

# AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE FARELO DE ALGODÃO SOBRE O DESEMPENHO E A COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ALEVINOS DE PIAVUÇU (*Leporinus macrocephalus*)

Sandra Regina de SOUZA <sup>1</sup>; Carmino HAYASHI <sup>2</sup>;  
Telma SOARES <sup>3</sup>; Luciana Segura de ANDRADE <sup>4</sup>

## RESUMO

O desempenho e a composição corporal de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), submetidos a diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão - FA: 0; 7; 14; 21; e 28% - na ração, foram avaliados através de experimento realizado por um período de 54 dias, no Laboratório de Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá. Foram utilizados 250 alevinos, com peso inicial de  $0,58 \pm 0,18$  g, comprimento inicial de  $3,69 \pm 0,39$  cm e idade aproximada de 35 dias, distribuídos em 25 tanques de 250 L cada um, em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições. As dietas, sob a forma de *pellets*, continham 28% de proteína e 3.000 kcal de energia digestível. Os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade e pH durante o período experimental foram, respectivamente,  $23,10 \pm 0,23$  °C;  $6,94 \pm 0,53$  mg/L;  $197,55 \pm 15,01$   $\mu$ S/cm; e  $8,26 \pm 0,23$ . O peso final, ganho de peso, comprimento final, conversão alimentar aparente, sobrevivência, rendimento de carcaça e porcentagem de gordura na carcaça não apresentaram variação significativa ( $P > 0,05$ ) em função dos diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão na dieta. A taxa de eficiência protéica e a porcentagem de proteína na carcaça apresentaram diminuição linear à medida que os níveis de inclusão do FA aumentavam, enquanto os teores de cinza e de fósforo na carcaça apresentaram aumento linear nessa mesma situação. O fator de condição, a matéria seca e o cálcio na carcaça apresentaram efeito quadrático, com pontos de máxima em 17,43%; 13,61%; e 26,92% de FA, respectivamente. Conclui-se que é possível utilizar até 28% de inclusão de farelo de algodão na dieta de alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus*, sem afetar significativamente o desempenho dos animais.

**Palavras-chave:** desempenho; nutrição; farelo de algodão; *Leporinus macrocephalus*; piavuçu

## EVALUATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF COTTON SEED MEAL ON THE PERFORMANCE AND BODY COMPOSITION OF PIAVUÇU (*Leporinus macrocephalus*) FRY

### ABSTRACT

The performance and body composition of piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) fry, fed on diet with different inclusion levels of cotton seed meal - CM: 0; 7; 14; 21; and 28%, were evaluated. The experiment, done at the Aquaculture Laboratory of the State University of Maringá, lasted 54 days. Two hundred and fifty fry with initial weight  $0.58 \pm 0.18$  g, initial length  $3.69 \pm 0.39$  cm, approximate age 35 days, were distributed in 25 tanks of 250 L each one, in a totally randomized design, with five treatments and five replications. Pelleted diets contained 28% protein and 3,000 kcal of digestible energy. Mean values of temperature, dissolved oxygen, conductivity and pH, during the experimental period, were, respectively,  $23.10 \pm 0.23$  °C;  $6.94 \pm 0.53$  mg/L;  $197.55 \pm 15.01$   $\mu$ S/cm; and  $8.26 \pm 0.23$ . No significant effect ( $P > 0.05$ ) was detected in final weight, weight gain, final

**Artigo Científico:** Recebido em 12/09/2003 - Aprovado em 29/12/2004

<sup>1</sup> Zootecnista do Laboratório de Aquicultura do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá  
Endereço/Address: Av. Colombo, 5790 - CEP: 87020-900 - Maringá - Paraná - e-mail: srsouza@uem.br

<sup>2</sup> Professor Titular do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá  
Endereço/Address: Av. Colombo, 5790 - CEP: 87020-900 - Maringá - Paraná - e-mail: chayashi@uem.br

<sup>3</sup> Bióloga - Graduada na Faculdade de Filosofia de Jandaia do Sul - PR / FAFIJAN

<sup>4</sup> Bióloga - Graduada na Universidade Estadual de Maringá - PR / UEM

length, apparent food conversion, survival, carcass yield and percentage of fat in carcass when different treatments were given. Protein efficiency rate and protein percentage in the carcass showed a linear decrease in proportion to the increasing of CM inclusion levels. On the other hand, carcass ash and phosphorus increased linearly. Condition factor, dry matter and carcass calcium presented a quadratic effect, with maximum point in 17.43%; 13.61%; and 26.92% of CM, respectively. It is suggested the use of 28% of cotton seed meal inclusion in the diet of the fry of piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), without affecting the performance of the animals.

