

CRESCIMENTO DE TAMBAQUI ALIMENTADO COM DIFERENTES NÍVEIS DE FARINHA DE MANGA E PROTEÍNA NA RAÇÃO

GROWTH OF TAMBAQUI FED WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF MANGO AND PROTEIN MEAL IN FEED

Bezerra, S.K.^{1*}; Souza, R.C.²; Melo, J.F.B.² e Campeche, D.F.B.³

¹Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. PPGERN. São Carlos, SP. Brasil. *katia00sb@hotmail.com

²Universidade Federal do Vale do São Francisco. Campus Ciências Agrárias. Projeto de Irrigação Nilo Coelho. Petrolina, PE. Brasil. renildesouza@hotmail.com; jfbibiano@hotmail.com

³EMBRAPA Semi-árido. Petrolina, PE. Brasil. daniela.campeche@cptsa.embrapa.br

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Mangifera indica. Desempenho. *Colossoma macropomum*. Alimento alternativo.

ADDITIONAL KEYWORDS

Mangifera indica. Performance. *Colossoma macropomum*. Alternative feedstuff.

RESUMO

O trabalho avaliou o crescimento do tambaqui, (*Colossoma macropomum*) com a inclusão de diferentes concentrações (20, 30, 40 e 50 %) de farinha de manga (*Mangifera indica*) e redução dos teores de proteína (38, 33, 28 e 23 %) na ração, assim denominadas R20, R30, R40 e R50, respectivamente. Para realização do trabalho utilizou-se 240 peixes, delineados inteiramente ao acaso (4x3). O peso médio inicial foi de 5,21; 5,24; 5,19 e 4,99g respectivamente. O experimento durou 56 dias. O arrazoamento foi diário e de forma *ad libitum*. Analisaram-se as variáveis: taxa de crescimento específico, ganho de biomassa; conversão alimentar aparente, sobrevivência, análise de perfil metabólico e atividade de enzima digestiva. Os resultados de desempenho apresentaram regressão polinomial positiva nas rações com 50 % de farinha de manga e 23 % de proteína (R50). O peso médio final foi R20: 8,65; R30: 8,81; R40: 8,68 e R50: 11,39g. Nas análises do perfil metabólico: glicose, glicogênio hepático, aminoácidos totais e colesterol, houve mobilização para manter os processos de energia no crescimento do tambaqui. Conclui-se que, o melhor desempenho dos tambaquis ocorre com a inclusão de 50 % de farinha de manga e 23 % de proteína. O perfil metabólico dos peixes é afetado positivamente pela substituição da proteína pela farinha de manga.

SUMMARY

The study evaluated tambaqui, *Colossoma macropomum*, performance fed different levels of mango (*Mangifera indica*) meal in the feed (20, 30, 40 and 50 %) and the reduction of protein levels (38, 33, 28 and 23 %). To this study, 240 fish were used, separated in 12 equal groups, in four treatments and three replications in a randomized system. Initial weight was 5,21; 5,24; 5,19 and 4,99 g respectively. The trial lasted 56 days and fish were periodically weight. Fish were fed daily *ad libitum*. The following performance parameters were analyzed: specific growth, biomass gain; apparent fed conversion, survival, metabolic profile and digestives enzymes activity. All data show positive polynomial regression for the diet with 50 % mango meal and 23 % protein (R50). Performance parameters had a significant effect with higher results in the groups were mango meal was higher and protein level was lower. Final average weigh was R20: 8,65; R30: 8,81; R40: 8,68 and R50: 11,39 g. From metabolic profile analyzes: glucose, hepatic glycogen, total amino acids and cholesterol it was observed that there are a mobilization from these metabolites in order to keep energy process for tambaqui growth. It was concluded that the best tambaqui performance occurred in the diet with 50 % of mango meal inclusion and 23 % of protein. Fish metabolic profile is positively affected by the replacement of protein by mango meal.

INTRODUÇÃO

Entre os vários peixes nativos da bacia Amazônica, o tambaqui, *Collossoma macropomum*, é considerado uma espécie de grande potencial para a criação intensiva (Lopera-Barrero *et al.*, 2011). Apresenta bom desempenho em sistemas de criação comercial, principalmente devido a sua rusticidade (Chagas *et al.*, 2007). No ambiente natural o tambaqui é classificado como frugívoro exclusivo, e onívoro com tendência zooplanctófaga, na fase jovem (Silva *et al.*, 2003). Quanto às necessidades de carboidratos e proteína são variáveis de acordo com a idade dos tambaquis. As exigências nutricionais em juvenis dessa espécie já foram reportadas na literatura, como sendo: 40 % de carboidratos e 28 % de proteínas (Corrêa *et al.*, 2007) e 40,5 % e 26,5 % (Almeida, 2010) respectivamente.

Na criação intensiva de peixes de água doce, um dos principais fatores que afetam o custo da alimentação se relaciona à farinha de peixe, a principal fonte de proteína utilizada na dieta destes peixes (Santos *et al.*, 2009a). A farinha de peixe é um recurso com disponibilidade limitada, sendo que produção mundial não atende a quantidade necessária para confecção das rações para os organismos aquáticos. O preço desta farinha tem aumentado como resultado da aceleração da demanda mundial e, em consequência, os alimentos concentrados protéicos de origem vegetal se mostram como opção (Pezzato *et al.*, 2009), assim como também, maiores inclusões de ingredientes energéticos.

