

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**Inclusão do farelo de amendoim em dietas para juvenis de
tilápia do Nilo**

RAFAEL LOPES DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Aquicultura como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre

JABOTICABAL – SP
Maio – 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**Inclusão do farelo de amendoim em dietas para juvenis de
tilápia do Nilo**

RAFAEL LOPES DA SILVA
Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Edivaldo Pezzato

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Aquicultura como parte dos requisitos para obtenção
do título de Mestre

JABOTICABAL – SP
Maio - 2012

Silva, Rafael Lopes da
S586i Inclusão do farelo de amendoim em dietas para juvenis de
tilápia do Nilo / Rafael Lopes da Silva. -- Jaboticabal, 2012
v, 42 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Centro de Aquicultura, 2012

Orientador: Luiz Edivaldo Pezzato

Banca examinadora: Ligia Uribe Gonçalves, Dalton José
Carneiro

Bibliografia

1. *Arachis hypogaea*. 2. Aminoácidos. 3. Nutrição de Peixes.
I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639.3.043

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: INCLUSÃO DO FARELO DE AMENDOIM EM DIETAS PARA JUVENIS DE
TILÁPIA DO NILO.

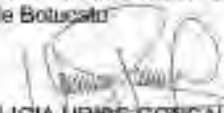
AUTOR: RAFAEL LOPES DA SILVA

ORIENTADOR: Prof. Dr. LUIZ EDIVALDO PEZZATO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Aquicultura, pela
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. LUIZ EDIVALDO PEZZATO
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia de Botucatu



Profa. Dra. LIGIA URIBE GONÇALVES
/ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP



Prof. Dr. DALTON JOSE CARNEIRO
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 28 de maio de 2012

DEDICATÓRIA

A Deus, pelo dom da vida;

Aos meus pais, José e Rosângela, pelo exemplo de caráter, humildade e dedicação. Muito obrigado por tudo.

À minha irmã Aline, por constante apoio e amizade.

À minha namorada Débora.

Ao meu amado sobrinho Lucas.

"Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito."

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Prof. Dr. Luiz Edivaldo Pezzato, pela orientação, ensinamentos, amizade e paciência;

À Prof. Dra. Margarida Maria Barros, pela oportunidade, ensinamentos e amizade;

À Prof. Dra. Edma Carvalho de Miranda, pelos ensinamentos, amizade e incentivo profissional;

À Dra. Lígia Uribe Gonçalves e ao Prof. Dr. Dalton José Carneiro pelas sugestões dadas para o aprimoramento da dissertação;

Ao Prof. Dr. Heraldo César Gonçalves, pelo auxílio na realização das análises estatísticas;

Aos colegas do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (AquaNutri): Ademir Calvo Fernandes Junior, Caroline Peregrina Teixeira, Felipe Tenório Cintra, Flavia Mota Damasceno, João Fernando Albers Koch, Lara Wichr Genovez, Mariucha Karina Honório Ribeiro Rocha, Pedro Luiz Pucci Figueiredo de Carvalho, Renan de Mattos Botelho e Vivian Gomes dos Santos;

À Gisele Setznagl do Laboratório de Bromatologia pela amizade e pelo auxílio nas análises químicas;

Aos funcionários e amigos da Seção de Pós-graduação do Centro de Aquicultura da UNESP, Veralice Capatto e David Oliveira pela atenção e auxílios prestados;

Aos amigos de graduação e pós-graduação;

Aos amigos das repúblicas Pinga Pura, Ressaca e Biozona, pela amizade e pelos grandes momentos compartilhados.

Aos amigos André e Serginho;

Aos demais amigos, de São Paulo, Botucatu e Jaboticabal;

Enfim, agradeço a todas as pessoas que me apoiaram, de um modo ou outro, na condução dessa pesquisa.

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, em 02 de setembro de 2011, sob o protocolo nº 190/2011-CEUA.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
TILÁPIA DO NILO	1
AMENDOIM.....	1
ASPECTOS BOTÂNICOS DO AMENDOIM	2
FARELO DE AMENDOIM	3
FARELO DE AMENDOIM NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES	3
FATORES ANTINUTRICIONAIS	4
INIBIDORES DE PROTEASE	5
SAPONINAS.....	6
GOITROGÊNIOS	7
FITATOS.....	7
AFLATOXINAS	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10

CAPÍTULO II

RESUMO	18
ABSTRACT	19
INTRODUÇÃO.....	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS	25
DISCUSSÃO	26
CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

TABELAS

Tabela 1. Composição da dieta referência	37
Tabela 2. Composição químico-bromatológica determinada da dieta referência e do farelo de amendoim (n = 4; g kg ⁻¹ na matéria seca)	38
Tabela 3. Ingredientes e composição calculada das dietas experimentais.....	39
Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes, energia e aminoácidos da dieta referência e do farelo de amendoim (n = 4; % na matéria seca).....	40
Tabela 5. Valores médios dos parâmetros de desempenho produtivo de tilápias do Nilo alimentadas com níveis de inclusão do farelo de amendoim em substituição ao farelo de soja	41
Tabela 6. Composição química da carcaça (n = 6; % matéria natural) de tilápias do Nilo alimentadas com níveis de inclusão do farelo de amendoim em substituição ao farelo de soja	42

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A aquicultura é um dos setores da pecuária que mais cresce hoje no mundo (FAO, 2009). Este crescimento vem sendo acompanhado pelo aumento na demanda de rações (Gatlin et al., 2007), que representa aproximadamente 60 a 70% do custo total da produção, sendo a proteína o nutriente mais oneroso (Tacon e Forsters, 2003). Assim, a utilização de alimentos alternativos e de subprodutos da indústria é economicamente interessante para a produção animal. Entretanto, para a formulação de rações nutricionalmente viáveis, é importante conhecer o valor nutritivo dos alimentos, o que torna necessário determinar a composição química e a disponibilidade dos nutrientes e energia dos mesmos.

TILÁPIA DO NILO

As tilápias, diversas espécies dos gêneros *Oreochromis* e *Tilapias*, são nativas da África, Israel e Jordânia (Hempel, 2002) e constitui o segundo grupo de peixes de maior importância em termos de produtividade na aquicultura mundial, precedido pelos ciprinídeos (Atwood et al., 2003). Sua produção concentra-se em países que apresentam climas tropical e subtropical (Ramos et al., 2003) e devido à sua variada fisiologia adaptativa, biologia reprodutiva, plasticidade genética, fácil domesticação e comercialização, possivelmente se torne o mais importante grupo de espécies aquícolas neste século 21 (Fitzsimmons, 2000; Shelton, 2002).

Apesar de compor um grupo com mais de 22 espécies cultivadas (El Sayed, 1999), a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) corresponde a cerca de 80% das tilápias produzidas em todo o mundo, devido a seu crescimento mais rápido e rendimento de filé superior quando comparada as demais, características zootécnicas das mais desejadas (Shelton, 2002). No ano de 2009, a produção brasileira de tilápias foi de 132 mil toneladas (FAO, 2009), o que representa cerca de 40% do total de pescado cultivado (MPA, 2010).

