

Frutos e Sementes Consumidos pelo Tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) Incorporados em Rações. Digestibilidade e Velocidade de Trânsito pelo Trato Gastrointestinal¹

Jorge Antonio Moreira da Silva², Manoel Pereira Filho³, Maria Inês de Oliveira-Pereira³

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da incorporação de duas espécies de frutos e de duas espécies de sementes em uma dieta referência sobre a digestibilidade dos nutrientes e a velocidade de trânsito do alimento pelo trato gastrointestinal do tambaqui. Utilizando-se uma dieta de referência, 55% do fubá de milho foi substituído, em igual proporção, por farinhas elaboradas a partir do frutos jauari (*Astrocaryum jauari*) e embaúba (*Cecropia* sp.) e das sementes de munguba (*Pseudobombax munguba*) e seringa barriguda (*Hevea spruceana*). Foram utilizados 15 tanques redondos de cimento amianto de 250 L, com circulação contínua de água e aeração permanente. Sessenta peixes de $1627 \pm 112,8$ g de peso médio foram distribuídos nas unidades experimentais em grupos de quatro peixes. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Os peixes receberam, durante o período experimental, duas refeições diárias, 9 e 16 h, até a saciedade. O tempo de trânsito foi calculado tomando-se o tempo de início da ingestão da dieta (T_0) e o tempo do início do aparecimento das primeiras fezes com coloração verde (T_{final}), devido à presença de óxido de cromo (Cr_2O_3) incluído na ração como indicador inerte. Os peixes foram sacrificados por choque térmico a 4°C. As amostras foram coletadas no estômago e em três partes do intestino. A incorporação de frutos e sementes alterou significativamente os teores dos nutrientes e os coeficientes de digestibilidade de todas as dietas experimentais. A composição das dietas influenciou significativamente o tempo de trânsito do alimento pelo trato gastrointestinal.

Palavras-chave: digestibilidade, tambaqui, frutos e sementes, dietas

Fruits and Seeds Consumed by Tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) Incorporated in the Diets. Gastrointestinal Tract Digestibility and Transit Velocity

ABSTRACT - A feeding trial was carried out to evaluate nutrient gastrointestinal digestibility and transit velocity in tambaqui fed two species of fruits and two species of seeds incorporated in a reference diet. In the reference diet, 55% of the yellow corn grain was replaced, in equal proportions, by grounded meal prepared from the jauari (*Astrocaryum jauari*) and embaúba (*Cecropia* sp.) fruits, and from munguba (*Pseudobombax munguba*) and seringa barriguda (*Hevea spruceana*) seeds. Fifteen 250-L fiber cement tanks, with continuous water flow and aeration, were stocked with a total of sixty fish with 1627 ± 112.8 g average weight, and four fish in each unit. A completely randomized design, with five treatments and three replicates, was used. During the experimental feeding, the fishes were hand-fed to visual satiety twice daily, at 9 a.m. and 4 p.m. Feed transit time was calculated by the difference between time of the fish ingestion of diet (T_0) and time (T_{final}) of the first appearance of the green colored feces, due to the presence of chromic oxide (Cr_2O_3) added to the diet as an inert indicator. Fish were sacrificed by a thermal shock at 4°C. The samples were collected from the stomach and in three distinct parts from the intestine. Fruits and seeds inclusion in the diet significantly altered the nutrient composition and the digestibility coefficient of all experimental diets. Diet composition showed significant effect on the feed gastrointestinal transit time.

Key Words: digestibility, tambaqui, fruits and seeds, diets

Introdução

Os peixes amazônicos dispõem de significativa diversidade de itens que fazem parte de sua dieta natural. As florestas de igapó e várzea contribuem com considerável biomassa de frutos e sementes, que são fontes naturais de nutrientes e energia para os peixes.

As investigações sobre a alimentação do tambaqui vem, ao longo de décadas, acumulando vastíssimos conhecimentos. Até a década de 80, a maioria das investigações restringiu-se mais à identificação de itens alimentares encontrados no trato digestivo da espécie, em indivíduos capturados nas mais diversas áreas da Amazônia (Honda, 1974; Gottsberger, 1978;

¹ Parte da tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais - Área de concentração: Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Convênio INPA/Universidade do Amazonas.

² Professor Adjunto do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia - Salvador, Bahia. E.mail: jams@ufba.br

³ Pesquisadores da CPAQ-INPA, CP 478, Manaus-AM. E.mail: pmanuel@inpa.gov.br

Smith, 1979; Goulding, 1979, 1980; Carvalho, 1981; Flam, 1983; Machado-Allinson, 1985; Piedade, 1985; Soares, 1986; Goulding & Carvalho, 1982; Saint-Paul, 1986).

Estudos posteriores continuaram com a identificação de frutos e sementes e também se voltaram para determinação do valor nutricional e energético desses itens (Roubach, 1991; Waldhoff, 1991; Waldhoff et al., 1996; Silva, 1977; Waldhoff & Maia, 2000; Maia, 2001) e de seu aproveitamento em experimentos de determinação dos coeficientes de digestibilidade (Silva et al., 1999).