A adição de carboidratos na dieta de peixes tem sido bastante estudada, como fonte de energia, essencialmente para peixes onívoros. Apesar de não existirem exigências de carboidratos em dietas para peixes, sua inclusão em níveis adequados pode assegurar uma melhor eficiência na utilização de outros nutrientes (Wilson, 1994). A utilização de rações ricas em carboidratos para espécies onívoros podem

auxiliar na redução do catabolismo protéico, para a síntese de glicose. Esta estratégia pode melhorar a eficiência de retenção protéica e diminuir a quantidade de nitrogênio excretado no ambiente (Wilson, 1994; Rotta, 2003; Baldan, 2008;). O melhor crescimento dos indivíduos e o efeito poupador de proteínas pode estar relacionado com o fato da glicose funcionar como um combustível metabólico para os tecidos glicose - dependentes (Botaro *et al.*, 2007; Baldan, 2008;). Desta forma, carboidratos, tais como: glicose, sacarose e frutose, presentes na farinha de manga podem reduzir a atividade gliconeogênica, assim afastando aminoácidos da via oxidativa.

A farinha de manga constitui-se em subproduto derivado da fruta, *Mangifera indica*. A composição química da fruta varia com as condições da cultura, variedade, estágio de maturação, e outros fatores. É constituída de vários nutrientes, no entanto, o seu uso pode ser como fonte de carboidrato. Os teores de glicose, frutose e sacarose em cultivares haden e tomy são cerca de: 0,59 %; 3,15 % e 9,05 % respectivamente, podendo atingir um total de 12 % em açúcares totais. Quanto aos teores protéicos a fruta pode conter na composição aproximadamente 4,4 g/kg de polpa (Bernardes-Silva *et al.*, 2003).

A adição de carboidratos como fonte de energia tem sido bastante usada na dieta de animais domésticos (Baldan, 2008; Almeida, 2010; Santos *et al.*, 2010a). Os alimentos alternativos são bastante utilizados em regiões que possuem alta quantidade de subprodutos da agroindústria, principalmente como fonte de carboidratos (Lemos *et al.*, 2011). Apesar de não existirem exigências de carboidratos bem definidas para espécies tropicais, a inclusão em níveis adequados pode assegurar melhor eficiência na utilização de outros nutrientes.

Trabalhos sobre nutrição de espécies onívoras como a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* e tambaqui, *C. macropomum* utilizando frutas estão dis-

poníveis na literatura (Seabra *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2013), porém informações sobre o perfil metabólico do tambaqui alimentado com rações contendo altos níveis de carboidratos ainda são escassos, principalmente com utilização de frutas (*M. indica*) ricas em carboidratos sacarose e frutose, incluídas como ingrediente (farinha de manga) na ração elaborada. Este estudo teve o objetivo de analisar os efeitos da inclusão de teores crescentes de farinha de manga, em substituição ao farelo de soja e farinha de peixe, em dietas práticas sobre o crescimento e perfil metabólico do tambaqui.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em 12 tanques de poliuretano circulares e com volume útil de 500 L. Cada tanque continha telas contra a fuga de peixes na abertura superior e na drenagem, e uma pedra porosa para garantir a oxigenação da água. O sistema utilizado era de recirculação de água com uso de biofiltro biológico e mecânico.

Duzentos alevinos de tambaqui -as médias de peso inicial foram de $5,21 \pm 0,55$; $5,24 \pm 0,48$; $5,19 \pm 0,52$ e $4,99 \pm 0,56$ g; o comprimento médio inicial foi de $7,38 \pm 0,31$; $7,24 \pm 0,28$; $7,44 \pm 0,26$ e $7,41 \pm 0,29$ cm respectivamente- foram divididos em grupos de 20 indivíduos e distribuídos aleatoriamente em cada tanque, onde permaneceram para aclimação por 15 dias. Neste período, os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, as 9 e 16 h, com dieta comercial para peixes onívoros (proteína bruta= 32 %). Ao final da aclimação os peixes foram mantidos em jejum por 24 h.

Quatro dietas foram formuladas (**tabela I**). Como principal fonte de carboidratos, concentrações crescentes de farinha de manga substituíram o farelo de soja e farinha de peixe. Para elaboração das rações foram coletadas e selecionadas as sobras e/ou descarte dos frutos (manga) em propriedades rurais. Dentre as variedades de

manga (*M. indica*, L.) utilizadas estavam: tommy atkins e hadem. Após coleta dos frutos realizou-se a retirada da polpa manualmente, foi realizada a secagem e desidratação em estufa de ventilação forçada a 65°C por 36 h. A polpa desidratada foi triturada em moinho de martelo para obtenção da farinha de manga com menos de 100 micras.

As concentrações de farinha de manga testadas foram 20, 30, 40 e 50 % e, portanto, as dietas foram denominadas R20, R30, R40 e R50, respectivamente. O delineamento experimental consistiu de quatro tratamentos e três repetições, totalizando 12 parcelas experimentais distribuídas ao acaso. As dietas foram preparadas como péletes e, após a secagem, foram armazenadas em freezer a -20°C até utilização.

Após o período de aclimação, as dietas experimentais foram fornecidas em duas refeições diárias, as 9 e 16 h, até a saciedade aparente e sem que o operador tivesse conhecimento de qual dieta estava sendo ofertada. O período experimental teve duração de 56 dias. A cada 20 dias, os alevinos de cada tanque foram individualmente pesados em balança eletrônica de precisão 0,1g e medidos com régua milimetrada. Paralelamente às medições os indivíduos foram submetidos a tratamento profilático; antifúngico com banhos de imersão em solução saturada de cloreto de sódio (NaCl); e antibacteriano com sulfato de cobre (CuSO_4) na concentração $0,5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, por uma hora sem renovação de água.

Medições de temperatura e pH foram feitas duas vezes ao dia, enquanto o oxigênio dissolvido foi aferido uma vez por semana com um medidor multiparâmetro digital. Essas variáveis corresponderam a: oxigênio dissolvido (mg/L) $8,2 \pm 0,18$; temperatura ($^\circ\text{C}$) $25,60 \pm 0,77$ - $27,5 \pm 0,86$ e o pH $7,39 \pm 0,36$ - $7,4 \pm 0,38$; manhã e tarde, respectivamente.

