

Notas Científicas

Digestibilidade de ingredientes em dietas para juvenis de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*)

Karen Daianny Macedo Melo⁽¹⁾, Giovanni Resende de Oliveira⁽²⁾, Túlio Soares de Brito⁽¹⁾, Déborah Rodrigues Pedrosa Soares⁽¹⁾, Antonio Jessey de Abreu Tessitore⁽³⁾, Érika Ramos de Alvarenga⁽¹⁾, Eduardo Maldonado Turra⁽¹⁾, Francisco Carlos de Oliveira Silva⁽²⁾ e Edgar de Alencar Teixeira⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Avenida Antônio Carlos, nº 6.627, Caixa Postal 567, Campus Pampulha, CEP 31270-901 Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: karendaianny@bol.com.br, tulio.brito@hotmail.com, dehpedrosa@hotmail.com, erika.ralvarenga@gmail.com, eduardoturra@yahoo.com.br, edgarvet@hotmail.com ⁽²⁾Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Rodovia MG-424, Km 64, Caixa Postal 295, CEP 35701-970 Prudente de Morais, MG, Brasil. E-mail: giovanni@epamig.br, fcosilva@epamig.br ⁽³⁾Companhia do Vale do São Francisco e do Parnaíba, Rua José Rodrigues Junior, nº 437, Centro, CEP 35628-000 Morada Nova de Minas, MG, Brasil. E-mail: antonio.jessey@codevasf.gov.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi determinar o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) de seis ingredientes, em dietas-referência prática e purificada, e determinar a influência das dietas-referência sobre a digestibilidade dos ingredientes em juvenis de pacamã. Avaliaram-se os seguintes ingredientes: farinha de peixe, farinha de carne e ossos, farelo de soja, soja integral tostada, farelo de trigo e protenose de milho. Houve interação entre a dieta-referência e os ingredientes estudados. A dieta purificada proporcionou maior CDA quanto à proteína bruta e energia bruta. O pacamã apresentou CDAs elevados quanto aos ingredientes proteicos de origem vegetal, nas duas dietas-referência.

Termos para indexação: coeficiente de digestibilidade, dieta prática, dieta purificada.

Digestibility of ingredients in diets for pacman catfish juveniles (*Lophiosilurus alexandri*)

Abstract – The objective of this work was to determine the apparent digestibility coefficient (ADC) of six ingredients, in practical and purified reference diets, and to assess the influence of these reference diets on the digestibility of the ingredients in pacman catfish juveniles. The following ingredients were evaluated: fish meal, meat and bone meal, soybean meal, roasted whole soybean, wheat meal, and corn protenose. There was interaction between the reference diet and the studied ingredients. The purified diet provided higher ADC for crude protein and gross energy. Pacman catfish showed high ADC for protein ingredients of vegetable origin for the two reference diets.

Index terms: digestibility coefficient, practical diet, purified diet.

O pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) é uma espécie de peixe nativa da Bacia do Rio São Francisco, Brasil (Shibata, 2003). Apresenta hábito alimentar carnívoro e carne valorizada pelo mercado por não possuir espinhos intramusculares e de sabor agradável ao paladar (Luz et al., 2008). Há poucas informações para essa espécie, com ênfase apenas para a fase de larvicultura (Luz & Santos, 2008; Luz et al., 2011). Informações sobre as exigências nutricionais e a utilização de diferentes alimentos não convencionais, que são fundamentais para uma formulação adequada para todas as espécies, ainda são escassas.

A determinação da digestibilidade dos alimentos e de seus nutrientes permitirá obter informações fundamentais para o desenvolvimento do pacamã em cativeiro. Nos ensaios de digestibilidade, podem-se utilizar dois tipos de dieta-referência, a prática ou a purificada. Ambas as dietas podem influenciar os resultados de digestibilidade dos ingredientes-teste, já que, hipoteticamente, os ingredientes da dieta interagem entre si (Sales & Britz, 2001).

Assim, é fundamental buscar respostas sobre essa influência nos coeficientes de digestibilidade, para a obtenção de formulações mais próximas às exigências

nutricionais do pacamã, e permitir a inclusão de ingredientes de origem vegetal que possam ser substitutos da farinha de peixe.

