

# Digestibilidade aparente do farelo de algodão pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) e piavuçu (*Leporinus macrocephalus* B & G)

Sandra Regina de Souza e Carmino Hayashi\*

Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: chayashi@uem.br

**RESUMO.** O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (CDAMS), energia bruta (CDAEB) e proteína bruta (CDAPB) do farelo de algodão (FA) pela tilápia do Nilo e piavuçu. Foram utilizados 20 tilápias e 20 piavuços com peso médio de  $167,0 \pm 24,3$ g e  $168,1 \pm 25,6$ g, respectivamente. Os animais foram alojados durante o dia em tanques de alvenaria de 500L e durante a noite em cubas de coleta de fezes de fundo afunilado com capacidade para 150L. O CDA foi determinado através do método indireto com 0,1% do indicador óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ). Os CDA para a tilápia do Nilo para a MS, PB e EB foram de 70,23, 88,70 e 71,76%, respectivamente. Para o piavuçu, os CDA para a MS, PB e EB foram de 58,38%, 77,95% e 59,33%, respectivamente.

**Palavras-chave:** digestibilidade aparente, farelo de algodão, *Leporinus macrocephalus*, piavuçu, *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo.

**ABSTRACT.** Apparent Digestibility of cottonseed meal for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) and Piavuçu (*Leporinus macrocephalus*, B & G). This trial was carried out aiming to evaluate the value of apparent digestibility coefficient (ADC) of dry matter (ADCDM), crude energy (ADCCE) and crude protein (ADCCP) of cotton seed meal (CSM) from Nile tilapia and piavuçu. 20 tilapia and 20 piavuçu were utilized, with mean weight of  $167.0 \pm 24.3$ g and  $168.1 \pm 25.6$ g, respectively. The fish were allocated in 500 L tanks during the day, and at night in 150L feces collecting cubes with conic end. The ADC was determined by indirect method with 0.1% of chromic oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) indicator. ADC from Nile tilapia to DM, CP e CE were 70.23, 88.70 and 71.76%, respectively. From piavuçu, the ADC to DM, CP and CE were 58.38, 77.95 and 59.33%, respectively.

**Key words:** apparent digestibility, cottonseed meal, *Leporinus macrocephalus*, piavuçu, *Oreochromis niloticus*, Nile tilapia.

## Introdução

A piscicultura é uma atividade que vem crescendo a um ritmo aproximado de 30% ao ano no Brasil (Ostrensky e Boeger, 1998). É o setor da produção animal que mais rapidamente se expande no Brasil (Castagnolli, 1997). Essa é uma atividade capaz de transformar áreas improdutivas de pequeno tamanho ou de baixo rendimento agropecuário em áreas altamente produtivas (Borghetti e Ostrenski, 1998).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), espécie nativa da África, é cultivada em um grande número de países tropicais e subtropicais (Pillay, 1990). Na década de 70, foi introduzida no Brasil (Mainardes-Pinto *et al.*, 1989), onde encontrou condições favoráveis para o seu desenvolvimento (Lovshin, 1997). Destaca-se pela rusticidade e rápido

crescimento em cultivo intensivo (Hayashi *et al.*, 1999), pela facilidade de obtenção de larvas, pelas boas características organolépticas de sua carne e pela ausência de espinhos intramusculares em seu filé, o que viabiliza sua industrialização para a comercialização no mercado interno e externo (Hildorf, 1995). A tilápia do Nilo tem hábito alimentar fitoplanciófago com tendência a onivoria, aceitando ração com grande facilidade desde o período larval (Meurer, 2002). Apresenta menor exigência em proteína quando comparada às espécies carnívoras, uma vez que se encontra na base da cadeia alimentar (Chellappa *et al.*, 1996; Fitzsimmons, 2000).

O piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) é um peixe nativo proveniente da bacia do rio Paraguai (Garavello e Britski, 1988). É uma das espécies que apresenta maior porte dentro do gênero, razão pela

qual é considerada de grande importância econômica para a pesca na área do pantanal matogrossense. Mostra-se com grande potencial para a piscicultura por apresentar crescimento rápido, carne saborosa e rusticidade (Soares *et al.*, 2000). O hábito alimentar é onívoro e se adapta a rações, tornando-se em uma espécie muito atrativa para criações intensivas.