**Key words:** performance; nutrition; cotton seed meal; *Leporinus macrocephalus*; piavuçu

## INTRODUÇÃO

A piscicultura é o setor da produção animal que mais rapidamente se expande no Brasil (CASTAGNOLLI, 1997). Segundo BORGHETTI e OSTRENSKI (1998), no Brasil, essa atividade vem crescendo em um ritmo de aproximadamente 30% ao ano. Ela é capaz de transformar áreas improdutivas de pequeno tamanho ou de baixo rendimento agropecuário em áreas altamente produtivas, caracterizando-se, assim, como opção de diversificação da atividade desenvolvida em propriedades rurais. A aqüicultura começou a ganhar força no cenário socioeconômico quando se perceberam suas imensas potencialidades frente a outras atividades produtivas. Na aqüicultura, os índices de impacto sobre o ambiente são relativamente baixos, e os subprodutos e resíduos agrícolas são transformados em proteína animal de excelente qualidade. Portanto, a piscicultura vem sendo considerada uma nova alternativa econômica para o setor agropecuário brasileiro, uma vez que as condições hidrográficas e climáticas são favoráveis ao seu desenvolvimento (LOVSHIN, 1997).

Dentre as espécies brasileiras com potencial para aqüicultura destaca-se o piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), peixe nativo da Bacia do Rio Paraguai (GARAVELLO e BRITSKI, 1988) e considerado de grande importância econômica para a pesca na área do pantanal matogrossense, por ser uma das espécies de maior porte dentro do gênero. De acordo com SOARES *et al.* (2000), o piavuçu tem grande potencial para a piscicultura por apresentar crescimento rápido, carne saborosa e rusticidade. Além disso, a espécie apresenta hábito alimentar onívoro e adapta-se com grande facilidade a dietas artificiais, o que a torna muito procurada para criações intensivas.

O aumento da produtividade requer a utilização de rações completas, pois o alimento natural não atende, plenamente, às exigências nutricionais dos peixes, principalmente quando criados em sistemas

intensivos ou superintensivos, em que a elevada biomassa por área e as deficiências ou desbalanceamento dos nutrientes podem acarretar diminuição de produtividade e, conseqüentemente, menor retorno econômico (FURUYA *et al.*, 2001). Na aqüicultura intensiva, mais de 50% dos custos de produção são relativos à ração (EL-SAYED, 1999), o que vem demandando a realização de pesquisas sobre alimentos alternativos, que atendam às exigências nutricionais dos animais, sem alterar a qualidade da ração.

O farelo de algodão é um subproduto de indústria, que contém cerca de 40% de proteína bruta e 12% de fibra bruta. Seu perfil de aminoácidos essenciais é satisfatório, exceto em relação à lisina (PEIXOTO e MAIER, 1993). Embora considerado alimento de valor nutricional inferior ao do farelo de soja, em razão de seu baixo teor de lisina e à presença de gossipol, o farelo de algodão apresenta razoável palatabilidade e baixo custo, o que tem viabilizado seu emprego em dietas para peixes tropicais, em níveis maiores que os utilizados em rações para os demais peixes monogástricos (PEZZATO, 1995; SALARO *et al.*, 1999).

O gossipol é um pigmento polifenólico, presente na semente de algodão (NRC, 1993). É uma substância que forma complexos estáveis com cátions, podendo causar anemia nos monogástricos, sendo, por isso, considerado fator antinutricional. Pode também combinar-se com algumas proteínas e aminoácidos, indisponibilizando-os para a absorção, sendo esta a principal razão de sua toxicidade e de seu efeito acumulativo (ABOU-DONIA *et al.*, 1970). Segundo BEAUDOIN (1985), o gossipol pode causar anormalidades nas organelas celulares, interferir nos processos bioquímicos e inibir a atividade de várias enzimas.