Ao término do experimento foram amostrados aleatoriamente 10 animais de cada tratamento, para coleta de sangue por

Tabela 1. Formulação e composição bromatológica das dietas utilizadas nos tratamentos com farinha de manga: R20, R30, R40 e R50 ofertados ao tambaqui. (Formulation and chemical composition of diets used in the treatments with flour sleeve: R20, R30, R40 and R50 offered to tambaqui).

	Tratamentos (%)				Farinha de manga
	R20	R30	R40	R50	
Ingredientes					
Farelo de soja	47,02	42,02	37,02	32,02	
Farinha de Peixe	25,00	20,00	15,00	10,00	
Farinha de Manga	20,00	30,00	40,00	50,00	
Fosfato Bicálcico	3,03	3,03	3,03	3,03	
Metionina	0,10	0,10	0,10	0,10	
Óleo de Soja	2,34	2,34	2,34	2,34	
Premix	2,00	2,00	2,00	2,00	
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50	
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	
Total	100	100	100	100	
	R20	R30	R40	R50	Farinha de manga
Analizados					
Extrato etéreo (%)	4,6	4,47	3,79	3,65	0,56
Matéria mineral (%)	13,53	13,3	11,71	10,59	02,26
Materia seca (%)	97,37	97,71	96,82	98,09	92,25
Matéria orgânica (%)	86,47	86,7	88,29	89,41	97,74
Proteína bruta (%)	38,86	33,73	28,51	23,15	3,23
N (%)	6,21	5,39	4,56	3,7	0,51
Calculados					
Energia digestível (kcal/kg)	3056	3050	3044	3038	3110
Cálcio	2,50	2,17	1,85	1,52	0,04
P (fósforo disponível)	1,62	1,46	1,32	1,16	0,26
Lisina total	2,29	1,98	0,50	1,37	-
Metionina total	0,70	0,60	1,67	0,40	-
Fibra bruta (%)	3,43	3,29	3,16	3,02	2,17

meio de punção da veia caudal, e obtenção de plasma, onde foram quantificadas as concentrações de glicose, colesterol e aminoácidos livres. Em seguida foram insensibilizados em água com gelo e sacrificados por secção medular para coleta do fígado e intestinos, usados nas análises de glicogênio e protease alcalina.

A glicose plasmática foi detectada por meio de glicosímetro digital e o colesterol por meio de kit comercial. As determinações de glicogênio foram realizadas conforme técnica descrita por Bidinotto *et al.* (1998).

O teor de aminoácidos livres no plasma foi determinado nos extratos neutros (Copley, 1941). A determinação da atividade da protease alcalina foi por meio da utilização de 50 µl de homogeneizado de intestino em tampão tris/HCl 0,1M pH 8,0 contendo 500 µl de substrato caseína 1%, incubado por 30 minutos a 40 °C. A reação era parada com 50 µl de TCA 15 % e a leitura no espectrofotômetro em 440 nm (Sarath *et al.*, 1989).

O desempenho dos peixes submetidos aos diferentes tratamentos foi estimado com

CRESCIMENTO DE TAMBAQUI COM NIVEIS DE FARINHA DE MANGA E PROTEÍNA

base em

taxa de crescimento relativo

$$\text{TCR (\%)} = 100 \cdot (\text{Wf/Wi})$$

em que

Wf= peso final;

Wi= peso inicial.

taxa de crescimento específico

$$\text{TCE (\%)} = 100 [(\ln \text{Wf} - \ln \text{Wi})/t]$$

em que

Wf= peso (g) no tempo t (final);

Wi= peso (g) no tempo 0 (inicial);

t= duração do experimento (dias).

ganho de biomassa

$$\text{GB (g)} = \text{Bfinal} - \text{Binicial}.$$

Biomasa= número de peixes existentes por repetição experimental, multiplicado pelo seu peso médio.

ganho de peso

$$\text{GP (g)} = \text{Wf} - \text{Wi}.$$

índice hepato-somático

IHS (g)= peso do fígado x 100/peso vivo.

sobrevivência

$$\text{S (\%)} = n^\circ \text{ final peixes} \times 100/n^\circ \text{ peixes inicial}.$$

O consumo alimentar foi estimado por meio do oferecimento gradativo das dietas acompanhado da observação do consumo pelos peixes, ou seja, até a saciedade aparente. Dessa forma, a quantidade de ração ofertada foi a mais próxima possível à quantidade de ração efetivamente consumida pelos peixes. O consumo alimentar foi, portanto, expresso como a quantidade total de dieta oferecida (g) durante o período experimental para cada unidade de estudo. A partir disto, calculou-se

Conversão alimentar aparente

$$\text{CAA} = \text{consumo alimento/ganho de peso}.$$

Os resultados foram analisados por meio de regressões. Diferentes regressões foram testadas e foi escolhido a que resultou em maior coeficiente de determinação (R^2) e nível de significância.

Tabela II. Desempenho de crescimento dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos com farinha de manga. (Growth performance of tambaqui fingerlings subjected to treatments with mango flour).