O objetivo deste trabalho foi determinar a digestibilidade aparente de seis ingredientes (farinha de peixe, farinha de carne e ossos, farelo de soja, soja integral tostada, farelo de trigo e protenose de milho), em dietas-referência prática e purificada, e estudar a influência dessas dietas sobre a digestibilidade dos ingredientes para juvenis de pacamã.

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura (Laqua) da Universidade Federal de Minas Gerais, na Escola de Veterinária, em Belo Horizonte, MG, entre novembro de 2013 e janeiro de 2014. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 6x2, com seis ingredientes (farinha de peixe, farinha de carne e ossos, farelo de soja, protenose de milho, soja integral tostada e farelo de trigo), duas dietas-referência (prática ou purificada), com quatro repetições, em dois períodos de coleta fecal (blocos). Cada unidade experimental foi composta por um tanque com sete peixes. O total de 336 juvenis de pacamã, com peso inicial de $256 \pm 1,41$ g, foram aleatoriamente distribuídos nos tanques. Utilizaram-se 24 tanques com 100 L de volume útil, semelhantes aos do sistema de Guelph modificado, ligados a um sistema de recirculação de água com temperatura média da água de $28,75 \pm 0,04^\circ\text{C}$ e oxigênio dissolvido de $6,19 \pm 0,27$ mg L⁻¹.

As dietas-referência e dietas-teste (Tabela 1) foram preparadas no Laqua-UFMG e fornecidas aos animais à vontade no período da tarde e à noite (16:00, 18:00 e 20:00 horas). Os tanques foram limpos diariamente, antes da coleta das fezes, que foram transferidas e estocadas em potes que formaram um pool de cada tanque e, posteriormente, foram armazenadas em freezer a -20°C , para análises da composição nutricional e determinação de cromo. Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDAs) dos nutrientes e a energia bruta das dietas-referência e dietas-teste foram calculados pela fórmula descrita por Nose (1960), como: $\text{CDA} (\%) = 100 - 100 \times [(\% \text{ indicador dieta}) / (\% \text{ indicador fezes})] \times [(\% \text{ N fezes}) / (\% \text{ N dieta})]$, em que: CDA é o coeficiente de digestibilidade aparente de um nutriente ou energia da dieta-teste ou da dieta-referência; % indicador dieta e % indicador são, respectivamente, o teor do Cr₂O₃ da dieta e das fezes;

% N dieta e % N fezes representam, respectivamente, a concentração do parâmetro nutricional de interesse (por exemplo, proteína ou energia) na dieta e nas fezes.

Os valores de digestibilidade aparente para matéria seca, proteína bruta e energia bruta dos ingredientes foram determinados conforme metodologia proposta por Cho & Slinger (1979), baseada na proporção de 70:30 da mistura da dieta-referência e ingrediente, e na equação abaixo, atualizada por Bureau et al. (1999): $\text{CDA} (\%) = \text{CDA}_{\text{teste}} + (\text{CDA}_{\text{teste}} - \text{CDA}_{\text{ref.}}) \times (0,7 \times \text{N}_{\text{ref.}}) / (0,3 \times \text{N}_{\text{ing.}})$, em que: CDA é a digestibilidade de um nutriente ou energia do ingrediente-teste; CDA_{teste} é a digestibilidade aparente da dieta-teste (dieta com 30% do ingrediente e 70% da dieta referência); CDA_{ref.} é a digestibilidade aparente da dieta-referência (dieta composta por 100% da dieta referência); N_{ref.} e N_{ing} são os nutrientes (ou energia) de interesse na

Tabela 1. Composição nutricional das dietas-referência prática e purificada.

Ingrediente da dieta prática / purificada	Dieta prática (%)	Dieta purificada (%)
Farinha de salmão / Amido	39,38	24,0
Farelo de trigo / Caseína	29,77	21,39
Farelo de soja / Albumina	9,43	17,66
Quirera de arroz / Gelatina	8,34	7,0
Soja integral tostada / Celulose	7,81	4,0
Fosfato bicálcico	2,17	8,11
Premix vitamínico ⁽¹⁾	1,20	1,1
Óleo de soja:óleo peixe (1:1) / Óleo de peixe	1,02	8,34
Sal comum	0,50	0,5
Inerte ⁽²⁾	0,09	7,52
Vitamina C	0,29	0,29
Óxido de cromo (indicador)	0,1	0,1
Composição (%)		
Matéria seca (MS)	92,75	91,07
Proteína bruta (PB)	43,49	41,90
Extrato etéreo (EE)	7,87	7,35
Energia bruta (EB) (kcal kg ⁻¹)	4.410	4.092
Fibra bruta (FB) ⁽³⁾	3,93	3,99
Amido ⁽³⁾	17,23	21,0
Ca	1,23	1,85
P	0,21	0,24
Cinzas	10,49	18,25