Em razão do baixo custo e da abundância do farelo de algodão, alguns países utilizam esse produto para suprir parcial ou totalmente as fontes protéicas das rações para monogástricos. A Região Nordeste do Brasil é a que mais utiliza o farelo de algodão na alimentação animal (PEIXOTO e MAIER, 1993).

Segundo VIANNA (1975), o gossipol pode ser eliminado do farelo, facilmente, por meio de solventes químicos (éter, acetona, clorofórmio) ou pelo calor. Porém, esse procedimento é custoso e encarece o produto, inviabilizando sua utilização, uma vez que a finalidade do uso deste farelo como fonte protéica substituta é obter dietas mais econômicas. De acordo com SALARO *et al.* (1999), vários criadores vêm empregando a semente de algodão na formulação de dietas, embora as conseqüências desta prática não sejam ainda bem conhecidas.

Em pesquisas com peixes, OIOLLI *et al.* (1992) limitaram o uso do farelo de algodão a, no máximo, 33% de inclusão em dietas para a tilápia-do-Nilo, enquanto BARROS *et al.* (1995), trabalhando com alevinos de carpa comum (*Cyprinus carpio*), observaram que o nível de 24% de substituição da farinha de peixe pelo farelo de algodão resultou em maior ganho de peso, não sendo observados sinais de problemas antinutricionais. GALDIOLI *et al.* (2001) trabalharam com alevinos de piavuçu e observaram que a substituição de 50% da proteína de farelo de soja por aquela de farelo de algodão é possível, sem prejudicar o desempenho produtivo dos animais.

O presente experimento teve por objetivo avaliar o desempenho e a composição corporal de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Aqüicultura do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá, durante o período de 14/05/02 a 08/07/02. Foram utilizados 250 alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus*, provenientes de

uma piscicultura local, que apresentavam peso inicial médio de  $0,58 \pm 0,18$  g, comprimento inicial médio de  $3,69 \pm 0,39$  cm e idade aproximada de 35 dias. Os alevinos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, em 25 tanques de cimento-amianto com capacidade de 250 L cada um, sendo um tanque com 10 alevinos considerado como unidade experimental.

Cada tanque tinha seu próprio sistema de entrada e saída da água, com renovação diária da água de aproximadamente 30% do volume total, os quais eram ainda equipados com sistema de aeração constante, através de pedras pororas conectadas a um compressor de ar. O aquecimento da água dos tanques era feito individualmente, com aquecedores de aquário de 100 W, sendo os tanques mantidos cobertos com tela de sombrite 50%.

Os parâmetros físicos e químico da água, como, pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e oxigênio dissolvido ( $\text{mg}/\text{L}$ ) foram medidos semanalmente, enquanto a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) foi monitorada, diariamente, às 8h30 e 17 horas.

O farelo de algodão utilizado para a formulação das rações continha 40,33% de proteína bruta e 13,50% de fibra bruta, conforme tabela 1. Para o período experimental foram elaboradas cinco rações com diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão, a saber, 0; 7; 14; 21; e 28%, e formuladas de modo a conterem 28% de proteína e 3.000 kcal de energia digestível, conforme recomendação do NRC (1993) e com base nos valores de energia digestível obtidos por SOUZA e HAYASHI (2003), sendo as mesmas isocalóricas, isoprotéicas, isocálcicas e isofosfóricas. A composição química dos cinco tipos de ração consta da tabela 2.

**Tabela 1.** Composição química do farelo de algodão (base na matéria natural)<sup>1</sup>

Parâmetro	Proporção no farelo
Matéria seca (%)	93,67
Proteína bruta (%)	40,33
Energia bruta (kcal/kg)	4.287,65
Extrato etéreo (%)	2,67
Fibra bruta (%)	13,50
Fósforo total (%)	0,93
Cálcio (%)	0,15
Gossipol ( $\text{mg}/\text{kg}$ ) <sup>2</sup>	53,66

<sup>1</sup> Análises realizadas no LANA/DZO/UEM

<sup>2</sup> Análise realizada no LABTEC - Laboratório de Alta Tecnologia de Campinas - SP

