorizadas no mercado e oferta de alevinos das principais espécies (Ono, 2005).

O tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) é uma das principais espécies cultivadas na Amazônia. Deve-se a isso suas qualidades como onivoria, rusticidade e crescimento rápido (Araújo-Lima & Goulding, 1998), além de fácil aceitação às rações artificiais e adaptação à criação em cativeiro. Uma qualidade primordial é a consistência, bem como o sabor de sua carne muito apreciada pelo consumidor. Esses atributos lhe conferem um alto valor comercial e importância para a economia regional (Val & Honczaryk, 1995).

Um dos fatores que garantem a ótima produtividade da piscicultura está relacionado à dieta (Pezzato, 2005). A proteína é um macronutriente essencial na dieta e para o crescimento do peixe. Por representar o mais alto custo alimentar, a sua exigência é priorizada em estudos nutricionais. O preço da ração está diretamente ligado ao teor de proteína, e a alimentação dos peixes pode representar entre 60-70% dos custos de produção (Rotta, 2002).

O crescimento compensatório é uma estratégia bem documentada usada para enfrentar o problema do alto custo de produção dos peixes, podendo ser empregado para melhorar sua taxa de crescimento e ao mesmo tempo diminuir os custos de produção (Hornick *et al.*, 2000).

Este termo refere-se à capacidade do animal para o crescimento mais rápido do que o normal após um período de restrição ou privação alimentar, recuperando o peso original ou aumentando a taxa de crescimento (Jobling *et al.*, 1993a; Nicieza & Metcalfe, 1997).

Na piscicultura, a exploração adequada desta prática pode resultar em melhoria na produção, com aumento na taxa de crescimento, eficiência alimentar e redução do custo com alimentação e mão-de-obra (Wang *et al.*, 2000; Maclean & Metcalfe, 2001).

Existem poucas informações sobre as alterações das exigências nutricionais dos peixes durante o crescimento compensatório. A maioria dos estudos refere-se a peixes de clima temperado (Souza *et al.*, 2000a; Xie *et al.*, 2001) com poucos relatos para espécies tropicais. Um desses estudos demonstrou que o tambaqui exibiu a compensação do crescimento total e maior deposição de proteína corporal em dois meses, quando submetido à privação de 14 dias, enquanto em 21 e 28 dias de privação não houve crescimento compensatório (Ituassú *et al.*, 2004).

No entanto, para melhorar as taxas de produção do tambaqui quando submetido à privação, é necessário conhecer melhor suas exigências nutricionais para maximizar o potencial

de crescimento do peixe, uma vez que mudanças nas taxas de crescimento após privação alimentar podem alterar suas exigências nutricionais para encontrar a demanda necessária para o crescimento (Gaylord & Gatlin III, 2001).

Considerando que as exigências de proteína podem ser elevadas para suportar o maior crescimento observado durante a compensação do ganho de peso, são necessários maiores estudos para avaliar a melhor relação energia/proteína para esse manejo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a exigência protéica de juvenis de tambaqui após a privação alimentar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Coordenação de Pesquisa em Aqüicultura (CPAQ) do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA, localizado na cidade de Manaus, Brasil. A duração do experimento foi de 60 dias, realizado de 28 de outubro a 28 de Dezembro de 2006.

Juvenis de tambaqui ($n = 384$; $50,32 \pm 0,26$ g) foram homogeneamente estocados em 24 tanques de polietileno com volume útil de 200 L, mantidos em sistema aberto e abastecidos com água de poço artesiano a vazão de 0,5 L por minuto.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4x2), com oito tratamentos resultantes da combinação de quatro rações isoenergéticas, com diferentes concentrações de proteínas (28, 32, 36 e 40% de proteína bruta) e dois regimes alimentares (com privação e sem privação alimentar), com três repetições. O período de privação alimentar foi de 14 dias (Ituassú *et al.*, 2004).

Os peixes foram alimentados manualmente, duas vezes ao dia (9 e 17h) até a saciedade aparente. Os tratamentos sem privação receberam as rações experimentais durante todo experimento (60 dias). Os peixes dos tratamentos com privação alimentar foram realimentados, a partir do décimo quinto dia até o final do experimento. Os valores dos itens alimentares foram balanceados de acordo com a concentração de proteína bruta estabelecida neste trabalho. A formulação das rações encontra-se na Tabela 1.