AMENDOIM

O gênero *Arachis* L. (Leguminosae) é dividido em nove seções taxonômicas: *Arachis*, *Heteranthae*, *Caulorrhizae*, *Erectoides*, *Extranervosae*, *Procumbentes*, *Rhizomatosae*, *Triectoides*, e *Triseminatae* (Ferguson et al., 2005; Silva et al., 2010). É composto por cerca de 80 espécies, cuja distribuição natural é restrita ao Brasil, Bolívia, Paraguai, Argentina e

Uruguai (Valls, 2005). A seção *Arachis* é a maior e mais heterogênea do gênero, abrangendo 32 espécies, sendo que as demais seções apresentam de uma a 14 espécies (Ferguson et al., 2005; Freitas et al., 2007). Também é a de maior interesse econômico, por abrigar o amendoim cultivado (*Arachis hypogaea* L.) (Veiga et al., 2001).

O amendoim é uma das principais oleaginosas produzidas no mundo, sendo superado apenas pelas culturas de soja, algodão e canola (Freitas et al., 2005). Sua produção, em escala global, alcançou 35,8 milhões de toneladas na última safra, sendo os principais produtores mundiais a China, Índia e Estados Unidos. A safra brasileira de amendoim 2010/11 foi de aproximadamente 223 mil toneladas, com uma diminuição de 1,3% em relação à anterior. O Estado de São Paulo, com grande área cultivada, responde por 80% da produção nacional (Agrianual, 2012).

ASPECTOS BOTÂNICOS DO AMENDOIM

O amendoim é uma dicotiledônea pertencente à família Leguminosae, subfamília Papilionoideae, gênero *Arachis*. A espécie se subdivide em duas subespécies, *Arachis hypogaea* L. subespécie *hypogaea* e *Arachis hypogaea* subespécie *fastigiata* (Graciano, 2009).

É uma planta alotetraplóide, que se reproduz quase exclusivamente por autogamia (Santos et al., 2000), herbácea, ereta ou prostrada, anual, com ciclo entre 90 e 160 dias, atingindo altura da haste principal entre 50 a 60 cm. Desenvolve, logo após a germinação, um ramo principal que se origina da gema apical do epicótilo e dois ramos laterais originados a partir das gemas axilares aos cotilédones. Cerca de 30 dias após a emergência observa-se o início da ramificação alternada ou sequencial (Nogueira e Távora, 2005).

Apresenta folhas compostas, pinada, com dois pares de folíolos inseridos num pecíolo de 4 a 9 cm. A inserção dos folíolos é oposta, apresentando a forma elíptica e lanceolada, dependendo da cultivar. Os estômatos estão presentes nas duas superfícies foliares, adaxial e abaxial (Nogueira e Távora, 2005). A flor é completa, perfeita, hermafrodita, com corola papilionácea, de coloração amarela, está agrupada em números variáveis ao longo do ramo principal ou secundário, conforme a cultivar (Graciano, 2009).

A época de florescimento é ampla, havendo períodos de aparecimento de maior número de flores, e o processo de frutificação ocorre por geocarpia, em que a flor aérea, após ser fecundada, produz um fruto subterrâneo por meio do ginóforo. As sementes, provenientes

dos óvulos, constituem a parte de maior interesse econômico, por ser um alimento nutritivo e com alto teor de óleo comestível, seu número pode variar entre um a seis, sua proporção varia de acordo com a cultivar e as condições do plantio (Nogueira e Távora, 2005). As raízes são pivotante e laterais e possuem taxa de crescimento elevada durante os primeiros estádios de desenvolvimento, sendo reduzida na fase de desenvolvimento dos grãos (Gregory e Reddy, 1982).

FARELO DE AMENDOIM

Da industrialização do amendoim obtém-se, como produto principal, o óleo e como subproduto, a torta. Esta, após passar por moinho, se apresenta na forma de farelo, um subproduto que apresenta características nutritivas para ser empregado na composição das rações para animais que demandam elevado teor de proteína.

A composição química do farelo de amendoim varia conforme a fonte e o processo empregado para extração do óleo (Butolo, 2002). Quando o farelo provém do amendoim descascado e desfolhado, tem seu valor nutritivo muito próximo ao farelo de soja e superior ao farelo de algodão (Teixeira, 1998). O farelo de amendoim apresenta a seguinte composição em aminoácidos (base na matéria natural): 5,31% de arginina, 0,64% de cistina, 2,37% fenilalanina, 1,12% de histidina, 1,64% de isoleucina, 3,07% de leucina, 1,57% de lisina, 0,52% de metionina, 3,78% de tirosina, 1,26% de treonina, 0,58% de triptofano e 1,95% de valina (Rostagno et al., 2005) e, em comparação com o farelo de soja, apresenta menor conteúdo em lisina, metionina e treonina (Butolo, 2002) e maior conteúdo em arginina (Batal et al., 2005).

FARELO DE AMENDOIM NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES

Apesar de seu alto teor proteico, poucas pesquisas utilizando o farelo de amendoim na alimentação de peixes foram realizadas. Em pesquisa com fontes proteicas de origem vegetal (farelos de soja, algodão, amendoim e canola) para a tilápia híbrida *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*, foi observado que os peixes alimentados com dieta contendo farelo de amendoim como fonte proteica principal apresentaram pior taxa de eficiência proteica e conversão alimentar aparente em relação aos peixes alimentados com dieta contendo farelo de soja (Lin et al. 2010). Resultados semelhantes foram observados por Adelizi et al. (1998), em estudo realizado com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e por Khan et al. (2003) em

pesquisa conduzida com rohu (*Labeo rohita*). Esses autores atribuíram esses resultados ao pior valor biológico da proteína do farelo de amendoim, em relação ao farelo de soja.

Jackson et al. (1982) com tilápia (*Oreochromis mossambicus*), Hasan et al. (1997) com carpa (*Cyprinus carpio*) e Agbo et al. (2011), com a tilápia do Nilo, relataram depressão nas respostas de ganho de peso, quando da substituição da farinha de peixe por níveis superiores a 50% de inclusão de farelo de amendoim. Esses autores atribuíram esses resultados à deficiência de aminoácidos essenciais (especialmente lisina, metionina e treonina) das dietas com alto nível de inclusão desse ingrediente e/ ou a presença de fatores antinutricionais no alimento.

FATORES ANTINUTRICIONAIS

O termo antinutricional implica em substância com capacidade de alterar o aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos. Os fatores antinutricionais tornam indisponíveis os nutrientes de um ingrediente ou parte desses, podendo diminuir a digestibilidade ou metabolismo e/ou reagir de forma antagônica, afetando, portanto o seu valor nutritivo (Chubb, 1982). Podem também causar hipertrofia pancreática, estimular a hiper e a hipo produção de enzimas pancreáticas, reduzir a disponibilidade de aminoácidos, vitaminas e minerais (Butolo, 2002), alterar a fisiologia do peixe, interferir na utilização dos alimentos, diminuir o apetite e o desempenho produtivo e, em alguns casos, determinar a morte quando utilizados por períodos prolongados (Chubb, 1982).

