

Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo submetidos a diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão

Performance of Nile tilapia fingerlings submitted to different levels of cottonseed meal inclusion

Sandra Regina de Souza^{1*}; Carmino Hayashi²

Resumo

Objetivando avaliar o desempenho dos alevinos de tilápia do Nilo submetidos a diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão (FA) (00; 20; 40; 60 e 80%) em rações com 30% de proteína digestível e 3.000 kcal/kg de energia digestível, o experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura/UEM, utilizando-se 250 alevinos de tilápia do Nilo, revertidos sexualmente, distribuídos em 25 tanques de 150 L, num delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. As variáveis avaliadas foram ganho de peso diário (GP), conversão alimentar (CA), taxa de eficiência protéica (TEP), sobrevivência (SO), índice hepato-somático (IHS), fator de condição (FC), matéria seca (MS), porcentagem de proteína na carcaça (PC) e porcentagem de gordura na carcaça (GC). Os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade e pH durante o período experimental foram de $26,93 \pm 0,29^{\circ}\text{C}$; $5,47 \pm 0,87$ mg/L; $245,80 \pm 54,29$ mS/cm e $7,78 \pm 0,19$, respectivamente. O GP, CA e TEP apresentaram efeito linear, porém não houve diferenças ($P > 0,05$) entre o tratamento controle e aquele com 20% de inclusão. A MS, PC e IHS apresentaram efeito linear. Já a SO, GC e FC não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) significativas. Conclui-se que o farelo de algodão pode ser usado na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo até o nível de 20% de inclusão sem alterar de forma significativa o desempenho dos animais nesta fase de desenvolvimento.

Palavras-chave: Farelo de algodão, nutrição, *Oreochromis niloticus*, tilápia do Nilo.

Abstract

With the objective of evaluating the Nile tilapia fingerlings performance submitted to different levels of cottonseed meal (CM) inclusion (0,00; 20,00; 40,00; 60,00 and 80,00%) in rations with 30,00% of digestible protein and 3000 kcal/kg of digestible energy, the experiment was carried out in the Laboratório de Aquicultura/UEM, 250 Nile tilapia fingerlings, were used, sexually reverted, divided in 25 tanks with 150 L, in a completely randomized design with five treatments and five replications. The evaluated variables were diary weight gain (DWG), feed gain (FG), protein efficiency rate (PE), survival (S), hepatic-somatic index (HSI), condition factor (CF), dry matter (DM), protein in the carcass percentage (PC) and fat in the carcass percentage (FP). The medium values of temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity and pH during the experimental period, were $26,93 \pm 0,29^{\circ}\text{C}$; $5,47 \pm 0,86$ mg/L; $245,80 \pm 54,29$ $\mu\text{S/cm}$ and $7,78 \pm 0,19$, respectively. The WG and PE presented linear decrease when the CM was included in the ration, the FG and HSI presented linear increase. The DM, PC and WG presented quadratic effect with point maxim to 45,25, 47,84 and 45,15, respectively. The S and CF didn't present significative differences ($P > 0,05$). Concluded that the cottonseed meal influences in a negative way the Nile tilapia fingerlings performance.

Key words: Cottonseed meal, Nile tilapia, nutrition, *Oreochromis niloticus*.

¹ Zootecnista, doutoranda, do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá, – Maringá-PR. E-mail: srsouza@uem.br

² Pesquisador Científico – Instituto de Pesca / APTA – São José do Rio Preto / SP.

* Autor para correspondência.

Introdução

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie nativa da África, cultivada em grande número de países tropicais e sub-tropicais (PILLAY, 1990). Segundo Landau (1991) e Tacon (1993) ela está entre as espécies mais cultivadas no mundo. Introduzida no Brasil em 1971, a tilápia do Nilo é uma das espécies que mais se adapta ao nosso clima (MAINARDES-PINTO, 1989). 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 (HILDSORF, 1995). A tilápia destaca-se ainda por apresentar menor exigência em proteína quando comparada às espécies carnívoras, uma vez que encontra-se na base da cadeia alimentar (CHELLAPPA; CHELLAPPA; CAMPERO, 1996; FITZSIMMONS, 2000).