**Tabela 2.** Composição química das rações experimentais, com diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão, utilizadas na alimentação de alevinos de piavuçu<sup>1</sup>

Parâmetro	Nível de inclusão de farelo de algodão (%)				
	0	7	14	21	28
Farelo de algodão	0,00	7,00	14,00	21,00	28,00
Farelo de soja	61,27	55,31	49,36	43,41	37,46
Milho	29,95	29,26	28,57	27,88	27,19
Calcário calcítico	0,89	1,03	1,16	1,29	1,42
Fosfato bicálcico	2,32	2,13	1,95	1,76	1,58
DL-Metionina 99	0,13	0,10	0,07	0,04	0,00
L-Lisina	0,00	0,06	0,12	0,17	0,23
Óleo de soja	4,42	4,09	3,76	3,43	3,10
Antioxidante (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Suplemento min.vit. <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Energia digestível (kcal/kg) <sup>3</sup>	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína digestível (%) <sup>3</sup>	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Proteína bruta (%)	30,57	30,63	30,70	30,77	30,84
Fibra bruta (%)	3,57	4,21	4,85	5,49	6,13
Gordura (%)	7,08	6,77	6,46	6,15	5,85
Linoleico	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60
Fósforo (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lisina (%)	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Metionina + Cistina (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90

<sup>1</sup> Baseados nos valores de composição dos alimentos, de ROSTAGNO *et al.* (1994)

<sup>2</sup> Níveis de garantia por quilograma do produto (Rovimix peixes): Vit. A, 500.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>, 200.000 UI; Vit. E, 5.000 mg; Vit. K<sub>3</sub>, 1.000 mg; Vit. B<sub>1</sub>, 1.500 mg; Vit. B<sub>2</sub>, 1.500 mg; Vit. B<sub>6</sub>, 1.500 mg; Vit. B<sub>12</sub>, 4.000 mg; Ác. Fólico, 500 mg; Pantotenato Ca, 4.000 mg; Vit. C, 15.000 mg; Biotina, 50 mg; Inositol, 10.000; Nicotinamida, 7.000; Colina, 40.000 mg; Cobalto, 10 mg; Cobre, 500 mg; Ferro, 5.000 mg; Iodo, 50 mg; Manganês, 1.500 mg; Selênio, 10 mg; Zinco, 5.000 mg; veículo, q.s.p. 1000 g

<sup>3</sup> Valores de energia e proteína digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade determinados por SOUZA e HAYASHI (2003)

Para a preparação das dietas experimentais, os ingredientes foram moídos individualmente, em moinho tipo faca, sendo, também, utilizada peneira com abertura de 0,5 mm, de acordo com HAYASHI *et al.* (1999). Os ingredientes moídos foram misturados, e a mistura resultante foi homogeneizada e umedecida com água a 50 °C, para preparação dos *pellets*, os quais, na seqüência, foram secos em estufa a 55 °C por 12 horas. Para o fornecimento aos peixes, os *pellets* foram desintegrados, sendo os fragmentos separados, por tamanho, em peneiras de diferentes malhas, para melhor se adaptarem ao tamanho da boca dos animais.

O arraçoamento foi realizado três vezes ao dia (8h30, 13h30 e 17h30), à vontade. Diariamente, antes da primeira alimentação, eventuais sobras de ração e excretas existentes nos tanques eram retiradas com

auxílio de sifão. Na quinzena final do experimento, esse procedimento de limpeza também foi feito à tarde, antes da última alimentação.

Ao final do período experimental, os peixes foram capturados com puçá e mergulhados em solução de Benzocaína 120 mg/L, para, a seguir, serem efetuadas as medidas individuais de peso e comprimento total dos peixes de cada unidade experimental.

As variáveis avaliadas foram peso final, ganho de peso, comprimento final, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência protéica, fator de condição, sobrevivência, rendimento de carcaça, matéria seca, cinzas, porcentagem de proteína na carcaça, porcentagem de gordura na carcaça, cálcio e fósforo na carcaça.

