

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**FARELO DE ALGODÃO NA NUTRIÇÃO DE TILÁPIAS DO NILO
NA FASE DE TERMINAÇÃO EM TANQUES-REDE**

FÁBIO ROSA SUSSEL

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-
graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre.

BOTUCATU – SÃO PAULO
OUTUBRO – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**FARELO DE ALGODÃO NA NUTRIÇÃO DE TILÁPIAS DO NILO
NA FASE DE TERMINAÇÃO EM TANQUES-REDE**

FÁBIO ROSA SUSSEL

ORIENTADOR: Prof. Dr. Cláudio Ângelo Agostinho

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

BOTUCATU – SÃO PAULO
OUTUBRO – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S965f Sussel, Fabio Rosa, 1975-
Farelo de algodão na nutrição de Tilápias do Nilo na fase de terminação em tanques-rede / Fabio Rosa Sussel. - Botucatu : [s.n.], 2008.
v, 59 f.: tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2008
Orientador: Cláudio Ângelo Agostinho
Inclui bibliografia.

1. Tilápia(Peixe). 2. Desempenho. 3. Peixes - Nutrição.
4. Farelo de algodão. 5. Tanques-rede. I. Agostinho, Cláudio Ângelo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

*Com Orgulho,
dedico*

*in memoriam de meu Pai, José SusseI.
As lembranças constantes de ti significam
a prova concreta de sua presença em minha vida.
Na minha memória, para sempre viverás. Muito Obrigado...*

Agradecimentos

À Universidade Estadual Paulista e ao Programa de Pós Graduação em Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Campus de Botucatu, pela oportunidade de realizar este curso;

A Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio – APTA por ter proporcionado condições de aperfeiçoar-me cientificamente;

A fábrica de rações Kero de Assis-SP, em nome do Sr. Raul Martins, o qual abriu as portas de sua fábrica para o processamento das rações experimentais;

A piscicultura Tupi Aquafarm que disponibilizou a estrutura de tanques-rede assim como também os peixes para a realização da parte experimental;

A Agropecuária Maeda S/A por ter acreditado em meu trabalho e pelos recursos financeiros disponibilizados para a realização da pesquisa, para a apresentação dos resultados e para a minha participação em congresso científico, muito obrigado;

Aos amigos de república e de Pós-Graduação: João Fernando Albers Koch e Fernando Kojima Nakagome, apesar do pouco tempo de convivência foi grande o companheirismo;

Ao amigo e colega de trabalho Dr. Giovani Sampaio Gonçalves, pelo fundamental auxílio na formulação das dietas experimentais,

Ao amigo, colega de trabalho e companheiro de pescarias Dr. Fernando André Salles, pelo imprescindível auxílio em todas as etapas desta pesquisa, com ênfase na parte estatística e, principalmente, pela orientação na carreira de pesquisador científico;

Ao meu orientador Prof. Dr. Cláudio Ângelo Agostinho, pela confiança em mim depositada, ensinamentos e sábia maneira de conduzir uma orientação;

A minha namorada Cristina Fachini. Obrigado Cris; obrigado pelo auxílio científico na redação deste trabalho e obrigado por me proporcionar momentos de felicidade extrema;

Ao meu Padrasto Donizette, pelas inúmeras pescarias que realizamos durante minha adolescência as quais despertaram em mim esta paixão pela aquicultura;

Aos meus sobrinhos, Maria Eduarda, José Henrique, Mateus, Ana Carolina, Ana Júlia e Ana Clara; a grandeza de cada um de vocês serve de estímulo para o meu aperfeiçoamento;

A minha irmã Meire, pelo carisma e espontaneidade;

Ao meu irmão Haroldo, pela alegria e determinação;

A minha irmã Lúcia, pela humildade e sabedoria;

Ao meu irmão Paulo, que sempre me incentivou, me ajudou financeiramente e contribuiu, através de seus ensinamentos, conselhos e exemplos, de maneira expressiva em minha formação;

A minha Mãe, Aparecida dos Santos Rosa, que cultivou em mim os valores que transformaram-me num adulto responsável e consciente, pelo o que fez por mim sem que ao menos eu soubesse, pela compreensão quando distanciei-me de casa e pelo exemplo de mulher, muito obrigado.

*[...] novas e inesperadas indústrias vão surgir ... - e rapidamente.
Uma delas já está entre nós: a biotecnologia. Outra é a criação de
peixes. Nos próximos 50 anos, a criação de peixes pode nos transformar
de caçadores e coletores marinhos em pecuaristas aquícolas.
Exatamente como há mais ou menos 10.000 anos atrás, uma inovação
semelhante transformou nossos ancestrais de caçadores e extrativistas
em agricultores e pastores[...]*
DRUCKER, 2000



PETER DRUCKER, "The man who invented management".

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1	01
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	02
Farelo de Algodão.....	03
Tilápia do Nilo.....	06
Fase de Terminação.....	08
Criação em Tanques -Rede.....	08
Médio Paranapanema e Reservatório de Chavantes.....	09
Produção de Ração Para Peixes.....	10
Referências Bibliográficas.....	13
CAPÍTULO 2	19
DESEMPENHO DE TILÁPIAS DO NILO ALIMENTADAS COM FARELO DE ALGODÃO EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA, NA FASE DE TERMINAÇÃO EM TANQUES -REDE.	
Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Material e Métodos.....	23
Resultados.....	27
Discussões.....	29
Conclusões.....	34
Referências Bibliográficas.....	39
CAPÍTULO 3	45
AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR FARELO DE ALGODÃO EM DIETAS PRÁTICAS PARA TILÁPIAS DO NILO CULTIVADAS EM TANQUES -REDE	
Resumo.....	46
Abstract.....	47
Introdução.....	48
Material e Métodos.....	49
Resultados e Discussões	54
Conclusões.....	56
Referências Bibliográficas.....	57
Implicações.....	59

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A importância de sucedâneos na formulação de rações

Entre os anos de 2005 e 2008 observou-se desequilíbrio nos estoques mundiais de soja e milho, principais matérias-primas que compõem as rações para animais. Isto ocasionou elevação dos preços destas duas commodities agrícolas no mercado mundial, sendo que no Brasil a soja e milho aumentaram 48,6 e 46,6%, respectivamente, de 2007 para 2008 (Sindirações, 2008).

A possibilidade de faltar milho, já que o mesmo vem sendo amplamente utilizado para a produção de combustíveis, impulsiona o plantio do cereal em terras que seriam ocupadas com soja. Com isso, a soja e seus derivados também passam a apresentar elevações de preços. O farelo de soja é o mais utilizado na formulação de rações para peixes no Brasil e é o ingrediente protéico de origem vegetal de maior custo (Alves, 2007).

Os nutricionistas deparam-se com o desafio de produzir dietas economicamente viáveis para a piscicultura e que atendam as exigências de manutenção e produção, substituindo ingredientes importantes nas formulações, como a proteína que tem importância tanto como nutriente quanto no custo da ração. Na condição de nutriente possui grande influência sobre o crescimento, saúde e funções fisiológicas dos peixes (Furuya, 2007). O perfil aminoacídico da proteína das diferentes fontes disponíveis e também o custos das mesmas, exercem implicações diretas no preço final das rações para peixes. É conhecendo cada vez mais o desempenho produtivo dos peixes, frente às diferentes opções de ingredientes, que este desafio será superado.

Farelo de Algodão

O algodão (*Gossypium hirsutum*), está entre as mais antigas plantas cultivadas pelo homem. Há registros de seu uso a mais de 4.000 anos, sendo cultivado comercialmente em 65 países, com área anual superior a 30 milhões de hectares (Cotton World Statistics, 1997).

O farelo é um dos produtos secundários do processamento do algodão largamente utilizado na alimentação animal. Após a retirada da pluma encontra-se, aderida ao caroço, uma considerável quantidade de fibras curtas denominadas de linter. Esses caroços são submetidos a etapas de limpeza e, em seguida, passam por processo mecânico de remoção do linter. Os caroços sem linters são separados em cascas e sementes oleaginosas, por meio de equipamento descascador (Wedegaortner, 1981).

As sementes passam por processo de extração do óleo, que pode ser realizado por prensagem mecânica ou extrusão com solventes. Após a extração do óleo, tem-se o farelo de algodão (Wedegaortner, 1981). Os diferentes métodos de extração do óleo interferem nas quantidades de nutrientes deste farelo. De acordo com Ezequiel (2002), a extração com solvente resulta em 0,5% de óleo residual, enquanto que extração mecânica proporciona ao farelo 2,0% de óleo.

De acordo com dados do Comitê Consultivo Internacional do Algodão (ICAC, 2007) a produção de algodão no mundo aumentou de 20,7 milhões de toneladas na safra 2001/02 para 25,4 milhões em 2006/07 (crescimento em torno de 23%). Cada tonelada de algodão produzida representa 520 kg de farelo, isto significa a disponibilidade de 13,3 milhões de toneladas de farelo de algodão para a nutrição animal (EMBRAPA, 2006).

O farelo de algodão apresenta-se como a terceira de maior produção mundial, após o farelo de soja e farelo de canola (Swik e Tan, 1995). De modo geral, o farelo de algodão possui menor custo em relação ao farelo de soja, chegando a custar 25% a menos por ponto de proteína. Apresenta também menores valores de mercado frente às demais fontes protéicas vegetais e animais comumente utilizadas nas rações para 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).

De acordo com dados da FAO (1996), este farelo possui alta quantidade de proteína, podendo variar de 26 a 54% de PB. Quanto menos proteína maior é a quantidade de fibras, o que vem a limitar o uso deste ingrediente nas rações de peixes. Desta forma, o farelo de algodão utilizado nas dietas para organismos aquáticos possuem valores de proteína superior a 36% PB.

Há interesse em pesquisas com este ingrediente para alimentação de peixes no mundo todo. Nos Estados Unidos é o segundo farelo mais produzido (Robinson e Li 1995), e é amplamente estudado e utilizado para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), (Lim *et al.* 2008). Uma revisão sobre o uso do farelo de algodão na alimentação de animais aquáticos foi feita por Li e Robinson (2006). Os autores destacaram que esta fonte de proteína é abundante em grande parte do mundo, fazendo-se necessário a intensificação de estudos que viabilizem sua utilização, apesar da limitação deste ingrediente relacionada aos níveis de lisina e metionina, quando comparadas com o farelo de soja.