Variáveis	Tratamentos com farinha de manga (%)			
	R20	R30	R40	R50
Peso médio inicial (g)	5,21±0,55	5,24±0,48	5,19±0,52	4,99±0,56
Peso médio final (g)	8,65±2,08	8,81±1,64	8,68±2,35	11,39±1,58
Comprimento médio final (cm)	8,60±0,61	8,65±0,56	8,63±0,72	9,31±1,12
Ganho de peso (g)	3,44±1,09	3,49±0,28	3,49±1,24	6,40±1,08
Ganho de biomassa (g)	64,15±24,80	59,90±9,42	70,02±15,14	115,10±21,66
CAA	5,64±1,40	5,96±0,93	4,93±0,76	3,02±0,11
CAR total (kg)	1,04	1,05	1,01	1,16
TCR peso (%)	65,81	66,44	67,02	128,44
TCE peso (%)	2,50	2,54	2,53	4,00
TCE comprimento (%)	0,76	0,88	0,74	1,05
Índice hepato-somático (%)	1,34±0,21	1,24±0,42	1,39±0,35	1,80±0,44
Sobrevivência (%)	90,00	86,00	93,33	98,33

TCR: taxa de crescimento relativo; CAR: consumo aparente de ração total; TCE: taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de peso, comprimento, taxa de crescimento relativo (TCR) do peso, taxa de crescimento específico (TCE) do peso, taxa de crescimento específico (TCE) do comprimento, ganho de biomassa (GB), conversão alimentar aparente (CAA), índice hepato-somático (IHS) e sobrevivência estão descritos na **tabela II**.

Ao final do trabalho o grupo experimental R50 apresentou resultados significativos. O maior peso médio final (**figura 1A**), ganho de peso (**figura 1B**) e ganho de biomassa (**figura 1C**) foram obtidos com a inclusão de 50 % de farinha de manga e 23 % de proteína bruta na ração. Estes resultados demonstram efeito polinomial positivo.

O uso de fontes alternativas de alimentos pode apresentar resultados semelhantes ou até mesmo superiores às fontes tradicionais no desempenho dos peixes. Em estudo realizado com a substituição do milho pela farinha de manga na alimentação de tilápia do Nilo o desempenho não foi prejudicado (Melo *et al.*, 2012). Mas, quando utilizado 100 % da farinha manga com casca na alimentação desta espécie, o desempenho não foi satisfatório (Souza *et al.*, 2013). Neste estudo foi utilizada somente a polpa da manga, e verificou-se que este alimento pode interferir no desempenho pela quantidade incluída ou por componentes como a casca. Este fato é observado em estudo com uso de resíduo de manga (casca, bagaço fibroso da polpa) onde até 15 % de inclusão não alterou o desempenho da tilápia (Lima *et al.*, 2011).

Outras fontes ricas em carboidratos têm sido testadas. O milho pode ser totalmente substituído por farinha de crueira de mandioca, na alimentação de juvenis de tambaqui (Pereira-Júnior *et al.*, 2013), inclusive, este ingrediente contém cerca de 93,7 % de carboidratos e 1,7 % de proteína bruta (Guimarães *et al.*, 2011). Adicionalmente, a inclusão de 25 % da fruta taioba em substituição ao milho na dieta de juvenis de

Clarias gariepinus, não apresentou prejuízo à espécie (Zaid e Sogbesan, 2010). Concomitantemente, o desempenho de alevinos do tambaqui também foi satisfatório, quando alimentado com 30 % de farinha de castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*), na ração balanceada (Santos *et al.*, 2010a). O hábito alimentar das espécies de peixes onívoras e herbívoras pode estar relacionado com um melhor aproveitamento de carboidratos na dieta, comparado com outras espécies de peixes carnívoras (McGoogan e Reigh, 1996). Desta maneira, pode-se considerar um melhor aproveitamento dos alimentos ricos em carboidratos, inclusive, esta característica fisiológica pode favorecer a redução de custos com ingredientes protéicos, na elaboração da ração, e diminuir a agressão ao ambiente por emissão de fósforo (P) e outros minerais (Guimarães *et al.*, 2011).

A conversão alimentar aparente, taxa de crescimento relativo e específico, apresentaram diferenças significativas (**tabela II**). As maiores concentrações de carboidratos e menores quantidades de proteína promoveram melhores resultados nessas variáveis zootécnicas. Estes índices de CAA, TCR e TCE apresentaram uma tendência polinomial positiva (**figura 2A**) com exceção da CAA (**figura 1D**), cuja tendência foi decrescente à medida que os níveis de farinha de manga aumentaram em substituição a proteína, o que reflete em melhor eficiência na utilização da dieta. Os valores de CAA neste estudo variaram entre 3,03 a 5,64 (**tabela II**). São valores que podem ser considerados altos quando comparados com outras espécies como pacu, *Piaractus mesopotamicus*, 1,14 à 1,36 (Baldan, 2008). Segundo Guimarães e Storti-Filho (2004) quando se utiliza produtos agrícolas para elaboração de ração os níveis de CAA tendem a serem maiores, mas que isso não implica necessariamente na inviabilidade do produto. Estes autores obtiveram conversões alimentares de até 12,03 em policultivo com tambaqui e jaraqui,