Silva et al. (2003) concluíram que pelo menos 133 espécies de árvores produzem frutos e sementes consumidos durante a enchente dos rios, sendo encontrados no conteúdo estomacal de forma inteiros ou triturados. A grande disponibilidade desses itens leva a espécie a incluir em sua dieta uma mistura destes itens para conseguir melhor equilíbrio de proteína, carboidratos, gorduras e vitaminas (Araujo-Lima & Goulding, 1998).

Utilizando 40 espécies de frutos consumidos pelo tambaqui, Silva (1997) analisou a composição proximal desses itens encontrando, com base na matéria seca, teores médios de seus nutrientes equivalentes a $7,4 \pm 3,33\%$ de proteína bruta, $10,94 \pm 7,12\%$ de lipídios, $50,34 \pm 13,08\%$ de carboidratos, $20,57 \pm 11,54\%$ de fibra bruta, $3,3 \pm 1,26\%$ de cinzas e energia bruta de $1851,0 \text{ kJ}/100 \text{ g MS}$. Utilizando 14 espécies de sementes, o mesmo autor encontrou valores médios de $11,2 \pm 6,5\%$ para a proteína bruta, $18,5 \pm 16,1\%$ de lipídios, $49,2 \pm 20,2\%$ de carboidratos, $11,4 \pm 9,4\%$ de fibra bruta, $3,0 \pm 1,5\%$ de cinza e $20,7 \pm 4,1 \text{ kJ}/\text{g MS}$ para a energia bruta.

Silva et al. (2000) coletaram frutos gastrointestinais de tambaquis no principal centro de comercialização de peixes de Manaus, durante o período de um ano, e analisaram a sua composição proximal, concluindo que, durante o período da enchente-cheia dos rios, época de maior disponibilidade de frutos e sementes, o teor protéico é relativamente baixo, variando entre 11 e 15% da MS, enquanto na época da seca, quando a espécie consome zooplâncton, os teores de proteína elevam-se, variando de 47 a 57% da MS.

Estudos sobre os coeficientes de digestibilidade envolvendo frutos e sementes que o tambaqui utiliza em sua alimentação natural são escassos. Silva et al. (1999), utilizando as sementes do jauari (*Astrocaryum jauari*), da seringa barriguda (*Hevea spruceana*), da seringa comum (*Hevea brasiliensis*) e da munguba

(*Pseudobombax munguba*) concluíram que os coeficientes de digestibilidade total (DT) demonstraram baixo aproveitamento e que os resultados encontrados para coeficientes de digestibilidade da proteína mostraram-se dentro dos padrões de aproveitamento da proteína de origem vegetal pelos peixes.

O tambaqui tem sido criado intensivamente em cativeiro no Brasil e em alguns países da América Latina, por apresentar grande potencial para essa atividade e possuir boas qualidades zootécnicas (Graef, 1995). O cultivo intensivo de peixes requer a utilização de uma alimentação balanceada, à base de rações que são formuladas com os mais diversos ingredientes e processos de elaboração, para um melhor aproveitamento pelos peixes. Nesse modelo de cultivo, os custos com alimentação poderá representar de 60 a 80% dos custos de produção de uma piscigranja (Pereira-Filho, 1995). O mesmo autor considera que uma das alternativas para baratear esses custos seria o uso de ingredientes regionais introduzidos nas formulações das rações. Nesse sentido, alguns trabalhos foram desenvolvidos e apontaram seus resultados com essa perspectiva (Roubach, 1991; Ximenes-Carneiro, 1991; Mori-Pinedo, 1993; Padilla, 2001). Alguns autores sugerem que frutos e sementes deveriam ser uma fonte de alimento na piscicultura intensiva do tambaqui na Amazônia (Pereira-Filho, 1995; Silva, 1997; Araujo-Lima, 1998).

Em estudos de nutrição não bastam os conhecimentos dos itens que o animal consome, nem dos teores de nutrientes e energia, mas é necessário se ter a idéia dos níveis de aproveitamento pela espécie, para que se possam subsidiar com informações mais precisas a elaboração de dietas que efetivamente o peixe tenha aproveitamento máximo.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o efeito da incorporação de duas espécies de frutos e de duas espécies de sementes em uma dieta de referência (controle), na digestibilidade dos principais nutrientes e no tempo de trânsito do alimento pelo trato gastrointestinal do tambaqui.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos nas instalações da Coordenação de Pesquisas em Aqüicultura - CPAQ, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, em Manaus, Amazonas. Foram utilizados 60 peixes de $1627 \pm 112,8 \text{ g}$ de peso médio,

com densidade de estocagem de quatro indivíduos por unidade experimental. Foram utilizados 15 tanques redondos de cimento amianto de 250 L (unidades experimentais), abastecidos com água de poço artesiano e ligados a um sistema de recirculação contínua de água (1 L/min) e aeração permanente. Os parâmetros físico-químicos da água, temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (mg/L) foram monitorados diariamente.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Foi estipulado um período de dez dias para a adaptação dos peixes às condições experimentais, alimentados duas vezes ao dia (9 e 16 h) à vontade.