Para os cálculos dos parâmetros de desempenho produtivo foram utilizadas as seguintes equações:

**Taxa de eficiência protéica** (JAUNCEY e ROSS, 1982).

$$TEP = GP/PC$$

em que: TEP = Taxa de eficiência protéica;

GP = Ganho de peso (g);

PC = Proteína consumida (g).

**Ganho de peso**

$$GP = PF - PI$$

em que: GP = Ganho de peso;

PF = Peso final (g);

PI = Peso inicial (g).

**Conversão alimentar**

$$CA = CR/GP$$

em que: CA = Conversão alimentar;

CR = Consumo de ração (g);

GP = Ganho de peso (g).

**Fator de condição**

$$FC = PF/CF^3$$

em que: FC = Fator de condição;

PF = Peso final;

CF = Comprimento final.

**Rendimento de carcaça**

$$RC = (PE/PT) 100$$

em que: RC = Rendimento de carcaça;

PT = Peso total do peixe;

PE = Peso do peixe eviscerado.

A determinação da matéria seca, proteína, extrato etéreo, gordura, cinzas, cálcio e fósforo das carcaças foi realizada, de acordo com a metodologia descrita em SILVA (1990), no Laboratório de Análise de Alimentos, do Departamento de Zootecnia da

Universidade Estadual de Maringá (LANA/DZO/UEM). Para essas análises, os peixes foram abatidos e previamente secos em estufa de ventilação forçada, a 55 °C e por 72 horas.

O modelo estatístico utilizado para as análises das variáveis estudadas foi:

$$Y_{ij} = b_0 + b_1(h_i - h) + b_2(h_i - h)^2 + e_{ij}$$

em que:

$Y_{ij}$  = observação referente ao tanque j, em que se utilizou o nível de inclusão i;

$b_0$  = constante geral;

$b_1$  = coeficiente linear de regressão da variável Y em função do de inclusão i;

$b_2$  = coeficiente quadrático de regressão da variável Y em função do de inclusão i;

$h_i$  = nível de substituição i;

h = média dos níveis de substituição;

$e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ij}$ .

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância em nível de 5% de probabilidade. Em caso de diferenças, aplicou-se análise de regressão através do programa estatístico SAEG - Sistema Para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade e pH durante o período experimental foram  $23,10 \pm 0,23^\circ\text{C}$ ;  $6,94 \pm 0,53 \text{ mg/L}$ ;  $197,55 \pm 15,01 \mu\text{S/cm}$ ; e  $8,26 \pm 0,23$ , respectivamente, permanecendo, portanto, dentro da faixa de valores recomendada para a aqüicultura (EGNA e BOYD, 1997).

Os valores médios dos parâmetros de desempenho de alevinos de piavuçu ao final do período experimental encontram-se na tabela 3.

**Tabela 3.** Valores médios de parâmetros de desempenho de alevinos de piavuçu alimentados com ração com diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão

Parâmetro de desempenho	Nível de inclusão de farelo de algodão (%)					CV(%)
	0	7	14	21	28	
Peso inicial (g)	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	1,39
Peso final (g)	7,28	6,78	6,84	7,12	6,53	10,27
Ganho de peso (g)	6,68	6,17	6,23	6,52	5,93	11,91
Comprimento final (cm)	8,23	7,93	7,84	7,97	7,81	3,53
Conversão alimentar aparente	1,09	1,09	1,20	1,13	1,20	9,25
Taxa de eficiência protéica (%) <sup>1</sup>	3,31	3,29	3,08	3,19	2,82	7,37
Fator de condição <sup>2</sup>	1,31	1,36	1,42	1,40	1,37	4,95
Sobrevivência (%)	92,00	98,00	92,00	92,00	90,00	10,56

<sup>1</sup> Efeito Linear /  $Y = 3,35543 - 0,0155143X$ ;  $R^2 = 0,73$

<sup>2</sup> Efeito Quadrático /  $Y = 1,30062 + 0,0125969X - 0,000361292X^2$ ;  $R^2 = 0,95$ ;  $PM = 17,43\%$

