

Substituição do farelo de soja por farelo de algodão para tilápias do Nilo cultivadas em tanques-rede na fase de terminação

Fábio Rosa Sussel^{1*}; Fernando André Salles²; Giovani Sampaio Gonçalves³; Leonardo Tachibana³; Luciana Thie Seki Dias⁴

Resumo: O farelo de algodão (FA) é um ingrediente protéico promissor como substituto para o farelo de soja. Foram formuladas quatro rações isoprotéicas (32% PB) e isoenergéticas (2800 kcal/kg de ED). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, constituído de quatro níveis de inclusão de FA (0, 10, 20 e 30%) com quatro repetições. A ração controle continha 30% de farelo de soja (FS) e 0% de FA. As demais apresentavam 20% de FS e 10% de FA, 10% de FS e 20% de FA e 0% de FS e 30% de FA. As deficiências de lisina e metionina foram supridas com a adição de L-Lisina e DL-Metionina. Utilizou-se dezesseis tanques rede (TR), onde cada unidade (6 m³) foi povoada com 820 peixes pesando em média 0,468 ± 0,050 kg, por um período de 64 dias no reservatório da hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema - SP. Os resultados demonstraram que houve diferença (P<0,05) entre os tratamentos nas variáveis de desempenho produtivo estudadas, sendo que a inclusão de 20% de FA foi superior ao tratamento que só continha FS.

Palavras – chave: nutrição; desempenho produtivo; fontes de proteína.

Replacing soybean meal by cottonseed meal in Nile tilapia feeds raised in cages

Abstract: The cottonseed meal (CSM) is a promising protein source ingredient to replace soybean meal in fish feeds. This work aimed to evaluate the replacement of SBM by CSM in Nile tilapia zootechnical performance, raised at net cages system. Four isoproteic (32% CP) and isoenergetic (2800 kcal DE) rations were formulated with different replacement levels of SBM by CSM. The control diet (T1) contained 30% of SBM and 0% of CSM. The other three diets contained 20% of SBM and 10% of CSM (T2), 10% of SBM and 20% of CSM (T3) and 0% of SBM and 30% of CSM (T4). Lysine and methionine deficiency was controlled with L-lysine and DL- methionine addition of. Sixteen net cages (TR) were (6 m³), stocked with 820 fish/cage with inicial average weight of 0.468 ± 0.050 kg and fed during 64-day period at Chavantes Hydroelectric Reservoir, Paranapanema River, São Paulo State. Ration was offered at 8 a.m., 11 a.m., 2 p.m. and 6 p.m., and the experimental design was completely randomized with four inclusion levels of CSM (0, 10, 20 and 30%) and four replicates. The weight gain in fish was significant different (P<0,05) between treatments and CSM inclusion up to 20% was better than treatment with only SBM inclusion.

Key words: nutrition, productive performance, protein sources.

¹ Pesquisador Científico; APTA Centro Leste - UPD Pirassununga Av. Virgílio Baggio, 85 CEP 3641-004 Bairro Cachoeira de Emas – Pirassununga-SP. sussel@apta.sp.gov.br

² Pesquisador Científico; APTA Centro Leste.

³ Pesquisador Científico; Instituto de Pesca – APTA

⁴ Professora Adjunto; UFSCar. Campus Araras - SP

Introdução

A elevação do consumo de alimentos tem ocasionado desequilíbrio nos estoques mundiais de grãos. A demanda em alta e estoques baixos convergem para a elevação dos preços das commodities agrícolas.

O farelo de soja é o ingrediente protéico de origem vegetal mais utilizado na formulação de rações para peixes no Brasil, representando o maior custo nas fórmulas (Alves, 2007). O preço do mesmo sofre oscilações diárias devido à vulnerabilidade no mercado de especulação, pois, acompanha as cotações da soja integral e também é utilizado em grandes volumes nas dietas de aves e suínos, principalmente.

O farelo de algodão é fonte de proteína vegetal abundante, apresentando-se como o terceiro de maior produção mundial, após o farelo de soja e farelo de canola (Swik e Tan, 1995), com bom nível protéico e, geralmente, com menor custo por unidade de proteína comparado ao farelo de soja (Li e Robinson, 2006). Por outro lado, o farelo de soja é a melhor fonte vegetal em relação ao nível de proteína e ao perfil de aminoácidos essenciais (El-Sayed, 1999). Entretanto, Lim e Sessa (1995) sugerem que fontes protéicas mais econômicas sejam utilizadas com o intuito de substituir, parcial ou totalmente, o farelo de soja sem prejudicar o desempenho dos peixes. A fim de obter dietas mais econômicas, o farelo de algodão tem sido utilizado como fonte protéica alternativa em rações para peixes tropicais (Pezzato, 1995).