Os seguintes parâmetros de qualidade da água dos tanques foram monitorados diariamente: pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), condutividade elétrica (mS cm^{-2}) e oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) por multiparâmetro digital YSI 65 (pH) e 85 (temperatura, condutividade e oxigênio).

Os índices zootécnicos avaliados foram: taxa de crescimento específico, $\text{TCE} = 100[\ln \text{ massa final (g)} - \ln \text{ massa inicial (g)}] / \text{dias}$; eficiência alimentar, $\text{EA} = 100[\text{ganho de peso (g)} / \text{quantidade de ração ingerida (g)}]$; consumo diário de ração, $\text{CDR} = 100[(\text{quantidade de ração (g)}) / \text{biomassa de peixe}$

Tabela 1 - Formulação das dietas experimentais com diferentes relações energia/proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Ingredientes	Formulação das Dietas Experimentais por Nível de Proteína Bruta (%)			
	T 28	T 32	T 36	T 40
Farelo de soja	38,0	42,2	45,0	53,0
Farelo de trigo	19,0	19,0	15,0	11,0
Milho moído	37,2	28,0	23,0	17,0
Farinha de peixe	4,0	7,5	12,9	14,8
Óleo de soja	1,0	2,5	3,3	3,4
Suplemento vitamínico e mineral	0,8	0,8	0,8	0,8
Total	100	100	100	100
Proteína bruta (PB)	28,2	31,9	36,0	40,0
Energia digestível (ED)	3.249	3.338	3.407	3.402
ED/PB (kcal/g) (j)	11,5	10,5	9,5	8,5

(g)/dias]; eficiência alimentar (EA) = $100[\text{ganho de peso (g)}/\text{quantidade de ração ingerida (g)}]$; consumo diário de ração, (CDR) = $100[(\text{quantidade de ração (g)}/\text{biomassa de peixe (g)}/\text{dias}]$; consumo de proteína bruta, (CPB) = consumo de alimento x teor de proteína bruta/tempo; taxa de eficiência protéica, (TEP) = $\text{ganho de peso (g)}/\text{proteína consumida (g)}$; ganho de peso relativo (%GPR) = $100[\text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}/\text{peso inicial (g)}]$; índice hepatossomático, (IHS) = $100 [\text{massa do fígado (g)}/\text{massa do peixe (g)}]$.

Para o acompanhamento desses índices zootécnicos foram realizadas três biometrias em todos os peixes (no início do experimento, no 15º dia e ao final do experimento). Ao final do experimento foi realizada a remoção do fígado de cinco animais de cada unidade experimental para a obtenção do índice hepatossomático.

A composição da carcaça dos animais foi mensurada no início do experimento (n = 10) e ao final (n = 3), em cada unidade experimental, para a análise em triplicata dos teores de umidade, proteína bruta, cinzas e extrato etéreo das carcaças, segundo metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists – A.O.A.C (1997).

Para o acompanhamento desses índices zootécnicos foram realizadas três biometrias em todos os peixes (no início do experimento, no 15º dia e ao final do experimento). Ao final do experimento foi realizada a remoção do fígado de cinco animais de cada unidade experimental para a obtenção do índice hepatossomático. A composição da carcaça dos animais foi mensurada no início do experimento (n = 10) e ao final (n = 3), em cada unidade experimental, para a análise em

triplicata dos teores de umidade, proteína bruta, cinzas e extrato etéreo das carcaças.

As variáveis de qualidade da água, índices zootécnicos e análise da carcaça foram analisadas por ANOVA two-way (p<0,05). As variáveis que apresentaram diferenças significativas tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Zar, 1996). As análises dos dados foram feitas pelo aplicativo estatístico Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve mortalidade nos tratamentos testados. Os intervalos das variáveis de qualidade de água definidos para peixes tropicais (Kubitza, 2003) foram compatíveis com as variáveis monitoradas durante o experimento indicando boas condições da qualidade da água.

A Tabela 2 mostra variações nos valores de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, que podem ser atribuídas ao período de privação pelo qual os peixes passaram, confirmando que os tanques da privação, por terem menor produção e liberação de matéria orgânica de origem fecal, e por não apresentarem sobras de ração na água, levou à diminuição do consumo de oxigênio pelos peixes e a menor condutividade elétrica nos tanques.

No período de realimentação, mostra diferenças somente nos valores de pH e condutividade elétrica, que podem ser atribuídas pelas diferentes rações fornecidas, aumentando a concentração de sais nos tanques conforme o aumento do nível protéico. Esses resultados encontram-se na Tabela 3.