O farelo de algodão, resultante das sementes de algodão (*Gossypium* sp), depois de extraído o óleo, é muito rico em proteínas digestíveis (VIANNA, 1975). Apresenta valor protéico, em geral, acima de 40%, e elevado teor de fibra. Seu conteúdo em aminoácidos essenciais é satisfatório, exceto em lisina (PEIXOTO; MAIER, 1993). Embora seja considerado um alimento de valor nutricional inferior ao farelo de soja, devido ao seu baixo teor de lisina e a presença do gossipol, este 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).

Em pesquisas com monogástricos, Peixoto e Maier (1993) recomendam em geral usar a torta de algodão em até 5% de substituição do farelo de soja, enquanto que Furlan (1995) recomenda, como nível máximo, 10% de farelo de algodão na ração para monogástricos. Em estudos com leitões desmamados, não foi observado diferença no desempenho com rações contendo 8% de farelo de algodão, entretanto quando o farelo de algodão aumentou para 16 ou

24% houve redução no ganho de peso e eficiência dos animais (COOPER; LENNON; TRIBBLE, 1979). Em estudos com suínos em crescimento e terminação, Aherne e Kennelly (1984) verificaram que 10% de farelo de algodão poderia ser incorporado na ração sem reduzir o desempenho. Por outro lado, Ricon, Smith e Clauson (1978) também trabalharam com suínos em terminação e verificaram que a troca de farelo de soja por farelo de algodão cru na variação de 20 a 80% da proteína da ração, não causou nenhum efeito negativo no desempenho dos animais. Para Andriquetto, Perly e Minardi (1982) o máximo recomendável para aves poedeiras é de 3%. Em estudos com produção e qualidade de ovos, Fitzsimmons, Newcombe e Moul (1989) verificaram que 15 ou 20% de farelo de algodão natural moído ou inteiro adicionado na ração prejudicavam o desempenho das aves, além de se observar uma redução no consumo de alimento e no peso das aves.

Em trabalhos com piscicultura, Oiulli, Silveira e Luvizzoto (1992) limitaram o uso do farelo de algodão em 33% de inclusão para a tilápia do Nilo. Enquanto Barros, Silveira e Pezzato (1995) limitaram o emprego do farelo de algodão em níveis de substituição à farinha de peixe em até 24% da dieta inicial para carpa comum (*Cyprinus carpio*). Em estudos com reprodutores de tilápia do Nilo, Salaro et al. (1999) concluíram que o gossipol influi na fisiologia reprodutiva destes, mas não influenciou o comportamento de corte e nidificação da espécie. Em trabalho com tilápias Mbahinzireki et al. (2000) concluíram que o farelo de algodão pode substituir parcialmente a farinha de peixe, como principal fonte de proteína na alimentação de tilápias, em não mais que 50%, e que o gossipol presente no farelo de algodão, foi identificado como o principal fator limitante para a aceitação e a utilização deste nas dietas para tilápia do Nilo.

O presente experimento teve por objetivo avaliar o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), submetidos a diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Aqüicultura do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá, por 42 dias, durante os meses de março a abril de 2001.

Foram utilizados 250 alevinos, revertidos sexualmente, com peso inicial médio de $0,31 \pm 0,05$ g, comprimento inicial médio de $2,87 \pm 0,14$ cm e idade aproximada de 35 dias, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, em 25 tanques com capacidade para 150 L, sendo considerada unidade experimental um tanque com 10 alevinos.

O sistema de entrada e saída da água era individual, com renovação diária de cerca de 30%

do volume total; os tanques foram equipados com sistema de aeração constante e aquecedores individuais de 100W.

Os parâmetros físico-químicos da água, pH, condutividade elétrica (mS/cm) e oxigênio dissolvido (mg/L) foram medidos semanalmente, enquanto a temperatura (°C) foi monitorada diariamente às 8h30min e 17h.