Lim *et al.* (2008) ressaltaram que o farelo de algodão apresenta alta palatabilidade para animais aquáticos. Em pesquisa realizada com bagre do canal, Barros *et al.* (2002) relataram que a inclusão de farelo de algodão nas rações resultou em maior aceitação e, conseqüentemente, maior consumo. Pezzato *et al.* (1988) constataram que o farelo de algodão apresentou maior palatabilidade frente aos farelos de soja, trigo e girassol para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Lovell (1982), destacou que o salmão chinook (*Oncorhynchus tsawytsha*) não aceita o farelo de soja em suas rações, mas apresenta boa aceitação do farelo de algodão.

Um dos fatores que limitaram o uso deste ingrediente na alimentação animal foi à quantidade de gossipol livre. De acordo com Robinson e Li (1995), as concentrações de gossipol livre no farelo de algodão diferem principalmente em função do cultivar, da localidade e da técnica de processamento, sendo entre 0,02 a 0,05% de gossipol livre para o farelo oriundo da prensagem de rosca; 0,02 a 0,07% para o farelo pré-prensado com solvente; 0,04 a 0,10% para o obtido por prensagem hidráulica; 0,06 a 0,21% para o processamento com solvente expandido e 0,10 a 0,50% para o farelo obtido por meio de solvente direto.

Martin (1990) relatou que a ligação do gossipol com nutrientes é importante, pois sua forma livre é tóxica. O mesmo autor destacou que durante o processamento, o gossipol livre pode se ligar à proteína formando o gossipol ligado, implicando em indisponibilização dos aminoácidos. Se por um lado à forma ligada tem reduzida atividade biológica, sendo considerada inerte para monogástricos, por outro, torna a proteína menos digestível. No farelo processado, o gossipol livre somado à forma ligada representa o gossipol total.

Mbahinzireki *et al.*, (2001), constataram que a tilápia do Nilo tolera 520 mg/kg de gossipol livre na dieta, sendo que em níveis próximos a 700 mg/kg ocorreu redução do crescimento e da eficiência alimentar. Em pesquisa recente, Lim *et al.* (2003) afirmaram que o nível de 1.600 mg/kg de gossipol livre na dieta não afetou o crescimento, a eficiência alimentar e a sobrevivência de juvenis de tilápia do Nilo

Apesar da grande variação nos níveis de gossipol postulados na literatura como prejudiciais para os peixes, destaca-se que estes valores ainda estão dentro do nível de tolerância para a maior parte dos animais aquáticos quando estes são alimentados com dieta padrão para peixes contendo de 25 a 50% de farelo de algodão (Li e Robinson, 2006).

Independente da discrepância dos valores apresentados por estes autores é importante destacar que nos atuais farelos de algodão o gossipol livre é insignificante ou inexistente. Exemplo disto foi encontrado no trabalho realizado por Kleemann (2006) que, ao avaliar o valor nutricional do farelo de algodão para tilápia do Nilo, não detectou gossipol livre nos três diferentes tipos de farelo de algodão; 28; 38 e 46% de PB, onde encontrou apenas pequenas quantidade de gossipol na forma ligada.

Deve-se considerar ainda o fato de que a melhoria nos métodos de processamento (Waldroup e Kersey, 2002) e a seleção e melhoramento genético (Correa *et al.* 2006), têm levado à produção de farelos com menores teores de gossipol.

De acordo com Li e Robinson (2006), a quantidade de farelo de algodão que pode ser incorporada nos alimentos para animais aquáticos depende, principalmente, da tolerância do animal ao gossipol, da composição aminoacídica necessária, do custo relativo quando comparado com outras fontes de proteínas e também do custo da suplementação com aminoácidos sintéticos, quando for necessário.

As primeiras publicações relativas ao farelo de algodão na alimentação de peixes são da década de 60, quando Roehm *et al.* (1967) utilizaram este ingrediente na formulação de ração para trutas. Portanto, não se trata de uma nova opção de matéria-prima. Entretanto, ao contrapor as referências bibliográficas mais antigas com as mais recente, constata-se que o farelo de algodão passou por significativas mudanças em seu perfil nutricional, as quais o tornaram mais adequado para a nutrição de animais aquáticos.

Considerando que a questão do gossipol livre neste ingrediente está praticamente superada, a limitação do uso do farelo de algodão para peixes está restrita à necessidade em aminoácidos para a espécie em questão, ao custo relativo com as demais fontes protéicas, a quantidade de fibra e o custo da suplementação com aminoácidos sintéticos. Em função disto, novos estudos com este ingrediente se fazem necessários.

Tilápia do Nilo

As tilápias são Ciclídeos originários do continente Africano cuja produção concentra-se em países que apresentam climas tropical e subtropical (Philippart e Ruwet, 1982). Embora cerca de 70 espécies de ciclídeos recebam a denominação de tilápia, somente *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis aureus*, *Tilapia rendalli* e seus híbridos, apresentam importância para aqüicultura mundial (Stickney, 1997).

A primeira introdução de tilápia no Brasil foi na década de 1950, por meio de um plantel de *Tilapia rendalli* (Moreira et al., 2007). Entretanto, a espécie mais cultivada atualmente é a *Oreochromis niloticus*, introduzida em 1971 nos açudes do Nordeste (Proença e Bittencourt, 1994).

Cultivos com finalidades comerciais no Brasil deram-se com a linhagem “nilótica” ou “boaké”. Pertencem a esta linhagem todos aqueles descendentes da primeira introdução realizada no ano de 1971. Em 1996, teve início o cultivo

com a linhagem “chitralada” ou “tailandesa” (Zimmermann e Hasper, 2003). Esta linhagem foi desenvolvida no Japão e introduzida no Brasil em 1996, a partir de alevinos doados pelo Asian Institute of Technology (Moreira *et al.* 2007). Segundo Boscolo *et al.* (2001), a mesma apresentou maior ganho de peso, sobrevivência e melhor conversão alimentar quando comparada com as demais linhagens existentes na época.

No ano de 2002 foi introduzida a linhagem “supreme” (Genomar Supreme Tilapia), a qual se caracteriza por intenso trabalho de seleção genética. Em 2005, por meio da parceria entre a Universidade Estadual de Maringá-PR e a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP), foi importada a linhagem “GIFT”, a qual é oriunda do programa de melhoramento genético conduzido desde 1988, nas Filipinas, pelo International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM).

A tilápia do Nilo reúne características desejáveis para a consolidação de empreendimentos aquícolas, onde a cadeia produtiva desta espécie possui elos já estabelecidos. Sendo que os segmentos de melhoramento genético, reprodução, produção/engorda, alimentação, processamento do peixe e aceitação do produto final no mercado consumidor, encontram-se estabelecidos. Entretanto, o constante aperfeiçoamento de cada um destes itens se faz necessário para melhor competitividade e sustentabilidade desta cadeia.

No Brasil, a tilápia do Nilo é o segundo grupo de peixes mais cultivado, superado apenas pelas carpas, e responde por 37,9% do que é produzido pela piscicultura no Brasil (SEBRAE, 2006). Segundo Sussel (2007), a produção nacional de tilápias caminha para o modelo empresarial, deixando de ser atividade secundária dos empreendimentos rurais. O Brasil conta com 11 frigoríficos especializados em abate de peixe cultivado e grandes criatórios produzindo volumes elevados.

Sua carne, de cor branca, com excelente qualidade e com boa aceitação no mercado consumidor não possui espinhos no filé (Moreira *et al.* 2007). Estes fatores favorecem a apresentação do produto, conquistando cada vez mais consumidores. Em função destas características organolépticas, esta espécie vem aumentando sua parcela de participação no mercado de peixes dos Estados Unidos e na Europa.

Fase de Terminação

A capacidade de crescimento absoluto dos peixes aumenta proporcionalmente ao seu tamanho e, quanto menor for o peixe, maior será o crescimento relativo (% de crescimento/dia) (Hepher, 1978). Conte (2002), constatou que a exigência de nutrientes para manutenção aumenta conforme aumenta-se a taxa de crescimento, portanto, a medida que o peixe cresce, maior é a quantidade de alimento necessário por unidade de peso acumulado, o que explica o aumento nos valores de conversão alimentar conforme o crescimento dos peixes, tornando a utilização dos nutrientes na fase de terminação menos eficiente.

Portanto, é de fundamental importância avaliar o desempenho dos peixes alimentados com rações onde determinados níveis de inclusão de um ingrediente são comparados com outro de eficácia conhecida na fase de terminação. Deve-se considerar também que o consumo é mais elevado neste período de desenvolvimento, onde os alimentos com menor custo poderão proporcionar melhores retornos econômicos.

Segundo Alves (2007), a existência de poucos trabalhos científicos que envolvam a fase de terminação, deve-se ao fato de os pesquisadores não terem instalações para estudar os peixes até o tamanho de mercado.

Criação em Tanques-Rede

O cultivo em tanques-rede é um sistema onde os peixes são confinados em altas densidades, dentro de uma estrutura telada que possibilita grande renovação de água. Neste tanque todo alimento necessário para o seu desenvolvimento consiste em ração (Colt e Montgomery, 1991). No Brasil vêm destacando-se como modo eficiente e vantajoso de se cultivar peixes, devido à grande quantidade de reservatórios para a geração de energia elétrica. Trata-se de excelente alternativa para o aproveitamento de corpos d'água que apresentam dificuldades para a prática da piscicultura convencional (Schmittou, 1993).

Segundo Zimmermann e Hasper (2003), os primeiros tanques-rede foram desenvolvidos no sudeste asiático, no final do século passado. Estes eram construídos de madeira ou bambus e os peixes eram alimentados com restos de produtos agrícolas e outros peixes. No Brasil este sistema de criação teve

início na década de 80, onde os cultivos eram em gaiolas, que diferem dos tanques-rede pelo aparato de contenção dos peixes ser confeccionado com materiais não flexíveis (“tela-moeda”). Em seguida estas estruturas rígidas foram substituídas por telas flexíveis, facilitando o manejo de despesca.

Atualmente, os modelos comerciais são fabricados em estruturas de alumínio ou metal galvanizado, malhas metálicas revestidas com “PVC” ou de aço inoxidável equipadas com bóias de polietileno para flutuação (Oliveira, 2007). O diâmetro das malhas varia de acordo com as fases de criação (juvenil, crescimento e terminação). As medidas convencionais destes tanques são 2,0 x 2,0 x 1,7 m, o que proporciona área útil de 6m^3 .

