

# AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR FARELO DE ALGODÃO EM DIETAS PRÁTICAS PARA TILÁPIAS DO NILO CULTIVADAS EM TANQUES-REDE<sup>1</sup>

Fábio Rosa Sussel<sup>2</sup>  
Fernando André Salles<sup>3</sup>  
Giovani Sampaio Gonçalves<sup>4</sup>  
Cristina Fachini<sup>5</sup>  
Cláudio Angelo Agostinho<sup>6</sup>

## 1 - INTRODUÇÃO

No ano de 2007 foram produzidas no Brasil, de acordo com dados do Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2008), 168 mil t de ração para peixes. O farelo de soja contribui em aproximadamente 25% da composição destas rações, o que corresponde a 42 mil t por ano. O uso deste ingrediente em rações para peixes é prática consolidada devido ao seu adequado perfil aminoacídico (EL-SAYED, 1999).

Segundo Alves (2007), o farelo de soja é o ingrediente proteico de origem vegetal que representa maior custo nas fórmulas de ração para peixes. Os preços do mesmo variam constantemente, já que este ingrediente acompanha as cotações da soja integral e também é utilizado em grandes volumes nas dietas de outros animais, principalmente na de aves e suínos. A dependência por ingredientes representa um componente de risco que não é desejável. Neste caso, a avaliação de ingredientes alternativos que diminuam a dependência do farelo de soja é preeminente.

Lim e Sessa (1995) propuseram que fontes de proteínas mais econômicas seriam

desejáveis, desde que a substituição parcial ou total do farelo de soja não prejudicasse o desempenho dos peixes. Dentre as fontes de proteína vegetal, o farelo de algodão é abundante em grande parte do mundo, com alto teor proteico e, geralmente, de menor custo por unidade de proteína do que o farelo de soja (LI; ROBINSON, 2006). Constitui-se na terceira maior fonte de produção mundial, atrás somente do farelo de soja e do farelo de canola (SWICK; TAN, 1995).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) possui um conjunto de características desejáveis para a consolidação de um empreendimento aquícola. Os segmentos de melhoramento genético, reprodução, produção/engorda, alimentação, processamento do peixe e aceitação do produto no mercado consumidor encontram-se estabelecidos. Entretanto, o constante aperfeiçoamento de cada um destes itens se faz necessário para melhor competitividade desta cadeia.

No Brasil, a criação de tilápias em tanques-rede vem se firmando como modo eficiente e vantajoso de se cultivar peixes, devido à grande quantidade de reservatórios para a geração de energia elétrica, bem como a facilidade desta espécie em se adaptar a sistemas de criação intensivos.

Segundo Alves (2007), existem poucos trabalhos científicos que envolvam a fase de terminação, já que pesquisadores não possuem instalações para estudar os peixes até o tamanho de comercialização.

O crescimento da aquicultura como agroindústria e a intensificação de estratégias de produção condicionaram a busca por ingredientes de alta qualidade. Elas permitem 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 reali-

<sup>1</sup>Registrado no CCTC, IE-117/2008.

<sup>2</sup>Zootecnista, Mestre, Pesquisador Científico do Polo APTA Centro Leste, Ribeirão Preto - UPD Pirassununga (e-mail: sussel@apta.sp.gov.br).

<sup>3</sup>Zootecnista, Doutor, Pesquisador Científico do Polo APTA Centro Leste, Ribeirão Preto (e-mail: fasalles@gmail.com).

<sup>4</sup>Zootecnista, Doutor, Pesquisador Científico do Instituto de Pesca (e-mail: gsgoncalves@pesca.sp.gov.br).

<sup>5</sup>Economista, Mestre, Pesquisadora Científica da APTA - DGE, Campinas (e-mail: cfachini@apta.sp.gov.br).

<sup>6</sup>Zootecnista, Doutor, Professor Adjunto da UNESP (Campus de Botucatu) (e-mail: agostinho@fca.unesp.br).

zação de pesquisas com o propósito de atender tal premissa, assim como também a análise de fatores econômicos que dão suporte à expansão da atividade, tornam-se fundamentais.

Frente ao exposto, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar o retorno econômico proporcionado pela inclusão de níveis de farelo de algodão, em substituição ao farelo de soja, para tilápias do Nilo na fase de terminação em tanques-rede.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Local da Pesquisa, Povoamento Inicial e Peixes

O experimento realizado para fins de levantamento dos índices de produtividade dos peixes foi realizado em condições práticas de cultivo. O local escolhido foi a Piscicultura Tupi Aquafarm, com 300 tanques-rede instalados no reservatório da hidrelétrica de Chavantes, do rio Paranapanema, Estado de São Paulo. Os procedimentos de manejo adotados na piscicultura, como densidade nos tanques-rede, porcentagem de arraçoamento, horários e frequência alimentar foram utilizados nesse experimento.