Foram elaboradas cinco rações com níveis de inclusão de 00; 20; 40; 60 e 80% de farelo de algodão, até a substituição total do farelo de soja (Tabela 1). As rações foram formuladas de acordo com a recomendação do National Research Council (1993) para energia e proteína, sendo as mesmas isocalóricas, isoprotéicas, isocálcicas e isofosfóricas.

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais com diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão, utilizadas para alevinos de tilápia do Nilo (matéria natural)¹

Alimentos (%)	Níveis de inclusão de farelo de algodão (%)				
	00,00	20,00	40,00	60,00	80,00
Farelo de algodão	0,00	20,00	40,00	60,00	80,88
Milho	28,14	24,86	21,58	18,30	14,87
Farelo de soja	66,32	49,92	33,52	17,12	0,00
Óleo de soja	1,39	1,22	1,05	0,88	0,70
Calcário calcítico	0,93	1,30	1,68	2,05	2,43
Fosfato bicálcico	2,20	1,68	1,16	0,63	0,09
Antioxidante (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Suplemento min.vit. ²	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Energia digestível ³ (kcal/kg)	2999,99	2999,99	2999,98	3000,01	3000,01
Proteína digestível ⁴	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Fibra bruta	3,78	5,61	7,45	9,29	11,20
Extrato etéreo	4,11	3,96	3,81	3,65	3,59
Fósforo disponível	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Cálcio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ácido Linoléico	1,76	1,59	1,42	1,24	1,06
Lisina	1,97	1,81	1,66	1,50	1,34
Metionina + Cistina	1,09	1,11	1,13	1,16	1,18
Gossipol (%)	0,00	0,0011	0,0021	0,0032	0,0043

¹Baseados nos valores de composição dos alimentos calcário e fosfato bicálcico (SALARO et al., 1999); farelo de algodão, milho e farelo de soja (LANA-DZO/UEM).

²Níveis de garantia por quilograma do produto (Supremais): Vit. A, 1.200.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 12.000mg; Vit. K₃, 2.400mg; Vit. B₁, 4.800mg; Vit. B₂, 4.800mg; Vit. B₆, 4.000mg; Vit. B₁₂, 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

³Baseado nos valores de energia digestível para tilápia do Nilo propostos para milho: 3.037,63 kcal/kg; para farelo de soja: 3.057,63 kcal/kg; para o óleo de soja: 8.485,28 kcal/kg (BOSCOLO; HAYASHI; MEURER, 2002) e para farelo de algodão: 3076,82 kcal/kg (SOUZA; HAYASHI, 2003).

⁴Baseados nos valores de proteína digestível para tilápia do Nilo propostos para o milho: 7,18; para o farelo de soja: 42,19 (BOSCOLO; HAYASHI; MEURER, 2002) e para o farelo de algodão: 35,77% (SOUZA; HAYASHI, 2003).

Para a preparação das dietas experimentais os alimentos foram moídos individualmente em um moinho tipo faca com peneira de 0,5mm, de acordo com Hayashi et al. (1999), após foram misturados e umedecidos com água a 50°C para peletização, em seguida foram secos em estufa a 55°C por 12 horas. Para o fornecimento, os “pelets” foram desintegrados e separados por peneiras de diferentes malhas para melhor se adaptarem ao tamanho da boca dos animais.

O arraçoamento foi realizado três vezes ao dia (8h30min, 13h30min e 17h30min), na proporção de 10% do peso vivo. O fornecimento de ração foi corrigido diariamente através de um acréscimo de 5% do peso da ração fornecida no dia anterior. Semanalmente, todos os indivíduos de cada unidade experimental foram pesados para aferir a quantidade de ração fornecida. Diariamente, antes da primeira alimentação, os tanques foram sifonados para a retirada das fezes. Na quinzena final do experimento, a sifonagem também foi feita, à tarde, antes da última alimentação.