As dietas consistiram de cinco rações peletizadas, sendo que uma serviu como controle (ração padrão da CPAQ/INPA) para as comparações. Para a formulação das rações experimentais, o fubá de milho (55% da ração controle) foi substituído, em igual proporção, por farinhas elaboradas com frutos e sementes da dieta natural do tambaqui (Tabela 1).

Para elaboração das farinhas, foram utilizadas as sementes de seringa barriguda (*Hevea spruceana*) e da munguba (*Pseudobombax munguba*) e da infrutescência da embaúba (*Cecropia* sp.) e do fruto do jauari (*Astrocarium jauari*), sendo triturados individualmente em máquina elétrica de moer carne, secas em estufa com circulação forçada de ar por 24 horas, a uma temperatura de 45°C. Após este período, passaram novamente pela máquina de moer carne

obtendo-se, assim, as farinhas utilizadas como ingredientes nas rações experimentais (Tabela 1).

Para elaboração das rações, os ingredientes foram misturados, umedecidos, peletizados em moinho de moer carne e secos em estufa com circulação forçada de ar durante 24 horas e temperatura de 45°C. As dietas após processo de secagem foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer (-20°C).

Após o período de adaptação dos peixes às condições experimentais (alimentados com rações sem a presença do óxido de cromo), foi realizado a primeira parte do experimento, determinar o tempo de trânsito do alimento pelo trato gastrointestinal em cada unidade experimental. Nesta etapa, foram fornecidas aos peixes dietas contendo 0,5% de óxido de cromo para identificação de fezes através de coloração esverdeada. O tempo de trânsito foi calculado tomando-se o tempo de início da ingestão da dieta (T_0) e o tempo do início do aparecimento das primeiras fezes de cor verde (T_{final}).

Após determinação do tempo de trânsito das dietas, os peixes passaram para um regime de alimentação *ad libitum*, sendo sacrificados por choque térmico (água a 4°C) no 3º dia após receberem as dietas com o óxido de cromo. Para a coleta das fezes, os peixes foram abertos ventralmente e retirado o trato digestivo. As amostras foram coletadas no estômago e em três partes do intestino (I - 1/3, I - 2/3 e I - 3/3) e congeladas para posteriores análises.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nas rações experimentais (% na MS)

Table 1 - Ingredients proportion in the experimental diets (% of DM)

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Dietas <i>Diets</i>				
	T ₁ -Controle <i>T₁- Control</i>	*T ₂	**T ₃	***T ₄	****T ₅
Fubá de milho <i>Corn, yellow</i>	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Farinha de trigo <i>Wheat bran</i>	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Vitamina <i>Vitamin</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Pré-mistura minerais <i>Macrominerals premix</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Óxido de cromo <i>Chromic oxide</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

T₁ = Fubá de milho; *T₂ = Seringa barriguda; **T₃ = Munguba; ***T₄ = Embaúba; ****T₅ = Jauari.

T₁ = Corn, yellow; *T₂ = Pot-bellied rubber; **T₃ = Munguba; ***T₄ = Cecropia; ****T₅ = Jauari.

Os coeficientes de digestibilidade foram calculados segundo De Silva & Perera (1983). O óxido de cromo (Cr_2O_3) foi utilizado como indicador externo, adicionado às rações, em nível de 0,5% (Tabela 1), e determinado conforme técnica descrita por Furukawa & Tsukahara (1966). A energia bruta (kcal/g) de todas as amostras (frutos, sementes, rações e fezes) foi obtida por intermédio de bomba calorimétrica modelo Parr 1271.

Todas as análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Peixes da Coordenação de Pesquisas em Aquicultura do INPA, Manaus-AM, segundo metodologias propostas pela AOAC (1995).

Os resultados foram analisados através de ANOVA, com teste "F" a 5% de probabilidade. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas com o uso da Planilha Excel, v. 7.0.

Resultados e Discussão

Os parâmetros físico-químicos da água dos tanques variaram durante o experimento. O pH variou entre $7,6 \pm 0,15$ pela manhã e $7,4 \pm 0,07$ à tarde; o oxigênio dissolvido, entre $5,3 \pm 1,4$ mg/L (manhã) e $4,5 \pm 1,8$ mg/L (à tarde); e a temperatura, entre $28,6 \pm 0,7^\circ\text{C}$ (manhã) e $29,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$ (à tarde).

As análises de composição proximal dos frutos e sementes e das dietas são apresentadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente. Considerando apenas as

quatro espécies de frutos/sementes utilizados no presente estudo, verifica-se que o tambaqui no ambiente natural se nutre de alimentos com níveis variáveis dos principais elementos nutritivos (proteína, carboidratos e lipídios) e de energia bruta. Nutricionalmente, a munguba apresenta-se como um alimento protéico e energético (Tabela 2), seguido pela seringa barriguda, o que foi observado por Silva (1997) entre as 14 espécies de sementes analisadas. O nível médio de proteína requerido por jovens e adultos do tambaqui está em torno de 20% (Araujo-Lima & Goulding, 1998), demonstrando que a espécie necessita balancear a sua alimentação, consumindo diversos itens de composição química variável. Em condições experimentais, as exigências protéico/calóricas de alevinos de tambaqui foi estimado em 25% de proteína bruta e 500 kcal/100 g de energia bruta na matéria seca da ração (Mori-Pinedo, 1999). Para manutenção dos indivíduos adultos e jovens do tambaqui, são necessários, respectivamente, 23 e 19-20 kJ/g de alimento seco consumido (Araujo-Lima & Goulding, 1998), o que quantitativamente se encontra nos itens estudados.