Segundo Furuya (2000), a determinação da digestibilidade tem sido amplamente utilizada para avaliar o valor nutricional de ingredientes e de rações, uma vez que um alimento pode apresentar elevado conteúdo de um nutriente de pouca importância biológica. Pesquisas têm demonstrado grande variação na eficiência de utilização dos alimentos entre as espécies, sendo que, de forma geral, os peixes não-carnívoros têm exibido maior eficiência na utilização da proteína dos subprodutos da extração dos óleos vegetais (Degani *et al.*, 1997).

Muitas das rações para peixes são elaboradas com base nos valores de proteína e de energia bruta ou então com base em energia e proteína digestíveis de alimentos determinados para outras espécies (Aksnes e Opstvedt, 1998). Essa prática não é nutricionalmente adequada (Boscolo *et al.*, 2002; Meurer, 2002), pois para obter melhores respostas de conversão alimentar, maximizar os lucros e minimizar o impacto ambiental provocado pelo resíduo dos alimentos, é necessário formular rações com altos coeficientes de digestibilidade (Sugiura *et al.*, 1998).

Na piscicultura, são poucas as informações dos valores digestíveis dos nutrientes da maioria dos alimentos, principalmente dos alimentos alternativos (Boscolo *et al.*, 2002) como o farelo de algodão, um alimento de alto valor protéico, subproduto da extração de óleo da semente de algodão, muito utilizado na alimentação animal.

O farelo de algodão é um subproduto que geralmente apresenta cerca de 40% de proteína bruta e 12% de fibra bruta. Seu conteúdo em aminoácidos essenciais é satisfatório, exceto em lisina (Peixoto e Maier, 1993). Embora seja considerado um alimento de valor nutricional inferior ao farelo de soja devido ao seu baixo teor de lisina e à presença do gossipol, esse farelo apresenta razoável palatabilidade e custo baixo, o que tem viabilizado o seu emprego em dietas para peixes tropicais em níveis maiores que para os demais monogástricos (Pezzato, 1995; Salaro *et al.*, 1999).

Com uma composição bastante variada, devido aos diversos processos utilizados na extração do óleo, que pode ser por extração com solventes, por pré-prensagem e solvente ou por prensagem hidráulica (Papadopoulos e Ziras, 1987), o farelo de algodão de

boa qualidade pode apresentar de 37 a 48% de proteína bruta e de 4.013 a 4.754kcal/kg energia bruta (Sullivan e Reigh, 1995; Allan *et al.*, 2000); a matéria seca pode variar de 84,66 a 95,66% (Sullivan e Reigh, 1995; Pezzato *et al.*, 1988), a fibra bruta pode variar de 6,60 a 16% (Nengas e Alexis, 1995; Papadopoulos e Ziras, 1987).

O gossipol é um pigmento polifenólico presente na semente de algodão (NRC, 1993); é uma potente toxina que forma complexos estáveis com cátions, podendo produzir anemia. Combina-se com proteínas e aminoácidos, indisponibilizando-os, sendo o principal fator de toxicidade e de seu efeito acumulativo (Abou-Donia *et al.*, 1970). Causa anormalidades nas organelas celulares, interfere nos processos bioquímicos e inibe a atividade de várias enzimas (Beaudoin, 1985).

Oioli *et al.* (1992) limitaram o uso do farelo de algodão, em, no máximo, 33% de inclusão para a tilápia do Nilo, enquanto Barros *et al.* (1995) trabalharam com alevinos de carpa comum (*Cyprinus carpio*) e 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 piavaçu e observaram que a substituição de 50% da proteína do farelo de soja pelo farelo de algodão é possível sem causar prejuízo ao desempenho produtivo dos animais.

Segundo Viana (1975), o gossipol pode ser eliminado facilmente por meio de solventes químicos (éter, acetona, clorofórmio) ou pelo calor. Porém, essa operação é custosa e encarece o produto, inviabilizando sua utilização, uma vez que a finalidade de uso desse farelo como fonte protéica substituta é obter dietas mais econômicas. Vários criadores vêm empregando a semente de algodão na formulação de dietas, embora as consequências dessa prática não estejam ainda bem definidas (Salaro *et al.*, 1999).

O objetivo do presente experimento foi determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta e da energia bruta do farelo de algodão para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e para o piavaçu (*Leporinus macrocephalus*).

## Material e métodos

Este experimento foi conduzido entre dezembro de 2000 e fevereiro de 2001, no Laboratório de Aqüicultura do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná. Foram utilizados 20 tilápias do Nilo revertidas sexualmente, com peso médio de 167,0 ±

24,3g e 20 piavuços com peso médio de 168,1 ± 25,6g.