A cadeia produtiva tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é considerada uma das mais importantes da aquicultura e possui características desejáveis para a sustentabilidade econômica do empreendimento aquícola. De acordo com Sipaúba-Tavares (1995), a tecnologia para produção de alevinos está bem desenvolvida e o produto final pode ser comercializado inteiro, eviscerado, em forma de filés, defumados, entre outros, e os subprodutos do processamento, como vísceras, restos de carcaça e couro, constituem uma renda alternativa à agroindústria.

Segundo Alves (2007), não existem muitos trabalhos científicos que envolvam a fase de terminação da tilápia, devido à necessidade de grandes volumes de ração e animais envolvidos, implicando em altos custos de implantação e desenvolvimento dos projetos.

No Brasil, devido às condições favoráveis de clima e grande disponibilidade de reservatórios, o sistema de criação de peixes em tanques-rede tem apresentado acelerado crescimento, entretanto, carece de informações. O desenvolvimento da aquicultura como agroindústria e a intensificação de estratégias de produção condicionaram a busca por ingredientes de alta qualidade que permitam a formulação e o processamento de dietas

nutricionalmente completas e economicamente viáveis, maximizando a produção de pescado e minimizando o impacto ambiental (Cyrino *et al.*, 2005).

A presente pesquisa teve por objetivo avaliar o efeito da substituição do farelo de soja (FS) pelo farelo de algodão (FA) sobre o desempenho produtivo de tilápias do Nilo na fase de terminação em tanques-rede.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na piscicultura Tupi Aquafarm, no reservatório da hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema - Estado de São Paulo (23°08'26.12" S – 49°41'39.24" O).

A temperatura da água foi medida diariamente e, semanalmente, o teor de oxigênio dissolvido e pH. O experimento teve duração de 64 dias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com estrutura de tratamento unidirecional constituído de quatro níveis de inclusão de farelo de algodão (0; 10; 20 e 30%) com quatro repetições.

Na Tabela 1 encontram-se a composição percentual e a calculada das quatro rações experimentais, formuladas para serem isoprotéicas (32% proteína-bruta) e isoenergéticas (2800 kcal de energia digestível/kg). O FA utilizado na pesquisa continha 39,18% de proteína bruta, 14,90% de fibra bruta e 1,10% de extrato etéreo. As deficiências de lisina e metionina, aminoácidos limitantes para a espécie, foram supridas com a adição de aminoácidos sintéticos (L-Lisina e DL-Metionina) de acordo com Gonçalves *et al.*, (2006).

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais utilizadas na avaliação do farelo de algodão na nutrição de tilápias do Nilo

Table 1. Composition and calculated percentage of the experimental diets used in the evaluation of cottonseed meal in the nutrition of tilapia

Ingredientes (kg) <i>Ingredients</i>	0% FA <i>0% CSM</i>	10% FA <i>10% CSM</i>	20% FA <i>20% CSM</i>	30% FA <i>30% CSM</i>
Milho Moído <i>Crushed corn</i>	9,91	7,18	14,68	13,19
Farinha Visc. de Aves <i>Poultry gut meal</i>	12,23	14,07	17,27	21,72
Farelo de Algodão 38% <i>Cotton seed meal 38%</i>	0,00	10,00	20,00	30,00
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	30,00	20,00	10,00	0,00
Farelo de Trigo <i>Wheat meal</i>	20,00	17,52	10,00	10,00
Quirera de Arroz <i>Rice quirela</i>	4,07	10,00	10,00	10,00
Farelo de Arroz <i>Rice meal</i>	8,48	5,81	2,28	0,00
Farinha de Carne <i>Meat meal</i>	12,00	12,00	12,00	10,07
Óleo de Peixe <i>Fish oil</i>	0,00	0,00	0,24	1,40
L-Lisina 78,8% <i>L-Lysine</i>	0,12	0,22	0,32	0,41
DL-Metionina 99% <i>DL-Methionine</i>	0,09	0,10	0,11	0,11
Total* <i>Total</i>	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada (Calculated Composition)				
Energia Digestível (kcal) <i>Digestible energy</i>	2800,00	2800,00	2800,00	2800,00
Proteína Digestível (%) <i>Digestible protein</i>	26,04	26,33	26,00	26,00
Lípídeo (%) <i>Lipids</i>	6,64	6,45	6,72	7,99
Fibra Bruta (%) <i>Crude fiber</i>	4,46	4,91	4,94	5,63
Cinzas (%) <i>Ash</i>	10,00	10,00	10,00	10,00
Cálcio (%) <i>Calcium</i>	1,90	1,96	2,11	2,16
Fósforo Disponível <i>Disponibile phosphorus</i>	1,02	1,12	1,27	1,30
Lisina Total <i>Total lysine</i>	1,80	1,80	1,80	1,80
Metionina Total <i>Total methionine</i>	0,60	0,60	0,60	0,60

