



**PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DE PACU (*Piaractus mesopotamicus*)  
ALIMENTADOS COM GLÚTEN DE MILHO**

Vitória Teodoro **Gonçalves**<sup>1</sup>; José Luiz **Pilecco**<sup>2</sup>; Hamilton **Hisano**<sup>3</sup>

**Nº 15412**

**RESUMO** – O objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros sanguíneos de juvenis de pacu alimentados com glúten de milho. Foram utilizados 100 juvenis de pacu, com peso médio inicial de  $32,79 \pm 3,43$  g, distribuídos em vinte gaiolas com volume aproximado de 70 L cada, alojadas em cinco tanques circulares de 1000 L em sistema com renovação contínua de água proveniente de poço artesiano, durante 60 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos 0; 25; 50; 75 e 100 % de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho, que correspondeu a 6,12; 12,24; 18,36 e 24,49 % de inclusão de glúten na ração e quatro repetições. No final do experimento foi coletado sangue (1,0 mL) de doze peixes de cada tratamento para determinação do hematócrito, proteína plasmática total, hemoglobina, eritrócitos, volume corpuscular médio e concentração de hemoglobina corpuscular média. Para avaliação dos dados foi aplicado à análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos analisados. Pode-se concluir que a substituição de até 100 % (24,49 % de inclusão na ração) da proteína de soja pela proteína do glúten de milho não altera os parâmetros hematológicos de juvenis de pacu.

**Palavras-chaves:** Coproduto, farelo de soja, hematologia, *Piaractus mesopotamicus*.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Faculdade de Jaguariúna – FAJ, Jaguariúna-SP; vitoriatgoncalves@yahoo.com.br

2 Colaborador, Mestre em Zootecnia – Produção Animal no Cerrado – Pantanal, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana-MS.

3 Orientador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; hamilton.hisano@embrapa.br



**ABSTRACT** - This study aimed to assess blood parameters of pacu juveniles fed diets with corn gluten meal. One hundred pacu juveniles with average initial weight of  $32.79 \pm 3.43$  g were distributed in twenty cages with approximated 70 L of volume each, allocated in five circular tanks of 1000 L in a system with continue renewal of water from artesian well. The experimental design was completely randomized with five treatments 0; 25; 50; 75 and 100% of replacement of soybean meal protein by corn gluten meal protein, which corresponded to 6.12; 12.24; 18.36 and 24.49% of gluten inclusion in the diets and four repetitions. At the end of the experiment blood samples were collected (1.0 ml) of twelve fish per treatment for determination of hematocrit, plasma total protein, hemoglobin, erythrocytes, mean corpuscular volume and mean corpuscular hemoglobin concentration. Analysis of variance and Tukey test were applied at 5% significance level. There was no difference ( $P > 0.05$ ) between different treatments. Replacement up to 100% (24.49% inclusion in feed) of soy protein by corn gluten protein does not affect the hematological parameters juveniles of pacu.

**Key-words:** Coproduct, soybean meal, hematology, *Piaractus mesopotamicus*.

## 1 INTRODUÇÃO

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é um peixe da família Characidae encontrado na América do Sul, com distribuição entre a região Amazônica e bacia Paraná-Paraguai (SEVERI, 1991), e tem sido intensivamente cultivado em diferentes regiões do Brasil (BORGHETTI & CANZI, 1993).

É uma espécie onívora e sua alimentação sofre flutuação de acordo com a disponibilidade de alimento, devido a variações ambientais e a migração reprodutiva (URBINATI & GONÇALVES, 2005). Apresenta alto potencial zootécnico, crescimento acelerado, rusticidade, fecundidade elevada, fácil adaptação à alimentação artificial, além da sua grande aceitação no mercado (CASTAGNOLLI, 1992).

O crescimento do setor aquícola, associado à intensificação de estratégias eficientes de produção, contribuiu para a busca por ingredientes de alta qualidade que permitissem a formulação e o processamento de dietas com alto valor nutricional e economicamente viáveis, de modo a



## 9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

maximizar a produção de pescado e minimizar o impacto ambiental dos sistemas de produção (CYRINO et al., 2010).