⁽¹⁾Premix vitamínico (mg kg⁻¹ ou UI kg⁻¹): ácido fólico, 2.500; ácido pantotênico, 3.750; BHT, 2.500; biotina, 125; Zn, 20; Cu, 2.000; colina, 125; Fe, 15; I, 125; vitamina K3, 1.000; Mn, 3.700; niacina, 7.800; Se, 75; vitamina A, 2.000.000; vitamina E, 15.000; vitamina B1, 2.500; vitamina B12, 5.000; vitamina B2, 2.500; vitamina B6, 2.000; vitamina D3, 500.000; etoquim, 2.500.⁽²⁾Caulim. ⁽³⁾Valor calculado.

dieta-referência e no ingrediente, respectivamente. Os dados foram avaliados quanto à normalidade dos erros (teste Lilliefors) e homocedasticidade das variâncias (teste de Cochran). Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância fatorial com dois fatores (dieta referência e ingredientes), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e energia bruta foram influenciados pelos ingredientes avaliados e pela dieta-referência prática ou purificada (Tabela 2). As fontes de carboidrato presentes na dieta-teste influenciam o CDA dos ingredientes. Os polissacarídeos não amiláceos solúveis podem impedir a interação dos diferentes nutrientes e diminuir sua aditividade na dieta (Glencross et al., 2010).

Verificou-se que os CDA da matéria seca para ingredientes – farelo de trigo e soja integral tostada – foi menor, quando se utilizou a dieta-referência purificada. Resultados semelhantes foram obtidos por Glencross et al. (2012) para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), em que a adição de celulose ou lignosulfonato à dieta reduziu a digestibilidade da matéria seca. Uma vez que as dietas-referência, no presente trabalho, apresentaram equidade de valores de fibra bruta, pode-se inferir que, provavelmente, a fonte e tipo de fibra proporcionaram resultados diferentes quanto à digestibilidade. Irvin et al. (2015) constataram que o efeito interativo de diferentes polissacarídeos pode alterar os valores de digestibilidade dos ingredientes. Os menores CDA da

matéria seca, na dieta purificada, foram observados para os ingredientes de origem vegetal (farelo de trigo, soja integral tostada, farelo de soja), resposta associada às fontes de carboidrato presentes na dieta-referência, como discutido anteriormente. Houve, também, baixo aproveitamento da fração energética do farelo de trigo e farelo de soja pelo pacamã, provavelmente, em razão do baixo conteúdo de lipídios presente nesses ingredientes. Assim, também, ao utilizar outra espécie carnívora, o surubim (*Pseudoplatystoma* spp.), Gonçalves & Carneiro (2003) determinaram baixos coeficientes de digestibilidade da energia bruta do farelo de soja (61,66%) e do farelo de trigo (53,20%). Quanto à protenose de milho, os CDA da proteína para o pacamã foram considerados satisfatórios (90,54% dieta prática e 90,27% dieta purificada). Estes resultados confirmam o relato de Tibbetts et al. (2006), que afirmaram que as espécies carnívoras como o pacamã apresentam os maiores CDA de energia e proteína bruta quanto aos ingredientes proteicos. Com base nos valores determinados para os CDA, independentemente da dieta-referência, pode-se deduzir que a espécie pacamã pode utilizar de modo eficiente os ingredientes de origem vegetal, principalmente aqueles utilizados como fonte de proteína, como a protenose de milho e a soja integral tostada. Assim, os coeficientes de digestibilidade aparente dos ingredientes apresentam resultados diferentes, de acordo com a dieta-referência, mas o pacamã apresenta elevados valores de CDA quanto aos ingredientes proteicos de origem vegetal, para as duas dietas-referência.

Tabela 2. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta, da matéria seca e da energia bruta, na dieta-referência prática e na dieta-referência purificada de ingredientes para juvenis de pacamã⁽¹⁾.