Na elaboração de dietas comerciais para peixes são incorporados produtos de origem vegetal como fonte energética, ou até mesmo como fonte protéica, como grãos de cereais, sementes oleaginosas e leguminosas. O teor de proteína dos grãos de cereais é baixo, variando de 8 a 12%, enquanto os resíduos de extração do óleo são fontes de proteína, variando de

Tabela 2 - Composição bromatológica dos frutos e sementes (% na MS)

Table 2 - Proximate analysis of fruits and seeds (% of DM)

	Frutos/Sementes			
	Seringa barriguda <i>Pot-bellied rubber</i>	Munguba <i>Munguba</i>	Embaúba <i>Cecropia</i>	Jauari <i>Jauari</i>
Umidade (%) <i>Moisture (%)</i>	7,7	6,8	6,5	6,9
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	13,9	28,3	10,7	6,0
Lipídios <i>Lipids</i>	28,1	36,0	10,5	25,6
Carboidratos <i>Carbohydrates</i>	44,6	11,2	39,6	42,5
Fibra bruta <i>Crude fiber</i>	3,0	12,7	28,5	17,4
Cinza <i>Ash</i>	2,7	5,0	4,2	1,6
Energia bruta (kcal/100 g MS) <i>Gross energy (kcal/100 g DM)</i>	569,2	634,3	487,9	597,2

Tabela 3 - Composição das dietas experimentais (% na MS)
 Table 3 - Composition of the experimental diets (% of DM)

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Diets <i>Diets</i>				
	T ₁ - Controle <i>T₁ - Control</i>	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Umidade (%) <i>Moisture (%)</i>	5,3 ^c	4,5 ^d	8,5 ^a	4,3 ^d	6,6 ^b
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	22,5 ^c	24,2 ^b	35,6 ^a	24,0 ^b	24,3 ^b
Lipídios <i>Lipids</i>	5,5 ^d	20,7 ^b	24,9 ^a	13,7 ^c	13,2 ^c
Carboidratos <i>Carbohydrates</i>	51,5 ^a	31,7 ^b	4,6 ^e	21,0 ^d	23,5 ^c
Fibra bruta <i>Crude fiber</i>	1,6 ^e	2,3 ^d	9,6 ^c	21,2 ^a	17,6 ^b
Cinza <i>Ash</i>	13,6 ^b	16,6 ^a	16,8 ^a	15,8 ^a	14,8 ^{ab}
Energia bruta (kcal/100g MS) <i>Gross energy (kcal/100g DM)</i>	400,2 ^b	500,9 ^a	471,6 ^a	474,4 ^a	464,9 ^a

T₁ = Fubá de milho; T₂ = Seringa barriguda; T₃ = Munguba; T₄ = Embaúba; T₅ = Jauari
 Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.
 T₁ = Corn, yellow; T₂ = Pot-bellied rubber; T₃ = Munguba; T₄ = Cecropia; T₅ = Jauari
 Means followed by the same letters in a row do not differ by F test, at 5% of probability.

20 a 50%, o mesmo acontece com as leguminosas, com teor médio protéico de 20 a 26% (Tacon, 1989).

A incorporação dos frutos e das sementes na ração controle, quando o milho foi substituído em nível de 55,0%, alterou as porcentagens dos nutrientes. Verificou-se que os níveis de proteína bruta, lipídios e energia bruta nas dietas experimentais elevaram-se significativamente (P<0,05) em relação à ração controle, porém houve redução significativa (P<0,05) dos carboidratos. Em outro experimento, Mori-Pinedo (1993) introduziu a farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* H. B. K.), com 7,0% de proteína bruta, em substituição de 55% do fubá de milho nesta mesma ração de referência, e concluiu que a pupunha substituiu plenamente o milho, sem prejuízo para o desempenho dos peixes.

As investigações sobre a digestibilidade de dietas ou de nutrientes específicos são de importância fundamental na nutrição animal. Para os peixes, a maior parte dos estudos concentra-se em utilizar dietas previamente processadas com ingredientes que normalmente não fazem parte da alimentação natural das espécies.

A análise estatística dos dados de digestibilidade total (Dt) mostrou que as dietas de referência, seringa barriguda e munguba não diferiram entre si (P>0,05). Observou-se que as dietas contendo embaúba e jauari diferiram entre si e das demais dietas. Os

coeficientes de digestibilidade das frações protéicas das dietas experimentais revelaram que as diferenças observadas com a dieta de referência foram significativas (P<0,05), elevando-se os índices de aproveitamento desse nutriente pelo tambaqui (Tabela 4).

