
DIGESTIBILIDADE APARENTE DA ENERGIA E DA PROTEÍNA DE INGREDIENTES SELECIONADOS PARA JUVENIS DE PACU *Piaractus mesopotamicus*

Energy and protein apparent digestibility of selected ingredients for pacu Piaractus mesopotamicus juveniles

**Thiago El Hadi Perez Fabregat^a, João Batista Kochenborger Fernandes^b,
Laurindo André Rodriguez^c, Fernanda de Freitas Borges^d,
Thiago Scremim Pereira^e, Thiago Matias Torres do Nascimento^f**

^a Zootecnista, doutorando do Centro de Aquicultura (UNESP), Jaboticabal, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: thiagofabregat@hotmail.com

^b Zootecnista pesquisador do Centro de Aquicultura (UNESP), Jaboticabal, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: jbatista@caunesp.unesp.br

^c Zootecnista, pesquisador da Embrapa Meio Norte. Teresina, PI - Brasil, e-mail: laurindo@cpamn.embrapa.br

^d Biólogo, mestrando do Centro de Aquicultura (UNESP), Jaboticabal, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: fernandafreitasb@ig.com.br

^e Biólogo, mestrando do Centro de Aquicultura (UNESP), Jaboticabal, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: thiago.scremim@gmail.com

^f Mestrando em Zootecnia (FCAV-UNESP), Jaboticabal, São Paulo, SP - Brasil, e-mail: thiago_zoounesp@yahoo.com.br

Resumo

Este estudo foi conduzido utilizando juvenis de pacu e teve o objetivo de determinar a digestibilidade aparente da energia e da proteína do amido de milho, do glúten de milho, do farelo de girassol e da celulose purificada. Foram utilizados 375 juvenis de pacu com peso médio de $50,53 \pm 5,70$ gramas, distribuídos em 25 aquários de alimentação com capacidade de 100 litros. As coletas de fezes foram realizadas em cinco coletores cilíndricos (Sistema de Guelph modificado) com capacidade de 80 litros. A determinação dos coeficientes de digestibilidade da energia e da proteína dos alimentos foi realizada pelo método de coleta parcial de excretas e o óxido de cromo utilizado como marcador inerte. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (alimentos) e cinco repetições. Os resultados da digestibilidade aparente da energia variaram entre 27,62% para a celulose purificada e 99,98% para o amido de milho e as análises estatísticas demonstraram diferenças ($P < 0,05$) entre os alimentos. Os valores de digestibilidade da proteína encontrados neste estudo foram relativamente elevados, variando entre 78,57% para o glúten de milho e 98,55% para a celulose purificada. A digestibilidade da proteína do glúten de milho foi menor ($P < 0,05$) em relação aos outros alimentos. De maneira geral, observou-se que a digestibilidade da energia foi menor para os ingredientes fibrosos, indicando que a fibra provavelmente não é utilizada como fonte de energia. Por outro lado, os resultados indicam que os juvenis de pacu possuem alta eficiência de aproveitamento da proteína dos diferentes ingredientes.

Palavras-chave: Aquicultura; *Piaractus mesopotamicus*; Nutrição de peixes.

Abstract

This study was performed to evaluate for pacu juveniles the energy and protein digestibility of corn starch, corn gluten, sunflower meal and purified cellulose. A total of 375 juveniles were used with middleweight of 50.53 ± 5.70 grams, distributed in 25 feeding aquarium (100 liters). The feces collections were accomplished in six cylindrical collectors (Guelp's modified System) with capacity of 80 liters. The determination of the digestibility coefficients were made by the feces partial collection method and the chromic oxide was used as an inert marker. The experimental design was entirely randomized with four treatments (ingredients) and five replications. The results of energy apparent digestibility ranged between 27.62 % for the purified cellulose and 99.98 % for the corn starch. The statistical analysis detected differences ($P < 0.05$) among ingredients. The protein digestibility values founded in this study were relatively high, varying between 78.57 % for the gluten meal and 98.55 % for the purified cellulose. The digestibility of the gluten protein was smaller regarding the others ingredients. The energy digestibility was smaller for the fibrous ingredients, indicating that the fiber probably is not utilized as an energy source. However, the pacu juveniles apparently own high efficiency protein utilization of the different ingredients.

Keywords: *Aquaculture; Piaractus mesopotamicus; Fish nutrition.*

INTRODUÇÃO

A determinação da digestibilidade dos nutrientes presentes nos alimentos é o primeiro passo para avaliar seu potencial para o uso em rações para peixes (CHO, 1987). É uma informação que não só permite formular dietas para maximizar o crescimento do peixe fornecendo a quantidade correta de nutrientes, como também aumentar a eficiência de utilização dos alimentos e gerar um menor impacto ambiental.