CRESCIMENTO DE TAMBAQUI COM NÍVEIS DE FARINHA DE MANGA E PROTEÍNA

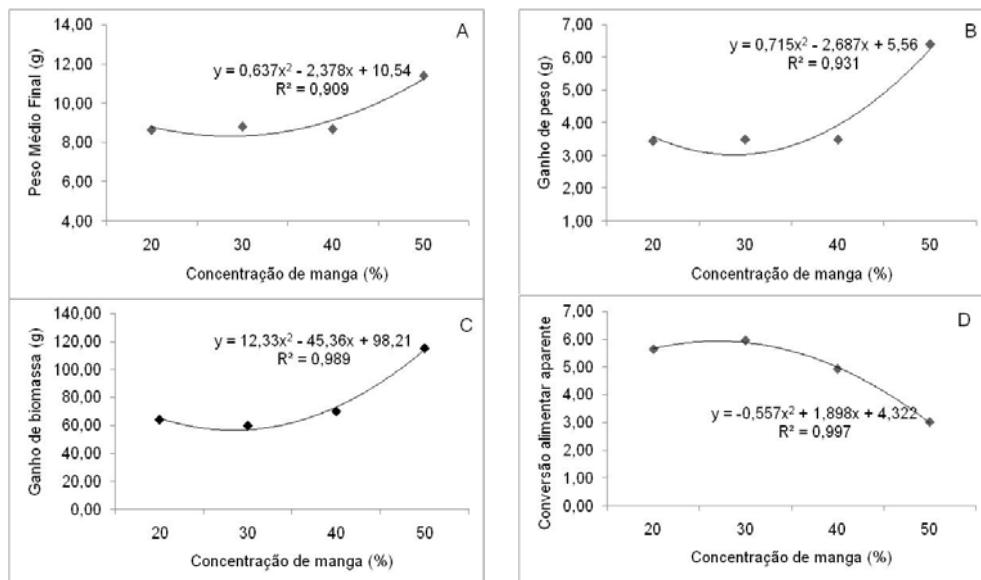


Figura 1. Peso médio final (A), ganho de peso (B), ganho de biomassa (C) conversão alimentar aparente (D), dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias. (Average final weight (A), weight gain (B) and biomass gain (C) feed conversion ratio (D) of fingerlings tambaqui submitted to R20, R30, R40 and R50 treatments period of 56 days).

Semaprochilodus insignis. Chagas *et al.* (2007) avaliaram a produtividade do tambaqui em diferentes taxas de alimentação com ração comercial, e obtiveram conversões alimentares de 4,86.

A taxa de crescimento específico apresentou tendência polinomial positiva com o aumento dos níveis de farinha de manga na ração (**figura 2A**) sendo menor no tratamento R20 e maior no R50. Quando o farelo de coco foi utilizado na alimentação de alevinos de tambaqui as taxas de crescimento específico foram de até 1,99 % (Lemos *et al.*, 2011), enquanto que, a substituição do milho pelo milheto na alimentação de tambaqui o TCE máximo obtido foi de 1,67 % (Silva *et al.*, 1997). No presente experimento foi obtido valor de até 4,00 % no R50. A capacidade de digestão, absorção de nutrientes e o estágio de vida dos grupos experimentais, possivelmente

estiveram relacionados ao efeito das rações experimentais. Os resultados corroboram com os obtidos por Pereira Junior *et al.* (2013) e Gallego *et al.* (1994), os quais afirmam que alimentos ricos em carboidratos, ofertados a peixes onívoros como o tambaqui promovem taxas de crescimento superiores, provavelmente devido ao balanceamento nutricional e ao melhor aproveitamento dos carboidratos presentes na dieta, através do trato gastrointestinal dos peixes.

Quanto ao Índice hepato-somático (IHS) o R50 obteve o maior índice (1,80 %) comparado aos demais tratamentos. Verificou-se regressão polinomial positiva à medida que aumentou os níveis de concentração de farinha de manga na ração e redução da proteína (**figura 2B**). Em outro estudo com tilápia não foram observados efeitos sobre IHS com ração contendo resíduos de manga

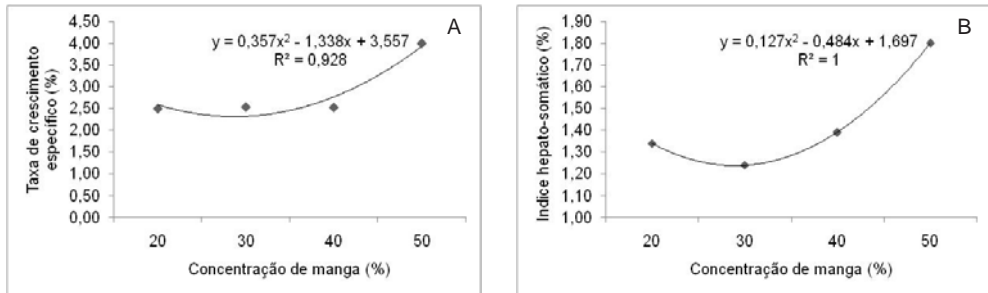


Figura 2. Taxa de crescimento específico (A) e índice hepato-somático (B) dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias. (Specific growth rate (A) and hepatosomatic index (B) of fingerlings tambaqui submitted to R20, R30, R40 and R50 treatments in 56 days).

e abacaxi na dieta (Lima, 2010). Mas, o uso de farelo de coco na composição da ração apresentou efeitos no índice hepato-somático da tilápia (Santos *et al.*, 2009b). A inclusão de farelo de coco na alimentação do tambaqui teve o efeito linear negativo no IHS (Lemos *et al.*, 2011). O fígado é a principal porta de armazenamento de glicogênio e lipídios, com isso responde por alterações no índice hepato-somático (Souza *et al.*, 2013). As diferenças observadas dessa variável na presente pesquisa tiveram relação com a variação na deposição energética de glicogênio hepático, geralmente ocorrem relações positiva entre o IHS e glicogênio hepático. No entanto, houve redução do glicogênio hepático. Esta variação pode estar relacionada com a fase de juvenil dos peixes, havendo maior exigência de energia para o crescimento (Dias, 1998) e desvio dos carboidratos para os processos de crescimento ao invés de serem estocados.

O glicogênio hepático variou em relação às concentrações de carboidrato e proteína testada (tabela II). As maiores concentrações de glicogênio ocorreram com a inclusão de 30 % de farinha de manga e 33 % de proteína (figura 3D). Verifica-se que no nível mais baixo (R20) e nos maiores de inclusão da farinha manga (R40 e R50) ocorreu redução do glicogênio hepático.

Este fato pode ter relação com uma menor deposição ou mobilização para manutenção da glicemia. A idade e o tipo de alimento ofertado aos grupos experimentais podem ter relação com o local de deposição de glicogênio, e na funcionabilidade desta reserva. Pois, quando foi incluído até 48 % de carboidrato, o glicogênio hepático não apresentou alteração em relação aos níveis de carboidrato dietético no pacu (Baldan, 2008). Enquanto que no salmão, *Salmo salar*, ocorreu uma correlação linear entre a deposição de glicogênio hepático e a inclusão de 30 % de carboidrato (Hemre, e Sandnes, 1999). As espécies animais diferem quanto ao comportamento metabólico adaptativo, inclusive na concentração do glicogênio hepático. E alterações no fígado nos reportam o estado fisiológico e de homeostase, frente às dietas experimentais.