Aos quinze dias de experimento (período de privação alimentar) houve interação significativa entre o fator concentração de proteína na ração e o fator regime alimentar para as variáveis: peso, taxa de crescimento específico e o ganho de peso relativo. A taxa de crescimento específico e o ganho de peso relativo apresentaram diferenças (p<0,05) entre os tratamentos. Houve perda de peso dos peixes no regime de privação (média de 2,36g) e o ganho de peso no regime sem privação alimentar, apresentando um intervalo de ganho de aproximadamente (14,13 – 22,72g). Foi observado que a medida que aumenta os níveis protéicos, maiores são as TCE e GPR% dos peixes (Tabela 4).

Segundo Weatherley & Gill (1987), durante o jejum os processos essenciais e vitais são mantidos por meio de reservas energéticas endógenas, resultando em perda de peso. Este fato acontece em vários órgãos, especialmente no fígado, o qual desempenha papel central no metabolismo (síntese de glicogênio) (Souza et al., 2000a). Algumas espécies de peixes preservam os estoques de glicogênio no fígado, enquanto são mobilizadas grandes quantidades de lipídeos. Já outras espécies, os estoques de glicogênio são conservados, enquanto

Tabela 2 - Oxigênio dissolvido (OD), temperatura (T), condutividade (C) e pH da água, durante o período de privação de 14 dias.

Tratamentos		Parâmetros da Qualidade da Água			
Nível de proteína bruta na ração (%)	Regime alimentar	OD (mg/L)	T (°C)	C (mS/cm)	pH
T 28	Com privação	6,09± 0,26aA	27,9± 0,09aA	18,3± 0,56aA	4,8± 0,10aA
	Sem privação	4,7± 0,21aB	27,0± 0,02aA	21,8± 0,57aB	5,1± 0,11aA
T 32	Com privação	6,0± 0,43aA	27,1± 0,08aA	18,7± 0,41aA	4,9± 0,34aA
	Sem privação	4,8± 0,14aB	26,9± 0,03aA	23± 0,98aB	5,2± 0,18aA
T 36	Com privação	6,4± 0,1aA	27,0± 0,09aA	18,4± 0,44aA	4,9± 0,18aA
	Sem privação	4,9± 0,31aB	27,0± 0,04aA	23,2± 0,54aB	5,2± 0,09aA
T 40	Com privação	6,2± 0,23aA	27,0± 0,01aA	18,4± 0,86aA	4,8± 0,15aA
	Sem privação	4,9± 0,16aB	27,0± 0,06aA	22,6± 1,26aB	5,1± 0,10aA

(¹) Médias (± desvio-padrão) seguidas de mesma letra, minúscula para concentração de proteína bruta na ração e maiúscula para regime alimentar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(²) Means (± standard- deviation) followed by the same kleine letter for crude protein content in feed and capital letter for feed regime have no difference by Tukey test (p<0,05).

Tabela 3 - Oxigênio dissolvido (OD), temperatura (T), condutividade (C) e pH da água durante o período de realimentação de 46 dias.

Tratamentos		Parâmetros da Qualidade da Água			
Nível de proteína bruta na ração (%)	Regime alimentar	OD (mg/L)	T (°C)	C (mS/cm)	pH
T 28	Com privação	5,7± 0,10aA	27,1± 0,08aA	22,9± 1,00aA	5,1± 0,10aA
	Sem privação	5,7± 0,22aA	27,2± 0,07aA	22,0± 0,69aA	5,0± 0,11aA
T 32	Com privação	5,8± 0,18aA	27,0± 0,09aA	26,3± 2,47abA	5,3± 0,34bA
	Sem privação	5,7± 0,04aA	27,0± 0,06aA	26,0± 2,38abA	5,3± 0,18bA
T 36	Com privação	5,8± 0,26aA	27,1± 0,04aA	27,0± 3,25bA	5,2± 0,18bA
	Sem privação	5,5± 0,27aA	27,0± 0,02aA	28,6± 3,53bA	5,4± 0,09bA
T 40	Com privação	5,6± 0,26aA	27,0± 0,07aA	31,1± 2,29bA	5,4± 0,15bA
	Sem privação	5,7± 0,25aA	27,1± 0,07aA	28,1± 3,91bA	5,3± 0,10bA

(¹) Médias (± desvio-padrão) seguidas de mesma letra, minúscula para concentração de proteína bruta na ração e maiúscula para regime alimentar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(²) Means (± standard- deviation) followed by the same kleine letter for crude protein content in feed and capital letter for feed regime have no difference by Tukey test (p<0,05).