Ao final do período experimental, foram efetuadas as medidas individuais de peso e comprimento total dos peixes de cada unidade experimental. As variáveis avaliadas foram ganho de peso, conversão alimentar, taxa de eficiência protéica, sobrevivência, índice hepato-somático, fator de condição, matéria seca, percentagem de proteína e gordura na carcaça.

Para análise de percentagem de proteína e gordura na carcaça e determinação da matéria seca, os peixes foram secos em estufa de ventilação forçada 55°C por 72 horas, depois moídos em moinho tipo bola e analisados conforme (SILVA, 1990).

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

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

onde:

Y_{ij} = observação referente ao tanque j onde se utilizou o nível de inclusão i;

b_0 = constante geral;

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

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

h_i = nível de inclusão i;

h = média dos níveis de inclusão;

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

As médias das variáveis em cada nível de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de algodão em relação ao controle, foram comparadas usando-se o teste de Dunnet a 5% de probabilidade de acordo com (BANZATTO; KRONKA, 1989). Para a análise da regressão através do programa estatístico SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genética (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1997), utilizou-se apenas os resultados obtidos com as rações que continham farelo de algodão.

Resultados e Discussões

Os valores médios de temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade e pH durante o período experimental foram de $26,93 \pm 0,29^\circ\text{C}$; $5,47 \pm 0,87$ mg/L; $245,80 \pm 54,29$ mS/cm e $7,78 \pm 0,19$, respectivamente, permanecendo dentro da faixa recomendada para a aquicultura (EGNA; BOYD, 1997).

A Tabela 2 apresenta os valores médios de desempenho dos alevinos de tilápia do Nilo ao final do período experimental.

Tabela 2. Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão do farelo de algodão.

Parâmetros	Níveis de inclusão do farelo de algodão (%)					CV(%)
	0	20	40	60	80	
Peso inicial (g)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	3,01
Ganho de peso (g) ¹	6,45	5,79	3,93*	2,21*	1,54*	21,52
Conversão alimentar ²	1,74	1,72	2,27*	3,04*	3,26*	11,24
Taxa de eficiência protéica (%) ³	1,94	1,96	1,50*	1,10*	1,03*	11,86
Sobrevivência (%)	78,00	86,00	80,00	82,00	90,00	15,66

* Valores na mesma linha diferem (P<0,05) pelo teste de Dunnet

¹ Y=6,98582 - 0,072399X; R² = 0,96

² Y=1,22547 + 0,026879X; R² = 0,96

³ Y=2,19285 - 0,015899X; R² = 0,93

À medida que o farelo de algodão foi incluído na ração, o ganho de peso (GP) dos alevinos decresceu de forma linear, porém não foi observado diferença (P>0,05) entre o tratamento controle e o tratamento com 20% de inclusão de farelo de algodão. Diferindo dos resultados do presente experimento, Ofojekwu e Ejike (1984) utilizaram, para tilápia, níveis de 16,4 e 19,6 de inclusão de torta de algodão e verificaram depressão no crescimento em ambos os níveis. Por outro lado, Robinson, Rawles e Oldenburg (1984) não observaram nenhuma diferença significativa no crescimento de alevinos de tilápia alimentados com dietas contendo 0,1 ou 0,2% de gossipol. Em estudos com tilápia do Nilo El-Sayed (1990) utilizou dietas com 30% de proteína bruta e inclusão de 65-80% de farelo de algodão e observou depressão significativa na taxa de crescimento dos animais. Piora no desempenho também foi obtida por Souza et al. (2000) quando utilizaram ração cujos 50% da proteína foi suprida pela farinha de peixe e 50% pelo farelo de algodão na alimentação de tilápia do Nilo durante o período de reversão sexual.

Segundo Barros, Silveira e Pezzato (1995) 24% de substituição da farinha de peixe pelo farelo de algodão resultou em maior ganho de peso para alevinos de carpa (*Cyprinus carpio*, L.). Trabalhando com alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) Galdioli et al. (2001) observaram queda no desempenho quando a ração continha mais de 50% de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão.