¹ Vitamina C Monofosfatada com 35% de atividade. ¹ Vitamin C monophosphate with 35% activity² Suplemento vitamínico e mineral: vitamina A, 12.000 UI; vitamina B₁, 20 mg; vitamina B₂, 20 mg; vitamina B₁₂, 40 mcg; vitamina B₆, 17,50 mg; vitamina D₃, 3.000 UI; vitamina E 150 mg; vitamina K₃, 15 mg; pantotenato de cálcio, 50 mg; niacina, 100 mg; ácido fólico, 6 mg; biotina, 1 mg; cloreto de colina, 500 mg; cobalto, 0,40 mg; cobre, 17,50 mg; Ferro, 100 mg; manganês, 50 mg; selênio, 100 mg; zinco, 120 mg; veículo q.s.p., 1.000 g.² Vitamin and mineral supplement: vitamin A, 12.000 UI; vitamin B₁, 20 mg; vitamin B₂, 20 mg; vitamin B₁₂, 40 mcg; vitamin B₆, 17,50 mg; vitamin D₃, 3.000 UI; vitamin E 150 mg; vitamin K₃, 15 mg; calcium pantothenate, 50 mg; niacin, 100 mg; folic acid, 6 mg; biotin, 1 mg; Choline chloride, 500 mg; cobaltum, 0,40 mg; copper, 17,50 mg; Iron, 100 mg; manganese, 50 mg; selenium, 100 mg; zinc, 120 mg; vehicle q.s.p., 1.000 g.

* Todas as dietas receberam: Levedura de cana: 2,0%, Sal: 0,30%, Cloreto de Colina: 0,10%, Antifúngico (Filax): 0,10%, Antioxidante: 0,01%, Vitamina C: 0,09%, Suplemento Vit. e Min.: 0,50%.

* *All the diets received: Sugar cane yeast: 2,0%, Salt: 0,30%, Cholin Chloride: 0,10%, Antifungic (Filax): 0,10%, Antioxidant: 0,01%, Vitamin C: 0,09%, Vitam. and Min. supplement: 0,50%.*

As quatro toneladas de cada dieta foram processadas no mesmo dia, garantindo a utilização da mesma partida dos ingredientes. Estas dietas experimentais foram extrusadas em fábrica de ração comercial, com extrusora industrial de 2.000 kg/h.

Cada tanque-rede com 6 m³ de volume total (2,0 x 2,0 x 1,5m) foi povoado com 820 peixes com peso inicial médio de 0,468 kg ± 0,050, invertidos sexualmente e obtidos a partir de progênes resultantes do cruzamento das linhagens Tailandesa e Nilótica.

Durante o período experimental, os peixes foram alimentados exclusivamente com as dietas experimentais, às 08h00; 11h00; 14h00 e 18h00. Até o peso de 0,500 kg a taxa de alimentação foi de 3% e, após este peso a taxa foi de 2%. As quantidades de ração foram calculadas semanalmente de acordo com projeções estimadas de ganhos de peso e ajustadas em função de biometrias.

Para avaliação do ganho de peso (GP = Peso Inicial – Peso Final), conversão alimentar (CA = Ração Consumida / Ganho de Peso) e sobrevivência (SOB = Quantidade de Peixes Inicial – Quantidade de Peixes Final), realizou-se o controle da quantidade de ração fornecida, a contagem e a pesagem de cada unidade experimental, com jejum prévio de 20 horas. Os peixes foram coletados em puçá e transferidos para recipientes com aproximadamente 50,0 L de água contendo solução de benzocaína (0,15g/L), com o intuito de diminuir o estresse e obter maior precisão na pesagem. Em seguida, foram transferidos em grupos de 15 peixes por vez para sacolas de lona perfurada, as quais eram penduradas no gancho do dinamômetro (capacidade para 25 kg e precisão de 0,01kg) para pesagem.