Tabela 4 - Peso médio inicial (PM), peso médio final da privação (PM), taxa de crescimento específico (TCE) e ganho de peso relativo (GPR) de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) submetidos a ração com quatro concentrações de proteína bruta e dois regimes alimentares, ao final do período de privação alimentar.

Tratamentos		Parâmetros Zootécnicos			
Nível de proteína bruta na ração (%)	Regime alimentar	PM inicial (g)	PM Final da privação (g)	TCE (%)	GPR (%)
T 28	Com privação	50,1± 0,15a	47,3± 0,67aA	- 0,42± 0,11aA	- 5,7± 1,45aA
	Sem privação	50,4± 0,37a	64,5± 2,70aB	1,76± 0,25aB	28,01± 4,56aB
T 32	Com privação	50,2± 0,17a	48,3± 0,23abA	-0,27± 0,05abA	-3,78± 0,70abA
	Sem privação	50,3± 0,19a	66,7± 3,17abB	2,00± 0,33abB	32,42± 6,22abB
T 36	Com privação	50,1± 0,27a	48,0± 0,54abA	-0,30± 0,08abA	-4,21± 1,14abA
	Sem privação	50,2± 0,18a	69,7± 3,42abB	2,32± 0,36abB	38,66± 7,12abB
T 40	Com privação	50,1± 0,21a	47,6± 0,24bA	- 0,37± 0,05bA	- 5,1± 0,69bA
	Sem privação	50,6± 0,31a	73,4± 1,91bB	2,64± 0,22bB	44,8± 4,52bB

quantidades de proteínas são mobilizadas (Sheridan & Mømmesen, 1991). No entanto, a tendência geral entre as espécies é conservar a proteína corporal, utilizando-se dos estoques de lipídeos e glicogênio (Souza et al., 2000a).

Após o período de privação alimentar, os peixes desenvolvem mecanismos capazes de reverter processos de mobilização das reservas para suprir o catabolismo. Na fase de realimentação, primeiramente, eles utilizam o alimento

para superar as necessidades energéticas para manutenção dos processos vitais e para repor o catabolismo do tecido. Somente a partir dessa condição satisfeita, o destino da dieta será para o crescimento (Hepher, 1988).

No presente estudo, o período de realimentação de 46 dias, fase em que os peixes que estavam sob privação alimentar voltaram a ser alimentados, os índices zootécnicos avaliados mostraram diferenças entre as rações testadas e entre os regimes adotados (Tabela 5). As variações ocorridas nesse período foram avaliadas para testar principalmente o ganho de peso compensatório, por meio da taxa de crescimento e da eficiência alimentar dos peixes submetidos à privação, assim também para avaliar a hiperfagia em função do consumo diário de ração e a composição corporal dos peixes em função dos tratamentos.

A taxa de crescimento específico, o ganho de peso relativo e a eficiência alimentar dos peixes submetidos à privação alimentar foram maiores comparadas ao tratamento sem privação alimentar, e o melhor desempenho produtivo foi encontrado com a ração contendo 36% de proteína bruta. O consumo diário de ração também aumentou nos peixes submetidos aos tratamentos com privação alimentar, principalmente naqueles alimentados com ração de 28% de proteína bruta ou maior relação energia/proteína.

O consumo de proteína bruta não apresentou diferença ($p < 0,05$) entre os regimes, porém variou em relação às rações fornecidas, pois o consumo aumentou conforme aumentou a concentração protéica. Para a taxa de eficiência protéica, os peixes submetidos à privação tiveram melhor desempenho. Sugere-se então, que em função das respostas fisiológicas alteradas na fase de realimentação, os peixes privados de alimentação conseguem aproveitar melhor a proteína do alimento para alcançar a compensação de peso.

Por outro lado, as rações com 32% e 36% de proteína bruta foram as que proporcionaram melhor taxa de eficiência protéica pelos peixes, sendo observado, também, que a ração contendo 32% além de ter sido a mais eficiente na taxa de eficiência protéica (88,3%), proporcionou consumo de proteína pelos peixes menor, quando comparado à ração com 36% com a qual os peixes obtiveram taxa de eficiência protéica de 85,8%. Os peixes que se alimentaram com a ração com 32% de proteína bruta conseguiram ter melhor aproveitamento protéico com menor consumo. Esses resultados encontram-se na Tabela 6.