A conversão alimentar (CA) apresentou um decréscimo linear quando do aumento dos níveis de inclusão do farelo de algodão nas rações. Porém, da mesma forma que anteriormente, não foi observado diferença (P>0,05) entre o tratamento controle e o com 20% de inclusão de farelo de algodão. Segundo Robinson, Rawles e Oldenburg (1984), em estudos com alevinos de tilápia alimentadas com dietas contendo 0,1 ou 0,2% de gossipol não foi observada nenhuma diferença significativa na conversão alimentar. Por outro lado Mbahinzireki et al. (2000) e Galdioli et al. (2001) observavam piora na conversão quando utilizaram mais de 50% de substituição na alimentação de juvenis de tilápia de Nilo e alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), respectivamente.

Com referência à taxa de eficiência protéica (TEP), esta também apresentou decréscimo linear à medida em que o farelo de algodão foi incluído na ração. E da mesma forma que para GP e CA, não foi observado diferença (P>0,05) entre o tratamento controle e o com 20% de inclusão de farelo de algodão. Em estudos com alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) Galdioli et al. (2001) também não observaram redução na taxa de eficiência protéica quando utilizaram 50% de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão na alimentação destes animais, porém quando a substituição foi de 100% a redução foi significativa.

Em relação a sobrevivência (SO), esta não foi afetada pelos diferentes níveis de inclusão do farelo

de algodão. Resultados semelhantes de sobrevivência foram observados por Souza et al. (2000) e Galdioli et al. (2001) quando trabalharam com larvas de tilápia do Nilo e alevinos de piavuçu, respectivamente.

A redução apresentada no desempenho dos peixes pode estar relacionada com o fato de o farelo de algodão possuir níveis relativamente baixos de lisina (EL-SAYED, 1999). Além disso, o gossipol, pigmento natural presente na semente do algodão interfere na utilização de elementos minerais, formando complexos estáveis com cátions, como o Fe^{+} , podendo produzir anemia. Combina-se, através de seus grupos carbonila com proteínas e aminoácidos, sendo o principal fator da toxicidade e de seu efeito acumulativo no organismo (ABOU-

DONIA; LYMAN; DIECKERT, 1970). Liga-se aos aminoácidos do alimento, indisponibilizando-os, principalmente a lisina (MARTIN, 1990). Causa anormalidades nas organelas celulares, interfere nos processos bioquímicos e inibe a atividade de várias enzimas (BEAUDOIN, 1985).

Em experimentos que envolvem a avaliação de alimentos para peixes é de grande valia a análise das características de carcaça, como proteína, gordura e índice hepato-somático, pois estas análises podem indicar um possível desbalanço nutricional da ração testada ou ainda a presença de fatores antinutricionais nos alimentos avaliados (BOSCOLO; HAYASHI; MEURER, 2002). A Tabela 3 apresenta as características de carcaça de alevinos de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão.

Tabela 3. Características de carcaça de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão de farelo de algodão.

Parâmetros	Níveis de inclusão do farelo de algodão (%)					
	0,00	20,00	40,00	60,00	80,00	CV(%)
Matéria seca (%) ¹	17,79	24,12*	22,75*	22,36*	21,27*	3,31
Proteína na carcaça MN (%) ²	12,45	16,94*	16,13*	15,89*	14,89*	3,98
Gordura na carcaça MN (%)	4,47	6,14	5,98	6,11	5,62	8,50
Índice hepato-somático ³	1,41	1,35	1,72	1,92*	1,93*	12,44
Fator de condição	1,65	1,85	1,88	2,13	1,80	20,97