No tamanho convencional de 6m^3 e utilizando dietas completas, observam-se produtividades que variam de 50 a 300 kg/m^3 (Coche, 1982; Schmittou, 1997; Lovshin, 1997). Esta ampla diferença de produtividade se deve, principalmente, às variações de temperatura e qualidade da água. Entretanto, é importante destacar que, com vistas à aquicultura sustentável, povoamentos com altas densidades objetivando produtividades maiores do que 180 kg/m^3 , não são recomendáveis.

Várias espécies podem ser cultivadas em tanques-rede, porém, a tilápia ocupa lugar de destaque neste sistema de piscicultura, pois, apresenta rápido crescimento, boa adaptabilidade e excelente desempenho em sistemas intensivos de produção (Conte, 2002). Este mesmo autor cita que em relação ao custo de implantação, o cultivo de peixes em tanques-rede representa entre 60 a 70% do custo de investimento quando comparado com a piscicultura em tanque escavado.

Para fins de pesquisa, este sistema proporciona bom arranjo experimental, é prático para a realização de biometrias e de fácil observação dos peixes. Isto traz como consequência positiva maior versatilidade para aplicar os testes estatísticos e maior segurança dos resultados obtidos.

Médio Paranapanema e Reservatório de Chavantes

Em 2005, a produção agropecuária da região do Médio Paranapanema foi de 1,17 bilhões de reais, correspondendo a 4% do valor estadual. Localizada no Sudoeste do Estado, a região possui excelente característica de solo, clima, topografia e mananciais hídricos, propícios ao desenvolvimento da

agropecuária. Os municípios ocupam posição geográfica estratégica que permite a integração Sudeste, Centro-Oeste e Sul do país, constituindo importante entroncamento rodo-ferroviário para o escoamento da produção agropecuária (Furlaneto e Nardon, 2007).

A região é apontada como a segunda em produção de peixes cultivados e a primeira em produtividade do Estado (Ayroza *et al.*, 2007). Esta alta produtividade se deve, principalmente, ao sistema de criação em tanques-rede nos vários reservatórios do rio Paranapanema.

O rio está inserido na bacia do Alto Paraná, possui extensão de aproximadamente 930 quilômetros – dos quais cerca de 330 quilômetros formam a divisa natural entre os estados de São Paulo e Paraná - apresentando desnível de 500 metros entre sua nascente e a foz (Britto, 2003). Com base no declive e relevo de cada bacia hidrográfica, estima-se o potencial energético a ser gerado com a construção de barragens, bem como a altura destas (Neves, 2008).

Este elevado desnível propiciou o barramento do mesmo para a geração de energia elétrica. Atualmente conta com 10 usinas hidrelétricas em funcionamento, o que transformou o seu curso original em uma sucessão de reservatórios ou lagos justapostos (Brito, 2003). Entre estes reservatórios, destaca-se o de Chavantes (23°22'09.16" S – 49°36'52.63" O), o qual é caracterizado como reservatório de acumulação, apresentando alta profundidade (média de 35 metros), amplas áreas alagadas (400 km²) e elevado tempo de residência da água (418 dias) (Tundisi, 1999).

Quanto ao nível trófico deste reservatório, destaca-se que o mesmo é classificado como oligotrófico (Nogueira, 2006), ou seja, com baixas quantidades de nutrientes na água, apresentando transparência de disco de *Secchi* superior a 2 metros durante o ano todo. Esta característica aliada à profundidade do mesmo é desejável para o cultivo de peixes em tanques-rede, pois, evita oscilações bruscas de temperaturas e também quedas repentinas do oxigênio dissolvido.

O uso do solo nas proximidades do rio é menos intensivo quando comparado aos demais reservatórios rio abaixo (Nogueira, 2002). Provavelmente devido ao terreno acidentado as margens, o que dificulta a expansão da agricultura mecanizada, prevalecendo à vegetação de mata

nativa e pastagens. Assim, pode-se afirmar que neste reservatório a lixiviação de agrotóxicos e nutrientes de lavouras adjacentes, é menor do que em relação aqueles onde há predominância de áreas agricultáveis.

As pesquisas realizadas em condições práticas de cultivo demandam de adequada caracterização do local, pois, de acordo com Alves (2007), as grandes diferenças climáticas, de solo, de regime de águas, culturais e econômicas fazem com que a pesquisa seja personalizada em cada região.

Produção de Ração Para Peixes

A utilização de ração na criação de peixes em sistemas intensivos de produção é indispensável, pois, nestes sistemas os animais são totalmente dependentes do alimento externo (Conte, 2002). No ano de 2007 foram produzidas no Brasil, de acordo com dados do SINDIRAÇÕES (2008), 168 mil toneladas de ração para peixes. O farelo de soja contribui em aproximadamente 25% da composição destas rações. Isto corresponde a 42 mil toneladas por ano.

A dependência de um único ingrediente não é desejável, pois, isto pode ocasionar instabilidade dos preços finais das rações, sendo prejudicial para a cadeia produtiva. Além do mais, o preço deste ingrediente sofre oscilações diárias, pois, acompanha as cotações da soja integral e é utilizado em grandes volumes nas dietas de outros animais, principalmente aves e suínos.

Na formulação de rações é necessário estabelecer o mínimo de proteína que forneça os aminoácidos para atender a manutenção e produção (Furuya, 2007). Frente a esta afirmação e considerando o bom perfil aminoacídico da proteína do farelo de soja (El-Sayed, 1999), propõe-se que o mesmo não deva ser substituído em 100% nas fórmulas. Neste caso, ingredientes alternativos que venham substituir parcialmente as quantidades do farelo de soja são desejáveis.

A questão de disponibilidade regional de ingredientes e a logística de fornecimento dos mesmos influenciam diretamente no custo das rações. De acordo com Alves (2007), nos últimos 15 anos foram instaladas em torno de 100 extrusoras no Brasil e, destas, cerca de 70 produzem rações para peixes. Dados do IBAMA (2005) mostram que a produção de tilápia no Brasil é 67.850 toneladas, sendo a região nordeste a maior produtora. Desta forma, a

demanda de rações para esta região aumentou significativamente nos últimos anos. Assim, objetivando reduzir custo de frete com ração pronta, parte destas novas fábricas foram instaladas na região nordeste, a qual apresenta menor disponibilidade de ingredientes quando comparado com as regiões sul, sudeste e centro oeste. Neste caso, quanto mais informações sobre os diferentes ingredientes disponíveis e seus respectivos níveis de inclusão, maior será o êxito das formulações e, conseqüentemente o progresso da atividade.

Neste contexto, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo e a viabilidade econômica da criação de tilápias do Nilo na fase de terminação em tanques-rede, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de farelo de algodão em substituição ao farelo de soja.

No Capítulo 2, será apresentado o artigo “Desempenho de tilápias do Nilo alimentadas com farelo de algodão em substituição ao farelo de soja, na fase de terminação em tanques-rede”. A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas de publicação da revista *Aquaculture*.

No Capítulo 3, será apresentada a “Avaliação econômica da substituição do farelo de soja por farelo de algodão em dietas práticas para tilápias do Nilo cultivadas em tanques-rede”. A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas da revista *Informações Econômicas* do Instituto de Economia Agrícola de São Paulo.

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.
- AYROZA, L.M.S.; AYROZA; D.M.M.R., SUSSEL; F.R., SALLES. F.A.; FURLANETO, F.P.B.; ROMAGOSA, E.; SCORVO FILHO, J. D. Caracterização socioeconômica do médio paranapanema. In: DUARTE, A.P. *Duas décadas da Estação Experimental de Agronomia – Apta Médio Paranapanema: histórico, presente e perspectivas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 2007. p. 133-143
- BARROS, M.M.; LIM, C.; KLESIOUS, 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, 2002. p. 263-279.
- BRITTO, S.G.C.; SIROL, R.N.; VIANNA, N.C.; JARDIM, S.M.; SANTOS, J.C.; PELISARI, E. *Peixes do rio Paranapanema*. São Paulo: Duke Energy, 2003. 112 p.
- BORGHETTI, NRB.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R. Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 2003. 128p.
- COCHE, A.G. Cage culture of tilapias. In: *Biology and Culture of Tilapias*. Philippines: International Center for Living Aquatic Resources Management. Cap. 3, 1982. p. 205-246.
- CONTE, L. Produtividade e economicidade da tilapicultura em gaiolas na região do sudoeste do estado de São Paulo: estudo de casos. *Dissertação de Mestrado*. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros – ESALQ/USP Piracicaba-SP, 2002. 59 p.

COLT, J., MONTGOMERY, J.M. Aquaculture production systems. *Journal of Animal Science*, v.69, 1991. p. 4183-4192.

COTTON WORLD STATISTICS. International Cotton Advisory Committee, Washington, DC. 1997.

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

EMBRAPA, 2006. www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br

EZEQUIEL, J.M.B. Farelo de algodão como fonte alternativa de proteína de origem vegetal. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2, 2002, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: CBNA, 2002. p. 62-137.

FAO. *Aquaculture production statistics 1985-2003*. Rome: FAO, 2004.

FAO. *Aquaculture production estatistics 1985-1994*. Revision 8. Rome: (FAO Fishiries Circular, n. 815). FAO, 1996.

FURLANETO, F.P.B.; NARDON, R.F. Caracterização socioeconômica do médio paranapanema. In: DUARTE, A.P. *Duas décadas da Estação Experimental de Agronomia – Apta Médio Paranapanema: histórico, presente e perspectivas*. Campinas: Instituto Agrônômico. 2007. p.17-24.

FURUYA, W. M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. In: *Palestra VII Seminário de Aves e Suínos – Avesui Regiões. III Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca*. Anais... Belo Horizonte-MG, 2007. p. 121-139.

HEPHER, R. Ecological espects of warm-water fishpond mangement. In: Gerking, S. D. (Ed.). *Ecology of Freshwater Fish Production*. Oxford: Blackwell Scientific, p.447-468. 1978.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE. Estatística da Pesca, Disponível em: < www.ibama.gov.br>. 2005.

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

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

LIM, C.E.; LI, M.H.; ROBINSON, E.; AKSOY, M. Cottonseed meal in fish diets. In: LIM, C.E.; WEBSTER, C.D.; LEE, C.S.; editors. *Alternative Protein Sources in Aquaculture*. New York, NY: Haworth Press. 2008. p. 313-342.