Os animais utilizados (machos invertidos sexualmente) eram provenientes do cruzamento entre as linhagens tailandesa x nilótica. O experimento teve a duração de 64 dias (de 21/12/2006 a 22/02/2007).

Cada unidade experimental foi povoada com 820 peixes, totalizando 13.120 peixes. Considerando que os tanques-rede eram de 6m<sup>3</sup>, a densidade final foi estimada em 100kg de peixes por m<sup>2</sup>.

### 2.2 - Dietas e Manejo Alimentar

Para avaliação do desempenho produtivo, objetivando a posterior análise econômica, foram elaboradas quatro dietas. O farelo de algodão utilizado na pesquisa continha 39,18% de proteína bruta, 14,9% de fibra bruta e 1,1% de extrato etéreo. A dieta controle possuía 30% de farelo de soja e 0% de farelo de algodão. As dietas subsequentes apresentavam 10%; 20% e 30% de farelo de algodão, sendo que, para cada porcentagem de farelo de algodão que era incluí-

da, a mesma quantidade de farelo de soja era retirada, de modo que a última dieta não continha farelo de soja. As deficiências de lisina e metionina, aminoácidos limitantes para a espécie, foram supridas com a adição de aminoácidos sintéticos (L-Lisina e DL-Metionina). Na tabela 1 encontra-se a composição percentual e na tabela 2 a composição química calculada das quatro rações.

O fornecimento diário de ração foi realizado quatro vezes ao dia: às 8h, 11h, 14h e 18h. Para este manejo, o barco era abastecido com as quantidades de ração de cada tratamento já previamente pesadas. Cada unidade experimental continha uma placa de identificação onde constava o tratamento ao qual pertencia e a quantidade de ração por alimentação.

A taxa de arraçoamento dos peixes foi decrescente, em termos de porcentagens, conforme os peixes cresciam. Com isto, a mesma ficou definida da seguinte forma: unidades experimentais com peso médio entre 0,300kg e 0,400kg receberam 4% de ração; de 0,400kg a 0,500kg, 3% de ração; de 0,500kg a 0,700kg, 2% de ração; e as acima de 0,800kg receberam 1,5% de ração. Os ajustes nas quantidades eram realizados semanalmente de acordo com projeções de ganhos de peso. Tal projeção foi ajustada em função de uma biometria intermediária, realizada 30 dias após o início do experimento (21/01/2007).

### 2.3 - Pesagem Final

Para a obtenção dos dados de ganho em biomassa, entre outras variáveis, todos os peixes foram pesados e contados ao final do período experimental, sendo realizado jejum de aproximadamente 20h antes da pesagem. Para o procedimento de pesagem, os peixes foram coletados em puçá e transferidos para recipientes com aproximadamente 50 l de água contendo solução de benzocaína, a 0,15g/l. O procedimento de anestésiar os peixes visava minorar o estresse e, também, proporcionar maior precisão de leitura.

### 2.4 - Delineamento Experimental e Análise Econômica

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com estrutura de tratamento unidirecional constituído de quatro níveis

TABELA 1 - Composição Percentual das Dietas Práticas Utilizadas na Avaliação do Farelo de Algodão na Nutrição de Tilápias do Nilo, em Pesquisa na Piscicultura Tupi Aquafarm, Rio Paranapanema, Estado de São Paulo, 2006-2007

Ingredientes (kg)	0% FA	10% FA	20% FA	30% FA
Milho moído	9,91	7,18	14,68	13,19
Farinha visc. de aves	12,23	14,07	17,27	21,72
Farelo de algodão (38% PB)	0,00	10,00	20,00	30,00
Farelo de soja	30,00	20,00	10,00	0,00
Farelo de trigo	20,00	17,52	10,00	10,00
Levedura de cana	2,00	2,00	2,00	2,00
Quirera de arroz	4,07	10,00	10,00	10,00
Farelo de arroz	8,48	5,81	2,28	0,00
Farinha de carne	12,00	12,00	12,00	10,07
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30
Óleo de peixe (tilápia)	0,00	0,00	0,24	1,40
Cloreto de colina 70%	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Lisina	0,12	0,22	0,32	0,41
DL-Metionina	0,09	0,10	0,11	0,11
Antifúngico	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante	0,01	0,01	0,01	0,01
Vitamina C <sup>1</sup>	0,09	0,09	0,09	0,09
Suplemento min. e vit. <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

<sup>1</sup>Vitamina C monofosfatada com 35% de atividade.