Em relação à glicemia, os peixes apresentaram valores próximos entre os tratamentos (tabela III). As concentrações de glicose plasmática foram mantidas provavelmente pelo glicogênio ou a partir de aminoácidos provindos da dieta. Considerando que, os peixes mantiveram o desempenho similar até 40 % da farinha de manga, no entanto, maior peso com 50 % e menor teor de proteína. Os valores glicêmicos foram similares aos relatados por Baldan (2008), que testou níveis de amido

CRESCIMENTO DE TAMBAQUI COM NÍVEIS DE FARINHA DE MANGA E PROTEÍNA

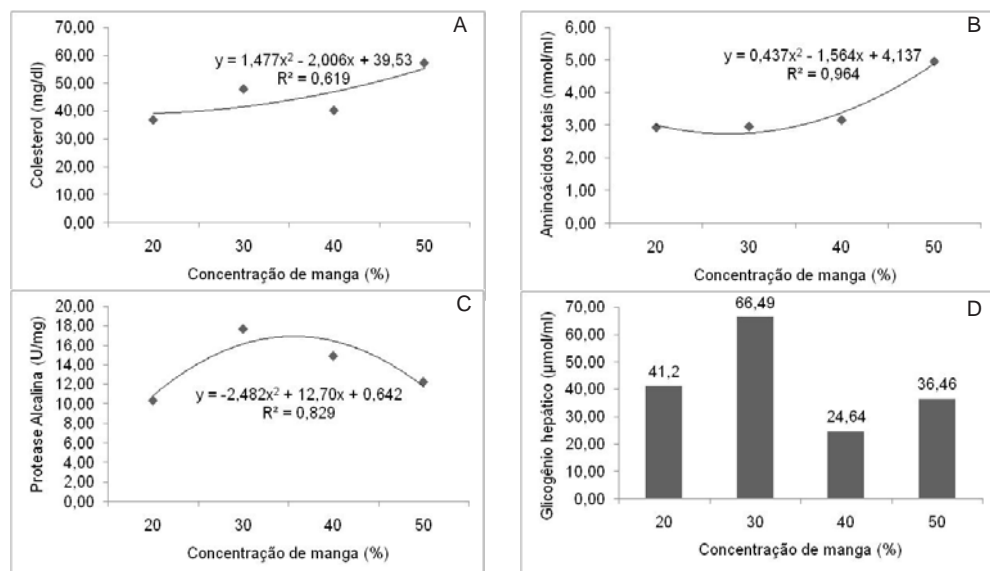


Figura 3. Colesterol (A), aminoácidos totais (B), protease alcalina (C) e glicogênio hepático (D) dos alevinos de tambaqui submetidos aos tratamentos R20, R30, R40 e R50 no período de 56 dias. (Cholesterol (A), total amino acids (B), alkaline protease (C) and liver glycogen (D) of fingerlings tambaqui submitted to R20, R30, R40 and R50 treatments during 56 days).

na alimentação do Pacu, não havendo diferença significativa. Não só os carboidratos, mas as proteínas na ração para peixes podem influenciar as concentrações glicêmicas. Embora neste estudo não tenha ocorrido variações na glicemia, tem se relatado que a glicose plasmática pode ser alterada em carpa comum, *Cyprinus carpio*, pela proteína e jejum (Hertz, 1989). O mesmo foi observado em jundiá, *Rhamdia quelen*, alimentado com diferentes concentrações de proteína (Melo *et al.*, 2006).

As concentrações de aminoácidos livres no plasma foram variadas nos diferentes tratamentos. Os peixes que receberam a maior quantidade de farinha de manga e menor teor de proteína na ração apresentaram aumento de aminoácidos livres no plasma, tendo efeito polinomial positiva (**figura 3B**). Esse efeito foi observado em tambaqui alimentado com farinha de castanha (Santos *et al.*, 2010b). Em outro estudo, o uso de 50 %

de amido de milho e 28 % de proteína bruta reduziu as concentrações de aminoácidos plasmáticos (Corrêa *et al.*, 2007). Houve melhor aproveitamento do carboidrato das dietas, e os aminoácidos foram destinados à síntese protéica para formação de tecido, fato este, observado pelo melhor desempenho do tratamento R50. A utilização de aminoácidos para energia ou gliconeogênese como adaptação e manutenção do metabolismo em peixes já tem sido descrita (Sá *et al.*, 2007; Bicudo *et al.*, 2010).

Alguns estudos mostram a importância do balanço entre carboidratos, lipídios e proteínas como efeito poupador da proteína na dieta (Nyina-Wamwiza *et al.*, 2005; Almeida, 2010). Outros correlacionam a adaptação metabólica de cada espécie ao alimento ofertado (Corrêa *et al.*, 2007). O histórico referente à alimentação do tambaqui relaciona-se com a alimentação rica em carboidratos e baixos teores de pro-

Tabela III. Intermediários metabólicos e atividade enzimática analisados nos tecidos de alevinos de tambaqui aos 56 dias de alimentação. (Metabolic intermediates and enzyme activity measured in the tissues of fingerlings tambaqui after 56 days of feeding).