LIM, C.E; YILDIRIM-AKSOY, M.; KLESIUS, P. H. Levels of dietary gossypol affect growth and bacterial resistance of Nile tilapia. *Global Aquaculture* 6(5), 2003. p.42–43.

Lovell, T. Use of cottonseed meal in fish feeds. *Aquacult. Mag.*, jan.-feb., 1982.

LOVSHIN, L.L. Tilapia farming: A growing worldwide aquaculture industry. In: Simpósio Sobre Manejo e Nutrição de Peixes, Campinas, 1997. *Anais... Colegio Brasileiro de Nutrição de Animal*, 1997. p.137-164.

MARTIN, S.D. Gossypol effects in animal feeding can be controlled. *Feedstuffs*, v. 62, 1990. p.14-7.

MBAHINZIREKI, 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* 7, 2001. p.189–200.

MOREIRA, A.A.; HILSDORF, A.W.S.; SILVA, J.V.; SOUZA, V.R. Variabilidade genética de duas variedades de tilápia nilótica por meio de marcadores microssatélites. Universidade de São Paulo. In: *Pesq. agropec. bras.* [online]. vol. 42, no. 4 [citado 2008-07-23], 2007. p. 521-526

NEVES, G. P. Efeitos do tempo de residência, morfometria e estado trófico sobre as assembléias de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) dos reservatórios de Chavantes e Salto Grande (rio Paranapanema, SP/PR). Botucatu : [s.n.], *Dissertação (mestrado)* – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2008. 250 p.

NOGUEIRA, M.G.; JORCIN, A.; VIANNA, N. C.; BRITTO, Y.C.T. Uma avaliação dos processos de eutrofização nos reservatórios em cascata do Rio Paranapanema (SP-PR), Brasil. In: *Cirelli, A. & Marquisa, G. (eds.). El Agua en Iberoamerica, de la limnologia a la gestión en Sudamerica*, Argentina, 2002. p. 91-106.

NOGUEIRA, M.G.; JORCIN, A.; VIANNA, N.C.; BRITTO, Y.C. Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos): Um estudo de caso no rio Paranapanema (SP/PR). In: *Nogueira, M.G.; Henry, R. & Jorcin, A. (eds.). Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata (2ª ed.)*. São Carlos: Rima, 2006. p. 435-459.

OLIVEIRA, F.A. Taxas e Intervalos de Arraçoamento para tilápia do nilo: desempenho produtivo e qualidade da água. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Estadual Paulista – FMVZ, Botucatu, SP, 2007. 73 p.

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, 1995. p.34-52.

PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C.; SILVEIRA, A.C.; BARROS, M.M. Digestibilidade aparente de fontes proteicas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: *Simpósio Brasileiro de Aqüicultura*, 5, 1988, Florianópolis. Anais..... 1988. p. 373-8.

PHILIPPART, J-Cl.; RUWET, J-Cl., Ecology and Distribution of Tilapias. In R. S. V. Pullin and R. H. Lowe-McConnell (des) *The Biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings*. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 1982. p. 158-59.

POPMA, T.J.E.; LOVSHIN L.L. Worldwide Prospects for Comercial Production of Tilapia. *Research and Development Series Nº 41*. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, 1996.

PROENÇA, E.C.M.; BITTENCOURT, P.R.L. *Manual de Piscicultura Tropical*. Brasília: IBAMA, 1994. 195 p.

ROBINSON, E.H.; LI, M.H. Use of cottonseed meal in aquaculture feeds. In: Lim, C., Sessa, D.J. *Nutrition and utilization technology in Aquac.*. Champaign: AOCS Press, 1995. p.157-65.

ROEHM, J.M.; LEE, D.J.; SINNHUBER, R.O. Accumulation and elimination of dietary gossypol in the organs of rainbow trout. *Journal of Nutrition* 92, p.425–428, 1967.

SEBRAE. Diagnóstico da cadeia produtiva da tilápia na Bahia – Salvador, 2006.

SCHMITTOU, H R. High density fish culture in low volume cages. Singapore: *American Soybean Association*. 1993. 78 p.

SCHMITTOU, H R. Produção de peixes em alta densidade em taqnues-rede de pequeno volume. Campinas: *Mogiana Alimentos e Associação Americana de Soja*, 1997. 78 p.

SINDIRAÇÕES. Disponível em: http://www.sindiracoes.org.br/downloads/Sindiracoes_Boletim_Mar_2008.pdf Acessado em: 04 ago. 2008.

STICKNEY, R.R. Tilapia update 1996. *World Aquaculture*, v.28, 1997. p.20-25.

SUSSEL, F. R. *Para onde vai a tilápia*. In: *Anualpec 2007*. Editora FNP. 2007. p. 289-290.

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

TACON, A.G.J. Global trends in aquaculture and aquafeed production 1984-1995. *Intl. Aquafeed directory and buyers' guide 1987/1998*. 1997. p.5-37.

TUNDISI, J.G. Reservatórios como sistemas complexos: Teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: *Ecologia de reservatórios: estrutura, funções e aspectos sociais* (R. Henry, ed.). Fundbio / Fapesp, Botucatu / São Paulo, 1999. p.19-38.

WEDEGAORTNER, T.C. Making the most of cottonseed meal. *Feed Manag. Mag.*, v.32, n.9, 1981. p.1-3.

WALDROUP, P.W.; KERSEY, J.H. Nutrient composition of cottonseed meal surveyed. *Feedstuffs*, v.4, 2002. p.11-20.

ZIMMERMANN, S. E T.O.B. HASPER. Piscicultura no Brasil: o processo de intensificação da tilapicultura. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 40., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: SBZ. CD ROOM. 2003.

CAPÍTULO 2

*Desempenho de tilápias do Nilo alimentadas com
farelo de algodão em substituição ao farelo de soja, na
fase de terminação em tanques-rede*

Desempenho de tilápias do Nilo alimentadas com farelo de algodão em substituição ao farelo de soja, na fase de terminação em tanques-rede

RESUMO: As constantes oscilações nos preços da soja tornam necessárias as pesquisas com ingredientes alternativos para serem utilizados na alimentação de animais aquáticos. Sendo o farelo de algodão (FA) um ingrediente promissor, o mesmo foi objeto de estudo da presente pesquisa. Foram formuladas quatro rações isoprotéicas (32% PB) e isoenergéticas (2800 kcal/kg de ED). A ração controle continha 30% de farelo de soja (FS) e 0% de FA. As demais dietas 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, considerados aminoácidos limitantes para a espécie, foram supridas com a adição de aminoácidos sintéticos (L-Lisina e DL-Metionina). Foram processadas quatro toneladas de cada ração em extrusora industrial. Utilizou-se dezesseis unidades experimentais (TR), onde cada unidade (6 m³) foi povoada com 820 peixes pesando em média $0,468 \pm 0,050$ kg. O experimento teve duração de 64 dias e foi realizado em condições práticas de cultivo no reservatório da hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema - Estado de São Paulo. O arraçoamento se deu às 08:00; 11:00; 14:00 e 18:00h. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, constituído de quatro níveis de inclusão de FA (0, 10, 20 e 30%) com quatro repetições. Dentre as variáveis observadas, o ganho de peso dos peixes foi significativo entre os tratamentos, sendo que a inclusão de 20% de FA (0,366 kg) foi superior ao tratamento que só continha FS (0,307 kg). Conclui-se que para a tilápia do Nilo na fase de terminação em tanques-rede, a inclusão de 20% de FA na dieta, com a devida suplementação de lisina e metionina, melhora a produtividade.

**Performance of the Nile tilapia feeding of cottonseed meal to replace
soybean meal finishing for cage raised**

ABSTRACT: Constant oscillations on soybean prices make necessary the need of new researches with substitutes ingredients to be utilized on feed nutrition of aquatic animals. Once cottonseed meal (CSM) is a promising ingredient, it was the object of this research. To accomplish this research four isoproteic (32% CP) and isoenergetic (2800 kcal ED) 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 supplied through addition of synthetic amino acid (L-lysine and DL- methionine). Four metric tons of diets were processed in a industrial extruder. Sixteen net cages of 6 m³ (experimental units) were stocked with 820 fish (average weight of 0.468 ± 0.050 g). Experiment lasted 64 days and was carried out under on-farm condition at Chavantes Hidroeletric Reservoir, Paranapanema River, São Paulo State. Food was offered at 8:00, 11:00, 14:00 and 18:00 hs. Experimental design was completely randomized with four treatments and four replicates. Weight gain was significantly affected by treatments, being T3 (0.366 kg) higher than T1 (0.307 kg) and T4 (0.299 kg). It was concluded that, for cage raised Nile tilapia on finishing phase, inclusion levels of CSM on diets up to 20%, with the necessary lysine and methionine supplementation, improves productivity.

INTRODUÇÃO

A elevação do consumo de alimentos está causando forte desequilíbrio nos estoques mundiais de grãos. A demanda em alta e estoques baixos convergem para a elevação dos preços das commodities agrícolas. Caso permaneça a tendência de produzir biocombustíveis a partir de cereais e oleaginosas, poderá faltar matéria prima para a alimentação animal.

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 outros animais de produção, principalmente aves e suínos.

O farelo de algodão é fonte de proteína vegetal abundante em grande parte do mundo, com bom nível proteico e geralmente com menor custo por unidade de proteína do que o farelo de soja (Li e Robinson, 2006). Por outro lado, o farelo de soja é a melhor fonte vegetal no que diz respeito à quantidade de proteína e ao perfil de aminoácidos essenciais (El-Sayed, 1999). Entretanto, Lim e Sessa (1995) sugerem que fontes proteicas 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, este farelo tem sido utilizado como fonte protéica alternativa em rações para peixes tropicais (Pezzato, 1995).

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

Segundo Alves (2007), a existência de poucos trabalhos científicos que envolvam a fase de terminação, deve-se ao fato dos pesquisadores não possuírem instalações para estudar os peixes até o tamanho de mercado.

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 crescimento 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

Local da Pesquisa e Manejo Alimentar

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). Na ocasião priorizou-se que a pesquisa fosse conduzida em condições práticas de cultivo e, portanto, foram utilizados os mesmos procedimentos adotados na piscicultura dentre eles, densidade de povoamento dos tanques rede, taxa de arraçoamento, horários e frequência alimentar. A referida piscicultura possui 300 tanques-rede distribuídos em quatro linhas (cabos de aço).