Os fatores antinutricionais classificam-se em endógenos ou exógenos. Os primeiros estão relacionados com substâncias tóxicas ou antinutricionais de ocorrência natural nos ingredientes, enquanto que os exógenos referem-se aos contaminantes químicos ou biológicos presentes num determinado produto (agrotóxicos, toxinas, fungos) (Chubb, 1982). Os fatores antinutricionais endógenos, presentes na sua grande maioria em ingredientes de origem vegetal, prejudicam a inclusão do mesmo na formulação de uma ração (Liener, 1980).

Os antinutricionais podem ser didaticamente divididos em quatro grupos: a) fatores que agem na utilização e digestão da proteína, como os inibidores de proteases, taninos e lectinas; b) fatores que agem na utilização dos minerais dos quais inclui os fitatos, os pigmentos do gossipol, oxalatos e glicosilatos; c) antivitaminas e d) substâncias mistas como as micotoxinas, mimosina, cianogênicos, nitrato, alcalóides, agentes fotossensibilizantes, fitoestrogênios e saponinas. Esses fatores também podem ser classificados de acordo com sua

resistência ao processamento térmico: a) os termolábeis, que abrangem os inibidores de proteases, hemaglutininas (lectinas), antiminerais (fitatos), goitrogênicos, fatores bociogênicos e antivitaminas e, b) os termoestáveis, que são representados pelas saponinas, isoflavonas, fatores de flatulência, polissacarídeos não amiláceos, alergênicos, lisinoalanina, estrogênicos e alguns componentes fenólicos (Francis et al., 2001a; Miura et al., 2001).

A maioria dos alimentos (plantas, grãos e raízes) possui ampla variedade de fatores antinutricionais. No farelo de amendoim pode-se citar os inibidores de protease e saponinas (Tacon, 1997), goitrogênicos (Butulo, 2002) e ácido fítico (Riche e Brown, 1996) como fatores antinutricionais endógenos e aflatoxina (Wilson e Payne, 1994) como fator antinutricional exógeno.

INIBIDORES DE PROTEASE

O inibidor de protease está distribuído nos ingredientes de origem vegetal. Estes são peptídeos capazes de se ligar com as enzimas proteolíticas pancreáticas (tripsina e quimotripsina), tornando-as inativas (Silva e Silva, 2000). São classificados em dois grupos: o tipo Kunitz que é relativamente sensível à temperatura (termolábel) e aos ácidos, possui peso molecular de aproximadamente 20 kDa e especificidade primária para a tripsina. O tipo Bowman-Birk é mais estável (termoestável), apresenta peso molecular entre 6 e 10 kDa e capacidade para inibir a tripsina e a quimotripsina em sítios de ligação independentes (Silva e Silva, 2000; Francis et al., 2001a).

No mecanismo de inibição proposto para a regulação da secreção enzimática do pâncreas, os níveis de tripsina e/ou quimotripsina livres no intestino delgado determinam a quantidade de secreção pancreática, isto é, quando o nível de tripsina abaixa a certo limiar, o pâncreas é induzido por meio da colecistoquinina a secretar mais enzima (Rackis e Gumbmann, 1982). O inibidor de tripsina bloqueia a ação da tripsina resultando em aumento excessivo da concentração plasmática de colecistoquinina, e desta forma, o pâncreas é continuamente estimulado a liberar mais enzima, provocando hipertrofia pancreática (Liddle et al., 1984). Conseqüentemente, ocorre redução da taxa de crescimento nos animais, pois há a redução na digestibilidade das proteínas da dieta. Os inibidores de proteases podem também causar danos à parede celular da mucosa, estímulo à resposta imune e aumento da perda de nitrogênio endógeno (Hannas e Pupa, 2012).

As espécies de peixes diferem em sua capacidade de tolerar os inibidores de proteases na dieta. Pesquisas demonstraram que salmonídeos são mais sensíveis aos inibidores de proteases que a carpa e o bagre do canal (NRC, 1993). Wee e Shu (1989) demonstraram que níveis de inibidores de tripsina de 1,6 mg/g ou superior na dieta diminuíram o crescimento de tilápia do Nilo. Rumsey (1991) em pesquisa realizada com truta arco-íris, não observou diferença no consumo de ração e no crescimento dos peixes alimentados com até 5 mg/g de inibidores de tripsina na dieta.

O processamento térmico (autoclave por 15 a 30 minutos) é recomendado para reduzir os inibidores de tripsina abaixo dos níveis críticos (Norton, 1991). O processamento térmico, deve ser realizado com cautela, sendo que as máquinas devem estar reguladas para minimizar a perda da qualidade nutricional dos ingredientes, como a lisina e também para não determinar degradação proteica.

SAPONINAS

As saponinas são glicosídeos caracterizados por seu sabor amargo e adstringente, por apresentarem-se na forma de espuma em meio aquoso e provocar hemólise. Quando adicionada à água, são altamente tóxicas para peixes, em função dos danos causados ao epitélio respiratório das brânquias. Podem retardar o crescimento dos animais devido à redução na ingestão (Guillaume et al., 1999) e diminuir a digestibilidade e absorção de nutrientes devido à formação de complexos saponina-nutriente (Potter et al., 1993; Ikedo et al., 1996). Devido à alta solubilidade da saponina na água, a remoção pela extração aquosa pode ser feita para a maioria dos ingredientes que contém saponina, já que este processo não afeta a qualidade nutricional do alimento (Francis et al., 2001a).

Apesar dos efeitos adversos da saponina, alguns estudos demonstraram seus efeitos benéficos. De acordo com Makkar et al. (1995), a formação de complexo entre a saponina e outros antinutrientes, como o tanino, poderia levar a inativação do efeito tóxico de ambas substâncias.

As saponinas provenientes da planta *Quillaja* (*Quillaja saponaria* Molina), provocaram efeitos diversos em tilápia do Nilo. A taxa de crescimento nos grupos que receberam maiores níveis de saponina na ração foi maior quando comparado ao grupo controle. O índice hepatossomático e o intestino-somático apresentaram declínio conforme o aumento de saponina na dieta e os grupos que receberam saponina demonstraram menor

excreção e maior assimilação da energia presente na ração, o que indicou o uso mais eficientemente do alimento que o grupo controle (Francis et al., 2001b).

Bureau et al. (1998) testaram os extratos purificados de farelo de soja e de proteína isolada de soja suplementados com a saponina *Quillaja*. Foi observado que as dietas provocaram completa supressão no desempenho do salmão “*chinook*” (*Oncorhynchus tshawytscha*) devido à drástica redução do consumo de ração. Trutas arco-íris também apresentaram decréscimo no crescimento. Em ambas as espécies foram observados danos à mucosa intestinal.