Devido à variação do peso médio inicial entre as unidades experimentais, os dados foram ajustados por meio do procedimento de co-variância, utilizando-se o peso inicial como co-variável.

Ao término das coletas, os dados foram analisados no PROC GLM do SAS por meio de análise de variância com correção para o peso inicial (co-variável), seguida de contrastes por polinômios ortogonais e obtidas as equações de regressão pelo método dos quadrados mínimos.

O modelo estatístico utilizado para a análise das variáveis estudadas foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + b_1(X_{ij} - \bar{X}) + b_2(X_{ij} - \bar{X})^2 + b_3(X_{ij} - \bar{X})^3 + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = característica relativa ao tratamento i e repetição j ;

μ = constante inerente aos dados;

T_i = efeito de tratamento i , sendo $i = 1:0\%$, $2:10\%$, $3:20\%$ e $4:30\%$;

b_1 ; b_2 e b_3 = coeficiente de regressão linear, quadrática e cúbica respectivamente;

X_{ij} = peso inicial do tratamento i e repetição j ;

$\bar{X}$ = peso médio inicial e,

e_{ij} = erro aleatório.

Os valores de máximo ganho de peso, sobrevivência e mínima conversão alimentar foram obtidos após a derivação das equações de regressão e o cálculo das raízes dos trinômios de segundo grau.

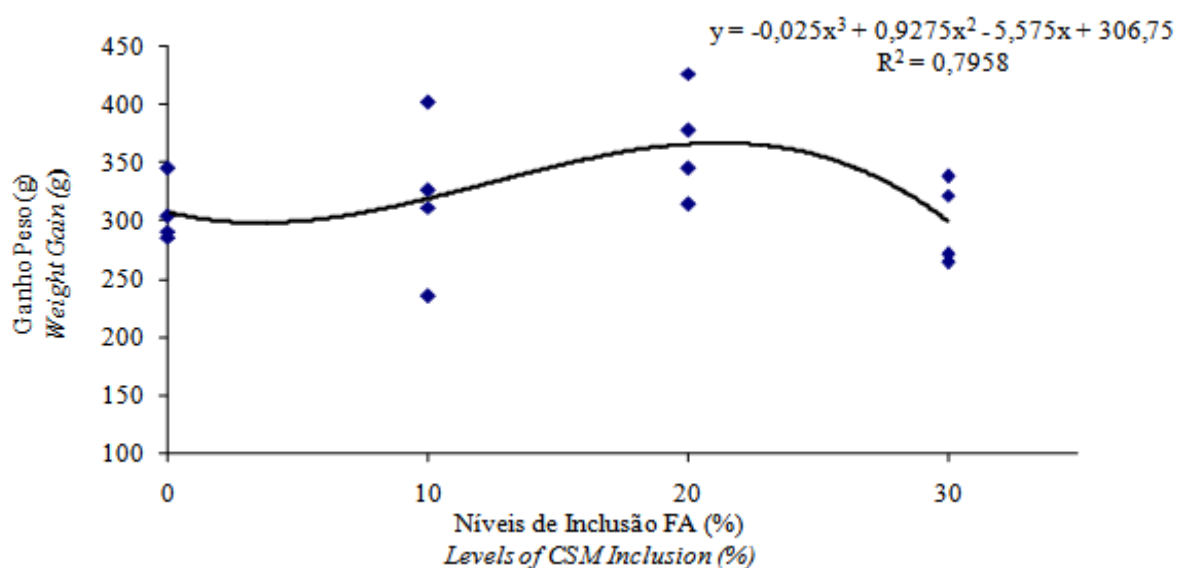
Resultados e Discussão

Durante o período experimental, a temperatura da água próximo aos tanques-rede foi de $26,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$. A concentração média de oxigênio dissolvido foi de $6,0 \pm 1,5$ mg/L e o pH variou entre 6,9 a 7,5. Na biometria final foram contabilizados 12.524 peixes, correspondendo a 9.920 kg no total.

Os resultados demonstram efeito cúbico da adição de FA sobre o ganho de peso ($P=0,0356$), conforme pode-se observar na Figura 1.

Figura 1 - Comportamento da curva em relação às médias de ganho de peso para cada repetição com a adição crescente de farelo de algodão.