O glúten de milho é uma proteína concentrada e contém no mínimo 60% de proteína bruta, podendo ser uma adequada fonte de proteína para compor rações para peixes (GATLIN III, et al., 2007). Os desequilíbrios nutricionais podem proporcionar alterações nos parâmetros sanguíneos dos peixes, tornando a hematologia uma importante ferramenta para a avaliação da resposta orgânica envolvendo a nutrição (TAVARES-DIAS et al. 2009). Desta forma, estas análises se tornam imprescindíveis na avaliação de diferentes coprodutos da agroindústria na alimentação de peixes.

Embora se destaque que a análise hematológica tem sido utilizada atualmente para complementação de estudos com distintos alimentos para peixes, ainda existem lacunas de informações, quanto aos efeitos das rações contendo glúten de milho sobre os parâmetros hematológicos do pacu. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros hematológicos de juvenis de pacu alimentados com rações contendo glúten de milho.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Piscicultura da Embrapa Agropecuária Oeste, durante 60 dias. Foram utilizados 100 juvenis de pacu, com peso médio inicial de  $32,79 \pm 3,43$  g, distribuídos em vinte unidades experimentais com volume aproximado de 70 L cada, alojadas em cinco tanques circulares de 1000 L em sistema com renovação contínua de água proveniente de poço artesiano. O experimento foi conduzido respeitando-se as normas estabelecidas pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA, da Embrapa Meio Ambiente (Protocolo nº 010/2012).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos 0; 25; 50; 75 e 100% de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho, que correspondeu a 6,12; 12,24; 18,36 e 24,49% de inclusão de glúten na ração e quatro repetições.

A partir dos valores digestíveis apresentados por Abimorad, Squassoni e Carneiro (2008), Abimorad e Carneiro (2007), Abimorad e Carneiro (2004) e bromatológicas por Rostagno et al. (2011) foram formuladas rações que apresentassem características isoproteicas, isoenergéticas e isofibras com 22% de PD, 3200 Kcal de ED  $\text{kg}^{-1}$  e 7,45% FB, respectivamente (Tabela 1). A ração foi fornecida diariamente *ad libitum*. As análises da concentração de carotenoides nas rações e no alimento teste foram realizadas em laboratório específico da área de acordo com os procedimentos de SINDIRAÇÕES (2009).



**9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015**  
**10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo**

**Tabela 1:** Formulação e composição bromatológica das rações experimentais.

Ingredientes	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Farelo de soja (45%)	34,89	26,17	17,44	8,72	-
Glúten de milho (60%)	-	6,12	12,24	18,36	24,49
Farinha de peixe	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Milho	29,79	35,00	39,50	43,52	48,55
Farelo de trigo	15,82	13,40	11,36	10,00	7,50
Óleo de soja	3,99	2,99	2,15	1,20	0,30
Fosfato bicálcio	2,24	2,35	2,52	2,60	2,70
Cloreto de sódio	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Celulose	4,64	5,21	5,86	6,50	7,20
L-Lisina (78%)	0,41	0,58	0,75	0,92	1,08
DL-Metionina (99%)	0,04	-	-	-	-
Suplemento vitamínico mineral <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vitamina C <sup>2</sup>	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Butil – Hidroxi – Tolueno	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
	<b>Composição química calculada</b>				
Energia Digestível – ED (kcal/kg)	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00	3200,00
Proteína Digestível – PD (%)	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Lisina Digestível (%)	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
Metionina Digestível (%)	0,38	0,38	0,40	0,44	0,47
Extrato Etéreo (%)	6,73	5,83	5,08	4,23	3,42
Fibra Bruta – FB (%)	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45
Cálcio (%)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Fósforo disponível (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Vitamina C (mg/kg)	220	220	220	220	220
	<b>Concentrações de carotenoides</b>				
Xantofila (mg/kg)	2,32	7,65	11,75	17,52	19,23

<sup>1</sup>Composição do suplemento vitamínico e mineral por kg de ração: vitamina A: 500.000 UI, vitamina D3, 250.000 UI, vitamina E 5.000 mg, vitamina K3, 500 mg, vitamina B1 1.000 mg, vitamina B2: 1.000 mg, vitamina B6: 1.000mg, vitamina B12: 2.000 mg, niacina: 2.500 ácido fólico: 500 mg, biotina: 10 mg, vitamina C 10.000 mg, colina: 100.000mg, Inositol: 1.000 mg, selênio: 30 mg, ferro: 5.000 mg, cobre: 1.000 mg, manganês: 5.000 mg, zinco: 9.000 mg, cobalto: 50 mg, iodo: 200mg.

<sup>2</sup>Níveis de garantia por quilograma do produto: Ácido ascórbico (min) 350.000 mg.