GOITROGÊNIOS

São agentes antitireoidianos que inibem a captação de iodo e bloqueiam a síntese de tiroxina. Essa inibição aumenta a secreção de hormônio tiroestimulante (TSH) pela pituitária a fim de compensar a concentração reduzida de tiroxina. Conseqüentemente, há aumento da glândula tireóide, condição que pode ser revertida com a suplementação de iodo na dieta (Doerge e Sheehan, 2002).

FITATOS

Segundo Keshavarz (1999), quando uma molécula de inositol se reaciona com seis moléculas de ácido fosfórico, o produto que se forma é uma molécula de ácido fítico (hexafosfato de mio-inositol) ou fitato. Este possui alto teor de fósforo (28,2%) e alto potencial de quelação com outros minerais e proteínas (Cheryan, 1980; Kornegay, 1999), o que lhe confere a denominação de antinutriente (Liu et al., 1998). Alimentos proteicos de origem vegetal, como os farelos de amendoim, algodão, soja e canola possuem grandes quantidades de fósforo na forma de fitato: 59,3%; 63,1%; 81,7% e 56,3%, respectivamente (Riche e Brown, 1996).

De acordo com Keshavarz (1999), o ácido fítico pode formar ampla variedade de sais insolúveis com cátions di e trivalentes, tais como o cálcio, zinco, cobre, cobalto, manganês, ferro e magnésio. Pode também reduzir a digestibilidade de proteínas, pela formação de complexos fitato-proteína ou fitato-mineral-proteína, os quais são menos solúveis e mais resistentes à proteólise. De acordo com Cousins (1999), a interação entre fitatos e proteínas, aparentemente, se dá por uma ligação iônica que depende de condições do pH. Em pH ácido,

o fitato forma ligações eletrostáticas com resíduos básicos como arginina, lisina e histidina resultando num complexo insolúvel. Quando o pH se aproxima do seu ponto isoelétrico, a carga da proteína é neutra e então esta não se ligará ao fitato (Fireman, 1999).

Os fitatos também são conhecidos por inibir várias enzimas digestivas endógenas, como a pepsina, amilase e tripsina. Estes efeitos são devido à natureza inespecífica dos complexos fitato-proteína ou a uma inibição devido ao efeito dos íons Ca necessários para a atividade destas enzimas endógenas (Cousins, 1999). Tem ainda efeito indireto sobre o aproveitamento da energia, sendo resultado do menor aproveitamento da proteína e da formação de reações de saponificação entre os minerais ligados ao fitato e os lipídeos da dieta (Ravindran et al., 2001).

Os fitatos presentes nos cereais estão concentrados na parte exterior do endosperma. O processo de moagem remove a camada externa das sementes, que reduz consideravelmente o teor de fitato. O tratamento térmico (autoclave) também demonstrou reduzir o ácido fítico na linhaça e no gergelim em 72% e 74%, respectivamente (Hossain e Jauncey, 1990). Riche e Brown (1996) constataram que a suplementação da enzima fitase em dietas que continham fontes proteicas de origem vegetal, aumentaram de 46,2 a 75,6% os valores da disponibilidade de fósforo para trutas arco-íris. Salmonídeos toleram níveis de fitato na dieta ao redor de 5,0 a 6,0 g/kg, no entanto as carpas são sensíveis a estes níveis. Parece apropriado manter o nível de fitatos abaixo de 5,0 g/kg em alimentos para peixes (Francis et al., 2001a).

AFLATOXINAS

Micotoxinas são metabolitos secundários, altamente tóxicos, produzidos por algumas espécies de fungos filamentosos (Freitas e Badolato, 1992), que contaminam alimentos como grãos de milho, amendoim, entre outros (Wilson e Payne, 1994). Segundo Corrêa (2000), a presença e contaminação dos alimentos por micotoxinas variam em função de fatores geográficos e sazonais e também das condições em que os produtos agrícolas são cultivados, colhidos e armazenados. Apresentam, de modo geral, grande estabilidade química, o que permite sua persistência no alimento mesmo após remoção dos fungos pelos processos normais de industrialização (Tristan, 2002).

Produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, espécies *A. flavus* e *A. parasiticus* (Yu et al., 2005), as aflatoxinas são as micotoxinas mais abundantes e tóxicas que se conhece, por apresentarem atividade carcinogênica, mutagênica e teratogênica, tanto para homens, quanto

animais (Ferreira et al., 2006). Os sinais da intoxicação por aflatoxinas dependem principalmente de sua concentração no alimento, do tipo de aflatoxina (B1; B2; G1; G2) e do tempo de ingestão (Ogido et al., 2004).

A ingestão de alimentos contaminados com aflatoxinas pelos peixes pode causar redução do crescimento e supressão do sistema imune do peixe (Manning, 2001; Sahho e Mukherjee, 2001). Segundo Halver (1988), peixes alimentados com dietas contendo 80 ppb/kg de aflatoxina, ou mais, sofrem síndrome tóxica aguda, necrose hepática severa, edema branquial e generalização de hemorragia nas células.

A susceptibilidade para a aflatoxina varia amplamente entre as espécies de peixes. Trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) são extremamente sensíveis a aflatoxinas (Hendricks, 1994), enquanto outras espécies, como o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), somente são afetadas sob altas doses (Jantrarotai et al., 1990). Jantrarotai e Lovell (1990), em pesquisa realizada com bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), reportaram que peixes alimentados com dieta contendo 10 mg/kg de aflatoxina B1 apresentaram lesões no fígado e no rim, além de redução na taxa de crescimento. Entretanto, não houve mortalidade.

Tuan et al. (2002) investigaram a resposta a diferentes concentrações de aflatoxina B1 (0; 0,25; 2,5; 10 e 100 mg/kg) em dietas semipurificadas para tilápia do Nilo. Os autores observaram que os peixes alimentados por oito semanas com dieta contendo 100 mg de AFB1/kg apresentaram redução no ganho de peso, necrose hepática severa e 60% de mortalidade ao final do período experimental. Os peixes alimentados com a dieta 0,25 mg AFB1/kg não apresentaram diferença para ganho de peso e mortalidade em relação a dieta controle (0 mg de AFB1/kg).

Estudos têm sido dirigidos para o uso de adsorventes, naturais ou sintéticos, para reduzir os efeitos da ingestão de alimento contaminado e da toxicidade da aflatoxina. Segundo Olver (1997), os adsorventes aderem à aflatoxina e impedem sua absorção pelo trato gastrointestinal, tornando-a inerte e não tóxica para os animais. Entre os adsorventes que são utilizados comercialmente, destacam-se os aluminossilicatos de cálcio e sódio e bentonitas.