Foi utilizada uma ração semi-purificada como referência e uma ração teste (Tabela 1), esta última composta por 80% de ração referência e 20% do farelo de algodão, com correção na quantidade de suplemento mineral e vitamínico e sal.

**Tabela 1.** Composição percentual das dietas referência e teste, utilizadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente do farelo de algodão para a tilápia do Nilo na matéria natural<sup>1</sup>

Alimentos	Ração referência	Ração teste
Albumina	32,00	25,60
Gelatina	7,70	6,16
Antioxidante BHT	0,02	0,02
Amido de milho	44,18	35,34
Celulose	6,00	4,80
Fosfato bicálcico	3,00	2,40
Óleo de soja	6,00	4,80
Suplemento (mineral + vitamina) <sup>2</sup>	0,50	0,50
Sal	0,50	0,50
Óxido crômico	0,10	0,10
Farelo de algodão	0,00	19,78
Total	100,00	100,00
Energia bruta (Kcal/kg)	4238,4884	4187,9331
Proteína bruta	32,87	32,14
Fibra bruta	4,86	5,08
Extrato Etéreo	1,62	2,25
Fósforo disponível	0,54	0,83
Cálcio	1,74	0,92

<sup>1</sup>Baseados na análise realizada no LANA-DZO/UEM; <sup>2</sup> Níveis de garantia por quilograma do produto (Supremais): Vit. A, 1.200.000UI; Vit. D<sub>3</sub>, 200.000UI; Vit. E, 12.000mg; Vit. K<sub>3</sub>, 2.400mg; Vit. B<sub>1</sub>, 4.800mg; Vit. B<sub>2</sub>, 4.800mg; Vit. B<sub>6</sub>, 4.000mg; Vit. B<sub>12</sub>, 4.800mg; Ác. Fólico, 1.200mg; Pantotenato Ca, 12.000mg; Vit. C, 48.000mg; Biotina, 48mg; Colina, 65.000mg; Niacina, 24.000mg; Ferro, 10.000mg; Cobre, 6.000mg; Manganês, 4.000mg; Zinco, 6.000mg; Iodo, 20mg; Cobalto, 2mg; Selênio, 20mg

Os alimentos utilizados foram moídos em moinho tipo faca com peneira de 0,5mm, conforme Hayashi *et al.* (1999). As rações foram homogeneizadas e umedecidas com água a 50°C e posteriormente peletizadas em moinho manual. A composição química do farelo de algodão, utilizado neste experimento, encontra-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição química do farelo de algodão (base na matéria natural)<sup>1</sup>

Composição	Farelo de Algodão
Materia 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 (mg/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

Antes de iniciar o processo de coleta, os animais foram submetidos a um período de adaptação de 5 dias para cada ração. Para tanto, foram alojados em tanques-rede experimentais, dentro de tanques de

alvenaria com capacidade para 500 litros. Os tanques eram providos de sistema de aeração artificial e sistema de aquecimento por aquecedores acoplados a termostatos. Cerca de 30% da água era renovada diariamente.

O arraçoamento foi a vontade, 5 vezes ao dia. No início da manhã, antes da primeira alimentação, e no final da tarde, antes da última alimentação, os tanques foram sifonados para a retirada das excretas e sobras de rações.

Durante o período de coleta, os animais permaneciam durante o dia nos tanques de alvenaria e durante a noite eram transferidos para as cubas coletoras com capacidade para 150 litros, de fundo afunilado e com o copo coletor conectado à extremidade inferior. As cubas eram providas de sistema de aeração artificial e sistema de aquecimento por aquecedores com termostatos. Nos dias de coleta, os animais foram alimentados duas vezes pela manhã (8h e 11h), no período da tarde, às 14h, 16h e das 17h às 18h30min, a alimentação era feita a cada 30 minutos. Quinze minutos após a última refeição, os animais eram transferidos para a cuba de coleta de fezes. No início da manhã do dia seguinte (8h), retornavam para o tanque de alimentação e as fezes eram retiradas e congeladas (-5°C). Tanto nos tanques de alimentação quanto nas cubas de digestibilidade, os peixes foram mantidos em tanques-rede, evitando assim a ingestão de ração lixiviada e fezes. Cada vez que os animais eram transferidos dos tanques para as cubas e das cubas para os tanques, estes eram lavados e 100% da água era renovada.