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é um peixe originário das bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai. Possui hábito alimentar onívoro e é uma das espécies mais estudadas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (BALDISSEROTO; GOMES, 2005). O coeficiente de digestibilidade da energia e da proteína dos principais alimentos utilizados na formulação de rações de juvenis de pacu já foi determinado por Abimorad e Carneiro (2004). Entretanto, a lista de ingredientes que pode ser utilizada na fabricação de rações é muito extensa e alguns deles ainda não foram estudados.

Portanto, este estudo foi conduzido utilizando juvenis de pacu e teve o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da energia e da proteína de ingredientes como o amido de milho, o glúten de milho, o farelo de girassol e a celulose purificada.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do Centro de Aquicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal. Foram utilizados 375 juvenis de pacu com peso médio de $50,53 \pm 5,70$ gramas.

Os peixes foram distribuídos em 25 aquários de alimentação com capacidade de 100 litros e abastecimento contínuo de água proveniente de poço artesiano com temperatura média de $28,2 \pm 0,7^\circ\text{C}$. As coletas de fezes foram realizadas em cinco coletores cilíndricos (Sistema de Guelp modificado) com capacidade de 80 litros.

A determinação dos coeficientes de digestibilidade da energia e da proteína dos alimentos (amido de milho, glúten de milho, farelo de girassol e celulose purificada) foi realizada pelo método de coleta parcial de excretas e o óxido de cromo utilizado como marcador inerte. As dietas teste foram elaboradas contendo 69% de uma dieta referência (Tabela 1) cuja digestibilidade foi determinada separadamente, 30% do ingrediente teste e 1% de marcador.

TABELA 1 - Ingredientes e composição da dieta referência

Table 1 - Ingredients and composition of the reference diet

Ingredientes (%)	
Farelo de soja	32,5
Farinha de peixe	12,0
Milho	50,5
Óleo de soja	1,0
Fosf. Bical.	2,5
Premix vitamínico e mineral ¹	1,5
Composição calculada (%)	
PB%	28,30
EB%	4090,16
ED%	3142,93
EE%	4,67
FB%	3,56
MM%	5,83
ENN%	46,31
Ca%	1,35
P. total%	1,23
P.util%	0,84

¹Suplemento vitamínico e mineral: Vit. A - 5000.000 UI; Vit. D₃ - 200.000 UI; Vit. E - 5.000 UI; Vit. K₃ - 1.000 mg; Vit C - 15.000 mg; Vit B₁₂ - 4.000 mg; Vit. B₁ - 1.500 mg; Vit. B₂ - 1.500 mg; Vit. B₆ - 1.500 mg; Biotina (*Biotin*) - 50 mg; Ácido fólico - 500 mg; Ácido pantotêmico - 4000 mg; B.H.T. - 12,25 g; Colina - 40 g; Fe - 5.000 mg; Cu - 500 mg; Mn - 1.500 mg; Co - 10 mg; I - 50 mg; Se - 10 mg e Zn - 5.000 mg.

Após quinze dias de adaptação os peixes foram alimentados durante cinco dias com as dietas antes de serem transferidos para os coletores. As fezes foram coletadas repetidamente com intervalos de 25 minutos e armazenadas em congelador (-20°C) até que a quantidade fosse suficiente para determinação de energia, proteína e marcador.

A análise de energia bruta (bomba calorimétrica) foi realizada no Laboratório de Bromatologia da ESALQ - USP, em Piracicaba. A determinação da proteína bruta (AOAC, 1995) das amostras foi realizada no Laboratório do Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Jaboticabal. O óxido de cromo foi quantificado pelo método descrito por Furukawa e Tsukahara (1966) no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos do CAUNESP.

A partir da análise quantitativa dos marcadores e de posse dos valores dos nutrientes presentes nas dietas e nas fezes os coeficientes de digestibilidade das rações (CDA) foram estimados (NOSE, 1966):

$$CDA = 100 - \left[100 \left(\frac{\% \text{ de marcador na dieta}}{\% \text{ de marcador nas fezes}} \times \frac{\% \text{ de nutrientes nas fezes}}{\% \text{ de nutrientes na dieta}} \right) \right]$$

Para o cálculo da digestibilidade dos nutrientes dos alimentos (DAN) estudados foi utilizada a equação descrita por Reight; Braden; Craig, (1990):

$$DAN (\%) = (100/30) \times [\text{Teste} - (70/100 \times \text{Referência})]$$

Teste = Digestibilidade aparente da energia ou proteína presente na dieta teste.

Referência = Digestibilidade aparente da energia ou proteína presente na dieta referência.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (alimentos) e cinco repetições. Os dados foram analisados por meio de análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A digestibilidade aparente da energia está apresentada na Tabela 2. As análises estatísticas detectaram diferenças ($P < 0,05$) entre os alimentos. A energia do amido de milho foi quase totalmente aproveitada (99,98%). Por outro lado, para a celulose purificada, que possui mais de 70% de fibra bruta, a digestibilidade da energia foi de apenas 27,62%.