Com base no exposto, esta pesquisa apresenta o segundo capítulo intitulado:

Capítulo II – “**Inclusão do farelo de amendoim em dietas para juvenis de tilápia do Nilo**”

Artigo adaptado às normas da revista **Aquaculture Nutrition**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELIZI, P. D. et al. (1998) Evaluation of fish-meal free diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture Nutrition**, v.4, p.255–262, 1998.
- AGBO, N. W.; ADJEI-BOATENG, D.; JAUNCEY, K. The potential of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) by-products as alternative protein sources in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Applied Aquaculture**, v.23, p.367-378, 2011.
- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2012. p.482.
- ATWOOD, H. L. et al. Low temperature tolerance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: effects of environmental and dietary factors. **Aquaculture Research**, v.34, n.3, p. 241-251, 2003.
- BATAL, A.; DALE N.; CAFE M. Nutrient composition of peanut meal. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.254-257, 2005.
- BUREAU, D. P.; HARRIS, A. M. & YOUNG CHO, C. The effects of purified alcohol extracts from soy products on feed intake and growth of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.161, p.27-43, 1998.
- BUTOLO, J. E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. In: BUTOLO, J. E. **Ingredientes de origem vegetal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. p.93-238.
- CHERYAN, M. Phytic acid interactions in food systems. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.13, n.4, p.297-335, 1980.
- CHUBB, L.G. **Anti-nutritive factors in animal feedstuffs**. In: HARESTING, W. Studies in agricultural and food science butterworths. Recent Advances in Animal Nutrition. 1982, p.21-37.
- CORRÊA, B. Fungos toxigênicos: panorama nacional. Atualidades em micotoxinas e armazenagem de grãos. Florianópolis: Vildes M. Scussel, 2000. p.162-168.
- COUSINS, B. Enzimas na nutrição de Aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV-EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999, p.115-129.
- DOERGE, D. R.; SHEEHAN, D. M. Goitrogenic and estrogenic activity of soy isoflavones. **Environmental Health Perspectives**, v.110, n.3, p.349-353, 2002.

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

FAO – FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/010/a1495e/a1495e00.HTM>. 2009.

FERGUSON, M. E. et al. Biogeography of wild *Arachis* (Leguminosae): distribution and environmental characterization. **Biodiversity and Conservation**, v.14, n.7, p.1777-1798, 2005.

FERREIRA, H. et al. Aflatoxinas: um risco à saúde animal. **Ambiência**, v.2, n.1, p.113-127, 2006.

FIREMAN, F. A. T. **Efeito de dietas com 50% de farelo de arroz integral suplementadas com fitase e/ou celulase para suínos em crescimento e terminação**. 1999. 203p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: the most important aquaculture species in the 21st century. In: Proceedings from the 5th International Symposium on Tilapia Aquaculture, 2000, Rio de Janeiro, **Anais ...** Rio de Janeiro, 2000. p 3-8.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish: review. **Aquaculture**, v.199, p.197-227, 2001a.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H.P. S.; BECKER, K. Effects of *Quillaja* saponins on growth, metabolism, egg production and muscle cholesterol in individually reared Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part C**, v.129, p.105-114, 2001b.

FREITAS, S. M.; MARTINS, S. S.; NOMI, A. K.; CAMPOS, A. F. Evolução do mercado brasileiro de amendoim. In: SANTOS, R. C. (Ed.). **O Agronegócio do Amendoim no Brasil**. Paraíba: EMBRAPA Algodão, 2005, p.15-44.

FREITAS, F. O.; MORETZSOHN, M. C.; VALLS, J. F. Genetic variability of Brazilian Indian landraces of *Arachis hypogaea* L. **Genetics and molecular Research**, v.6, n.3, p.675-684, 2007.

FREITAS, V.P.S.; BADOLATO, M.I.C. Incidência de aflatoxinas em paçocas de amendoim consumidas na cidade de Campinas, estado de São Paulo. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.52, n.1/2, p.83-87, 1992.

GATLIN, D. M. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v.38, p.551-579, 2007.

GRACIANO, E. S. A. **Estudos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetidas à deficiência hídrica**. 2009. 68p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

GREGORY, P. J.; REDDY, M. S. Root growth in an pearl millet/groundnut. **Field Crops Research**, v.5, p.241-252, 1982.

GUILLAUME, J. et al. **Nutrition and feeding of fish and crustaceans**. Versailles: INRA Editions, 1999, 403p.

HALVER, E. J. **Fish nutrition**. 2nd ed. [London]: Academic, 1988. 693p.

HANNAS M. I.; PUPA J. M. R. **Enzimas: uma alternativa viável para enfrentar a crise na suinocultura**. Disponível em:

<http://www.engormix.com/enzimas_uma_alternativa_viavel_p_artigos_26_POR.htm>.

Acesso em: 10 jan. 2012.

HASAN, M. R.; MACINTOSH, D. J.; JAUNCEY, K. Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry. **Aquaculture**, v.151, p.55-70, 1997.

HEMPEL, E. Tilapia, the new whitefish. *Seafood International*, London, v.17, n.10, p.16-20, 2002.

HENDRICKS, J. D. Carcinogenicity of aflatoxins in nonmammalian organisms. In: EATON, D. L.; GROOPMAN, J. D. (Eds.), **Toxicology of Aflatoxins: Human Health, Veterinary, and Agricultural Significance**. Academic Press, San Diego, 1994. p.103-136.

HOSSAIN, M. A.; JAUNCEY, K. Detoxification of linseed and sesame meal and evaluation of their nutritive value in the diet of carp (*Cyprinus carpio* L.). **Asian Fisheries Science**, v.3, p.169-183, 1990.

IKEDO, S.; SHIMOYAMADA, M.; WATANABE, K. Interaction between bovine serum albumin and saponin as studied by heat stability and protease digestion. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.44, n.3, p.792-795, 1996.

JACKSON, A. J.; APPER, R. S.; MATTY, A. S. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. **Aquaculture**, v.27, p.97-109, 1982.

- JANTRAROTAI, W.; LOVELL, B. T. Subchronic toxicity of aflatoxin B1 to channel catfish. **Journal Aquat. Animal Health**, v.2, p.248-275, 1990.
- JANTRAROTAI, W.; LOVELL, R. T.; GRIZZLE, J. M. Acute toxicity of dietary aflatoxin B1 to channel catfish. **Journal Aquatic Animal Health**, v.2, p.237-247, 1990.
- KESHAVARZ, K. Por que “es necesario emplear la fitasa en la dieta de las ponedoras? **Indústria avícola**, Mount Morris, v.46, n.10, p.13-14, 1999.
- KHAN, M. A. et al. Growth and body composition of rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing oilseed meals: partial or total replacement of fish meal with soybean meal. **Aquaculture Nutrition**, v.9, p.391-396, 2003.
- KORNEGAY, E.T. Feeding to reduce nutrient excretion: effects of phytase on phosphorus and other nutrients. In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. (Eds.) **Biotechnology in the feed Industry**, Nottingham: Nottingham University Press, 1999. p.461-489.
- LIDDLE, R. A.; GOLDFINE, I. D.; WILLIAMS, J. A. Biossay of plasma cholecystokinin in rats: effects of food, trypsin inhibitor, and alcohol. **Gastroenterology**, Philadelphia, v.87, n.3, p.542-549, 1984.
- LIENER, I. E. **Toxic constituents of plants feddstuffs**. New York: Academic, 1980. 502p.
- LIN, S. et al. Effects of Four Vegetable Protein Supplementation on Growth, Digestive Enzyme Activities, and Liver Functions of Juvenile Tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. **Journal of World Aquaculture Society**, v.41, p.583-593, 2010.
- LIU, B-L. et al. The induction and characterization of phytase and beyond. **Enzime and Microbial Technology**, v.22, p.415-424, 1998.
- MAKKAR, H. P. S.; BLUMMEL, M.; BECKER, K. In vitro effects of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. **Journal and the Science of Food Agriculture**, v.69, p.481–493, 1995.
- MANNING, B. B. Mycotoxins in fish feeds. In: LIM, C.; WEBSTER, C. D. (Eds.), **Nutrition and Fish Health**. Food Products Press, New York, 2001. p.267-287.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA- MPA. 2010. **Produção Pesqueira e aquícola: estatística 2008 e 2009**. Brasília, DF. 309.