Figure 1: Behavior the curve in terms of average weight gain for each replicate with the addition of increasing cottonseed meal.



Lim *et al.* (2002), quando trabalharam com inclusões de 0; 19; 38 e 57% de FA em substituição ao FS para juvenis de tilápia do Nilo, constataram que o nível de 19% de inclusão de FA não afetou o crescimento e eficiência alimentar, enquanto que as inclusões de 38 e 57% reduziram o desempenho dos peixes. No presente trabalho, o melhor resultado de ganho de peso foi obtido quando da inclusão de 20% de FA, sendo que a partir deste nível de inclusão houve efeito negativo do FA sobre o ganho de peso, conforme pode ser observado na Figura 1.

Em outro estudo com juvenis de tilápia, Lim *et al.* (2008a) trabalharam com inclusões de 0, 16,9, 33,7 e 50,6% de FA com suplementação de lisina, metionina e isoleucina; observaram que o ganho de peso foi superior para o nível de 16,9% de inclusão em relação à dieta controle, porém, nos níveis subsequentes (33,7 e 50,6%) não houve qualquer efeito.

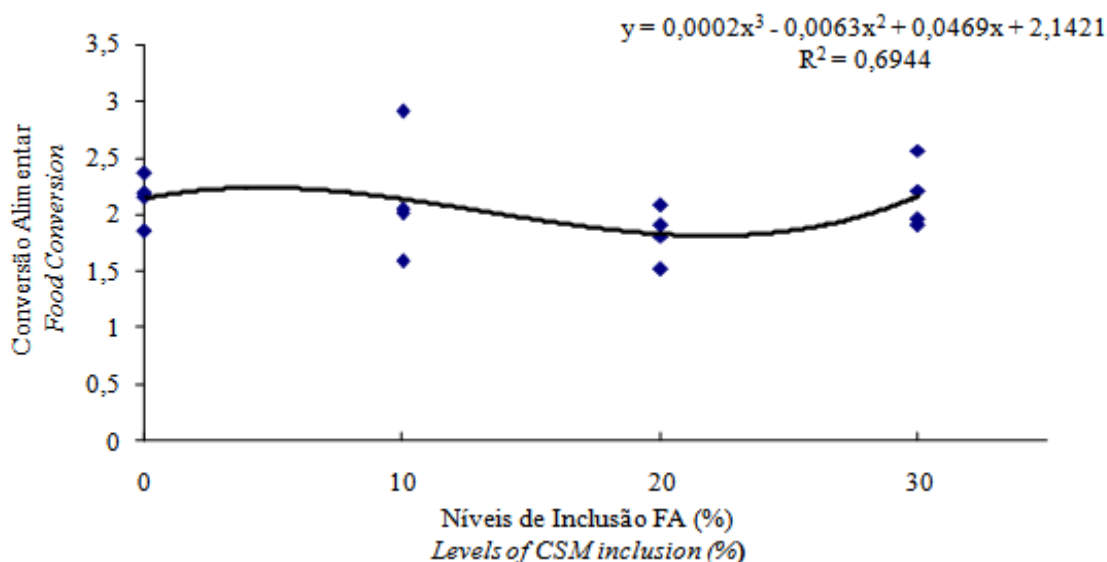
Estes resultados de ganho de peso relatados pelos autores citados, de certo modo, correlacionam-se com os resultados obtidos na presente pesquisa, onde as tilápias do Nilo responderam positivamente com inclusões de FA próximas a 20%, sendo que nas condições experimentais da presente pesquisa, o ponto de máximo ganho em peso, estimado por meio da equação de regressão ($GP = -0,025x^3 + 0,9275x^2 - 5,575x + 306,75$), foi 21,24% de inclusão de FA.

Kleemann (2006), ao estudar efeito do FA como substituto do FS sobre o desempenho produtivo de juvenis de tilápias do Nilo em condições laboratoriais, observou que a inclusão de 32% na ração para a espécie, quando suplementado com lisina, não afetou o desempenho e o estado fisiológico dos peixes. Sendo que os níveis de 38 e 57% de FA implicou em menor ganho de peso. El-Sayed (1999), utilizou dietas com 30% de proteína bruta e inclusão de 65 a 80% de FA, observando a diminuição significativa da taxa de crescimento dos animais. Constata-se, portanto, que inclusões maiores que 30, 33,7, 38 e 65% de FA, como observado no presente trabalho e nos trabalhos de Lim *et al.* (2002) e (2008a), Kleemann (2006) e El-Sayed (1999), respectivamente, interferem negativamente no ganho de peso de tilápias do Nilo.