Tratamentos	Colesterol (mg/dL) Plasma	Aminoácidos (nmol/mL) Plasma	Protease alcalina Intestino (U/mg)	Glicogênio (μ mol/mL) Fígado	Glicose (mg/dL) Plasma
R20	36,83 \pm 4,90	2,94 \pm 0,50	10,36 \pm 2,60	41,20 \pm 11,40	79,00 \pm 16,50
R30	47,95 \pm 10,90	2,97 \pm 0,60	17,65 \pm 1,60	66,49 \pm 11,50	80,00 \pm 11,40
R40	40,29 \pm 12,90	3,17 \pm 1,00	14,90 \pm 3,50	24,64 \pm 04,70	87,30 \pm 09,20
R50	57,32 \pm 12,80	4,95 \pm 1,10	12,26 \pm 4,40	36,46 \pm 13,70	96,10 \pm 15,10

teínas (Silva *et al.*, 2003). O perfil metabólico do tambaqui demonstrou melhor utilização do carboidrato para demanda energética e efeito poupador de proteínas, pois tanto os níveis glicêmicos quanto os aminoácidos plasmáticos foram mantidos.

As maiores concentrações de colesterol total foram obtidas no tratamento R50 (**tabela III**). Ao alimentarem pacu com amido pré-gelatinizado em até 45 %, os níveis de colesterol não alteraram (Balcan, 2008). Similarmente, Souza *et al.* (2013) não obteve diferença significativa com inclusão de 100 % de farinha de manga com casca na ração de tilápia. É provável que a elevação dos níveis de colesterol plasmático deste estudo tenha relação com a síntese de colesterol endógeno, devido maior disponibilidade de acetil provinda dos carboidratos da ração R50. Segundo Goedeke e Fernández-Hernando (2012) existe estímulo das proteases ligadas às membranas para produção do colesterol a partir de acetil-CoA.

A atividade da protease alcalina apresentou maior hidrólise para o R30. O tambaqui é uma espécie que possui diferenças anatômicas e funcionais no trato gastrointestinal e órgãos associados que lhe torna capaz de hidrolisar por meio da atuação de enzimas digestivas (Krogdahl *et al.*, 2005). A variação na atividade enzimática da protease alcalina no tambaqui pode estar associada à adaptação bioquímica as dietas

e não propriamente ao desempenho. Este fato já foi descrito em trabalho realizado com jundiá (Melo *et al.*, 2006). As alterações da atividade enzimática são decorrentes dos nutrientes, além dos hábitos alimentares das espécies, havendo diferenciações entre elas.

Comparando-se os teores de carboidratos e proteínas anteriormente investigados, pode-se indicar que a manga corresponde a um alimento bem aceito pela espécie em estudo. Com isso, a proteína pode apresentar seu uso otimizado, com melhor aproveitamento dos carboidratos da dieta por meio de uma adaptação metabólica.

CONCLUSÕES

O melhor desempenho dos tambaquis ocorre com 50 % de inclusão da farinha de manga e 23 % de proteína na ração.

O tambaqui apresenta desempenho satisfatório quando a substituição da proteína da ração é realizada pela farinha de manga como fonte de carboidrato.

O uso da farinha de manga denota um perfil metabólico de aproveitamento de energia ao tambaqui, proveniente do carboidrato contido na mesma.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e à EMBRAPA Semi-árido pelo auxílio financeiro durante a execução do experimento.

CRESCIMENTO DE TAMBAQUI COM NÍVEIS DE FARINHA DE MANGA E PROTEÍNA

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, L.C. de. 2010. Desempenho produtivo, eficiência digestiva e perfil metabólico de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1808) alimentados com diferentes taxas de carboidrato/lípido. Tese (doutorado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos-SP. 103 pp.
- Baldan, A.P. 2008. Avaliação da tolerância do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) a carboidratos. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal-SP. 119 pp.
- Bernardes-Silva, A.P.F.; Lajolo, F.M. e Cordenunsi, B.R. 2003. Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga. *Ciênc Tecnol Aliment*, 23 (suplemento): 11-120.
- Botaro, D.; Furuyama, W.M.; Silva, L.C.R.; Santos, L.D. dos; Silva, T.S. de C. e Santos, V.G. dos. 2007. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-donilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. *Rev Bras Zootecn*, 36: 517-525.
- Bidinotto, P.M.; Souza, R.H.S. and Moraes, G. 1998. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of microsamples. *Boletim Técnico CEPTA*, 10: 53-60.
- Bicudo, A.J.A; Sado, R.Y. and Cyrino, J.E.P. 2010. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. *Aquacult Nutr*, 16: 213-222.
- Chagas, E.C.; Gomes, L.C.; Martins-Júnior, H. e Roubach, R. 2007. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciênc Rural*, 37: 1109-1115.
- Corrêa, C.F.; Aguiar, L.H. de; Lundstedt, L.M. and Moraes, G. 2007. Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch changes and metabolic inferences. *Comp Biochem and Physiol*, part A, 147: 857-862.
- Copley, N.G. 1941. Alloxan and ninhydrin test. *Analyst*, 66: 492-493.
- Dias, T.C.R. 1998. Efeito da temperatura de cultivo na fisiologia da digestão e metabolismos do pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887). Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista. Centro de Aquicultura da UNESP. Jaboticabal-SP. 85 pp.
- Gallego, M. G.; Bazoco, J. and Akharbach, H. 1994. Utilization of different carbohydrates by the European eel (*Anguilla anguilla*). *Aquaculture*, 124: 638-644.
- Goedeke, L. and Fernández-Hernando, C. 2012. Regulation of cholesterol homeostasis. *Cell Mol Life Sci*, 69: 915-930.
- Guimarães, S.F. e Storti-Filho, A. 2004. Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tambaqui em policultivo com jaraqui. *Pesq Agropec Bras*, 39: 293-296.
- Guimarães, I.G.; Pezzato, L.E.; Barros, M.M.; Tachibana, L. e Fernandes, R.N. 2011. Digestibilidade do amido e disponibilidade de Ca e P em alimentos energéticos extrusados para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciênc Anim Bras*: 415-419.
- Hemre, G.I. and Sandnes, K. 1999. Effect of dietary lipid level on muscle composition in Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquacult Nutr*, 5: 9-16.
- Hertz, Y. 1989. Glucose metabolism in the common carp (*Cyprinus carpio*): the effects of cobalt and chromium. *Aquaculture*, 76: 255-267.
- Krogdahl, Å.; Hemre, G.I. and Mommsen, T.P. 2005. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. *Aquacult Nutr*, 11: 103-122.
- Lemos, M.V.A.; Guimarães, I.G. e Miranda, E.C. 2011. Farelo de coco em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Rev Bras Saúde Prod Anim*, 12: 188-198.
- Lima, M.R. 2010. Avaliação de resíduos de frutas nas rações de tilápia do Nilo. Dissertação (mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife-PE. 61 pp.
- Lima, M.R.; Ludke, M.C.M.M.; Porto-Neto, F.F.; Pinto, B.W.C.; Torres, T.R. e Souza, E.J.O. 2011. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. *Acta Sci*, 33: 65-71.
- Lopera-Barrero, N.M.; Ribeiro, R.P.; Powh, J.A.; Vargas, L.D.M.; Poveda-Parra, A.R. e Digmayer, M. 2011. As principais espécies produzidas no Brasil. In: Lopera-Barreto, N.M.; Poveda-Parra, A.R.; Diagmayer, M. Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mun-