A temperatura da água foi medida diariamente e, semanalmente, o teor de oxigênio dissolvido e o pH. O experimento teve início em 21/12/2006 e duração de 64 dias. Durante este período os peixes foram alimentados exclusivamente com as dietas experimentais.

O fornecimento diário de ração foi realizado às 08:00; 11:00; 14:00 e 18:00h. Para este manejo o barco era abastecido com as quantidades de ração previamente pesadas para cada unidade experimental, as quais continham placa de identificação onde constava o tratamento a que pertencia e a quantidade de ração por alimentação.

A taxa de arraçoamento dos peixes foi decrescente, em termos de porcentagens, conforme os peixes cresciam. Unidades experimentais onde os peixes apresentavam peso médio entre 0,300 e 0,400 kg receberam 4,0% de ração; de 0,400 a 0,500 kg 3,0% de ração; de 0,500 a 0,700 kg 2,0% de ração e acima de 0,800 kg 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 biometria intermediária, realizada 30 dias após o início do experimento (21/01/2007).

Dietas

Na Tabela 1 encontra-se a composição percentual e a composição químico-bromatológica calculada das quatro rações confeccionadas, as quais foram isoprotéicas (32% PB) e isoenergéticas (2800 kcal de ED). O FA 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 FS e 0% de FA. As dietas subseqüentes apresentavam 10, 20 e 30% de FA, substituindo o FS de modo que a última dieta não continha FS. 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 modo a garantir a utilização da mesma partida dos ingredientes, as quatro toneladas de cada dieta, perfazendo o total de 16 toneladas de ração, foram processadas no mesmo dia. A mistura dos ingredientes e o processo industrial de extrusão foi realizado na fábrica da Rações Quero, no município de Assis-SP.

Peixes e Povoamento Inicial

Os animais utilizados nesta pesquisa, obtidos a partir de progênes resultantes do cruzamento das linhagens Tailandesa *versus* Nilótica, invertidos sexualmente, foram adquiridos na piscicultura Tupi (Guaíra-PR).

Cada unidade experimental (tanque-rede) foi povoada com 820 peixes, perfazendo um total de 13.120 peixes utilizados na pesquisa. Considerando que os tanques-rede eram de 6 metros cúbicos, a densidade final foi estimada para 100 kg de peixes por metro cúbico em cada unidade experimental.

Os 16 tanques-rede correspondentes as unidades experimentais foram fixados na linha (cabo de aço) onde permaneceram até o final do experimento. Uma amostra contendo 80 peixes de cada tanque-rede foi pesada para a obtenção do peso médio e em seguida foi realizado o sorteio aleatório para determinar a disposição dos tratamentos dentro deste agrupamento. Desta forma distribuiu-se, aleatoriamente, os quatro tratamentos com quatro repetições.

Devido a variação do peso médio inicial ($0,468 \text{ kg} \pm 0,050$) entre as unidades experimentais, os dados foram ajustados por meio do procedimento de co-variância, utilizando-se o peso inicial como co-variável.

Pesagem Final

Ao final do período experimental e com o propósito de avaliar as variáveis ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), sobrevivência (SOB) e ganho em biomassa (GB), todos os peixes de cada tanque-rede foram pesados e contados, sendo realizado jejum de aproximadamente 20 horas antes da pesagem. Para este procedimento, os peixes foram coletados em puçá e transferidos para recipientes com aproximadamente 50,0 L de água contendo solução de benzocaína a 0,15g/L, com o intuito de diminuir o estresse e obter maior precisão na pesagem.

Os animais anestesiados foram transferidos, em número de 15 a 20 indivíduos, para sacolas de nylon a qual permitia a drenagem da água. Nesta sacola eram pesados em balança digital com capacidade para até 25,00 kg e, em seguida, contados e soltos em outro tanque-rede.

Para a coleta dos peixes não foi necessária à remoção dos tanques-rede de seus respectivos lugares, pois a balsa de manejo movia-se sobre os mesmos, diminuindo o estresse e gasto de energia por parte dos peixes caso os tanques-rede tivessem que ser removidos para outro local. A balsa de manejo dispunha de sistema de roldanas e, com o auxílio desta ferramenta, os tanques-rede eram içados, facilitando a captura dos peixes.

Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

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.

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.

Adicionalmente, as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Tukey ($P < 0,05$). Os valores de máximo ganho de peso, sobrevivência, ganho em biomassa e mínima conversão alimentar foram obtidos após a derivação das equações de regressão e o cálculo das raízes dos trinômios de segundo grau.

RESULTADOS

Durante o período experimental, a temperatura da água próximo aos tanques variou de $26,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$. A concentração média de oxigênio dissolvido foi de $6,0 \pm 1,5 \text{ mg/L}$ e o pH variou entre 6,9 a 7,5. Estes valores se encontram dentro da escala ótima para o bom desempenho da espécie (Boyd, 1990).

Na biometria final foram contabilizados 12.524 peixes, perfazendo o montante de 9.920 kg. Os valores médios de ganho de peso, conversão alimentar, sobrevivência, ganho em biomassa e ganho médio diário por peixe, de tilápias do Nilo alimentadas com níveis crescentes de FA, criadas em tanques-rede na fase de terminação estão apresentados na Tabela 2.

Ganho de Peso (GP)

Houve efeito significativo de tratamento sobre o GP, sendo 20% de inclusão de FA resultou em maior GP em relação aos níveis de 0 e 30%. Observou-se ainda que, da ração que não continha FA para a ração com inclusão 20% de FA os ganhos de pesos foram crescentes, enquanto que de 20 para o 30% houve acentuado decréscimo de ganho.

Observa-se na Figura 1 que houve efeito cúbico da adição de FA sobre o ganho de peso ($P=0,0356$). O ponto de máximo ganho, 21,24% de inclusão de FA, foi estimado por meio da equação de regressão ($\text{GP} = -0,025x^3 + 0,9275x^2 - 5,575x + 306,75$).

Conversão Alimentar (CA)

Os peixes alimentados com ração contendo 20% de FA apresentaram melhor CA em relação aqueles que receberam 30%. Os níveis de 0, 10 e 20% não influenciaram a conversão alimentar dos peixes.

Constata-se na Figura 2 que o efeito da adição de FA sobre a conversão alimentar ($P= 0,0687$), foi cúbico. O ponto onde esta variável apresenta melhor desempenho foi estimado por meio da equação de regressão ($\text{CA} = 0,0002x^3 - 0,0063x^2 + 0,0469x + 2,1421$), a qual indicou o nível 20,86% de inclusão de farelo de algodão.

Sobrevivência (Sob)

Observou-se maior mortalidade no tratamento com 10% de FA em relação aos tratamentos com 0 e 20% de FA. A inclusão de 30% não diferiu dos níveis de 10 e 20%.

Na Figura 3, constata-se a ocorrência do efeito cúbico da adição de farelo de algodão para a sobrevivência ($P= 0,0018$). O ponto onde esta variável apresenta melhor desempenho foi estimado por meio da equação de regressão ($Sob.= -0,0016x^3 + 0,073x^2 - 0,8537x + 97,409$), a qual indicou o nível de 23,18% de inclusão de FA.

Ganho em Biomassa (GB)

O ganho em biomassa (ganho de peso x número de peixes) foi superior para os peixes que receberam 20% de inclusão de FA em relação aqueles que receberam 10 e 30%, porém, não diferiu nos animais do tratamento com 0% de FA.

O efeito da adição de farelo de algodão sobre o ganho em biomassa ($P= 0,0058$), foi cúbico (Figura 4). O ponto onde esta variável apresentou melhor desempenho, 21,79% de inclusão, foi estimado por meio da equação de regressão ($GB= -0,03x^3 + 1,2116x^2 - 9,9918x + 235,29$).

Ganho de Peso Dia (GPD)

Obteu-se o ganho de peso dia através da divisão do ganho de peso total de cada tratamento pelo número de dias. Neste caso, os efeitos de tratamentos são os mesmos do ganho de peso. Justifica-se a apresentação destes valores pra fins de comparações com as dietas comerciais.

Os peixes alimentados com as dietas experimentais apresentaram ganho médio de 5,0 gramas por dia, sendo que a inclusão de 20% apresentou valor de 5,7 gramas. Para esta fase de cultivo, as rações comerciais proporcionam ganhos entre 4,5 a 5,0 gramas. Comparando-se a média do ganho de peso diário dos peixes nos quatro tratamentos com os valores de ganho fornecidos por algumas indústrias de rações, constata-se que as dietas utilizadas para esta pesquisa apresentaram desempenho equivalente as rações comerciais.

DISCUSSÕES

Observou-se que os melhores resultados de desempenho produtivo foram obtidos com a inclusão de 20% de FA. Por meio da análise de regressão de cada variável estudada (ganho de peso, conversão alimentar, sobrevivência e ganho em biomassa), 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 dos peixes.

Resultados semelhantes foram obtidos por 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, eficiência alimentar, hematócrito e hemoglobina, porém, as inclusões de 38 e 57% afetaram o desempenho dos peixes. Em outro estudo com juvenis de tilápia, Lim *et al.*, (2008) trabalharam com inclusões de 0; 16,9; 33,7 e 50,6% de FA o qual substituíam, respectivamente, em 0; 33,3; 66,7 e 100% da proteína do FS mais a 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. Comparando os resultados observados por este autor com a presente pesquisa, identificou-se existência de certa limitação fisiológica dos peixes ou nutricional por parte do FA que indica diminuição no desempenho zootécnico quando a quantidade incluída ultrapassa os valores de 25% deste ingrediente.

Kleemann (2006), ao estudar efeito do FA como substituto ao FS sobre o desempenho produtivo de tilápias do Nilo, observou que este ingrediente pode ser incluído em 32% da ração para a espécie, substituindo 50% da proteína do FS, quando suplementado com lisina, sem afetar o desempenho e o estado fisiológico dos peixes. Porém, a inclusão de 38 e 57% de FA implicou em menor ganho de peso e pior conversão alimentar. Na presente pesquisa, a inclusão de 20% de FA representa a substituição de 66,6% da proteína do FS. Ao comparar os níveis de substituição da proteína do farelo de soja pelo FA, constata-se que os resultados de desempenho dos peixes foram similares. As principais diferenças entre a pesquisa realizada por Kleemann (2006) e a que se discute no momento, refere-se à fase de criação dos peixes e ao local da pesquisa. Enquanto que na primeira trabalhou-se com juvenis em condições

laboratoriais, a segunda foi realizada em condições práticas de cultivo e com peixes na fase de terminação.