* Valores na mesma linha diferem ($p < 0,05$) pelo teste de Dunnet

¹ $Y = 24,8572 - 0,044695X$; $R^2 = 0,96$

² $Y = 17,5608 - 0,03194X$; $R^2 = 0,95$

³ $Y = 1,25113 + 0,009597X$; $R^2 = 0,83$

O índice hepato-somático (IHS) apresentou aumento linear à medida em que aumentaram os níveis de inclusão de farelo de algodão. Porém não foi observado diferença significativa ($P > 0,05$) entre o tratamento controle e os níveis de 20 e 40% de inclusão. Em estudos com tilápias, Mbahinzireki et al. (2000) avaliaram dietas contendo 25, 50, 75 e 100% de farelo de algodão e concentrações de gossipol total variando de 0,11 a 0,44% onde observaram aumento proporcional no peso do fígado dos animais. Uma degeneração gordurosa do fígado de truta arco-íris foi observado por Herman (1970)

quando alimentaram as trutas com dieta contendo 0,1% de gossipol.

A matéria seca (MS) da carcaça e a proteína na carcaça (PC) apresentaram uma diminuição linear em função do aumento dos níveis de inclusão do farelo de algodão. Já a percentagem de gordura da carcaça (GC) e o fator de condição (FC) não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) significativas entre os tratamentos. Este efeito pode estar relacionado com o efeito do gossipol sobre a indisponibilização dos aminoácidos e minerais, o que leva a um

desbalanceamento das rações, promovendo uma menor deposição de cinzas na carcaça resultando em maiores valores relativos de proteína e matéria seca na carcaça.

Quando do abate dos animais, foi observado que o fígado dos peixes do tratamento sem o farelo de algodão apresentaram uma coloração dentro do padrão, ou seja, róseo normal, a partir de 20% de inclusão de farelo de algodão (0,0011% de gossipol), o fígado passou a apresentar coloração alterada, com tons de rosa pálido até amarelado.

Conclusões

O farelo de algodão pode influenciar de forma negativa o desempenho dos alevinos de tilápia do Nilo, provavelmente devido à presença do gossipol, aos baixos níveis de lisina e ao alto teor de fibra, características do alimento em questão. Porém os resultados mostram que a inclusão de até 20% de farelo de algodão à ração não altera de forma significativa o desempenho dos animais nesta fase de desenvolvimento.

Referências

ABOU-DONIA, M. B.; LYMAN, C. M.; DIECKERT, J. W. Metabolite fate of gossypol: the metabolism of ¹⁴C-gossypol in rats. *Lipids*, Champaign, n.5, p.939, 1970.

AHERNE, F. X.; KENNELLY, J. J. Oilseed meals for livestock feed. *Recent development in pig nutrition*, London, p.278-315, 1984.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. *Nutrição animal*. São Paulo: Nobel, 1982.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: Funep, 1989.

BARROS, M. M.; SILVEIRA, A. C.; PEZZATO, T. E. Efeitos do farelo de algodão, como sucedâneo protéico, sobre o desempenho de alevinos de carpa (*Cyprinus carpio*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7., 1995, Peruíbe. *Anais...* Peruíbe: ACIESP, 1995. p.23-29.

BEAUDOIN, A. R. The embryotoxicity of gossypol. *Teratology*, New York, n.32, p.251-257, 1985.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente de nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.2, p.539-545, 2002.

CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, S.; CAMPERO, D. C. F. Os hábitos alimentares e os tipos de alimento da tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9., 1996, Piracicaba. *Resumos...* Piracicaba: ABRAq, 1996. p.106.

COOPER, R. G.; LENNON, A. M.; TRIBBLE, L. F. LPC cottonseed flour as a protein source for swine. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.48, n.5, p.1216-1222, 1979.

EGNA, H. S.; BOYD, C. E. *Dynamics of pond aquaculture*. Boca Raton: CRC Press, 1997. 342p.

EL-SAYED, A. F. M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture*, Netherlands, v.179, p.149-168, 1999.

EL-SAYED, A. F. M. Long-term evaluation of cotton seed meal as a protein source for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, Netherlands, v.84, p.315-320, 1990.

FITZSIMMONS, R. C.; NEWCOMBE, M.; MOUL, I. E. The long-term of feeding ground and whole cottonseed to laying hens. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.69, n.2, p.425-429, 1989.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: most important aquaculture species of the 21st century. In: PROCEEDINGS FROM THE FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ISTA, 2000. p.3-8.