- do. Agrolivros. Guaíba. pp. 143-215.
- Mcgoogan, B.B. and Reigh, R.C. 1996. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. *Aquaculture*: 233-244.
- Melo, J.F.B.; Tavares-Dias, M.; Lundstedt, L.M. e Moraes, G. 2006. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. *Ciênc Agroambiental*, 1: 43-51.
- Melo, J.F.B.; Seabra, A.G.L.; Souza, S.A.; Souza, R.C. e Figueiredo, R.A.C.R. 2012. Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-nilo. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 64: 177-182.
- Nyina-Wamwiza, L.; Xu, X.; Blanchard, G. and Kestemont, P. 2005. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch sander *Lucioperca fingerlings*. *Aquacult Res*, 5: 486-492.
- Pereira-Júnior, G.P.; Pereira, E.M. de O.; Pereira-Filho, M.P.; Barbosa, P.de S.; Shimoda, E. e Brandão, L.V. 2013. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) alimentados com rações contendo farinha de cruzeira de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em substituição ao milho (*Zea mays*). *Acta Amazônica*, 43: 217-226.
- Pezzato, L.E.; Barros, M.M. e Furuyma, W.M. 2009. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. *Rev Bras Zootec*, 38: 43-51.
- Rotta, M.A. 2003. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. Embrapa Pantanal. Corumbá. Documentos, 48 pp.
- Sá, R.; Pousão-Ferreira, P. and Oliva-Teles, A. 2007. Growth performance and metabolic utilization of diets with different protein: carbohydrate ratios by white seabream (*Diplodus sargus* L.) juveniles. *Aquacult Res*, 38: 100-105.
- Santos, E.L.; Ludkel, M.; Ramos, A.M.; Barbosa, J.M.; Ludke, J.B. e Rabelo, C.B. 2009a. Digestibilidade de subprodutos da mandioca pela tilápia do Nilo. *Rev Bras Ciênc Rural*, 4: 358-362.
- Santos, E.L.; Ludke, M.C. M.M.; Barbosa, J.M.; Rabelo, C.B.V.; Ludke, J.V.; Winterle, W.M.C. e Silva, E.G. 2009b. Níveis de farelo de coco em rações para alevinos de tilápia do Nilo. *Rev Bras Saúde Prod Anim*, 10: 390-397.
- Santos, L.; Pereira-Filho, M.; Sobreira, C.; Ituassú, D. e Fonseca, F.A.A. 2010. Exigência proteica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. *Acta Amazônica*, 40: 597-604.
- Santos, M.Q. de C.; Oishi, C.A.; Pereira-Filho, Lima, M. do A.C.; Ono, E.A. and Affonso, E.G. 2010b. Physiological response and performance of tambaqui fed with diets supplemented with Amazonian nut. *Ciênc Rural*, 40: 2181-2185.
- Sarath, G.; de la Motte, R. and Wagner, F. 1989. Protease assay methods. In: Beynon, R.J. (Ed.). *Proteolytic enzymes, a practical approach*. IRL Press. Oxford. pp. 25-42.
- Seabra, A.G.L.; Melo, J.F.B.; Sousa, S.A.; Campeche, D.F.B.; Figueiredo, R.A.C.R.; Campos, R.M.L. e Batista, K.M. 2009. Substituição de farelo de milho pela manga no desempenho de alevinos de tambaqui. XVI Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. Anais... Natal. pp. 1922-1926.
- Silva, P.C.; França, A.F.S.; Padua, M.C. e Jacob, G. 1997. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substrato do milho (*Zea mays*) na alimentação do tambacu (*Colossoma macropomum*). *Boletim do Instituto de Pesca*, 24: 125-131.
- Silva, J.A.M. da.; Pereira-Filho, M. e Oliveira-Pereira, M.I. 2003. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do tambaqui. *Acta Amaz*, 33: 687-700.
- Souza, R.C.; Melo, J.F.B.; Nogueira Filho, R.M.; Campeche, D.F.B. e Figueiredo, R.A.C.R. 2013. Influência da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do Nilo. *Arch Zootec*, 62: 217-225.
- Wilson, R.P. 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*, 124: 67-80.
- Zaid, A.A. and Sogbesan, O.A. 2010. Evaluation and potential of cocoyam as carbohydrate source in catfish, (*Clarias gariepinus* [Burchell, 1822]) juvenile diets. *Afr J Agric Res*, 5: 453-457.