Contudo, alguns trabalhos avaliando o uso do FA não apresentaram resultados de desempenho zootécnico satisfatórios para tilápia do Nilo. El-Sayed (1999), o qual utilizou dietas com 30% de proteína bruta e inclusão de 65 a 80% de FA, observou diminuição significativa da taxa de crescimento dos animais. Na presente pesquisa foi constatado que a inclusão de 30% de FA, substituindo em 100% a proteína do FS, afetou negativamente o desempenho produtivo dos peixes. Ofojekwu e Ejike (1984) quando pesquisaram uma dieta contendo 19,4% de FA, comparando com outra dieta a base de farinha de peixe, relataram menor ganho peso e eficiência alimentar em juvenis de tilápia do Nilo.

Os resultados de desempenho proporcionado pelo FA quando utilizado em outras espécies são importantes para comparar com os observados em tilápias. Dentre estes, cabe ressaltar os inúmeros trabalhos com o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), realizados por Dorsa *et al.* 1982; Robinson e Rawles 1985; Robinson *et al.* 1983; Robinson e Brent 1989; Robinson 1991; Robinson e Li 1994; Barros *et al.* 2000, 2002. Com base nos trabalhos publicados por estes pesquisadores, Li e Robinson (2006) afirmaram ser possível 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. No entanto, de modo geral, as dietas comerciais para bagre do canal estão limitadas em cerca de 10 a 15% de inclusão do FA.

Observou-se que as inclusões de FA em que as tilápias apresentaram melhores resultados de desempenho produtivo nesta pesquisa, são similares aos níveis recomendados para o bagre do canal. Porém, para esta espécie não se faz necessário a suplementação com lisina sintética nas rações comerciais com baixo níveis de inclusão (10 a 15%) de FA (Lim *et al.* 2008), pois, a quantidade de lisina naturalmente ligada a proteína supre a exigência da espécie. Enquanto que para tilápia do Nilo recomenda-se a suplementação com lisina e metionina.

Ao estudar diferentes níveis de FA para juvenis de bagre do canal, Barros *et al.* (2002), observaram que o nível de inclusão de 27,5%, quantia esta que substituiu 50% do farelo de soja, resultou em melhor ganho de peso e melhor eficiência alimentar, enquanto que a substituição total do farelo de soja pelo FA não determinou melhora para estas duas variáveis. Estes resultados de produtividade são similares aos observados na presente pesquisa, com tilápia na fase de terminação em tanques-rede, onde a inclusão de 20% de FA, representando 66,6% de substituição da proteína do farelo de soja, foi a que proporcionou melhor desempenho. Contudo, Robinson e Daniels (1987) relataram ganho de peso reduzido em bagre do canal quando os mesmos foram alimentados com dieta contendo 23,4% de farelo de algodão.

Blom *et al.* (2001) e Rinchar *et al.* (2003), avaliaram a substituição de 100% da farinha de peixe pelo FA em rações para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e não observaram diferenças no desempenho zootécnico em relação ao grupo controle. Ao trabalhar com juvenis de tilápia mossambicana (*Oreochromis mossambicus*) Jackson *et al.* (1982), demonstraram que o FA, mesmo contendo 300 mg/kg gossipol livre, poderia substituir em 50% a proteína da farinha de peixe sem efeitos adversos sobre o crescimento e eficiência alimentar. Barros *et al.* (1995), ao avaliarem o ingrediente em questão para a carpa comum (*Cyprinus carpio*), observaram que 24% de substituição da farinha de peixe por FA resultou em maior ganho de peso.

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.

Zarate *et al.* (1997) avaliaram a utilização e a eficiência de dietas contendo lisina ligada à proteína versus lisina sintética em bagre do canal.

Observaram que os peixes do tratamento com lisina natural apresentou crescimento superior. Ao coletarem amostras do bolo alimentar em diferentes partes do intestino dos peixes que receberam aminoácido sintético, constataram que não havia qualquer resquício de lisina no intestino. Segundo os autores, isto sugere que a lisina sintética é completamente absorvida logo nas primeiras porções do intestino, enquanto que a lisina natural é digerida no estômago e gradativamente absorvida ao longo do intestino. A rápida absorção dos aminoácidos sintéticos também foi observado em carpas por Plakas & Katayama (1981), e em camarões por Mai *et al.*, (1988).

Em pesquisa realizada com suínos, Batterham e Bayley (1989), observaram esta mesma relação. Os autores relataram que uma ração contendo lisina ligada à proteína do FS promoveu o melhor crescimento de animais do que uma segunda ração contendo lisina sintética quando os porcos foram alimentados uma vez ao dia. Porém, quando estas duas dietas foram fracionadas em seis porções no dia, o ganho de peso foi igual para ambos os tratamentos ("lisina natural" versus "lisina sintética"). Isto sugere que ao disponibilizarmos aminoácidos sintéticos em pequenas quantidades ao longo do dia, os mesmos são melhores aproveitados

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% deste farelo, 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 quantidade de aminoácidos sintéticos para peixes, pois, o aumento da frequência alimentar pode sanar esta questão.

Com relação à conversão alimentar na fase de terminação, Conte (2002) relata que à medida que o peixe cresce, maior será a quantidade de alimento necessário por unidade de peso acumulado, o que explica a piora da conversão alimentar.

Kleemann (2006), trabalhando com juvenis de tilápia do Nilo, observou valores de conversão alimentar próximos a 1,3. Ao comparar estes dados com

os valores encontrados na presente pesquisa (média de 2,1), constatou-se que os mesmos apresentaram alto valor. Porém, deve-se considerar que na fase de alevino e juvenil o metabolismo é maior, favorecendo melhor conversão alimentar. Na presente pesquisa os valores de conversão alimentar referem-se à fase de terminação onde; normalmente, a eficiência na utilização dos alimentos é menor.

Robinson *et al.* (1994) não observaram diferença na conversão alimentar de alevinos de tilápia utilizando FA, nem mesmo quando as dietas utilizadas continham 0,1 ou 0,2% de gossipol. Apesar do menor valor de conversão alimentar observado no nível de 20% não ter diferido dos tratamentos com 0 e 10% de inclusão, esta informação mostra que há tendência de melhor conversão alimentar com a inclusão de 20% FA. Mbahinzireki *et al.* (2001) relataram que 50% da proteína da farinha de peixes poderia ser substituído pela proteína do FA (inclusão de 29,4% na dieta) para juvenis tilápia, sem afetar a conversão alimentar.

A melhora na conversão alimentar em decorrência da adição do ingrediente em estudo é muito importante para o cultivo sustentável de peixes. Neste caso, constatou-se que o uso do FA nas rações pode contribuir para a redução da quantidade de matéria-orgânica lançadas no ambiente. Além da questão ambiental, a variável conversão alimentar é comumente utilizada como indicador de produtividade e de lucratividade em piscicultura, uma vez que a ração é responsável por cerca de 65% do custo de produção e, portanto, melhores conversões alimentares implicam em menor custo com ração.

Quanto à sobrevivência, notou-se que os níveis de 0 e 20% não determinaram diferença, porém, esta variável foi afetada negativamente quando houve a inclusão de 10 e 30% de FA. Não foi possível estabelecer relação entre a sobrevivência e o uso do ingrediente em estudo. Porém, quando comparada ao resultado cúbico das análises de regressão das demais variáveis de desempenho produtivo, constatou-se que os níveis de 10 e 30% determinaram desempenho inferior em relação a 0 e 20%.

Lim *et al.* (2002), não observaram diferenças na sobrevivência quando trabalharam com inclusões de 0; 19; 38 e 57% de FA em substituição ao farelo de soja para juvenis de tilápia do Nilo, assim como em relação às outras

variáveis relativas ao estado de saúde dos peixes, como: a contagem total de células e a contagem de glóbulos vermelhos do sangue.

Também com tilápia do Nilo, Souza *et al.* 2004), não observou diferenças na sobrevivência. Galdioli *et al.* (2001), quando avaliaram o desempenho de alevinos de piavuçu, não observaram diferenças na sobrevivência dos peixes alimentados com diferentes inclusões de FA.

Na fase de terminação a mortalidade não representa somente o prejuízo de contabilizar o déficit de animais, mas também a quantidade de ração que estes peixes já consumiram, além da mão-de-obra para retirá-los dos tanques-rede.

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.

Tabelas e Figuras

Tabela 1. Composição percentual e químico-bromatológica calculada das dietas práticas utilizadas na avaliação do farelo de algodão na nutrição de tilápias do Nilo.

Ingredientes (kg)	0% FA	10% FA	20% FA	30% FA
Milho Moído	9,91	7,18	14,68	13,19
Farinha Vísc. de Aves	12,23	14,07	17,27	21,72
Farelo de Algodão 38%	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	0,00	0,00	0,24	1,40
Cloreto de Colina 70%	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Lisina 78,8%	0,12	0,22	0,32	0,41
DL-Metionina 99%	0,09	0,10	0,11	0,11
Antifúngico (Filax)	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante	0,01	0,01	0,01	0,01
Vitamina C ¹	0,09	0,09	0,09	0,09
Suplemento Vit. e Min. ²	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada				
Energia Digestível (kcal)	2800,00	2800,00	2800,00	2800,00
Proteína Digestível (%)	26,04	26,33	26,00	26,00
Lipídeo (%)	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

¹ Vitamina C Monofosfatada com 35% de atividade.² 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.

Tabela 2 Valores médios do desempenho produtivo de tilápias do Nilo na fase de terminação em tanques-rede.