**9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015**  
**10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo**

Os ingredientes utilizados na confecção das rações foram moídos em moinho de facas (tipo Willey) e as rações processadas na forma de grânulos de diâmetro igual a 2,5 mm em uma peletizadora. As mesmas foram secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 24 horas e posteriormente armazenadas em refrigeração a 5°C. Os peixes foram alimentados diariamente (cinco vezes ao dia) às 8:00, 10:30, 13:00, 15:30 e às 18:00 horas, até a saciedade aparente.

O oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) da água dos tanques experimentais foram aferidos diariamente às 7:30 e 18:30 horas, por meio de oxímetro e termômetro digitais. Os teores de amônia ( $\text{mg L}^{-1}$ ), nitrito ( $\text{mg L}^{-1}$ ), nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ ), pH e alcalinidade ( $\text{mg L}^{-1}$ ) foram mensurados semanalmente por kit colorimétrico.

No final do experimento, 12 peixes de cada tratamento foram anestesiados com óleo de cravo e destinados à coleta de sangue, rendimentos de carcaça e filé, composição centesimal e qualidade de carne. A coleta de sangue foi realizada por punção da veia caudal com auxílio de seringa contendo EDTA (3%), coletou-se 1,0 mL de sangue de cada peixe. Essa porção foi destinada à determinação do hematócrito pelo método do microhematócrito segundo Goldenfarb et al. (1971), hemoglobina pelo método de cianometahemoglobina de Collier (1944), o teor de proteínas plasmáticas totais por meio de refratometria com auxílio de refratômetro portátil e contagem do número de eritrócitos em câmara de Neubauer usando solução Natt e Herrick (1952) como diluente.

A partir dos dados de hematócrito, hemoglobina e número de eritrócitos foram calculados os índices hematimétricos de Wintrobe (1934), compreendidos por volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

$$VCM = \frac{\text{Hematócrito}}{\text{Eritrócitos}} \times 10 \qquad CHCM = \frac{\text{Hemoglobina}}{\text{Hematócrito}} \times 100$$

Os dados da avaliação hematológica foram submetidos à análise de variância e aplicado o teste de Tukey a 5 % de significância.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Durante o período experimental, a temperatura média da água foi de  $28,61 \pm 0,86^{\circ}\text{C}$ , o oxigênio dissolvido de  $6,15 \pm 0,40 \text{ mg L}^{-1}$ , pH  $7,8 \pm 0,30$ , amônia total  $0,1 \pm 0,00 \text{ mg L}^{-1}$ , alcalinidade total  $60 \pm 0,20 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ , nitrato  $0,10 \pm 0,00 \text{ mg L}^{-1}$ , nitrito  $0,01 \pm 0,00 \text{ mg L}^{-1}$ .



**9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015**  
**10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo**

Os parâmetros de qualidade obtidos neste estudo apresentaram resultados adequados para o pacu (URBINATI e GONÇALVES, 2005).

Os dados dos parâmetros sanguíneos de hematócrito, proteína plasmática total, hemoglobina, eritrócitos, volume corpuscular médio e concentração de hemoglobina corpuscular média dos pacus alimentados com glúten de milho estão apresentados na Tabela 2. Não foram verificadas variações significativas nos parâmetros sanguíneos dos peixes dos diferentes tratamentos.

**Tabela 2:** Parâmetros sanguíneos de juvenis de pacu alimentados com glúten de milho.

Variáveis	Níveis de substituição (%) da proteína da soja pela do glúten de milho					
	0	25	50	75	100	CV (%)
Ht (%)	36,99	37,14	36,56	34,89	34,82	3,15
PPT (g dL <sup>-1</sup> )	5,15	5,14	5,04	5,39	5,14	2,53
Hb (g dL <sup>-1</sup> )	10,82	11,2	11,53	11,41	11,01	2,59
Er (10 <sup>6</sup> µL)	1,78	1,74	1,81	1,83	1,79	1,83
VCM (fl)	207,79	217,91	203,23	195,93	194,85	4,63
CHCM (%)	29,28	30,14	31,57	34,78	32,02	6,68

Ht = Hematócrito; PPT = Proteína Plasmática Total; Hb = Hemoglobina; Er = Número de Eritrócitos; VCM = Volume Corpuscular Médio; CHCM = Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média; CV (%) = Coeficiente de Variação.