Apesar da ração com 32% de proteína bruta ter proporcionado a melhor taxa de eficiência protéica para os peixes, a ração com 36% favoreceu o alcance dos melhores

Tabela 5 - Peso médio final (PM), taxa de crescimento específico (TCE), eficiência alimentar (EA), ganho de peso relativo (GPR) e consumo diário de ração (CDR) de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) submetidos a ração com quatro concentrações de proteína bruta e dois regimes alimentares, ao final do experimento.

Tratamentos		Parâmetros Zootécnicos				
Nível de proteína bruta na ração	Regime alimentar	PM Final (g)	TCE (%)	EA (%)	GPR (%)	CDR (%)
T 28	Com privação	79,17±3,1aA	1,11±0,10aA	28,22±1,52A	67,37±8,36aA	1,98±0,041aA
	Sem privação	83,90±5,3aB	0,56±0,05aB	17,24±3,47aB	29,93±3,01aB	1,97±0,037aB
T 32	Com privação	93,87±13,2bA	1,42±0,30bA	36,37±3,12bA	94,02±27,33bA	1,77±0,16bA
	Sem privação	109,83±2,7bB	1,08±0,10bB	30,66±0,46aA	64,82±7,7aA	1,63±0,12bB
T 36	Com privação	102,05±1,91bA	1,63±0,03bA	41,38±1,10bA	112,42±3,08bA	1,71±0,06bA
	Sem privação	105,54±10,92bB	0,89±0,28bB	32,44±8,91bB	51,79±19,33bB	1,36±0,07bB
T 40	Com privação	94,68±3,48bA	1,49±0,07bA	38,12±3,09bA	98,84±6,62bA	1,78±0,09bA
	Sem privação	118,87±8,69bB	1,04±0,21bB	32,81±5,54bB	62,19±16,15bB	1,50±0,06bB

⁽¹⁾ Médias (\pm desvio-padrão) seguidas de mesma letra, minúscula para concentração de proteína bruta na ração e maiúscula para regime alimentar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

⁽²⁾ Means (\pm standard- deviation) followed by the same kleine letter for crude protein content in feed and capital letter for feed regime have no difference by Tukey test ($p < 0,05$).

desempenhos produtivos em termos de eficiência alimentar, ganho de peso relativo, taxa de crescimento específico e maior duração hiperfágica, adquirindo assim a maior sobrecompensação do ganho de peso, com peso médio final dos peixes de 102,05g, próximo dos peixes que foram continuamente alimentados (Tabela 5).

O fator de condição (K) ao final do experimento demonstrou resultados similares daqueles encontrados no

período de privação. Isto revela melhor desempenho dos peixes nos regimes sem restrição, alimentados com as rações de 32%, 36% e 40% PB (Tabela 6). Este fato revela que nem todos os tratamentos proporcionaram tamanhos finais similares, não significando que os peixes menores sejam obrigatoriamente peixes magros, a exemplo do trabalho registrado para tambaqui por Ituassú *et al.* (2004). Não houve

Tabela 6 - Consumo de proteína bruta (CPB), taxa de eficiência protéica (TEP), índice hepatossomático (IHS) e fator de condição (K) de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) submetidos a ração com quatro concentrações de proteína bruta e dois regimes alimentares, ao final do experimento.

Tratamentos		Parâmetros Zootécnicos			
Nível de proteína bruta na ração	Regime alimentar	CPB	TEP	IHS	K
T 28	Com privação	6,98±0,35aA	72,80±5,14aA	0,31±0,14aA	6,09±0,16aA
	Sem privação	7,40±0,98aA	42,69±10,36aB	1,32±0,85aA	6,3±0,26aB
T 32	Com privação	8,27±2,21abA	88,31±14,74abA	0,80±0,77aA	6,89±0,64bA
	Sem privação	9,21±0,83abA	74,94±1,89abB	0,81±0,80aA	7,64±0,16bB
T 36	Com privação	10,07±0,55bA	85,82±2,14bA	1,20±0,74aA	7,28±0,08bA
	Sem privação	8,27±0,72bA	68,62±20,96bB	0,79±0,85aA	7,42±0,51bB
T 40	Com privação	10,79±0,68cA	69,86±4,34bA	0,70±0,61baA	6,95±0,18bA
	Sem privação	11,40±0,30cA	63,57±12,97bB	1,21±0,48baA	8,14±0,44bB

(¹) Médias (± desvio-padrão) seguidas de mesma letra, minúscula para concentração de proteína bruta na ração e maiúscula para regime alimentar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(²) Means (± standard- deviation) followed by the same kleine letter for crude protein content in feed and capital letter for feed regime have no difference by Tukey test (p<0,05).

efeito das rações e regimes sobre o índice hepatossomático mostrados na Tabela 6.