Variáveis	0% F.A.	10% F.A.	20% F.A.	30% F.A.	CV
Ganho de Peso (kg)	0,307 ±0,03b	0,319 ±0,07ab	0,366 ±0,05a	0,299 ±0,04b	8,25
Conversão Alimentar	2,14 ±0,21ab	2,13 ±0,55ab	1,82 ±0,24b	2,36 ±0,34a	11,57
Sobrevivência (%)	97,4 ±1,44a	94,6 ±0,72c	97,0 ±0,92ab	95,1 ±0,92bc	1,08
Ganho em Biomassa (kg)	235,2 ±24,9ab	226,48 ±53,83b	279,70 ±37,03a	214,65 ±31,84b	9,55
Ganho Dia por Peixe (g)	4,8 ±0,43b	5,0 ±1,09ab	5,7 ±0,76 a	4,7 ±0,58b	8,25

Valores seguidos de mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

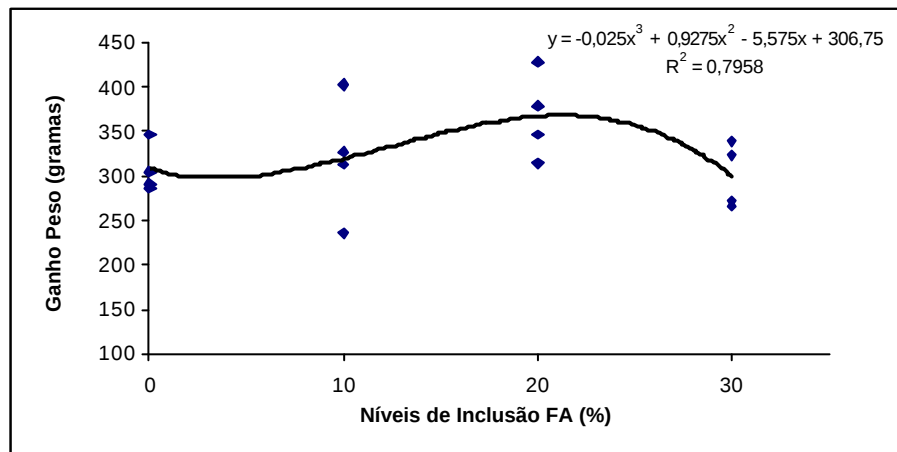


Figura 1: Comportamento da curva em relação às médias de ganho de peso para cada repetição com a adição crescente de farelo de algodão.

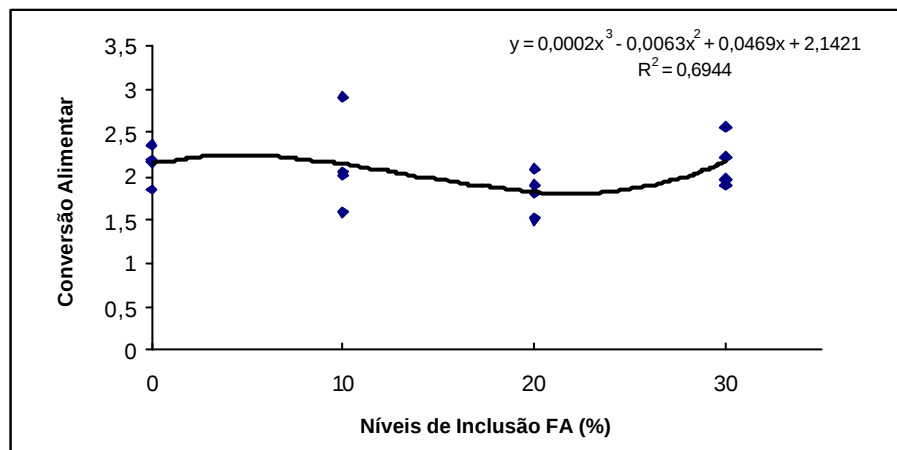


Figura 2: Comportamento da curva em relação às médias de conversão alimentar para cada repetição com a adição crescente de farelo de algodão.

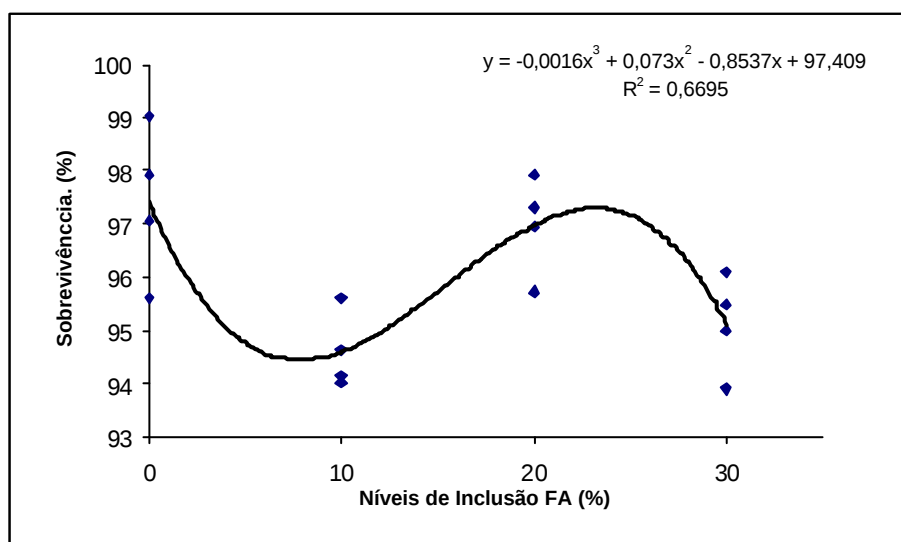


FIGURA 3: Comportamento da curva em relação às médias de sobrevivência para cada repetição com a adição crescente de farelo de algodão.

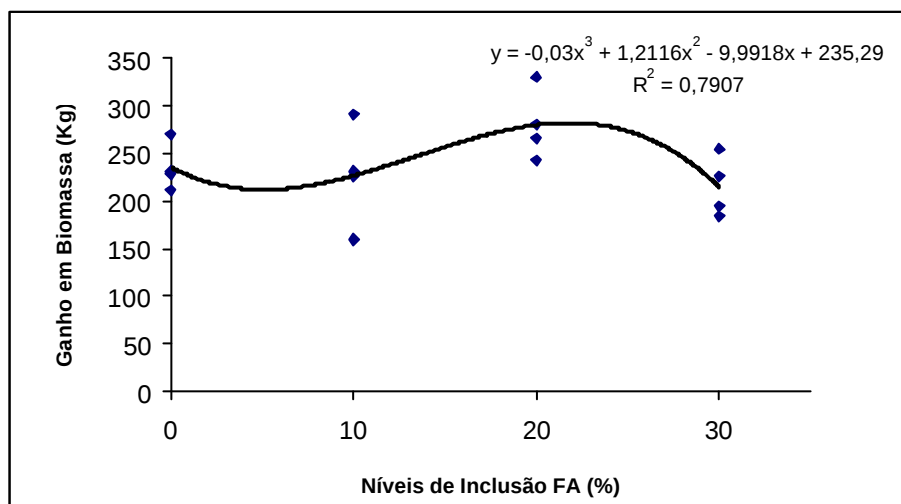


FIGURA 4: Comportamento da curva em relação às médias de ganho em biomassa para cada repetição com a adição crescente de farelo de algodão.

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.
- 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*). In: Congresso Brasileiro de Aquicultura, 7, Peruíbe-SP. *Anais....* p.23-29. 1995.
- BATTERHAM, E.S.; BAYLEY, H. S. Effect of frequency of feeding of diets containing free or protein-bound lysine on the oxidation of lysine or phenylalanine by growing pigs. In: *Br. J. Nutrition*;v. 62, p. 647-655, 1989.
- BLOM, J.H.; LEE, K.J.; RINCHARD, J.; DABROWSKI, K.; OTTOBRE, J. Reproductive efficiency and maternal-offspring transfer of gossypol. In Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing cottonseed meal. *Journal Animal Science*. v.79, p.1533–9, 2001.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa,v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

- BOYD, C.E. Water quality management for ponds fish culture. Development in aquaculture and fisheries science. Elsevier, New York. 490 p., 1990.
- CHO, C.H. La energia en la nutricion de los peces. *In: Nutrición en acuicultura II*. Madri-España: J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, p.197-237, 1987.
- CONTE, L. *Produtividade e economicidade da tilapicultura em gaiolas na região do sudoeste do estado de São Paulo: estudo de casos*. 2002. 59f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros – ESALQ/USP. Piracicaba-SP.
- CORREA, S. T; COUTO, E. P. A história do algodão no Brasil e seu desenvolvimento no estado do Mato Grosso, o atual maior produtor do país. *In Horizonte Científico*. Universidade Federal de Uberlândia, p. 54-68, 2006.
- 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* 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.
- FURUYA, W.M. Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína do farelo de soja com no coneito de proteína ideal em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista – FMVZ, Botucatu, SP. 83p, 2000.

- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; FARIA, 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*). In: *Acta Scientiarum*. Maringá-PR. v.23, p. 841-847, 2001.
- JACKSON P., THOMSON V. M., AND THOMPSON R. J. Demonstration of basic human brain-specific proteins by the BASODALT system. *Clin. Chem.* 28, 920-924. 1982.
- KLEEMANN, G.K. *Farelo de algodão como substituto ao farelo de soja, rações para tilápia do Nilo*. 2006. 60f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista – FMVZ, Botucatu, SP.
- LI, M.H.; ROBINSON, E.H. Use of cottonseed meal in aquatic animal diets: a review. In: *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*. June 1-5, 2008. Florianopolis, Brazil. p.59, 2008.
- 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, 2008.
- 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.

- MAI, K., LI, A. & YIN, Z. Studies on the absorption and utilization of amino acids in the test diets by the prawn (*Penaeus orientalis*). *Acta Oceanol. Sin.*, v.7, p. 621-629. 1988.
- MBAHINZIREKI, 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.
- OFOJEKWU, P.C.; EJIKE, C. Growth response and feed utilization in the tropical cichlid *Oreochromis niloticus* (Linn.) fed on cottonseed-based artificial diets. *Aquaculture* v.42, 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*). In: *Boletim Red Acuicultura*, n. 1, p. 6-9, 1992.
- 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.
- PLAKAS, S. M. & KATAYAMA, T. Apparent digestibilities of amino acids from three regions of the gastrointestinal tract of carp (*Ciprinus carpio*) after ingestion of a protein and a corresponding free amino acid diet. *Aquaculture*; v.24, p. 309-314.1981.
- RINCHARD, J.; LEE J.K.; DABROWSKI, K.; GERESZKO, A.; BLOM, J.H.; OTTOBRE, J.S. Influence of gossypol from rapeseed cottonseed meal on haematology, reproductive steroids and tissue gossypol enantiomer concentrations. in male rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, v.9, p.275-82, 2003.

- 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.
- ROEHM, J.M.; LEE, D.J.; SINNHUBER, R.O. Accumulation and elimination of dietary gossypol in the organs of rainbow trout. *Journal of Nutrition* 92, p.425–428, 1967.
- SOUZA, S.R. et al. Avaliação do efeito de diferentes níveis de farelo de algodão sobre o desempenho e a composição corporal de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). *Boletim do Instituto de Pesca*, v.30, n.2, p.127-134, 2004.
- SOUZA, S.R. *Farelo de algodão na alimenta de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)*. 2002. 75f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá – UEM. Maringá, PR.