MIURA, E. M. Y. et al. Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de tripsina e ausência do inibidor Kunitz. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.51, n.2, p.195-198, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals**. Washington, D.C.: 1993. 114p.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; TÁVORA, F. J. A. F. Ecofisiologia do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: SANTOS, R.C. dos (Ed.) **O Agronegócio do Amendoim no Brasil**. Ed. Campina Grande-PB: EMBRAPA, 2005, p.16-44.

NORTON, G. Proteinase inhibitors. In: D'MELLO, F. J. P.; DUFFUS, C. M.; DUFFUS, J. H. (Eds.). **Toxic substances in crop plants**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, 1991. p.68-106.

OGIDO, R. et al. Effects of prolonged administration of aflatoxins B1 and fumonisin B1 in laying Japanese quail. **Poultry Science**, v.83, p.1953-1958, 2004.

OLVER, M. D. Effect of feeding clinoptilolite (zeolite) on the performance of three strains of laying hens. **British Poultry Science**, v.38, p.220-222, 1997.

POTTER, S. et al. Protein saponin interaction and its influence on blood lipids. **Journal of Agriculture and Food chemistry**, v.41, n.5, p.1287-1291, 1993.

RACKIS, J. J., GUMMANN, M.R. Protease inhibitors: physiological properties and nutritional significance. In: ORY, R.L. **Antinutritional and natural toxicants in foods**. Westport : Food & Nutrition Press, 1982. p.203-237.

RAMOS, R. C. et al. An investigation of sex determination in the Mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus*, using synaptonemal complex analysis, FISH, sex reversal and gynogenesis. **Aquaculture**, v.221, p.125-140, 2003.

RAVIDRAN, V. et al. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.338-344, 2001.

RICHE, M.; BROWN, P. B. Availability of phosphorus from feedstuffs fed to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v.142, p.269-282, 1996.

- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005, 186p.
- RUMSEY, G. L. (1991) Effects of graded levels of soybean trypsin inhibitor activity (using AOCS, 1983 method) on growth of rainbow trout. Fisheries and Wildlife Research and Development 1990/1991. U.S. Dept. of Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, DC, 54p.
- SAHOO, P. K.; MUKHERJEE, S. C. Immunosuppressive effects of aflatoxin B1 in Indian major carp (*Labeo rohita*). **Comp. Immunol., Microbiol. Inf. Dis.**, v.24, p.143-149, 2001.
- SANTOS, R. C. et al. Classificação de genótipos de amendoim baseada nos descritores agromorfológicos e isoenzimáticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.55-59, 2000.
- SHELTON, W. L. Tilapia culture in the 21st century. In: CYRINO, J. E. P. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2002.
- SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista Nutrição**, Campinas, v.13, n.1, p.3-9, 2000.
- SILVA, S. C. et al. Karyological features and banding patterns in *Arachis* species belonging to the *Heterantheae* section. **Plant Systematics and Evolution**, v.285, n.3, p.201-207, 2010.
- TACON, A. G. J. Fishmeal replacers: Review of antinutrients within oilseeds and pulses - A limiting factor for the aquafeed Green Revolution? In: TACON, A.G.J.; BASURCO, B. (ed.). **Feeding tomorrow's fish**. Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), 1997, Zaragoza. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, v.22, p.153-182, 1997.
- TACON, A. G. J.; FORSTERS, I. P. Aquafeeds and the environment: policy implications. **Aquaculture**, v.226, p.181-189, 2003.
- TEIXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. 4. ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 402p.
- TRISTAN, T. Q. **Dinâmica toxicológica de aflatoxinas em alimentos de origem animal em Aguascalientes y Querétaro**. Santiago de Querétaro: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; Edición Comunicación del Centro, 2002. 117p.

- TUAN, N. A. et al. Growth and hepatic lesions of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing aflatoxin B1. **Aquaculture**, v.212, p.311-319, 2002.
- VALLS, J. F. M. Recursos genéticos do gênero *Arachis*. In: SANTOS, R.C. **O Agronegócio do Amendoim no Brasil.**, Ed. Campina Grande-PB: EMBRAPA, 2005, p.45-69.
- VEIGA, R. F. de A. et al. Caracterização morfológica de acesos de germoplasma de quatro espécies brasileiras de Amendoim-silvestre. **Bragantia**, Campinas, v.60, p.167-176, 2001.
- WEE, K. L.; SHU, S.-W. The nutritive value of boiled full-fat soybean in pelleted feed for Nile tilapia. **Aquaculture**, v.81, p.303-314, 1989.
- WILSON, D. M.; PAYNE, G. A. Factors affecting *Aspergillus flavus* group infection and aflatoxin contamination of crops. In: EATON, D.L., GROOPMAN, J. D. (Eds.), **Toxicology of Aflatoxins: Human Health, Veterinary, and Agricultural Significance**. Academic Press, San Diego, 1994. p.309-325.
- YU, J. et al. *Aspergillus flavus* genomics: gateway to human and animal health, food safety, and crop resistance to diseases. **Revista Iberoamericana de Micologia**, v.22, p.194-202, 2005.

CAPÍTULO II

INCLUSÃO DO FARELO DE AMENDOIM EM DIETAS PARA JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO

RESUMO – O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da substituição do farelo de soja (FS) pelo farelo de amendoim (FA) em dietas para juvenis de tilápia do Nilo. Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) do FA foram determinados. O CDA para proteína foi de 90.9% e para os aminoácidos variou entre 87.2% para a glicina e 97.6% para a arginina. O FA foi então utilizado em substituição parcial e completa do FS em dietas práticas para a tilápia do Nilo, formuladas para conter 268.1 g kg⁻¹ de proteína digestível e 3036 kcal kg⁻¹ de energia digestível (base na matéria natural). A suplementação de aminoácidos foi baseada no conceito de proteína ideal. Os peixes (13.4 ± 0.20 g) foram alimentados por 90 dias com cada uma das cinco dietas: 0% FA, 25% FA, 50% FA, 75% FA e 100% FA. Os peixes alimentados com dieta 100% FA apresentaram piora no ganho de peso e conversão alimentar em relação aos peixes alimentados com dieta 0% FA. Decréscimo significativo na taxa de eficiência proteica e para o conteúdo em proteína das carcaças foi registrado nos peixes alimentados com as dietas 50% FA, 75% FA e 100% FA. O FA pode substituir até 25% do FS, sem prejuízos ao desempenho produtivo e a composição bromatológica da carcaça de alevinos de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea*, aminoácidos, nutrição de peixes, *Oreochromis niloticus*