O ganho de peso, o peso final e o comprimento final dos alevinos não foram afetados significativamente ( $P > 0,05$ ) pelos diferentes tratamentos, mostrando que o farelo de algodão, apesar de apresentar fatores antinutricionais, não prejudica o desempenho destes animais, quando utilizado em níveis de até 28%. Resultado semelhante foi obtido por GALDIOLI *et al.* (2001), que utilizaram, na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), dietas com 50 e 100% de substituição do farelo de soja e verificaram que quando a substituição foi de 50% não houve diferença no ganho de peso. Em trabalho com carpa comum (*Cyprinus carpio*), BARROS *et al.* (1995) observaram que 24% de substituição da farinha de peixe por farelo de algodão proporcionou maior ganho de peso aos animais. Por outro lado, OFOJEKWU e EJIKE (1984) utilizaram, para tilápia, níveis de 16,4 e 19,6% de inclusão de torta de algodão e verificaram redução do crescimento dos animais. Ainda para tilápia-do-Nilo, EL-SAYED (1990), utilizando dietas com 30% de proteína bruta e inclusão de 65-80% de farelo de algodão, observou diminuição significativa da taxa de crescimento dos animais.

Neste trabalho experimental, a conversão alimentar aparente não foi afetada de forma significativa ( $P > 0,05$ ) pelos diferentes tratamentos. Por outro lado, GALDIOLI *et al.* (2001) observaram aumento da conversão alimentar quando utilizaram mais de 50% de substituição na alimentação de alevinos de piavuçu. Resultado semelhante também foi observado por MBAHINZIREKI *et al.* (2000) quando trabalharam com juvenis de tilápia-do-Nilo. ROBINSON *et al.* (1984) não observaram diferença significativa na conversão alimentar de alevinos de tilápia alimentados com dietas contendo 0,1 ou 0,2% de gossipol.

As taxas de sobrevivência registradas neste trabalho não apresentam diferenças ( $P > 0,05$ ) significativas, quando se consideram os diferentes tratamentos. Estes resultados estão de acordo com os de GALDIOLI *et al.* (2001), quando avaliaram o desempenho de alevinos de piavuçu, e também com os de SOUZA *et al.* (2000), que trabalharam com larvas de tilápia-do-Nilo, durante o processo de reversão sexual.

Em relação à taxa de eficiência protéica, observou-se redução linear ( $P < 0,05$ ) em função do aumento do nível de inclusão de farelo de algodão na dieta, provavelmente em razão de o gossipol ligar-se aos

aminoácidos do alimento, indisponibilizando-os para absorção. GALDIOLI *et al.* (2001) não observaram redução significativa da taxa de eficiência protéica, quando utilizaram 50% de substituição do farelo de soja por farelo de algodão na alimentação de alevinos de piavuçu, porém, quando a substituição foi de 100%, a redução da taxa de eficiência protéica foi significativa.

O fator de condição apresentou efeito quadrático em função dos diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão, com ponto de máximo em 17,43%, indicando que o farelo de algodão afeta o grau de nutrição dos alevinos de piavuçu.

As características de carcaça de alevinos de piavuçu ao final do período experimental deste trabalho são apresentadas na tabela 4. Estes dados são de grande importância quando se avaliam alimentos para peixes, pois é através das características de carcaça, como teor de proteína e teor de gordura, que se pode constatar um possível desbalanceamento nutricional na ração testada ou, ainda, a presença de fatores antinutricionais nos alimentos avaliados (BOSCOLO *et al.*, 2002).

Os valores das variáveis rendimento de carcaça e gordura na carcaça, obtidos neste experimento, não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) significativa entre os diferentes tratamentos, mostrando que o gossipol não interfere na absorção e deposição de gordura em alevinos de piavuçu.

Os teores de cinza e de fósforo na carcaça apresentaram aumento linear, enquanto a porcentagem de proteína na carcaça apresentou redução linear, ambos, em função do aumento dos níveis de inclusão de farelo de algodão na dieta. Esses resultados podem ser atribuídos à presença de gossipol, que causa a indisponibilização de aminoácidos (ABOU-DONIA *et al.*, 1970) e, então, o desbalanceamento dos teores dos componentes da ração, verificado pela maior deposição de cinzas e minerais na carcaça, que resulta em menores valores relativos de proteína na carcaça.