Em relação a CA observa-se pela equação de regressão ($CA = 0,0002x^3 - 0,0063x^2 + 0,0469x + 2,1421$), que o ponto estimado onde esta variável apresentou melhor resultado foi 20,86% de inclusão de FA. Constata-se na Figura 2 que o efeito da adição de FA sobre a conversão alimentar ($P = 0,0687$), foi cúbico.

Figura 2 - Comportamento da curva em relação às médias de conversão alimentar para cada repetição com a adição crescente de farelo de algodão.

Figure 2: Behavior of the curve in terms of average feed conversion for each repetition with increasing addition of cottonseed meal.

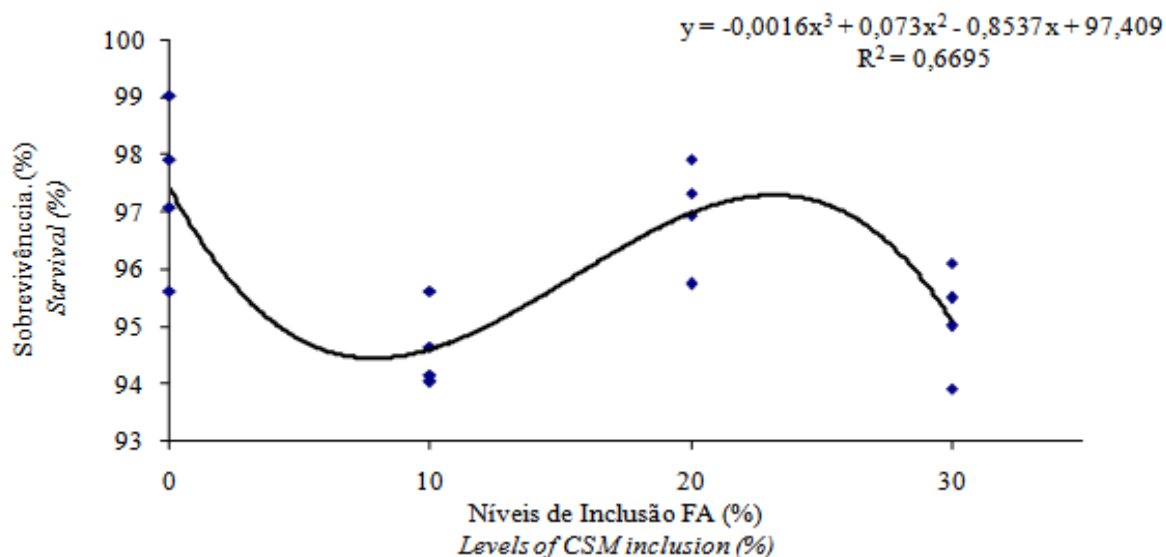


Robinson *et al.* (1994) não observaram diferença na CA de alevinos de tilápia utilizando 0, 10 e 20% de inclusão de FA. Mbahinzireki *et al.* (2001) trabalharam com inclusões de até 29,4% de FA para juvenis tilápia e não observaram prejuízos na CA. No presente trabalho, o nível de 30% de inclusão de FA afetou negativamente a CA. Kleemann (2006) constatou que houve efeito negativo sobre a CA quando da inclusão de 38 e 57% de FA para juvenis de tilápia do Nilo.

Com relação à sobrevivência (SOB) constatou-se que, novamente, o melhor resultado foi obtido com 20% de inclusão de FA, apesar da pouca diferença observada em relação a 0% de FA. Na Figura 3, constata-se a ocorrência do efeito cúbico da adição de farelo de algodão para a sobrevivência ($P = 0,0018$). O valor estimado como sendo o de melhor SOB, através da equação ($SOB = 0,0016x^3 + 0,073x^2 - 0,8537x + 97,409$), foi o nível de 23,18% de FA.

Figura 3 - Comportamento da curva em relação às médias de sobrevivência para cada repetição com a adição crescente de farelo de algodão.

Figure 3- Behavior of the curve in terms of average survival for each replicate with the addition of increasing cottonseed meal.



Lim *et al.* (2002) e Souza *et al.* (2004), em pesquisas realizadas com juvenis de tilápia do Nilo, não observaram diferenças na sobrevivência quando trabalharam com inclusões de 0; 19; 38 e 57% de FA e 0, 20, 40, 60 e 80% de FA, respectivamente.