TABELA 2 - Energia bruta (EB), digestibilidade aparente da energia (DaEB) e energia digestível (ED) de ingredientes para juvenis de pacu

Table 2 - Gross energy (EB), energy apparent digestibility (DaEB) and digestible energy (ED) of ingredients for pacu juveniles

Ingredientes (%)	EB (%)	DaEB (%)	ED (%)
Amido de milho	3582,66	99,98±7,69 ^a	3581,94
Glúten de milho	5245,45	67,15±8,64 ^b	3522,31
Farelo de girassol	4493,67	46,45±2,29 ^c	2087,30
Celulose purificada	3880,44	27,62±3,16 ^d	1071,77
CV (%)		8,62	

Médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Abimorad e Carneiro (2004) também encontraram variações na digestibilidade aparente da energia de outros alimentos para o pacu. As diferenças na digestibilidade da energia normalmente está relacionada com variações na composição química, processamento e origem dos diferentes ingredientes. No presente estudo observou-se que os ingredientes fibrosos apresentaram pior digestibilidade da energia, indicando que a fração fibrosa provavelmente não é utilizada como fonte de energia pelos juvenis de pacu. Entretanto, já foi demonstrado que a fibra pode influenciar no aproveitamento dos outros nutrientes pela tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (AMIRKOLAIE et al., 2005) e sua importância na formulação de rações para juvenis de pacu não deve ser desconsiderada.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da digestibilidade da proteína. Os valores encontrados neste estudo foram relativamente elevados, variando entre 78,57 e 98,55%, para o glúten de milho e a celulose purificada respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos obtidos na avaliação da digestibilidade da proteína de outros ingredientes para juvenis de pacu por Abimorad e Carneiro (2004) e confirmam a capacidade desse peixe em aproveitar com eficiência a proteína dos diferentes ingredientes.

TABELA 3 - Proteína bruta (PB), digestibilidade aparente da proteína (DaPB) e proteína digestível de ingredientes para juvenis de pacu

Table 3 - Crude protein (PB), protein apparent digestibility (DaPB) and digestible protein (ED) of ingredients for pacu juveniles

Ingredientes (%)	PB (%)	DaPB (%)	PD (%)
Amido de milho	1,7	92,91±6,84 ^a	1,58
Glúten de milho	61,85	78,57±6,10 ^b	48,59
Farelo de girassol	28,51	89,62±5,38 ^a	25,55
Celulose purificada	0,8	98,55±17,80 ^a	0,7
CV (%)		6,63	

Médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A digestibilidade da proteína do glúten de milho foi menor (P<0,05) em relação aos outros alimentos. Esse ingrediente ainda não havia sido estudado para juvenis de pacu, entretanto, resultados semelhantes de digestibilidade da proteína do glúten foram encontrados para a tilápia do Nilo por Köprücü e Özdemir (2005).

CONCLUSÃO

De maneira geral, observou-se que a digestibilidade da energia foi menor para os ingredientes fibrosos, indicando que a fibra provavelmente não é utilizada como fonte de energia. Por outro lado, os resultados indicam que os juvenis de pacu possuem alta eficiência de aproveitamento da proteína dos diferentes ingredientes.

REFERÊNCIAS

- AMIRKOLAIE, A. K. et al. Type of dietary fibre (soluble versus insoluble) influences digestion, feces characteristics and fecal waste production in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Research**, v. 36, p. 1157-1166, 2005.
- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Holmberg, 1887. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1101-1109, 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. Arlington: Patricia Cunnif, 1995.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2005.
- CHO, C. Y. La energía en la nutrición de los peces. In: MONTEROS, J. E. de los; LABARTA, U. **Nutrición en acuicultura II**. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, 1987. p. 197-243.

FUKURAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion for the determination of chromic oxide as a index substance in the study of fish feed. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 32, p. 502-506, 1966.

KÖPRÜKÜ, K.; ÖZDEMİR, Y. Apparent digestibility of selected ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 250, p. 308-316, 2005.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: SYMPOSIUM ON FEEDING TROUT AND SALMON CULTURE, 7., 1966, Belgrade. **Proceedings...** Belgrade: EIFAC, 1966. p. 17.

REIGHT, R. C.; BRADEN, S. L.; CRAIG, R. J. Apparent digestibility coefficients for common feedstuffs in formulated diets for red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. **Aquaculture**, v. 84, p. 321-334, 1990.

Recebido: 10/02/2008

Received: 02/10/2008

Aprovado: 07/08/2008

Approved: 08/07/2008