Alimento	CDA da matéria seca		CDA da proteína bruta		CDA da energia bruta	
	Prática	Purificada	Prática	Purificada	Prática	Purificada
Farelo de trigo	75,19Aa	61,57Cb	83,5Cb	87,55Ba	79,08Ca	68,32Da
Soja integral tostada	85,33Aa	67,68BCb	90,87Aa	87,06Ba	81,02BCa	77,13BCa
Protenose de milho	85,60Aa	77,47ABa	90,54Aa	90,27ABa	87,90ABa	83,20Aba
Farelo de soja	51,72Ba	55,30Ca	88,69ABa	91,44Aa	63,55Db	73,31CDa
Farinha de carne e ossos	85,20Aa	76,77ABa	82,38Cb	88,23ABa	92,67Aa	85,90Aa
Farinha de peixe	77,49Aa	84,61Aa	85,70BCb	91,49Aa	87,09ABa	87,87Aa
Coeficiente de variação (%)	3,78		1,1		2,59	

⁽¹⁾Médias seguidas de letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, entre dietas-referência em um mesmo CDA, diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa; à Escola de Veterinária da UFMG e ao Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Três Marias - Codevasf, e ao Convênio Cemig GT/Codevasf (Cv 4020000357), pelo apoio estrutural.

Referências

- BUREAU, D.P.; HARRIS, A.M.; CHO, C.Y. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.180, p.345-358, 1999. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00210-0.
- CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. Apparent digestibility measurement in feedstuff for rainbow trout. In: HALVER, J.E.; TIEWS, K. (Ed.). **Finfish nutrition and fish feed technology**. Berlin: Heenemann GmbH, 1979. v.2, p.239-247.
- GLENCROSS, B.; HAWKINS, W.; MAAS, R.; KAROPOULOS, M.; HAULER, R. Evaluation of the influence of different species and cultivars of lupin kernel meal on the extrusion process, pellet properties and viscosity parameters of salmonid feeds. **Aquaculture Nutrition**, v.16, p.13-24, 2010. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2008.00636.x.
- GLENCROSS, B.; RUTHERFORD, N.; BOURNE, N. The influence of various starch and non-starch polysaccharides on the digestibility of diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.356/357, p.141-146, 2012. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2012.05.023.
- GONÇALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.779-786, 2003. DOI: 10.1590/S1516-35982003000400001.
- IRVIN, S.; BLYTH, D.; BOURNE, N.; GLENCROSS, B. A study of the discrete and interactive effects of different polysaccharides on the digestibility of diets fed to barramundi (*Lates calcarifer*). **Aquaculture nutrition**, p.1-8, 2015. DOI: 10.1111/anu.12321.
- LUZ, R.K.; SANTOS, J.C.E. dos. Densidade de estocagem e salinidade da água na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.903-909, 2008. DOI: 10.1590/s0100-204x2008000700015.
- LUZ, R.K.; YOSHIMI, S.; SANTOS, J.C.E. dos. Reproducción y larvicultura de pacamán. **Infopesca Internacional**, n.36, p.20-23, 2008.
- LUZ, R.K.; SANTOS, J.C.E.; PEDREIRA, M.M.; TEIXEIRA, E.A. Effect of water flow rate and feed training on “pacamã” (Siluriforme: Pseudopimelodidae) juvenile production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.973-979, 2011. DOI: 10.1590/S0102-09352011000400024.
- NOSE, T. On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus* L.) and rainbow trout (*Salmo irideus* G.). **Bulletin Freshwater Fisheries Research Laboratory**, v.10, p.11-22, 1960.
- SALES, J.; BRITZ, P.J. Evaluation of different markers to determine apparent nutrient digestibility coefficients of feed ingredients for South African abalone (*Haliotis midae* L.). **Aquaculture**, v.202, p.113-129, 2001. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00575-0.
- SHIBATA, O.A. Family Pseudopimelodidae (Bumblebee catfishes, dwarf marbled catfishes). In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS JR., C.J. (Org.). **Check list of the freshwater fisher of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p.401-405.
- TIBBETTS, S.M.; MILLEY, J.E.; LALL, S.P. Apparent protein and energy digestibility of common and alternative feed ingredients by Atlantic cod, *Gadus morhua* (Linnaeus, 1758). **Aquaculture**, v.261, p.1314-1327, 2006. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.08.052.

Recebido em 8 de novembro de 2015 e aprovado em 6 de abril de 2016