Não foi possível estabelecer relação entre a sobrevivência e o uso do ingrediente em estudo. No entanto, o valor de 23,18% encontrado através da análise de regressão, está próximo aos melhores níveis de inclusão encontrados para o GP e a CA, evidenciando a existência de certa relação entre os níveis ideais observados na presente pesquisa.

Dorsa *et al.* (1982); Robinson *et al.* (1987); Robinson e Rawles (1985); Robinson e Brent (1989); Robinson (1991); Robinson e Li (1994) e Barros *et al.* (2000) e (2002), avaliaram o uso do FA para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*). Li e Robinson (2006) demonstraram a possibilidade de substituir até 50% de proteína do farelo de soja pela proteína do FA (cerca de 25% de inclusão) em rações sem suplementação de lisina e, até 100% da proteína do farelo de soja pode ser substituído pelo FA (cerca de 50% de inclusão) se a dieta for suplementada com lisina, para a espécie em questão.

Considerando os pontos de máximo ganho estimados através das análises de regressão para as variáveis estudadas nesta pesquisa, constata-se que os mesmos se encontram próximos dos níveis recomendados para o bagre do canal (25%). Sendo importante destacar que, de acordo com Lim *et al.* (2008b), inclusões de 10 a 15% nas dietas para o bagre do canal,

dispensa a suplementação com lisina sintética, enquanto, para a tilápia do Nilo, na maioria das vezes é necessária a suplementação com lisina sintética.

As deficiências dos aminoácidos essenciais, lisina e metionina, observadas no FA podem ser compensadas com a suplementação de aminoácidos sintéticos (Robinson e Li, 1994). Entretanto, em função dos aminoácidos sintéticos serem prontamente disponíveis e rapidamente absorvidos, eles podem alcançar picos de níveis plasmáticos logo após a ingestão do alimento e, por conseguinte, serem catabolisados, interferindo na utilização dos mesmos para uma efetiva síntese de proteínas (Yamada *et al.*, 1981; Zarate e Lovell, 1997; Sussel *et al.*, 2007). Neste caso, recomenda-se aumentar a frequência alimentar dos peixes quando forem usados aminoácidos sintéticos na dieta.

Constatou-se que o desempenho produtivo dos peixes na presente pesquisa, de modo geral, foi ascendente até a inclusão de 20% de FA. Com a inclusão de 30%, observou-se desempenho inferior. Com base nas observações dos autores acima, supõe-se que tal constatação esteja relacionada ao efetivo aproveitamento dos aminoácidos sintéticos, pois, as rações com 30% de FA continham maior quantidade destes aminoácidos os quais, dentro da frequência alimentar utilizada nesta pesquisa, provavelmente não foram efetivamente assimilados. Entretanto, este fato não inviabiliza o uso em grandes quantidades de aminoácidos sintéticos para peixes, pois, o aumento da frequência alimentar pode sanar esta questão.

Por meio da análise de regressão de cada variável estudada (ganho de peso, conversão alimentar e sobrevivência), constatou-se que os valores de máximo desempenho dos peixes estão entre 20,83 e 23,18% de inclusão de FA. A inclusão de 30% de FA mostrou-se prejudicial ao desempenho produtivo para tilápia do Nilo.

Conclusões

Conclui-se que para a tilápia do Nilo na fase de terminação em tanques-rede a inclusão de 20% de farelo de algodão na dieta, com a devida suplementação de lisina e metionina para a espécie, proporcionou bom desempenho produtivo.

Referências Bibliográficas

ALVES, J.M.C. A indústria de ração no Brasil: interface com a pesquisa. In: Palestra II Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Unesp Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: AquaNutri, Cd-rom. 2007.

BARROS, M.M.; LIM, C.; EVANS, J.J.; KLESIUS, P.H. Effect of iron supplementation to cottonseed meal diets on the growth performance of channel catfish, (*Ictalurus punctatus*). **Journal of Applied Aquaculture**, v.10, p.65–86, 2000.

BARROS, M.M.; LIM, C.; KLESIUS, P.H. Effect of soybean meal replacement by cottonseed meal and iron supplementation on growth, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. **Aquaculture** v. 207, p. 263-279, 2002.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. A nutrição de peixes e o ambiente. Palestra. In: I Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Unesp Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: Aquanutri, Cd-rom. 2005.