A melhor relação energia/proteína encontrada para ganho de peso e taxa de crescimento específico do tambaqui foi na ração de 36% de proteína bruta, com 9,5 kcal g⁻¹ ED: PB. Este resultado corrobora o estudo de Abimorad (2004) no cultivo intensivo de tambaqui, pois mesmo com a estratégia alimentar de privação adotada no presente trabalho, não houve maior exigência em proteína para os peixes alcançarem o ganho de peso compensatório. Isso ocorre pela ração de maior concentração protéica não ter garantido o melhor ganho de peso e melhor crescimento na fase de realimentação.

Segundo a teoria lipostática proposta por Kennedy (1953) quanto maior a entrada de energia, menor será a duração da hiperfagia. No presente estudo, a duração da hiperfagia, observada por meio do consumo diário de ração, demonstrou que os peixes submetidos à privação alimentar tiveram maior consumo quando alimentados com a ração de 28% de proteína bruta (alta relação Energia/Proteína), ingerindo assim grande quantidade de energia, indicando aparentemente menor período hiperfágico.

Contudo, os peixes alimentados com as rações contendo 28, 32 e 40% de proteína bruta tiveram aumento no consumo de alimento até a quarta semana, logo após o período de privação. Isso sugere a obtenção do ganho compensatório desses peixes na quarta semana, quando cessou a hiperfagia. Para os peixes alimentados com a ração com 36% de proteína bruta, o consumo foi aumentando gradativamente até a sexta semana, prolongando desta maneira a duração hiperfágica e assim os peixes adquiriram o melhor ganho de peso compensatório (Figura 1).

Considerando que a proteína é o nutriente mais caro na composição de rações para peixes, Lovell (1989) afirma que as rações comerciais devem conter o mínimo necessário deste

nutriente, com balanceamento de aminoácidos essenciais para garantir adequado crescimento aos animais. Isto sugere que rações contendo uma relação E/P com níveis de proteína adequados à exigência da espécie seriam suficientes para reduzir os custos de produção e ao mesmo tempo proporcionar melhor desempenho zootécnico para os peixes. Contudo, a exigência protéica está diretamente relacionada ao nível de proteína na dieta, à qualidade desta proteína e, sobretudo, ao consumo protéico (Abimorad, 2004).

A composição corporal não revelou diferenças significativas (P>0,05) para as porcentagens de umidade, cinzas e proteínas nos tratamentos designados, porém foram detectadas influências visíveis (P<0,05) sobre os níveis de extrato etéreo (EE) nas amostras. No entanto, comparando-se os resultados das análises da composição corporal dos peixes, do início do experimento, com os resultados obtidos ao final da pesquisa,

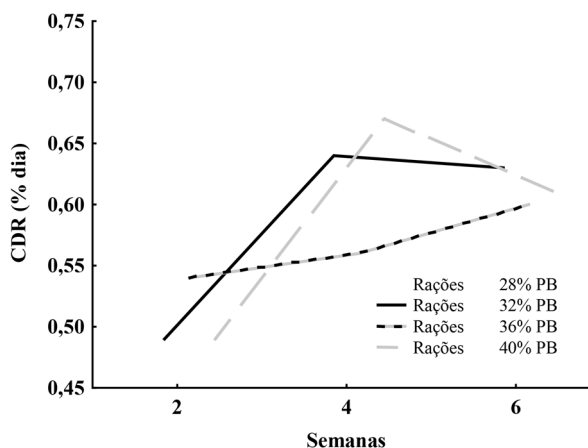


Figura 1 - Consumo diário de ração (CDR%) por período quinzenal dos peixes alimentados com níveis crescentes de proteína bruta, mostrando a duração da hiperfagia.

observou-se a diminuição dos valores de cinzas e umidade na carcaça dos peixes e o aumento de extrato etéreo (EE) e proteína corporal em todos os tratamentos (Tabela 7).