As variáveis físicas-químicas (pH, condutividade e oxigênio dissolvido), bem como a temperatura foram tomadas diariamente as 8h30min e 17h.

A metodologia utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade foi a indireta, tendo como indicador o óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), incorporado na proporção de 0,1% da ração.

Para a realização das análises necessárias, as amostras dos alimentos e as rações foram descongeladas e moídas. As fezes foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada (55°C durante 24 horas), peneiradas e retiradas as escamas, para então serem moídas e levadas para análise.

As análises químicas das fezes, das rações e dos alimentos, quanto aos valores de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB) e de energia bruta (EB), foram feitas no Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, de acordo com as metodologias de Silva (1990). A determinação da concentração do

cromo foi feita por espectrofotometria de absorção atômica (Kimura e Miller, 1957). Para a determinação da EB das fezes, das rações e dos alimentos foi utilizada uma bomba calorimétrica da marca PARR.

O cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e da energia bruta do farelo de algodão foi feito de acordo com as equações utilizadas por Mukhopadahay e Ray (1997).

## Resultados e discussão

Os valores médios de temperatura, de pH, de oxigênio dissolvido e de condutividade elétrica, durante o período experimental para as tilápias do Nilo e piavaçu, encontram-se na Tabela 3, permanecendo dentro da faixa recomendada para a aquicultura (Egna e Boyd, 1997).

**Tabela 3.** Valores médios de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica durante o período experimental para a tilápia do Nilo e piavaçu

Parâmetros	Temperatura (°C)	pH	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Condutividade elétrica (µS/cm)
Tanque da tilápia do Nilo	24,99 ± 0,91	6,98 ± 0,21	4,53 ± 1,96	176,25 ± 12,41
Cuba da tilápia do Nilo	24,83 ± 1,21	6,88 ± 0,21	5,02 ± 1,46	190,00 ± 23,85
Tanque do Piavaçu	24,92 ± 0,91	7,02 ± 0,20	5,01 ± 1,40	173,75 ± 9,91
Cuba do Piavaçu	25,03 ± 1,16	6,83 ± 0,24	5,86 ± 0,72	181,88 ± 15,40

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, de proteína bruta e da energia bruta, bem como os valores de energia e de proteína digestíveis do farelo de algodão para a tilápia do Nilo e piavaçu, estão apresentados na Tabela 4. Os valores inferiores, apresentados pelo piavaçu, mostram que essa espécie aproveita de forma menos eficiente os nutrientes do farelo de algodão, quando comparados com a tilápia do Nilo, provavelmente devido a diferenças no hábito alimentar das duas espécies.

**Tabela 4.** Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, energia bruta e proteína bruta do farelo de algodão e valores digestíveis calculados para a tilápia do Nilo e piavaçu<sup>1</sup>

Composição	CDA para tilápia do Nilo (%)	CDA para piavaçu (%)
Matéria Seca (%)	70,23	58,38
Energia (%)	71,76	59,33
Proteína (%)	88,70	77,95
Energia digestível (kcal/kg)	3.076,82	2.544,02
Proteína digestível (%)	35,77	31,44

<sup>1</sup>Valores expressos com base na matéria natural<sup>1</sup>

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca foi de 70,23% para a tilápia do Nilo e de 58,38% para o piavaçu. Pezzato *et al.* (1988) trabalharam com a tilápia do Nilo e encontraram o coeficiente de 84,44%, coeficiente este superior ao encontrado por

nós para a mesma espécie. Sullivan e Reigh (1995) trabalharam com “striped bass” híbrido (carnívoro) e encontraram o coeficiente de 60,90%. Trabalhando com o “red drum” (*Sciaenops ocellatus*), Gaylord e Gatlin III (1996) encontraram o coeficiente de 70,20%, enquanto que McGoogan e Reigh (1996) chegaram ao coeficiente de 39,42% para a mesma espécie. Allan *et al.* (2000) encontraram para a perca prateada (*Bidyanus bidyanus*) o coeficiente de 50,50%.