DORSA, W.J.; ROBINETTE, H.R.; ROBINSON, E.H.; POE, E. Effects of dietary cottonseed meal and gossypol on growth of young channel catfish. **Transactions of the American Fisheries Society** v.111, p. 651–655, 1982.

EL-SAYED, A.F.M. Alternative protein sources for farmed tilapia, (*Oreochromis ssp*). **Aquaculture**, v.179, p.149-68, 1999.

GONÇALVES, G. S. ; PEZZATO, L. E. ; BARROS, M. M. ; TACHIBANA, L. ; SANTA ROSA, M. J. S. ; GUIMARAES, I.G. Relação lisina digestível:proteína digestível em rações para tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science** ^{JCR}, v. 38, p. 2299-2305, 2006.

KLEEMANN, G.K. Farelo de algodão como substituto ao farelo de soja, rações para tilápia do Nilo. 2006. 60 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista – FMVZ, Botucatu, SP. 2006.

LI, M.H.; ROBINSON, E.H. Use of cottonseed meal in aquatic animal diets: a review. **North American Journal of Aquaculture**, v.68, p. 14-22, 2006.

LIM, C.E.; AKSOY, M.; KLESIUS, P.H. Growth, Immune Response and Resistance to Streptococcus iniae of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed Diets Containing Cottonseed Meal and Supplemental Essential Amino Acid as Substitute for Soybean Meal. In: Proceedings of XIII International Symposium on Fish Nutrition and Feeding. Florianopolis, Brazil. p.59, 2008a.

LIM, C.E.; LI, M.H.; ROBINSON, E.; YILDIRIM-AKSOY, M. Cottonseed meal in fish diets. In: Alternative Protein Sources in Aquaculture Diets, C. Lim, C.D. Webster and C.S. Lee, Editors. The Haworth Press, Taylor & Francis Group, New York, NY. p.313-342, 2008b.

LIM, C.E.; LI, M.H.; ROBINSON, E. Cottonseed meal in fish diets. Meeting Abstract. In: <http://www.aclso.saa.ars.usda.gov/research/publications> 2003.

LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; KLESIUS, H. Dietary cottonseed meal affects growth, hematology, immune responses of Nile tilapia. **Global Aquaculture** v.5(6), p.29–30, 2002.

MTAHINZIREKI, G.B.; DABROWSKI, K.K.; LEE, EL-SAIDY J.D.; WISNER, E.R. Growth, feed utilization, and body composition of tilapia (*Oreochromis* spp.) fed with cottonseed meal-based diets in a recirculating system. **Aquaculture Nutrition**, v.7, p.189–200, 2001.

PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: Simpósio Internacional Sobre nutrição de Peixes e Crustáceos, Campos do Jordão. **Anais...** CBNA, p.34-52, 1995.

ROBINSON, E.H. Improvement of cottonseed meal protein with supplemental lysine in feeds for channel catfish. **Journal of Applied Aquaculture**, v.1, p1–14, 1991.

ROBINSON, E.H.; BRENT, J.R. Use of cottonseed meal in channel catfish feeds. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.20, p.250–255, 1989.

ROBINSON, E.H.; LI, M.H. Use of plant proteins in catfish feeds: replacement of soybean meal with cottonseed meal and replacement of fish meal with soybean meal and cottonseed meal. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.25, p.271–276, 1994.

ROBINSON, E.H.; RAWLES, S.D. Use of defatted, glandless cottonseed flour and meal in channel catfish diets. **Proceedings of the Annual Conference Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies**, v.37 p.358–363, 1985.

ROBINSON, E.H.; DANIELS, W.H. Substitution of soybean meal with cottonseed meal in pond feeds for channel catfish reared at low densities. **Journal of the World Aquaculture Society**, v18, p.101-106, 1987.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia aplicada a aquicultura. Jaboticabal-SP: **Funep-Unesp**, 70 p. 1995.

SOUZA, S.R. Farelo de algodão na alimentação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). 2002. 75 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá UEM - Maringá-PR. 2002.

SWICK, R.A.; TAN, P.H. Considerations in using common Asian protein meals. Singapore: **American Soybean Association Technical Bulletin MITA**, 1995.

SUSSEL, F.R.; AGOSTINHO, C.A.; SALLES, F.A.; GONÇALVES, G.S. Utilização de Aminoácidos sintéticos na nutrição de peixes: uma abordagem sobre absorção, utilização e frequência alimentar. In: II Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Unesp Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: AquaNutri, Cd-rom. 2007.