Os parâmetros hematológicos dos peixes do grupo controle, ao final do período experimental demonstrou que todos os parâmetros sanguíneos estão dentro do intervalo normal para juvenis dessa espécie (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004).

Os resultados do presente estudo estão de acordo com os obtidos por Hu et al. (2012), que avaliaram a inclusão de 20% de glúten de milho como fonte proteica para o bagre do canal híbrido em comparação a rações tradicionais e não encontraram diferenças nos parâmetros hematológicos e nos índices de resposta imune.

Por outro lado, os resultados do presente estudo diferem dos resultados determinados por Kikuchi (1999), que observou alterações nos parâmetros sanguíneos de juvenis de linguado japonês (*Paralichthys olivaceus*) alimentados com níveis acima de 40% de glúten de milho em substituição a farinha de peixe. Segundo o mesmo autor, essa diferença possivelmente está relacionada ao desbalanceamento de aminoácidos essenciais presentes em algumas dietas experimentais avaliadas.

No presente estudo, as rações foram formuladas de forma isoaminoacídicas para metionina e lisina, que são os principais aminoácidos essenciais limitantes para o crescimento e homeostase



## 9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

dos peixes, atendendo as exigências nutricionais para a espécie. Dessa forma, as rações experimentais estavam adequadamente balanceadas, resultando em condições de normalidade para os parâmetros hematológicos e sem alterações significativas.

### 4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a substituição de até 100 % (24,49 % de inclusão na ração) da proteína de soja pela proteína do glúten de milho não altera os parâmetros hematológicos de juvenis de pacu.

### 5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos e suporte financeiro ao projeto (406453/2012-8) juntamente com o Ministério da Pesca e Aquicultura e à Embrapa Meio Ambiente pela oportunidade de estágio.

### 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Digestibility and performance of pacu *Piaractus mesopotamicus* juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels, **Aquaculture Nutrition**, v. 13, p. 1-9, 2007.

ABIMORAD, E. G.; SQUASSONI, G. H.; CARNEIRO, J. D. Apparent digestibility of protein, energy, and amino acids in some selected feed ingredients for pacu *Piaractus mesopotamicus*, **Aquaculture Nutrition**, v. 14, p. 374-380, 2008.

BORGHETTI, J.R.; CANZI, C. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. **Aquaculture** 114, 93-101, 1993.

CASTAGNOLLI, N. Criação de peixes de água doce. Jaboticabal: FUNEP, 1992.189 p.

COLLIER, H.B. The standardizations of blood haemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, v.50, p.550-552, 1944.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010.

GATLIN III, D. M.; BARROWS, T. F.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T. G.; HARDY, R.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, A.; NELSON, R.; OVERTURF, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v.38, p.551-579, 2007.



**9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015**  
**10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo**

GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROSIOUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determinations, **American Journal of Clinical Pathology**, v. 56, p. 35-39, 1971.

HU, B.; FERRELL, M.; LIM, C. E.; DAVIS, D. A. Evaluation of traditional diet and corn gluten feed substituted alternative diet for pond-raised hybrid catfish on production and xanthophyll level, **Aquaculture**, v. 354–355, p. 22–26, 2012.

KIKUCHI, K. Partial replacement of fish meal with corn gluten meal in diets for Japanese Flounder *Paralichthys olivaceus*, **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 30, n. 3, 1999.

NATT, M.P., HERRICK, C.A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. **Poultry Science**. v. 31, n. 4, p.735-738, 1952.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, F. L. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª Edição, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SEVERI, W. **Aspectos morfométricos e estruturais das brânquias de pacu (*Piaractus mesopotamicus* - Holmbreg, 1887, Osteichthyes, Serraxalmidae)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 1991.

SINDIRAÇÕES. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. Método 09, p. 45 – 47, 2009.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto: M. Tavares-Dias, 2004. 144 p.

TAVARES-DIAS, M.; ISHIKAWA, M. M.; MARTINS, M. L. Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo, in: NETO SARAN, A.; MARIANO, W. S.; SORIA, S. F. P., **Tópicos Especiais em Saúde e Criação Animal**, Editora PEDRO&JOÃO, 2009. p. 304.

URBINATI, E. C.; GONÇALVES, F. D. pacu *Piaractus mesopotamicus*. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Org.), **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**, Editora UFSM, Santa Maria, RS. 2005, p. 470.

WINTROBE, M. M. Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates, **Folia Haematologica**, v. 51, p. 32-49, 1934.