<sup>2</sup>Suplemento mineral e vitamínico: vitamina A, 12.000 UI; vitamina B<sub>1</sub>, 20mg; vitamina B<sub>2</sub>, 20mg; vitamina B<sub>12</sub>, 40mcg; vitamina B<sub>6</sub>, 17,50mg; vitamina D<sub>3</sub>, 3.000 UI; vitamina E, 150mg; vitamina K<sub>3</sub>, 15mg; pantotenato de cálcio, 50mg; niacina, 100mg; ácido fólico, 6mg; biotina, 1mg; cloreto de colina, 500mg; cobalto, 0,40mg; cobre, 17,50mg; ferro, 100mg; manganês, 50mg; selênio, 100mg; zinco, 120mg; veículo q.s.p., 1.000g.

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 2 - Composição Química Calculada das Dietas Práticas Utilizadas na Avaliação do Farelo de Algodão na Nutrição de Tilápias do Nilo, em Pesquisa na Piscicultura Tupi Aquafarm, Rio Paranapanema, Estado de São Paulo, 2006-2007

Variáveis (%)	0% FA	10% FA	20% FA	30% FA
Umidade	10,16	9,91	9,50	9,13
Energia digestível (kcal)	2.800,00	2.800,00	2.800,00	2.800,00
Proteína digestível	27,04	26,33	26,00	26,00
Proteína bruta	32,00	32,00	32,00	32,00
Gordura	6,64	6,45	6,72	7,99
Fibra bruta	4,46	4,91	4,94	5,63
Cinzas	10,00	10,00	10,00	10,00
Cálcio	1,90	1,96	2,11	2,16
Fósforo disponível	1,02	1,12	1,27	1,30
Arginina total	2,10	2,11	2,11	2,15
Lisina total	1,80	1,80	1,80	1,80
Met. + cist. total	1,05	1,02	0,99	0,97
Treonina total	1,20	1,18	1,16	1,15
Triptofano total	0,36	0,35	0,33	0,32
Metionina total	0,60	0,60	0,60	0,60

Fonte: Dados da pesquisa.

de inclusão de farelo de algodão (0%, 10%, 20% e 30%), com quatro repetições.

Os ganhos em biomassa de cada tratamento foram submetidos ao teste de Dunnett, o qual é utilizado quando o interesse é comparar o tratamento controle (T1) com as médias dos demais tratamentos.

Após a verificação das diferenças estatísticas, os tratamentos foram analisados economicamente por meio do sistema Partial Budget Analysis in Aquaculture, proposto por Shang (1990). Este sistema trabalha com a análise parcial do custo de produção e é utilizado em situações em que apenas um item do custo operacional sofre variação, sendo que os demais permanecem iguais nos tratamentos. Neste caso, o custo de fórmula é o único variável, uma vez que os demais custos (mão-de-obra, alevinos, depreciação de tanques-rede etc.) foram iguais para todos os tratamentos (Tabela 1).

A composição do orçamento parcial se dá com a diferença entre os custos da ração de cada tratamento e as respectivas receitas geradas (preço recebido pelo produtor de tilápia na região de Assis, Estado de São Paulo), em função do total gerado em kg para cada nível de inclusão do farelo de algodão na pesquisa realizada.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A biomassa de peixes gerada em decorrência dos níveis de inclusão de farelo de algodão durante o período experimental foi a seguinte: 0% = 941,16kg; 10% = 905,92kg; 20% = 1118,8kg e 30% = 858,60kg. O ganho de biomassa do tratamento com 20% de inclusão diferiu ( $P < 0,05$ ) em relação ao do tratamento com 0%, por meio do teste de Dunnett.

Esta diferença de biomassa gerou lucro médio de R\$112,97 (a mais do que o controle), apresentando intervalo de confiança entre R\$1,15 e R\$224,79, ou seja, em 95% das vezes que experimentos similares forem realizados, o lucro estará dentro deste intervalo.

Na tabela 3 encontra-se a projeção de lucro parcial gerado de acordo com os níveis utilizados e suas respectivas biomassas produzidas. Para tal projeção, os preços do farelo de algodão e do farelo de soja foram pré-estabelecidos de acordo com as cotações vigentes no mercado.