O coeficiente de digestibilidade da energia bruta e o valor de energia digestível foram de 71,76% e 3.076,82kcal/kg, respectivamente, para a tilápia do Nilo e de 59,33% e 2.544,02, respectivamente, para o piavaçu. Valor superior ao deste trabalho foi encontrado por Pezzato *et al.* (1988) com tilápia do Nilo, cujo valor foi de 3.595,00kcal/kg de energia digestível. Sullivan e Reigh (1995) trabalharam com “Striped bass” híbrido e determinaram o coeficiente de 73,09% de energia bruta. Gaylord e Gatlin III (1996) trabalharam com “red drum” e chegaram ao coeficiente de 70,40%. Porém, McGoogan e Reigh (1996) trabalharam com a mesma espécie e obtiveram o coeficiente de 22,11%. Allan *et al.* (2000) encontraram para a perca prateada o coeficiente de 53,10% de energia bruta. A variação nos resultados encontrados pode ser devido a diferença na metodologia utilizada e às diferenças das espécies estudadas.

Em relação ao coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e à proteína digestível, os valores para a tilápia do Nilo foram de 88,70 e 35,77%, respectivamente. Para o piavaçu, os valores foram de 77,95% de proteína bruta e 31,44% de proteína digestível. Trabalhando com a tilápia do Nilo, Pezzato *et al.* (1988) obtiveram o coeficiente de 93,21%. Sullivan e Reigh (1995), com o peixe carnívoro “Striped bass” híbrido obtiveram o coeficiente de 83,76%. Trabalhando com o “red drum”, Gaylord e Gatlin III (1996) encontraram o coeficiente de 84,50%. Já McGoogan e Reigh (1996) chegaram ao coeficiente de 76,35% com a mesma espécie. Allan *et al.* (2000) obtiveram o coeficiente 83% para a perca prateada. A composição variada que o alimento-teste apresenta pode ter influenciado na variação dos coeficientes encontrados.

Os diferentes coeficientes de digestibilidade aparente, encontrados para o farelo de algodão, podem ser explicados devido às diferentes espécies estudadas e às diferenças na composição química do alimento avaliado. Além disso, devemos levar em consideração as diferenças na metodologia de coleta de fezes (Sullivan e Reigh, 1995), os níveis de inclusão do alimento teste e os possíveis fatores

antinutricionais ou desbalanço aminoacídico (Mukhopadhyay e Ray, 1997).

## Conclusão

Concluiu-se que a tilápia do Nilo e o piavaçu utilizam a energia e a proteína do farelo de algodão de forma eficiente, viabilizando sua utilização em rações para estas espécies.