O aumento da deposição de proteína corporal ao final do experimento pode estar relacionado ao tipo de manejo alimentar de privação, como também a frequência alimentar. Segundo Ituassú et al. (2004), demonstraram em seus estudos com tambaqui que o período de privação influenciou as porcentagens de proteína, aumentando os teores de proteína na carcaça, conforme o aumento dos dias de privação. O período de 14 dias de privação não prejudicou a qualidade da carcaça do tambaqui.

Assim sendo, o teor de proteína bruta na carcaça do tambaqui mesmo não apresentando variações significativas em relação aos tratamentos, houve incremento maior em todos os peixes que foram privados de alimentação e naqueles realimentados com as rações contendo os maiores níveis protéicos (36 e 40%PB) (Tabela 7). Este aumento no percentual de proteína da carcaça, em relação ao início do experimento, sugere que o tambaqui apresenta habilidade para ajustes metabólicos após 46 dias de realimentação, conseguindo aumento na deposição de músculo.

Segundo Van der Meer et al. (1995), ao avaliarem a composição corporal do tambaqui, observaram que o teor de lipídeo corporal está relacionado com as variações na composição das dietas, tendo como expectativa o aumento do nível de lipídeo do corpo de acordo com o nível de lipídeo da dieta.

O acúmulo de grandes quantidades de gordura corporal em tambaquis alimentados com dietas com baixos teores de proteína têm sido reportado por esses pesquisadores. Por outro lado, quando a concentração de proteína da dieta está

acima das exigências da espécie, não há aumento significativo do conteúdo de lipídios do corpo, assim como a conversão de aminoácidos nos lipídios depositados têm eficiência energética de apenas 53% (Black & Love, 1986). Portanto, um aumento no nível de proteína na dieta até 36%, pode ser estratégia segura para produção de peixe magro.

O lipídeo da carcaça dos peixes, sob restrição de alimento, que foram realimentados com a ração com 36% de PB, mesmo apresentando menores porcentagens apresentou relativo incremento em relação aos peixes alimentados continuamente com esta ração. Portanto, este incremento de gordura e a maior deposição de proteína corporal mostradas na Tabela 7, podem justificar o melhor ganho de peso compensatório, maior duração da hiperfagia, melhor taxa de crescimento e eficiência alimentar dos peixes alimentados com esta ração.

CONCLUSÕES

Juvenis de tambaqui, submetidos à privação alimentar, apresentam crescimento compensatório quando realimentados.

A privação alimentar pode ser usada na prática da criação desta espécie.

Juvenis de tambaqui apresentam melhor desempenho, melhor composição de carcaça e maior duração da hiperfagia quando alimentados com 36% de proteína bruta na ração após à privação alimentar.

Juvenis de tambaqui não aumentam suas exigências em proteína após período de privação alimentar.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM, pelo apoio financeiro;

Tabela 7 - Percentuais de umidade, cinzas, extrato etéreo e proteína bruta de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) submetidos a ração com quatro concentrações de proteína bruta e dois regimes alimentares.

Tratamentos		Parâmetros Zootécnicos			
Nível de proteína bruta na ração	Regime alimentar	Umidade	Cinzas	Extrato etéreo (%)	Proteína Bruta(%)
T 28	Com privação	78,6±1,87aA	10,7±1,90aA	28,3±0,45aA	57,6±2,34aA
	Sem privação	76,9±0,52aA	10,2±0,36aA	29,3±0,23aB	57,5±1,05aA
T 32	Com privação	78,4±0,75aA	10,7±0,45aA	28,1±1,25aA	59,9±3,86aA
	Sem privação	76,9±1,85aA	9,6±0,45aA	29,9±2,20aB	57,0±1,36aA
T 36	Com privação	77,8±1,13aA	10,4±0,72aA	25,7±0,61bA	61,1±1,15aA
	Sem privação	77,3±2,15aA	11,1±1,15aA	24,4±0,36BB	60,8±2,25aA
T 40	Com privação	80,5±2,57aA	12,1±0,73aA	22,9±2,21bA	62,4±2,91aA
	Sem privação	78,3±1,43aA	10,1±0,76aA	28,36±2,53bB	59,03±1,79aA
INICIAL		80,3	13,3	24,4	53,7

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra, minúscula para concentração de proteína bruta na ração e maiúscula para regime alimentar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

⁽²⁾Means (± standard- deviation) followed by the same kleine letter for crude protein content in feed and capital letter for feed regime have no difference by Tukey test (p<0,05).