Os coeficientes de digestibilidade total (Dt) das dietas foram considerados baixos, o que pode ser explicado em função das limitações do método de coleta de fezes adotado no presente estudo e pelos teores mais altos de fibra bruta de ocorrência na embaúba e no jauari (Tabela 2). Com a dieta de referência, o tambaqui produziu fezes com 37,4% dos nutrientes; com a ração contendo a farinha de seringa barriguda, as fezes continham 45,4% dos nutrientes; com a ração contendo a munguba, 42,9%; com a ração com a embaúba, 58,9%; e com a ração contendo o jauari, 50,3%. As dietas contendo embaúba e jauari foram as que apresentaram coeficientes de digestibilidade total (Dt) mais baixos (Tabela 4), provavelmente por conterem apreciáveis quantidades de polissacarídeos não amiláceos (PNAs).

A composição das dietas influenciou a velocidade de trânsito do alimento no trato gastrointestinal do *Colossoma macropomum*, a uma temperatura constante diária de 28 a 29°C. Percebe-se que, apesar de o comprimento do intestino ser longo, 2,66±0,52 x o comprimento padrão (Silva, 1977), a permanência de

materiais de origem vegetal no intestino é relativamente baixa, sugerindo que, em um ciclo de 24 horas, a espécie pode evacuar fezes com nutrientes de 3 a 4 refeições.

Carneiro et al. (1994) determinaram a influência da temperatura e a digestibilidade da proteína no tempo de trânsito do alimento pelo trato gastrointestinal do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), utilizando dietas contendo 20 ou 30% de proteína e 3600 ou 4000 kcal/kg de energia bruta. Contrários aos resultados observados neste trabalho, a composição da dieta não influenciou significativamente o tempo de trânsito. Entretanto, a temperatura influenciou significativamente o tempo de trânsito, que a 24°C foi de trinta e quatro horas e trinta e três minutos; a 28°C caiu drasticamente para onze horas e quarenta e dois minutos; e a 32°C aumentou para treze horas e trinta e nove minutos.

Resultados que mostram que o aumento da temperatura diminui o tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal dos peixes também foram encontrados por Edwards (1971), para o linguado, *Pleuronectes platessa* L.; Fauconneau et al. (1983), para truta arco íris (*Salmo gairdneri*); e Hernandez et al. (1994), para carpa comum (*Cyprinus carpio*).

O coeficiente de digestibilidade da proteína da amêndoa do jauari consumido *in natura* pelo tambaqui foi de 10,0% (Silva, 1999), inferior ao obtido para o

coeficiente de digestibilidade da proteína quando incorporado na dieta, apesar da limitação do método de coleta de fezes, que indicaram que a digestão não foi totalmente processada. Estes resultados mostram que, na natureza, o aproveitamento da amêndoa do jauari pelo tambaqui é relativamente baixo, porém, com o beneficiamento transformando-a, este fruto torna-se aproveitável e recomendado para a elaboração de dietas. O coeficiente de digestibilidade da fração protéica da dieta com o jauari não diferiu estatisticamente do coeficiente de digestibilidade da ração com munguba ($P>0,05$), que possui teor protéico mais elevado, sugerindo que esta dieta possui alto valor biológico (Tabela 4).

A incorporação do jauari na ração também proporcionou coeficientes de digestibilidade mais altos para os lipídios, fibra bruta e cinza, em relação às outras rações ($P<0,05$). Estes resultados sugerem ainda que o tambaqui possui habilidade de digerir fibra bruta de determinados frutos e sementes. Silva et al. (1999) utilizaram a fibra bruta como marcador interno em estudos de digestibilidade e concluíram que os resultados negativos encontrados foram influenciados pela digestão do marcador pelo tambaqui. Esta capacidade deve estar relacionado à produção de celulase pela flora gastrointestinal, campo para futuras investigações.

Outro exemplo de que o beneficiamento de deter-

Tabela 4 - Médias dos coeficientes de digestibilidade total dos nutrientes e energia das dietas (% na MS)
Table 4 - Means of the coefficients of total digestibility of nutrients and gross energy of the diets (% DM)

Coeficiente de digestibilidade <i>Coefficient of digestibility</i>	Dietas <i>Diets</i>				
	T ₁ - Controle <i>T₁ - Control</i>	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Digestibilidade total <i>Total digestibility</i>	62,6 ^a	54,6 ^a	57,1 ^a	41,1 ^c	49,7 ^b
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	63,1 ^b	52,7 ^d	66,1 ^a	60,4 ^c	67,7 ^a
Lipídios <i>Lipids</i>	58,9 ^c	78,6 ^a	75,0 ^b	71,8 ^b	78,4 ^a
Carboidratos <i>Carbohydrates</i>	78,8 ^a	66,4 ^b	51,9 ^c	30,08 ^d	51,1 ^c
Fibra bruta <i>Crude fiber</i>	40,2 ^b	45,6 ^b	42,3 ^b	42,2 ^b	49,6 ^a
Cinza <i>Ash</i>	16,9 ^c	27,2 ^b	26,5 ^b	21,0 ^b	36,1 ^a
Energia bruta <i>Gross energy</i>	64,8 ^b	60,8 ^b	69,1 ^a	48,6 ^d	53,8 ^c

T₁ = Fubá de milho; T₂ = Seringa barriguda; T₃ = Munguba; T₄ = Embaúba; T₅ = Jauari.