## Referências

- ABOU-DONIA, M.B. et al. Metabolite fate of gossypol: The metabolism of <sup>14</sup>C-gossypol in rats. *Lipids*, Champaign, v.7, n.5, p.939, 1970.
- AKSNES, A.; OPSTVEDT, J. Content of digestible energy in fish feed ingredients determined by the ingredient-substitution method. *Aquaculture*, Amsterdam, v.161, n. 1/4, p.45-53, 1998.
- ALLAN, G.L. et al. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*, Amsterdam, v.186, p.293-310, 2000.
- BARROS, M.M. et al. Efeitos do farelo de algodão, como sucedâneo protéico, sobre o desempenho de alevinos de carpa (*Cyprinus carpio*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQÜICULTURA, 7, 1995, Peruíbe. Anais... Peruíbe: Aciesp, 1995, p.23-29.
- BEAUDOIN, A. R. The embriotoxicity of gossypol. *Teratology*, New York, n.32, p.251-257, 1985.
- BORGHETTI, J.R.; OSTRENSKY, A. Estratégias e ações governamentais para incentivar o crescimento da atividade aquícola no Brasil. In: I CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQÜICULTURA, 1998, Recife. Anais... Recife: 1998, p.437-447.
- BOSCOLO, W.R. et al. Digestibilidade aparente de nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.31, n.2, p. 539-545, 2002.
- CASTAGNOLLI, N. Piscicultura intensiva e sustentável de espécies nativas brasileiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba: CBNA, 1997. p.117-130.
- CHELLAPPA, N.T. et al. Os hábitos alimentares e os tipos de alimento da tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQÜICULTURA, 9, 1996, Piracicaba. Resumos... Piracicaba: ABRAq, 1996. p.106.
- DEGANI, G. et al. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Isr. J. Aquacult.*, Bamidgeh, v.49, n.3, p.115-123, 1997.
- EGNA, H.S.; BOYD, C.E. *Dynamics of pond aquaculture*. Boca Raton: CRC Press.
- FITZSIMMONS, K. Tilapia: most important aquaculture species of the 21<sup>st</sup> century. In: PROCEEDINGS FROM THE FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 2000, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: ISTA, 2000. p.3-8.
- FURUYA, W.M. *Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do farelo de soja com base no conceito de proteína ideal em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)*. 2000. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- GALDIOLI, E.M. et al. Substituição parcial e total da proteína do farelo de soja pela proteína dos farelos de canola e algodão em dietas para alevinos de piavaçu (*Leporinus macrocephalus*). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.4, p.841-847, 2001.
- GARAVELLO, J.C.; BRITSKI, H.A. *Leporinus macrocephalus* sp. n. da Bacia do Rio Paraguai (Ostariophysu, Anostomidae). *Naturalia*, Lisboa, n.13, p.67-74, 1988.
- GAYLORD, T.G.; GATLIN III, D.M. Determination of digestibility coefficients of various feedstuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.139, n.3/4, p.303-314, 1996.
- HAYASHI, C. et al. 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, v.21, n.3, p.733-737, 1999.
- HILDSORF, A.W.S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas, uma revisão. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v.22, n.1, p.73-78, 1995.
- KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Improved determination of cromic oxid in cal feed and feces. *J. Agric. Food Chem.*, Washington, DC, v.5, n.2, p.216, 1957.
- LOVSHIN, L.L. Tilapia farming: A Growing Worldwide Aquaculture Industry. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1, 1997, Piracicaba. Anais... Piracicaba: CBNA, 1997. p.137-164.
- MAINARDES-PINTO, C.S.R. et al. Estudo comparativo do crescimento de machos de *Oreochromis niloticus* em diferentes períodos de cultivo. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, n.16, p.19-27, 1989.
- McGOOGAN, B.B.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Scianops ocellatus*) diets. *Aquaculture*, Amsterdam, v.141, n.3/4, p.233-244, 1996.
- MEURER, F. *Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de alguns alimentos protéicos para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), e efeito do processamento da ração durante a reversão sexual*. 2002. Maringá, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.
- MUKHOPADHYAY, N.; RAY, A.K. The apparent total and nutrient digestibility of sal seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. *Aquacult. Res.*, Oxford, v.28, n.9, p.683-689, 1997.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals. Washington: National Academy Press, 1993.

- NENGAS, I.; ALEXIS, M.N. Ingestigation to determine digestibility coefficients of various raw materials in diets for gilthead sea bream, *Sparus auratus* L. *Aquacult. Res.*, Oxford, v.26, n.3, p.185-194, 1995.
- OIOLLI, K.V. et al. Desempenho produtivo e alterações anatomopatológicas, resultantes da utilização do farelo de algodão na alimentação inicial de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Bol. Red. Acuicult.*, n.1, p.6-9, 1992.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*. Guaíba: Agropecuária, 1998.
- PAPADOPoulos, G.; ZIRAS, E. Nutrient composition of greek cottonseed meal. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v.18, n.1, p.295-301, 1987.
- PEIXOTO, R.R.; MAIER, J.C. *Nutrição e alimentação animal*. 2.ed. Pelotas: UCPel, EDUCAT, UFPel, 1993.
- PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1995, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão:CBNA, 1995. p.34-52.
- PEZZATO, L.E. et al. Digestibilidade aparente de fontes protéicas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO E V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQÜICULTURA, 6, 1988, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis:SIMBRAq, 1988. p.373-378.
- PILLAY, T.V.R. *Aquaculture, principles and practices*. Oxford: Fishing New Books, 1990.
- SALARO, A.L. et al. Efeito da inclusão do farelo e da farinha de semente de algodão em rações para reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.6, n.28, p.1169-1176, 1999.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/Imprensa Universitária, 1990.
- SOARES, C.M. et al. Substituição parcial e total da proteína do farelo de soja pela do farelo de canola na alimentação de alevinos de piavaçu (*Leporinus macrocephalus*, L.). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.29, n.1, p.15-22, 2000..
- SUGIURA, S.H. et al. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. *Aquaculture*, Amsterdam, v.159, n.3/4, p.177-202, 1998.
- SULLIVAN, J.A.; REIGH, R.V. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* ♀ X *Morone chrysops* ♂). *Aquaculture*, Amsterdam, v.138, p.313-322, 1995.
- VIANNA, A.T. *Os suínos: criação prática e econômica*. 5.ed. São Paulo:Nobel, 1975.
- Received on August 30, 2002.*
- Accepted on October 17, 2002.*