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.

ZARATE, D.D.; R.T. LOVELL. Free lysine (L-lysine-HCl) is utilized for growth less efficiently than protein-bound lysine (soybean meal) in practical diets by young channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture* v.159, p.87-100. 1997.

Capítulo 3

*Avaliação econômica da substituição do farelo de soja
por farelo de algodão em dietas práticas para tilápias do
Nilo cultivadas em tanques-rede*

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, formulou-se quatro rações isoprotéicas (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, considerados aminoácidos limitantes para a espécie, foram supridas com a adição de aminoácidos sintéticos (L-Lisina e DL-Metionina). O delineamento experimental utilizado foi o 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 co-variância, utilizando-se o peso inicial de cada unidade experimental como co-variável, 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 by Cottonseed Meal in practical diets for cage raised Nile tilapia

Abstract: This study evaluated, based on fish production performance, the viability of replacing SBM by CSM on practical diets for cage raised Nile tilapia on 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 supplied through addition of synthetic amino acid (L-lysine and DL- methionine). 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. To calculate the profit part, the system was used Partial Budget Analysis in Aquaculture, proposed by Shang (1990). Profit was significantly different on T3 when compared to T1 (control). It was concluded that adding 20% of CSM on finishing diets might improve cage raised Nile tilapia profitability.

Keywords: feeding, ingredients, nutrition.

INTRODUÇÃO

No ano de 2007 foram produzidas no Brasil, de acordo com dados do SINDIRAÇÕES (2008), 168 mil toneladas de ração para peixes. O farelo de soja contribui em aproximadamente 25% da composição destas rações. Isto corresponde a 42 mil toneladas 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 protéico 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 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) propõem 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 protéico e, geralmente, de menor custo por unidade de proteína do que o farelo de soja (Li e Robinson, 2006). Constitui-se na terceira fonte de maior produção mundial, estando atrás somente do farelo de soja e do farelo de canola (Swik e Tan, 1995).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), possui 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, devido ao fato dos pesquisadores não possuírem 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 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 realização 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.

MATERIAL E MÉTODOS

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, no reservatório da hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema - Estado de São Paulo. A referida piscicultura possui 300 tanques-rede e os mesmos procedimentos de manejo adotados na mesma, dentre eles, densidade nos tanques rede, porcentagem de arraçoamento, horários e frequência alimentar, foram utilizados na pesquisa.

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 utilizados na pesquisa. Considerando que os tanques-rede eram de 6 metros cúbicos, a densidade final foi estimada para 100 kg de peixes por metro cúbico.

Dietas e Manejo Alimentar

Para avaliação do desempenho produtivo, objetivando a posterior análise econômica, foram confeccionadas 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 incluído 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.

Tabela 1. Composição percentual das dietas práticas utilizadas na avaliação do farelo de algodão na nutrição de tilápias do Nilo.

Ingredientes (kg)	0% FA	10% FA	20% FA	30% FA
Milho Moído	9,91	7,18	14,68	13,19
Farinha Vísc. 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 ¹	0,09	0,09	0,09	0,09
Suplemento Min. e Vit. ²	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

¹ Vitamina C Monofosfatada com 35% de atividade.

² Suplemento Mineral e Vitamínico: 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.

Tabela 2. Composição química calculada das dietas práticas utilizadas na avaliação do farelo de algodão na nutrição de tilápias do Nilo.

Variáveis	0% FA	10% FA	20% FA	30% FA
Umidade	10,16	9,91	9,50	9,13
Energia Digestível	2800,00	2800,00	2800,00	2800,00
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

O fornecimento diário de ração foi realizado às 08:00; 11:00; 14:00 e 18:00h. 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 0,300 e 0,400 kg receberam 4% de ração, de 0,400 a 0,500 kg 3% de ração, de 0,500 a 0,700 kg 2% de ração e acima de 0,800 kg 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).

Pesagem Final

Para a obtenção do ganho em biomassa, entre outras variáveis, todos os peixes foram pesados e contados ao final do período experimental, sendo realizado jejum de aproximadamente 20 horas 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, 0,15g/L. O procedimento de anestesiá-los os peixes visava menor estresse e também maior precisão de leitura.

Delineamento Experimental e Análise Econômica

O delineamento experimental utilizado foi o 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.

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 onde 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 e etc...) foram iguais para todos os tratamentos. Fazem parte do custo de fórmula os itens da 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-SP) em função do total gerado em kg por cada nível de inclusão do farelo de algodão na pesquisa realizada.

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% = 941,16 kg; 10% = 905,92 kg; 20% = 1118,8 kg e 30% = 858,60 kg. O ganho do tratamento com 20% de inclusão diferiu ($P < 0,05$) do tratamento com 0% no ganho de biomassa, 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.

Tabela 3. Lucro parcial gerado em função do ganho em biomassa de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes inclusões de farelo de algodão.

Variáveis do Orçamento Parcial	0% FA	10% FA	20% FA	30% FA
Ração Experimental Consumida (kg)	2000	1850	2025	2000
Quantidade Peixe Produzido 4 TR* (kg)	941,16	905,92	1118,8	858,6
Preço do Far. Algodão (R\$/T)	380,00	380,00	380,00	380,00
Percent. de Inclusão do Far. Algodão	0	10,00	20,00	30,00
Custo do Far. Algodão nas Dietas	0	38,00	76,00	114,00
Demais Ingredientes	503,00	464,00	427,00	401,00
Custo de Fórmula	503,00	502,00	503,00	515,00
Custo da Ração Experimental** (R\$/T)	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\$)	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
R\$ de Ração / Kg de Peixe no Período	1,50	1,43	1,27	1,67

* TR = Tanques-rede de 6 metros cúbicos. Esta quantidade de peixe refere-se ao produzido durante o período experimental (64 dias).

** Custo de Fórmula + R\$ 200,00 de Extrusão. Considerando o custo de R\$ 380/T do farelo algodão e R\$ 670/T para o farelo de soja.

*** Sem considerar os custos fixos (mão-de-obra, alevinos,...) e de investimentos, pois, estes são iguais para os 4 tratamentos da referida pesquisa.

Observou-se que a esperada redução do custo das rações não ocorreu. A necessidade de suplementar 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 em 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 do farelo de algodão. A participação benéfica do farelo de algodão sobre as variáveis ganho de peso e sobrevivência implicaram na geração de maior biomassa de peixes, justificando o incremento da receita.

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

Não somente há limites no que se refere ao desempenho produtivo dos peixes como também há na questão mercadológica das matérias-primas em estudo. De acordo com Li e Robinson (2006), é importante o conhecimento de valores de tolerância de inclusão do farelo de algodão para tilápia, porém, destacaram que a inclusão deste ingrediente estará limitada ao redor de 10 a 15% de inclusão, pois as questões de mercado serão preponderantes. Caso as condições de mercado sejam favoráveis, poderá ocorrer maiores porcentagens de inclusão.

Tão importante quanto o incremento no custo das rações que determinado ingrediente pode apresentar é avaliar qual a implicação do mesmo na produtividade dos peixes. No caso da presente pesquisa constatou-se que as oscilações de preço dos ingredientes em questão exercem relativamente pouca interferência no custo das rações quando comparado com a interferência exercida na produtividade ao optar pelo uso do farelo de algodão. Portanto, a avaliação de determinada fonte protéica 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 *et al.* (1998), constataram que a ração é o insumo com expressiva participação no custo de produção da tilápia e que o aumento do rendimento por hectare implica em aumento da participação da ração nos

custos por hectare, uma vez que o maior volume produzido consiste em maior consumo de ração; mas, os custos por quilograma de peixe vivo produzido se reduzem. Informação esta que corrobora com os dados da presente pesquisa, onde o aumento da produtividade, apesar de ter aumentado o consumo de ração, gerou um menor custo parcial de produção de peixe por quilograma de ração consumida.

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 farelo de algodão.

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.

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

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.

FURUYA, W. M. Redução do impacto ambiental por meio da ração. In: Palestra VII Seminário de Aves e Suínos – Avesui Regiões. III Seminário de Aqüicultura, Maricultura e Pesca. **Anais...** Belo Horizonte-MG, 2007. p. 121-139.

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

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

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

SHANG, Y.C. Aquaculture Economic Analysis: An Introduction. **World Aquaculture Society**, Baton Rouge, Louisiana, 1990. 211 pp.

SINDIRAÇÕES. Disponível em: http://www.sindiracoes.org.br/downloads/Sindiracoes_Boletim_Mar_2008.pdf Acessado em: 04 ago. 2008.

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

WALDROUP, P.W.; KERSEY, J.H. Nutrient composition of cottonseed meal surveyed. **Feedstuffs**, v.4, 2002. p.11-2.

IMPLICAÇÕES

As quantidades de farelo de algodão atualmente utilizadas nas rações para peixes (estima-se que esteja em torno de 5 a 8%) merecem ser revistas. Isto independente do farelo de soja estar em épocas de cotações elevadas, pois, os superiores resultados de desempenho produtivo apresentado pelo farelo de algodão, justificam o uso permanente deste ingrediente (desde que suplementada as deficiências de lisina e metionina) nas rações para tilápia do Nilo.

O uso de aminoácidos sintéticos nas fórmulas de ração para peixes é uma tendência que independe de quais fontes protéicas estão sendo utilizadas. Entretanto, o aumento da frequência alimentar dos peixes é fundamental para a melhor eficiência de utilização destes aminoácidos.

Para a maioria das espécies de peixe a digestibilidade do farelo de soja é maior do que o farelo de algodão. O que é perfeitamente aceitável já que o perfil aminoacídico do farelo de soja é mais adequado as exigências dos peixes. Entretanto, esta diferença de digestibilidade pode ser corrigida com a adição de aminoácidos sintéticos quando se usa grandes quantidades de farelo de algodão. Conforme os resultados observados na pesquisa, esta técnica não reduz o custo de fórmula, porém, melhora a produtividade. Isto viabiliza o uso do farelo de algodão nas rações para peixes.

Nova pesquisa, exatamente nos moldes desta que se realizou, porém, utilizando-se diferentes níveis de frequência alimentar, elucidará as relações existentes entre o uso de aminoácidos sintéticos e a efetiva utilização dos mesmos.