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

T₁ = Corn, yellow; T₂ = Pot-bellied rubber; T₃ = Munguba; T₄ = Cecropia; T₅ = Jauari.

Means followed by the same letters in a row do not differ by F test, at 5% of probability.

minados ingredientes pode melhorar a assimilação de nutrientes foi observado com a embaúba. Na natureza, o tambaqui consome esta infrutescência, porém em testes de crescimento e digestibilidade em cativeiro, fornecido in natura, proporcionaram resultados não esperados, pelo simples fato do tambaqui rejeitar a dieta. A taxa de crescimento zero foi observada por Roubach (1991), após um período de 42 dias de experimento. Tentativas foram feitas para determinação dos coeficientes de digestibilidade no presente trabalho, mas não foi possível, pelo fato de não ser encontrado conteúdo intestinal para as análises. No entanto, foi possível determinar a digestibilidade, quando a embaúba foi incorporada a uma dieta (Tabela 4).

A incorporação da embaúba na dieta de referência produziu uma dieta com 24,0% de proteína bruta, não diferindo significativamente ($P>0,05$) das rações contendo a seringa barriguda e o jauari. A digestibilidade total (Dt) da dieta, porém teve o menor coeficiente, 41,1%, diferindo significativamente das demais rações. Entretanto, a digestibilidade da proteína (60,4%) foi superior ao observado com a seringa barriguda (52,7%) ($P<0,05$). A digestibilidade dos lipídios foi igual à da munguba ($P>0,05$) e superior à da ração de referência. Os carboidratos foram pobremente aproveitados.

Carneiro (1980) estudou a digestibilidade protéica em dietas isocalóricas para o tambaqui e não soube a que atribuir o baixo coeficiente de digestibilidade (67,71%) da dieta que continha o menor teor protéico (18,0%), mas afirma que a redução do coeficiente apresentado na dieta com 26,0% de proteína se deveu

ao fato deste apresentar teor protéico acima das exigências requeridas pelo *Colossoma macropomum*. No presente estudo, os resultados discordaram dos encontrados pelo mesmo autor, uma vez que os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta mais altos (67,7 e 66,1%) foram observados com as rações contendo teores mais elevados de proteína bruta, respectivamente, ração contendo munguba, com 35% PB e jauari, com 24,3% PB (Tabela 4).

A análise dos resultados mostram que a proteína da dieta contendo a embaúba é digerida, em sua maior parte, no terço final do intestino (Tabela 5). A partir do início do intestino, a evolução mais rápida, em termos de digestibilidade, ocorreu com a proteína contida na ração com a munguba, em que 50% da proteína é digerida no primeiro terço do intestino, seguido-se a proteína contida nas rações de referência, jauari e embaúba. Como não foram determinados os coeficientes de digestibilidade de amostras de fezes coletadas diretamente do reto, acredita-se que seriam maiores em relação às amostras coletadas no terço final do intestino, como os resultados obtidos por Smith & Lovell (1973), com o bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), os quais verificaram, com uma dieta contendo 20,0% de proteína, digestibilidade protéica 6,25% maior com amostras coletadas no reto em relação a amostras coletadas no intestino inferior; no entanto, com a dieta composta por 40,0% de proteína esta diferença foi de 5,56%.

Com a truta arco-íris, Austreng (1978) concluiu que a absorção dos nutrientes ocorre ao longo do canal alimentar e encontrou diferença nos coeficien-

Tabela 5 - Digestibilidade da proteína em quatro segmentos do trato gastrointestinal (% na MS)
Table 5 - Protein digestibility in four segments of gastrointestinal tract (% DM)

	Estômago <i>Stomach</i>	Intestino médio <i>Medium intestine</i>		
		I-(1/3)	I-(2/3)	I-(3/3)
Dietas <i>Diets</i>				
Controle <i>Control</i>	18,3 ^a	41,3 ^b	46,8 ^b	63,1 ^b
Munguba <i>Munguba</i>	21,9 ^a	50,4 ^a	57,7 ^a	66,1 ^a
Embaúba <i>Cecropia trees</i>	9,6 ^b	20,3 ^d	29,8 ^d	60,4 ^c
Jauari <i>Jauari</i>	20,9 ^a	28,7 ^c	43,3 ^c	67,7 ^a

Médias, na coluna, seguidas de mesmas letras não diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste Tukey.
Means, within a column, followed by the same letter do not differ ($P<0,05$) by Tukey test.

tes de digestibilidade de 14,6% mais elevados com amostras coletadas na parte final do reto, em relação às amostras coletadas na parte posterior do intestino, e de 1,18% mais elevados de amostras coletadas na parte final do reto em relação às amostras coletadas na parte inicial. Resultados observados por Getachew (1988) demonstraram que muitos dos nutrientes foram significativamente afetados ($P < 0,05$) pelos processos de digestão e assimilação nos diferentes segmentos do intestino da tilápia (*Oreochromis niloticus*) e que ocorre declínio na quantidade destes nutrientes em direção ao ânus.