Observou-se que a esperada redução do custo das rações não ocorreu. A necessidade de complementar as dietas com aminoácidos sintéticos nos tratamentos com maiores níveis de farelo de algodão, já que este farelo é deficiente em lisina e metionina, implicou equiparação dentre os três primeiros níveis de inclusão e um expressivo aumento de custo quando a inclusão foi de 30%. Entretanto, constatou-se que a receita parcial gerada foi maior para o nível de 20% de inclusão deste ingrediente. A participação benéfica deste ingrediente sobre as variáveis ganho de peso e sobrevivência implicaram a geração de maior biomassa de peixes, justificando o incremento da receita.

Porém, há limites na inclusão do farelo de algodão para tilápias. No tratamento com inclusão de 30% dele, foi constatado o menor ganho em biomassa entre todos, gerando receita negativa quando comparado com o que recebeu somente farelo de soja.

Há limites no que se refere ao desempenho produtivo dos peixes como também na questão mercadológica das matérias-primas em estudo. De acordo com Li e Robinson (2006), é importante conhecer valores de tolerância referentes à inclusão do farelo de algodão para tilápia. Os autores destacaram, porém, que a inclusão deste ingrediente estará limitada entre 10% e 15%, pois as questões de mercado serão preponderantes. Caso estas sejam favoráveis, poderão ocorrer maiores porcentagens de inclusão.

Tão importante quanto o incremento no custo das rações que determinado ingrediente pode apresentar é a avaliação de qual a implicação do mesmo na produtividade dos peixes. No caso desse experimento, constatou-se que as oscilações de preço dos ingredientes em questão exercem pouca intervenção no custo das rações, quando comparado com aquela exercida na produtividade ao optar pelo uso do farelo de algodão. Portanto, a avaliação de determinada fonte proteica deve ser feita também com base no aumento de produtividade que a mesma pode proporcionar.

Comparando diferentes sistemas de produção de tilápias no Estado de São Paulo, Scorvo Filho; Martin; Ayrosa (1998) constataram que a ração é o insumo com expressiva participação no custo de produção da tilápia e que o aumento do rendimento por ha implica em aumento da participação da ração nos custos por

TABELA 3 - Lucro Parcial Gerado em Função do Ganho em Biomassa de Tilápias do Nilo Alimentadas com Diferentes Inclusões de Farelo de Algodão, em Pesquisa na Piscicultura Tupi Aquafarm, Rio Parapanema, Estado de São Paulo, 2006-2007

Variáveis do orçamento parcial	0% FA	10% FA	20% FA	30% FA
Ração experimental consumida (kg)	2.000,00	1.850,00	2.025,00	2.000,00
Quantidade de peixe produzido em 4 TR* (kg) <sup>1</sup>	941,16	905,92	1.118,80	858,60
Preço do farelo de algodão (R\$/t)	380,00	380,00	380,00	380,00
Inclusão do farelo de algodão (%)	0,00	10,00	20,00	30,00
Custo do farelo de algodão nas dietas (R\$)	0,00	38,00	76,00	114,00
Demais ingredientes	503,00	464,00	427,00	401,00
Custo de fórmula (R\$/t)	503,00	502,00	503,00	515,00
Custo da ração experimental (R\$/t) <sup>2</sup>	703,00	702,00	703,00	715,00
Preço do peixe comercializado (R\$/kg)	2,50	2,50	2,50	2,50
Lucro parcial gerado por trat. (R\$) <sup>3</sup>	946,90	967,95	1.373,43	716,50
Ganho por tratamento em relação ao controle no período (R\$)	-	21,05	426,53	-230,40
Valor da ração por peso de peixe por período (R\$/kg)	1,50	1,43	1,27	1,67

<sup>1</sup>TR = Tanques-rede de 6m<sup>3</sup>. Esta quantidade de peixe refere-se ao total produzido durante o período experimental (64 dias).

<sup>2</sup>Custo de fórmula + R\$200,00 de extrusão. Consideram-se custo de R\$380/t do farelo de algodão e R\$670/t para o farelo de soja.

<sup>3</sup>Sem considerar os custos fixos (mão-de-obra, alevinos etc.) e de investimentos, pois estes são iguais para os quatro tratamentos da referida pesquisa.

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

ha. Isso acontece uma vez que o maior volume produzido consiste em maior consumo de ração, embora haja a redução dos custos por kg de peixe vivo produzido.

Esta informação corrobora os dados deste trabalho, em que o crescimento da produtividade, apesar de ter aumentado o consumo de ração, gerou um menor custo parcial de produção de peixe por kg de ração consumida.