Os valores de matéria seca e de cálcio na carcaça apresentaram efeito quadrático em função dos diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão na ração, com pontos de máximo em 13,61% e em 26,92%, respectivamente, provavelmente em razão de o gossipol causar anormalidades nas organelas celulares, interferir nos processos bioquímicos e inibir a atividade de várias enzimas (BEAUDOIN, 1985).

**Tabela 4.** Características de carcaça de alevinos de piavuçu alimentados com ração com diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão

Parâmetro	Nível de inclusão de farelo de algodão (%)					CV(%)
	0	7	14	21	28	
Rendimento de carcaça (%)	81,96	83,34	83,34	81,89	80,57	3,58
Gordura na carcaça MN(%)	23,21	22,71	23,35	23,02	23,38	7,36
Matéria seca (%) <sup>1</sup>	89,48	88,91	90,62	89,64	89,00	0,78
Cinza (%) <sup>2</sup>	14,12	14,26	14,92	15,03	15,09	2,21
Proteína na carcaça MN(%) <sup>3</sup>	71,53	71,13	71,32	70,74	70,50	1,02
Cálcio na carcaça (%) <sup>4</sup>	3,55	3,71	4,12	4,22	4,32	3,14
Fósforo na carcaça (%) <sup>5</sup>	2,62	2,75	2,83	2,93	2,98	3,90

<sup>1</sup> Efeito Quadrático /  $Y = 89,1746 + 0,111465X - 0,00409622X^2$ ;  $R^2 = 0,30$ ;  $PM = 13,61\%$

<sup>2</sup> Efeito Linear /  $Y = 14,1404 + 0,0387143X$ ;  $R^2 = 0,88$

<sup>3</sup> Efeito Linear /  $Y = 71,5360 - 0,0352001X$ ;  $R^2 = 0,85$

<sup>4</sup> Efeito Quadrático /  $Y = 3,49046 + 0,0577552X - 0,00107289X^2$ ;  $R^2 = 0,93$ ;  $PM = 26,92\%$

<sup>5</sup> Efeito Linear /  $Y = 2,65480 + 0,0120286X$ ;  $R^2 = 0,88$

## CONCLUSÕES

Os resultados deste experimento mostram que é possível utilizar até 28% de inclusão de farelo de algodão nas rações, sem que isso afete, de forma significativa, o desempenho de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOU-DONIA, M.B.; LYMAN, C.M.; DIECKERT, J.W. 1970 Metabolite fate of gossypol: The metabolism of <sup>14</sup>C-gossypol in rats. *Lipids*, Champaign, 5: 939.
- BARROS, M.M.; SILVEIRA, A.C.; PEZZATO, T.E. 1995 Efeitos do farelo de algodão, como sucedâneo protéico, sobre o desempenho de alevinos de carpa (*Cyprinus carpio* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7., Peruíbe, 1995. *Anais...* Peruíbe: ACIESP. p.23-29.
- BEAUDOIN, A.R. 1985 The embryotoxicity of gossypol. *Teratology*, New York, 32: 251-257.
- BORGHETTI, J.R. e OSTRENSKY, A. 1998 Estratégias e ações governamentais para incentivar o crescimento da atividade aquícola no Brasil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1., Recife, 1998. *Anais...* Recife. p.437-447.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. 2002 Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *R. Bras. Zootec.*, Viçosa, 31(2): 539-545.
- CASTAGNOLLI, N. 1997 Piscicultura intensiva e sustentável de espécies nativas brasileiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1., Piracicaba, 1997. *Anais...* Piracicaba: CBNA. p.117-130.
- EGNA, H.S. e BOYD, C.E. 1997 *Dynamics of pond aquaculture*. Boca Raton: CRC Press. 342p.
- EL-SAYED, A.F.M. 1990 Long-term evaluation of cotton seed meal as a protein source for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture*, Amsterdam, 84: 315-320.
- EL-SAYED, A.F.M. 1999 Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture*, Amsterdam, 179: 149-168.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. BARROS, M.M.; MIRANDA, E.C. 2001 Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *R. Bras. Zootec.*, Viçosa, 30(4): 1143-1149.
- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; FARIA, A.C.E.A.; SOARES, C.M. 2001 Substituição parcial e total da proteína do farelo de soja pela proteína dos farelos de canola e algodão em dietas para alevinos de piavuçu *Leporinus macrocephalus* (Garavello e Britski, 1988). *Acta Scientiarum*, Maringá, 23(4): 841-847.
- GARAVELLO, J.C. e BRITSKI, H.A. 1988 *Leporinus macrocephalus* sp. n. da Bacia do Rio Paraguai (Ostariophysi, Anostomidae). *Naturalia*, 13: 67-74.

- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. BOSCOLO, V.R.; GALDIOLI, E.M. 1999 Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. *Acta Scientiarum*, Maringá, 21(3): 733-737.
- JAUNCEY, K. e ROSS, B. 1982 *A guide to tilapia feeds and feeding*. Stirling: Institute of Aquaculture, University of Stirling. 111p.
- LOVSHIN, L.L. 1997 Tilapia farming: A Growing Worldwide Aquaculture Industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1., Piracicaba, 1997. *Anais...* Piracicaba: CBNA. p.137-164.
- MTAHINZIREKI, G.B.; DABROWSKI, K.; LEE, K.-J.; EL-SAYD, D.; WISNER, E.R. 2000 Growth, feed utilization and body composition of tilapia (*Oreochromis* sp.) fed cottonseed meal-based diets in a recirculating system. In: TILÁPIA AQUACULTURE, 5., Rio de Janeiro, 2000. *Anais...* Rio de Janeiro: ISTA. p.173.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1993 *Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes*. Washington: National Academy Press. 114p.
- OFOJEKWU, P.C. e EJIKE, C. 1984 Growth response and feed utilisation in the tropical cichlid *Oreochromis niloticus* (Linn.) fed on cottonseed-based artificial diets. *Aquaculture*, Amsterdam, 42(1): 27-36.
- OIOLLI, K.V.; SILVEIRA, A.C.; LUVIZZOTO, M.C.R. 1992 Desempenho produtivo e alterações anatomopatológicas, resultantes da utilização do farelo de algodão na alimentação inicial de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Bol. Red. Acuicultura*, 1: 6-9.
- PEIXOTO, R.R. e MAIER, J.C. 1993 *Nutrição e alimentação animal*. 2. ed. Pelotas: UCPel, EDUCAT, UFPel. 169p.
- PEZZATO, L.E. 1995 Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, Campos do Jordão, 1995. *Anais...* Campos do Jordão. p.34-52.
- ROBINSON, E.H.; RAWLES, S.D.; OLDENBURG, P.W.; STICKNEY, R.R. 1984 Effects of feeding glandless or glanded cotton seed products and gossypol to *Tilapia aurea*. *Aquaculture*, Amsterdam, 38: 145-154.
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A. 1994 *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos* (Tabelas brasileiras). Viçosa: Imprensa Universitária. 54p.
- SALARO, A.L.; PEZZATO, L.E.; VICENTINI, C.A.; BARROS, M.M. 1999 Efeito da inclusão do farelo e da farinha de semente de algodão em rações para reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *R. Bras. Zootec.*, Viçosa, 28(6): 1169-1176.
- SILVA, D.J. 1990 *Análise de alimentos* (Métodos químicos e biológicos). Viçosa: Imprensa Universitária. 166p.
- SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B.; FURUYA, W.M.; GALDIOLI, E.M. 2000 Substituição parcial e total da proteína do farelo de soja pela do farelo de canola na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus* L.). *R. Bras. Zootec.*, Viçosa, 29(1): 15-22.
- SOUZA, S.R.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E.M. NAGAE, M.Y.; MEURER, F. 2000 Diferentes fontes protéicas de origem vegetal para a tilápia do Nilo, durante a reversão sexual. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. *Anais...* Viçosa: SBZ/Gmosis. 1 CD-ROM.
- SOUZA, S.R. e HAYASHI, C. 2003 Digestibilidade aparente da energia e dos nutrientes do farelo de algodão para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) e piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). *Acta Scientiarum*, Maringá, 25(4): no prelo.
- UFV - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA 1997 *SAEG Sistema para análises estatísticas e genéticas*. Versão 7.1. Viçosa. 150p. (Manual do usuário).
- VIANNA, A.T. 1975 *Os suínos: criação prática e econômica*. 5. ed. São Paulo: Nobel. 386p.