Na Tabela 6, são apresentadas as médias da velocidade de trânsito das dietas no trato gastrointestinal do tambaqui. A dieta contendo embaúba apresentou tempo mais rápido ($6:26 \pm 0:19$ h) comparado com as dietas de referência ($08:47 \pm 0:35$ h), munguba ($8:49 \pm 1:31$ h) e jauari ($8:37 \pm 1:12$ h). O mesmo tempo foi apresentado ($P > 0,05$) pela seringa barriguda ($07:27 \pm 0:33$ h). A composição das dietas influenciaram de maneira significativa ($P < 0,05$) a velocidade de trânsito do alimento, considerando a temperatura diária entre 28 e 29°C. Dietas contendo diferentes teores de fibra bruta tiveram a mesma velocidade de trânsito, fato observado entre a dieta com embaúba (21,2% de FB) e a dieta contendo a seringa barriguda

(2,3% de FB), sugerindo que, no tambaqui, esta fração não interfere na permanência do alimento no intestino.

Os resultados desse estudo indicaram que incorporação de frutos e sementes nas dietas altera significativamente ($P < 0,05$) os teores dos nutrientes e os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, lipídios e energia bruta. A composição das dietas influenciou significativamente ($P < 0,05$) o tempo de trânsito do alimento pelo trato gastrointestinal. A evolução dos níveis de digestibilidade protéica ao longo do trato gastrointestinal revelou que a absorção deste nutriente ocorre diferentemente para cada tipo de dieta.

Conclusões

Frutos e sementes das florestas de igapó e várzea da Amazônia são fontes importantes de nutrientes e energia para o tambaqui que podem ser utilizados como ingredientes alternativos em dietas práticas em substituição a itens tradicionais de rações, como forma de contribuir para diminuição dos custos de produção desta espécie em cativeiro.

Agradecimento

Ao CNPq, pelo suporte financeiro, e ao Dr. Rodrigo Roubach (CPAQ/INPA), pela colaboração na revisão do texto.

Literatura Citada

- ARAUJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Brasília: MCT-CNPq, 1998. 186p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, D.C.: 1995. 1094p.
- AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, v.13, p.265-272, 1978.
- CARNEIRO, D. J. Digestibilidade protéica em dietas isocalóricas para o tambaqui, *Colosoma macropomum* CUVIER (Pisces, Characidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2., 1981, Jaboticabal. **Proceedings...** Jaboticabal: Associação Brasileira de Aquicultura, 1981. p.78-80.
- CARNEIRO, D.J.; RANTIN, R.T.; DIAS, T.C.R. et al. Interaction between temperature and dietary levels of protein and energy in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). 2. Effects on digestibility of protein and transit time through the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, v.124, n.1-4, p.131-140, 1994.
- CARVALHO, M.L. **Alimentação do tambaqui jovem (*Colosoma macropomum*) e sua relação com a comuni-**

Tabela 6 - Médias da velocidade de transporte do alimento pelo trato gastrointestinal de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Table 6 - Mean feed transport velocity in the gastrointestinal tract of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juvenile

Dietas <i>Diets</i>	Trânsito (h) <i>Transit (h)</i>
T ₁ -Controle <i>T₁-Control</i>	8:47±0:35 ^a
Seringa barriguda <i>T₂-Pot-bellied rubber</i>	7:27±0:33 ^{ab}
T ₃ -Munguba <i>T₃-Munguba</i>	8:49±1:31 ^a
T ₄ -Embaúba <i>T₄-Cecropia trees</i>	6:26±0:19 ^b
T ₅ -Jauari <i>T₅-Jauari</i>	8:37±1:12 ^a

Médias, na coluna, seguidas de mesmas letras não diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Means, within a column, followed by same letter do not differ ($P < .05$) by Tukey test.