FURLAN, A. C. *Classificação dos alimentos*. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1995. (Apostila didática de Alimentos e Alimentação).

GALDIOLI, E. M.; HAYASHI, C.; FAREIA, A. C. E. A.; SOARES, C. M. 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*). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.4, p.841-847, 2001.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, V. R.; GALDIOLI, E. M. 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.

HERMAN, R. L. Effects of gossypol on rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology*, London, n.2, p.293-303, 1970.

- 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.
- LANDAU, M. *Introduction to aquaculture*. New York: John Wiley & Sons, 1991.
- MAINARDES-PINTO, C. S. R.; VERANI, J. R.; ANTONIUTTI, D. M. Estudo comparativo do crescimento de machos de *Oreochromis niloticus* em diferentes períodos de cultivo. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, n.6, p.19-27, 1989.
- MARTIN, S. D. Gossypol effects in animal feeding can be controlled. *Feedstuffs*, Minnetonka, n.6, p.14-17, 1990.
- MBAHINZIREKI, G. B.; DABROWSKI, K.; LEE, K. J.; EL-SAYD, D.; WISNER, E. R. Growth, feed utilization and body composition of tilapia (*Oreochromis* sp.) fed cottonseed meal-based diets in a recirculating system. In: TILÁPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ISTA, 2000. p.173.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals*. Washington: National Academy Press, 1993.
- OFOJEKWU, P. C.; EJIKE, C. Growth response and feed utilisation in the tropical cichlid *Oreochromis niloticus* (Linn.) fed on cottonseed-based artificial diets. *Aquaculture*, Netherlands, v.42, n.1, p.27-36, 1984.
- OIOLLI, K. V.; SILVEIRA, A. C.; LUVIZZOTO, M. C. R. Desempenho produtivo e alterações anatomopatológicas, resultantes da utilização do farelo de algodão na alimentação inicial de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Boletín Red Regional de Acuicultura*, Bogotá, n.1, p.6-9, 1992.
- PEIXOTO, R. R.; MAIER, J. C. *Nutrição e alimentação animal*. 2. ed. Pelotas: UCPel/EDUCAT, 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.
- PILLAY, T. V. R. *Aquaculture, principles and practices*. Oxford: Fishing News Books, 1990.
- RICON, R.; SMITH, F. H.; CLAUSON, A. J. Detoxification of gossypol in raw cottonseed and the use of raw cottonseed meals as a replacement for soybean meal in diets for growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.47, n.2, p.865-872, 1978.
- ROBINSON, E. H.; RAWLES, S. D.; OLDENBURG, P. W. Effects of feeding glandless or glanded cottonseed products and gossypol to *Tilapia aurea*. *Aquaculture*, Netherlands, v.38, p.145-154, 1984.
- SALARO, A. L.; PEZZATO, L. E.; VICENTINI, C. A.; BARROS, M. M. Efeito da inclusão do farelo e da farinha de semente de algodão em rações para reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.6, n.28, p.1169-1176, 1999.
- SILVA, D. J. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990.
- SOUZA, S. R.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E. M.; NAGAE, M. Y.; MEURER, F. Diferentes fontes de protéicas de origem vegetal para a tilápia do Nilo, durante a reversão sexual. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: SBZ/Gmosis, 2000. CD-ROM.
- SOUZA, S. R.; HAYASHI, C. Digestibilidade aparente da energia e dos nutrientes do farelo de algodão para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) e piavuçu (*Leporinus maccrocephalus*). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.25, n.4, p.733-737, 2003.
- TACON, A. G. J. *Freed ingredients for warmwater fish: fish meal and other processes feedstuffs*. Rome: FAO, 1993.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *SAEG Sistema para análises estatísticas e genéticas: Versão 7.1*. Viçosa, 1997. (Manual do usuário).
- VIANNA, A. T. *Os suínos: criação prática e econômica*. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1975.