*Análise centesimal dos peixes no início do experimento

* Fish proximate analyses when experiment start.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro que possibilitou a pela bolsa concedida.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Abimorad, E.G. 2004. *Relation between levels of protein and energy digestibilities diets with different proportions of lipids and carbohydrates for the growth of pacu, *Piaractus mesopotamicus**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 89p (in portuguese).
- Ayres, M.; Ayres junior, M.; Ayres, D.L.; Santos, A.S.D. 2007. *BioEstat 5.0: Statistical Applications in the areas of biological and medical sciences*. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, Brasília, CNPq. 339p (in portuguese).
- Araújo-lima, C.A.R.M.; Goulding, M. 1998. *The fruits of tambaqui: Ecology, Conservation and cultivation in the Amazon*. Tefé: Civil Society Mamirauá Brasília: CNPq. 186p (in portuguese).
- Black, D.; Love, R. M. 1986. The sequential mobilisation and restoration of energy reserves in tissues of atlantic cod during starvation and refeeding. *J. Comp. Physiol*, 156:469-479.
- Gaylord, T. G.; Gatlin iii, D. M. 2001. Dietary protein and energy modifications to maximize compensatory growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 194:337-348.
- Hornick, J. L.; Van enaeme, C.; Gérard, O.; Dufrasne, I.; Istasse, L. 2000. Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology*, 9:121-132.
- HEPHER, B. 1998. *Nutrition of pond fishes*. 1988. Cambridge: Cambridge University Press, 387p.
- Ituassú, D.R.; Santos, G.R.R.; Roubach, R.; Pereira-filho, M. 2004. Growth of tambaqui submitted to different feed deprivation periods. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 39:1199-1203(in portuguese).
- Jobling, M.; Jorgensen, E. H.; Siikavuopio, S. I. 1993. The influence of previous feeding regime on the compensatory growth response of maturing and immature Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology*, 43:409-419.
- Kubitza, F. 2003. *Water quality in the cultivation of fish and shrimp*. Jundiaí, 229p (in portuguese).
- Kennedy, G.C. 1953. The role of depot fat in hypothalamic control of food intake in the rat. *Proceedings of the Royal Society B*, 140:578-592.
- Lovell, R.T. 1989. *Nutrition and feeding of fish*. New York: Van Nostrand Reinhold, 260p.
- Metcalfe, N. B; Monaghan, P. 2001. Compensation for a bad start: grow now, pay later. *Trends in Ecology and Evolution*, 16: 255-260.
- Nicieza, A.G; Metcalfe, N.B. 1997. Growth compensatory in juvenile Atlantic Salmon: Responses to depressed temperature and food availability. *Ecology*, 78:2385-2400.
- Ono, E.A. 2005. Cultivar peixes na Amazônia: Possibilidade ou utopia? *Panorama da Aqüicultura*, 15:41-48.
- Pezzato, L.E. 2005. *Fish feeding - Cost and benefit*. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/eventos/Porto Alegre/homepagesbz/Pezzato.htm. Acesso em: 21 de novembro (in portuguese).
- Rotta, M. A. 2002. *Use of energy and protein for fish*, Corumbá: Embrapa Pantanal. 24p (in portuguese).
- Sheridan, M. A; Mommsen, T. P. 1991. Effects of nutritional satiate on in vivo lipid and carbohydrate metabolism of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Gen. Comp. Endocrinol*, 81:473-483.
- Souza, V. L.; Oliveira, E. G.; Urbinati, E. C. 2000. Effects of food restriction and refeeding on energy stores and growth of pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Characidae). *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 15, n.4:371- 379.
- Val, A.L.; Honczaryk, A. 1995. *Creating fish in the Amazon*. Instituto de Pesquisa da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil. 149p (in portuguese).
- Van der meer, M. B; Machiels, M. A. M; Verdegem, M. C. J. 1995. The effect of Dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Colossoma macropomum*. *Aquaculture research*, 26: 901-909.
- Wang, Y.; Cui, Y.; Yang, Y.; Cai, F. 2000. Compensatory growth in Hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*, reared in sea water. *Aquaculture*, 189:101-108.
- Xie, S.; Zhu, X.; Cui, Y.; Wootton, R.J.; Lei, W.; Yang, Y. 2001. Compensatory growth in the gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. *Journal of Fish Biology*, 58: 999-1009.
- Zar, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 699p.

Recebido em 09/09/2009

Aceito em 12/02/2010