INCLUSION OF PEANUT MEAL IN DIETS FOR JUVENILE NILE TILAPIA

ABSTRACT – The main objective of this study was to evaluate the effects of replacing soybean meal (SBM) with peanut meal (PM) in diets for juvenile Nile tilapia. The apparent digestibility coefficients (ADC) of PM were determined. ADC for protein was 90.9% and amino acids ranged from 87.2% for glycine to 97.6% for arginine. PM was then used as partial and complete replacements for SBM in practical diets for Nile tilapia formulated to contain equal digestible protein (268.1 g kg^{-1}) and energy ($3036 \text{ kcal kg}^{-1}$) on as fed basis. Supplemental amino acids were added based on the ideal protein concept. Fish ($13.4 \pm 0.20 \text{ g}$) were fed for 90 days on one of the five diets: 0% PM, 25% PM, 50% PM, 75% PM and 100% PM. Fish fed 100% PM diet had lower weight gain and higher apparent feed conversion ratio than fish fed 0% PM diet. A significant decrease of protein efficiency ratio and whole body protein content was recorded in fish fed 50% PM, 75% PM and 100% FA diets. PM can replace SBM up to 25% without any interference on performance and whole-body composition of Nile tilapia fingerling.

Key-word: *Arachis hypogaea*, amino acid, fish nutrition, *Oreochromis niloticus*

INTRODUÇÃO

O farelo de soja é a fonte proteica vegetal mais utilizada em dietas para peixes onívoros, devido a sua disponibilidade, valor nutritivo, alto teor proteico e bom perfil de aminoácidos essenciais (NRC 1993; El-Sayed 1999). Pelo seu elevado custo, fontes mais econômicas de proteína, que o substituam parcial ou totalmente, tem sido investigadas para a tilápia do Nilo, como os farelos de canola (Soares *et al.* 2001), tremoço (Chien & Chiu 2003), feijão-guandu (Obasa *et al.* 2006) nabo forrageiro (Santos *et al.* 2009), algodão (Yue & Zhou 2008; Kleemann *et al.* 2011) e gergelim (Guo *et al.* 2011).

O farelo de amendoim, subproduto do esmagamento dos grãos de amendoim para a extração do óleo comestível (Buting *et al.* 1985), é altamente palatável e possui boas propriedades para a peletização (Robinson & Wilson 1985; Lovell 1989). Por possuir alto teor proteico (Butolo 2002) se apresenta como sucedâneo alternativo ao farelo de soja. Entretanto, poucos estudos foram conduzidos para avaliar os efeitos de sua inclusão em dietas para peixes. Depressão nas respostas de desempenho dos peixes quando da substituição da farinha de peixe por níveis superiores a 50% de inclusão de FA foram observadas em tilápia mossambica (*Sarotherodon mossambicus*) (Jackson *et al.* 1982) e carpa (*Cyprinus carpio*) (Hasan *et al.* 1997). Esses resultados foram atribuídos à deficiência de aminoácidos essenciais (especialmente lisina, metionina e treonina) e/ ou a possível presença de fatores antinutricionais no alimento.

Assim, objetivou-se no presente estudo: (i) Determinar os coeficientes de digestibilidade aparente de nutrientes e da energia do farelo de amendoim pela tilápia do Nilo e (ii) Avaliar o desempenho produtivo dessa espécie em resposta a substituição do farelo de soja pelo farelo de amendoim.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Câmpus de Botucatu, Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos, AquaNutri, unidade integrada ao centro de Aquicultura da UNESP.

Experimento I: Digestibilidade

Preparo das dietas

Uma dieta referência (Tabela 1), com base em farelo de soja, foi formulada de forma a atender as exigências nutricionais da tilápia do Nilo (NRC 1993). A dieta teste foi confeccionada de forma que o farelo de amendoim substituísse 50% da dieta referência. Óxido de crômio-III (Cr_2O_3 ; 1g kg^{-1}) foi utilizado como marcador externo e incorporado em ambas às dietas para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA). A composição química e conteúdo em aminoácidos da dieta referência e do farelo de amendoim encontram-se na Tabela 2. Todos os ingredientes foram homogeneizados, água a $55\text{ }^\circ\text{C}$ (20% do peso natural) foi adicionada e as dietas peletizadas (diâmetro de 4.0 mm), desidratadas em estufa de circulação forçada de ar ($55\text{ }^\circ\text{C}/24\text{ h}$) e armazenadas em freezer a $-20\text{ }^\circ\text{C}$, até utilização.

Sistema Experimental e Peixes

Quatro aquários, de formato circular e capacidade para 250 L, conectados a um filtro físico-biológico e sistema de recirculação contínua de água foram utilizados para alimentação, e quatro aquários de formato cilíndrico-cônico e capacidade para 300 L, providos de filtro biológico e sistema de recirculação contínua de água individuais, foram utilizados para coleta das fezes por gravidade. A temperatura ($26.0 \pm 0.57\text{ }^\circ\text{C}$) e o oxigênio dissolvido ($6.50 \pm 0.33\text{ mg L}^{-1}$) da água dos aquários foram mantidos, respectivamente, por meio de aquecedores ligados a termostato eletrônico e de pedra porosa acopladas a aerador central. O fotoperíodo foi mantido em 12 horas luz: 12 horas escuro, por meio de lâmpadas fluorescentes.

Os peixes, 40 juvenis com peso médio de 100 ± 4.3 gramas, obtidos junto ao Centro de Aquicultura da UNESP, foram alojados em quatro tanques-rede de formato circular, confeccionados em tela plástica (malha de 1.5 entre nós). Esses tanques-rede foram utilizados para abrigar os peixes e facilitar o manejo entre os aquários de alimentação e de coleta de fezes.

Procedimento experimental

Os peixes foram mantidos nos aquários de alimentação durante sete dias para adaptação ao sistema de digestibilidade, ao manejo e às rações. Após o período de adaptação, os peixes foram mantidos, durante o dia, nos aquários de alimentação, onde receberam

alimentação até saciedade aparente (08:00, 11:00, 14:00, 15:00, 16:00 e 17:00 h). No final de cada tarde (18:00 h), os peixes eram transferidos para os aquários de coleta de fezes, onde permaneciam até a manhã do dia subsequente, sendo então o tanque-rede devolvido ao respectivo aquário de alimentação e a coleta de fezes realizada, por meio de frascos transparentes de 200 ml, acoplados hermeticamente aos aquários de coleta (Pezzato *et al.* 2002). As fezes coletadas foram centrifugadas (10.000 rpm/ 20 min), desidratadas em estufa com recirculação forçada (52,0 °C/ 48 h), moídas e armazenadas a -20,0 °C, para posterior análise. Após o período de alimentação e coleta de fezes, foi efetuada limpeza dos aquários, preparando-os desta forma para nova coleta. Foi coletado volume representativo de fezes para obtenção de quatro repetições por tratamento.