#### 4 - CONCLUSÕES

De acordo com a análise do orçamento parcial e dos ganhos em biomassa em função dos níveis de inclusão do farelo de algodão, conclui-se que o nível de 20% de inclusão para tilápias do Nilo, na fase de terminação em tanques-rede, proporciona melhor lucratividade parcial do empreendimento aquícola, quando comparado com a dieta que não recebeu este ingrediente.

#### LITERATURA CITADA

ALVES, J. M. C. **A indústria de ração no Brasil**: interface com a pesquisa. In: II SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES, 2., Botucatu (SP), 2007. **Anais...** Botucatu: AquaNutri/UNESP, 2007. 1 CD-ROM.

CYRINO, J. E. P. et al. A nutrição de peixes e o ambiente. Palestra. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES, 1., Botucatu (SP), 2007. **Anais...** Botucatu: AquaNutri/UNESP, 2005. 1 CD-ROM.

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

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

LIM, C.; SESSA, D.J. Nutrition and utilization technology in aquaculture. In: AOCS Press. 1995. 294 p.

SCORVO FILHO, J. D.; MARTIN, N. B.; AYROZA, L. M. S. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 41-62, mar. 1998.

SHANG, Y. C. Aquaculture economic analysis: an introduction. **World Aquaculture Society**, Louisiana (USA), p. 1-211, 1990.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL - SINDIRAÇÕES. **Boletim mensal**. Disponível em: <[http://www.sindiracoes.org.br/downloads/Sindiracoes\\_Boletim\\_Mar\\_2008.pdf](http://www.sindiracoes.org.br/downloads/Sindiracoes_Boletim_Mar_2008.pdf)>. Acesso em: 4 ago. 2008.

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

### **AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR FARELO DE ALGODÃO EM DIETAS PRÁTICAS PARA TILÁPIAS DO NILO CULTIVADAS EM TANQUES-REDE**

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar, com base no desempenho produtivo dos peixes, a viabilidade econômica da substituição do farelo de soja (FS) pelo farelo de algodão (FA) em dietas práticas para a tilápia do Nilo na fase de terminação em tanques-rede. Para tal observação, foram formuladas quatro rações isoproteicas (32% PB) e isoenergéticas (2.800 kcal/kg de ED). A ração controle (T1) continha 30% de FS e 0% de FA. As dietas subsequentes apresentavam 20% de FS e 10% de FA (T2), 10% de FS e 20% de FA (T3) e 0% de FS e 30% de FA (T4). As deficiências de lisina e metionina, consideradas aminoácidos limitantes para a espécie, foram supridas com a adição de aminoácidos sintéticos (L-Lisina e DL-Metionina). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, constituído de quatro níveis de inclusão de FA (0%, 10%, 20% e 30%) com quatro repetições contendo 820 peixes cada. Os dados coletados foram analisados no PROC GLM do SAS por meio da técnica de análise de covariância, utilizando-se o peso inicial de cada unidade experimental como covariável e, em seguida, aplicou-se o teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Para o cálculo do lucro parcial, foi utilizado o sistema de Partial Budget Analysis in Aquaculture, proposto por Shang (1990). O lucro parcial em T3 diferiu ( $P < 0,05$ ) em relação ao T1 (controle). Conclui-se que a adição de 20% de FA nas rações para tilápia do Nilo na fase de terminação em tanques-rede proporciona maior rentabilidade.

**Palavras-chave:** alimentação, ingredientes, nutrição.

### **ECONOMIC EVALUATION OF REPLACING SOYBEAN MEAL WITH COTTONSEED MEAL IN PRACTICAL DIETS FOR CAGE-FARMED NILE TILAPIA**

**ABSTRACT:** Based on fish production performance, this study assessed the feasibility of replacing SBM with CSM in practical diets for cage-raised Nile tilapia during the finishing phase. To accomplish this research, four isoproteic (32% CP) and isoenergetic (2500 Kcal/kg of DE) diets were formulated. 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 compensated for with synthetic amino acid (L-lysine and DL- methionine) supplementation. Experimental design was completely randomized with four treatments and four repetitions. Data were analyzed with SAS PROC GLM through co-variance analysis, adding initial mean weight as a co-variable, followed by Dunnett test. The system used to calculate the profit part was Partial Budget Analysis in Aquaculture, proposed by Shang (1990). Profit was significantly different at T3 when compared to T1 (control). It was concluded that the addition of 20% of CSM to finishing diets can improve cage-raised Nile tilapia profitability.

**Key-words:** feeding, ingredients, nutrition, fish culture.

Recebido em 03/11/2008. Liberado para publicação em 20/08/2009.