- dade zooplantônica do Lago Grande - Manaquiri, Solimões - AM.** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, 1981. 91p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, 1981.
- EDWARDS, D.J. Effect of temperature on rate of passage of food through the alimentary canal of the plaice *Pleuronectes platessa* L. **Journal of Fish Biology**, v.3, p.433-439, 1971.
- FAUCONNEAU, B.; CHOUBERT, G.; BLANC, D. et al. Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs through the gastrointestinal tract of rainbow trout. **Aquaculture**, v.34, n.1-2, p.27-39, 1983.
- FLAMM, B.R. Amazonian fruit-eating fish and the várzea forest. **Journal of Forestry**, p.106-108, 1983.
- FURUKAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.32, n.6, p.502-506, 1966.
- GETACHEW, T. Digestive efficiency and nutrient composition gradient in the gut of *Oreochromis niloticus* L. in Lake Awasa, Ethiopia. **Journal of Fish Biology**, v.33, p.501-509, 1988.
- GOTTSBERGER, G. Seed dispersed by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazônia. **Biotropica**, v.10, p.170-183, 1978.
- GOULDING, M. **The fish and the forest - Explorations in Amazonian natural history.** California: University of California, 1980. 280p.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M.L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae). An important amazonian food fish. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.1, p.107-133, 1982.
- GRAEF, E.W. As espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. (Eds.). **Criando peixes na Amazônia.** Manaus: INPA, 1995. p.29-43.
- HONDA, E.M.S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. II. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens*. **Acta Amazonica**, v.4, p.47-53, 1974.
- INHAMUNS-SILVA, A.J. **Produção e caracterização físico-química e microbiológica de pescado comercializado na cidade de Manaus-AM.** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, 1992. 49p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, 1992.
- MACHADO-ALLINSON, A. Studies sobre la subfamilia Serrasalminae (Teleostei, Characidae). Parte I. Estudio Comparado de los juveniles de las "cachamas" de Venezuela (Genero *Colossoma* y *Piaractus*). **Acta Biologica Venezuelana**, v.11, n.3, p.1-101, 1982.
- MAIA, L.M.A. **Frutos da Amazônia: fonte de alimento para peixes.** Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico-SEBAE/AM, 2001. 143p.
- MORI-PINEDO, L.A. **Estudo da possibilidade de substituição do fubá de milho (*Zea mays* L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818).** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas do Amazonas/Universidade do Amazonas, 1993. 65p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas do Amazonas/Universidade do Amazonas, 1993.
- MORI-PINEDO, L.A. **Determinação das exigências protéico-calóricas de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum*, CUVIER 1818 (PISCES, SERRASALMIDAE).** Manaus: INPA/Universidade do Amazonas, 100p. 1998. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1999.
- PADILLA-PÉREZ, P.; PEREIRA-FILHO, M.; MORI-PINEDO, L.A. et al. Influência do ensilado biológico de peixe e do resíduo de peixe cozido no crescimento e na composição corporal de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Acta Amazonica**, v.31, n.3, p.501-507, 2001.
- PEREIRA-FILHO, M. Alternativas para a alimentação de peixes em cativeiro. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. (Eds.) **Criando peixes na Amazônia.** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1995. p.75-82.
- PIEIDADE, M.T.F. **Ecologia e biologia reprodutiva de *Astrocaryum jauari* MART. (PALMAE) como exemplo de população adaptada às áreas inundáveis do Rio Negro Igapó.** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, 1985. 187p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, 1985.
- ROUBACH, R.; SAINT-PAUL, U. Use fruits and seeds from Amazonian inundated forest in feeding trials with *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Pisces, Characidae). **Journal Applied Ichthyology**, v.10, p.134-140, 1994.
- SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. **Aquaculture**, v.54, p.205-240, 1986.
- SILVA, J.A.M. **Nutrientes, energia e digestibilidade aparente de frutos e sementes consumidos pelo tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) nas florestas inundáveis da Amazônia Central.** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, 1997. 142p. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, 1977.
- SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Digestibility of seeds consumed by tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818): an experimental approach. In: VAL, A.L.; ALMEIDA-VAL, V.M.F. (Eds.) **Biology tropical fishes.** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1999. p.137-148.
- SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui's (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) natural food. **Revista Brasileira de Biologia**, v.60, n.4, p.599-605, 2000.
- SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do tambaqui. **Acta Amazonica**, 2003. (no prelo)
- SOARES, M.G.M.; ALMEIDA, R.G.; JUNK, W.J. The trophic status of the fish fauna in Lago Camaleão, a macrophyte dominated floodplain lake in the middle Amazon. **Amazoniana IX**, v.4, p.511-526, 1986.
- SMITH, B.W.; LOVELL, R.T. Digestibility of apparent protein digestibility in feed for channel catfish. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.4, p.830-835, 1973.
- SMITH, N.J.H. **A pesca no rio Amazonas.** CNPq/INPA, Manaus - AM. 1979. 154p.

- TACON, A. G. J. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados: manual de capacitación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Brasília, Brasil. 1989. 572p.
- WALDHOFF, D. **Morphologie, Nährwert und Bioelementgehalte hydrochor und zoochor verbreiteter Früchte und Samen aus amazonischen Überschwemmungswäldern bei Manaus.** Kiel- Alemanha: Universidad de Kiel, 1991. MSc. Thesis. Universidad de Kiel, 1991.
- WALDHOFF, D.; SAINT-PAUL, U.; FURCH, B. Value of fruits and seeds from the floodplain forests of Central Amazonia as food resource for fish. **Ecotropica**, v.2, p.143-156, 1996.
- WALDHOFF, D.; MAIA, L.M.A. Production and chemical composition of fruits from trees in floodplain forest of Central Amazonia and their importance for fish. In: JUNK, W.J.; OHLY, J.; PIEDADE, M.T.F. et al. (Eds.). **The Central Amazon floodplain** – actual use and options for a sustainable management. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, 2000. p.393-415.
- ZIBURSKI, A. **Ausbreitungs-und Reproduktionsbiologie einiger Baumarten der amazonischen Überschwemmungswälder.** Hamburg: Universidade de Hamburg, 1990. 112p. Tese (Doutorado) - Universidade de Hamburg, 1990.
- XIMENES-CARNEIRO, A.R. **Elaboração e uso de ensilado biológico de pescado na alimentação de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818).** Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade do Amazonas, 1991. 81p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas, 1991.

Recebido em: 03/06/02

Aceito em: 07/05/03