Cálculo do Coeficiente de digestibilidade aparente

Os CDA dos nutrientes e energia das dietas referência e teste foram calculados de acordo com a equação descrita por Nose (1960).

$$CDA_n = 100 - 100 \left[\left(\frac{\%Cr_2O_{3d}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left(\frac{\%N_f}{\%N_d} \right) \right]$$

Em que:

CDA_n = coeficiente de digestibilidade aparente; $\%Cr_2O_{3d}$ = percentagem de óxido de cromo III na dieta; $\%Cr_2O_{3f}$ = percentagem de óxido de cromo III nas fezes; $\%N_f$ = percentagem de nutriente (ou kcal kg⁻¹ de energia bruta) nas fezes; $\%N_d$ = percentagem de nutriente (ou kcal kg⁻¹ de energia bruta) na dieta.

Os CDA dos nutrientes e energia do farelo de amendoim foram calculados com base na digestibilidade da dieta referência e teste, usando a equação proposta por Bureau *et al.* (1999), modificado de Sugiura *et al.* (1998).

$$CDA_i = CDA_t + \left(\frac{0.5D_r}{0.5D_i} \right) \times (CDA_t - CDA_r)$$

Em que:

CDA_i = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente; CDA_t = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta teste; CDA_r = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência; D_r = percentagem de nutriente (ou kcal kg⁻¹ de energia bruta) da dieta referência e D_i = percentagem de nutriente (ou kcal kg⁻¹ de energia bruta) do ingrediente testado.

Experimento II: Desempenho

Preparo das dietas

Com base na composição químico-bromatológica, perfil de aminoácidos e valores digestíveis do farelo de amendoim confeccionou-se cinco dietas experimentais, com níveis de substituição de 0, 25, 50, 75 e 100% do farelo de soja pelo farelo de amendoim. As dietas foram formuladas de forma a conter 268.1 g kg⁻¹ de proteína digestível e 3036 kcal kg⁻¹ de energia digestível (Furuya *et al.* 2010), balanceadas de acordo com os valores de energia digestível, proteína e aminoácidos digestíveis e fósforo disponível determinados por Pezzato *et al.* (2002), Boscolo *et al.* (2002), Guimarães *et al.* (2008) e Gonçalves *et al.* (2009) (Tabela 3).

Para a confecção das rações, os ingredientes foram moídos de forma a se apresentarem com diâmetro inferior a 0.42 mm. Após pesagem e homogeneização dos ingredientes, água a 55.0 °C (20% do peso natural) foi adicionada em misturador automático (Ação científica, Piracicaba, Brasil). As misturas foram então peletizadas em equipamento modelo ML-4.0/Weguline e, após resfriamento, desidratadas em estufa (55.0 °C/ 24 h). Os péletes foram desintegrados para a obtenção de grânulos de 1.0 a 4.0 mm e então armazenados em freezer a -20.0 °C até a utilização.

Sistema experimental e Peixes

Cento e oitenta peixes (13.43 ± 0.19 g), provenientes da mesma desova e invertidos sexualmente, foram aleatoriamente alojados em trinta tanques-rede (200 L cada), inseridos em oito aquários com capacidade de 1000 L, confeccionados em fibra de vidro. Esses aquários eram conectados a filtro físico-biológico e sistema de recirculação contínuo, com a temperatura da água mantida por meio de termostato eletrônico a 26 ± 0,4 °C e o fotoperíodo mantido em 12 horas luz: 12 horas escuro, através do uso de lâmpadas fluorescentes.

As características físico-químicas da água, como pH (7.00 ± 0.50), oxigênio dissolvido (7.20 ± 0.35 mg L⁻¹) e amônia total (0.11 ± 0.07 mg L⁻¹) foram aferidas regularmente e mantiveram-se dentro dos limites toleráveis para a espécie durante todo o período experimental (Boyd, 1996).

Procedimento experimental

As dietas foram aleatoriamente distribuídas e os peixes alimentados até saciedade aparente (08:30, 11:30, 14:30 e 17:30 h) por meio de arraçamento manual, durante 90 dias. Para manutenção da qualidade da água, foi efetuada limpeza semanal para retirada de sobras de ração e fezes, por meio de sifonamento, resultando na renovação de aproximadamente 20% do volume total de água dos aquários.

Ao final do experimento, todos os peixes de cada unidade experimental foram eutanasiados (benzocaína; 0.01 g L⁻¹) e submetidos à biometria. Em seguida, dois peixes de cada unidade experimental foram separados, um para as análises da composição químico-bromatológica das carcaças e outro para retirada do fígado por laparotomia abdominal esquerda para determinação do índice hepatossomático. Foram analisados sete índices de desempenho zootécnico: peso final, ganho de peso [(peso final) - (peso inicial)], consumo de ração, sobrevivência [100 x (número de animais final) ÷ (número de animais inicial)], conversão alimentar aparente [(consumo de ração) ÷ (ganho de peso)], taxa de eficiência proteica [(ganho de peso) ÷ (proteína bruta consumida)], e índice hepatossomático [100 x (peso do fígado) ÷ (peso vivo total)].

Análises químicas

As análises químico-bromatológicas do farelo de amendoim, rações, fezes e amostras de carcaças pré e pós-experimento II foram realizadas segundo padrões da AOAC (2000). O teor de matéria seca foi obtido após secagem das amostras em estufa a 105 °C por 16 h; matéria mineral por calcinação das amostras em mufla a 550 °C por 12 h; proteína bruta (*Nitrogênio total* x 6.25) pelo método de micro-Kjeldahl e extrato etéreo após extração com éter de petróleo em aparelho Soxhlet. A determinação dos aminoácidos do farelo de amendoim, das rações e das fezes foi realizada em auto-analisador (model L-8500A; Hitachi, Schaumburg, IL, USA) por cromatografia de troca-iônica após hidrólise ácida. As amostras foram hidrolisadas com HCl 6N, a 110 °C por 22 h. Cisteína e metionina foram determinadas por hidrólise ácida após oxidação com ácido perfórmico (AOAC 2000). O teor de cálcio foi quantificado por espectrometria de absorção atômica (*Shimadzu Atomic Absorption spectrophotometers AA6800*) após digestão ácida, a determinação do fósforo total realizada pelo método de azul de molibdênio com utilização de Bi (II) como catalisador (AOAC, 1990) e a análise de energia realizada em bomba calorimétrica utilizando ácido benzóico como padrão (*Parr Instrument Company, Moline, IL, USA*). As análises para determinação da concentração

de crômio nas rações e nas fezes foi realizada segundo metodologia proposta por Bremer Neto *et al.* (2005).

Análises estatísticas

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, sendo a unidade experimental constituída por um tanque-rede de 200 L com seis peixes. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando constatado significância, aplicou-se o teste de comparações múltiplas de Tukey (Stell & Torrie, 1980).

RESULTADOS

Experimento I: Digestibilidade

A composição químico-bromatológica da dieta referência e do farelo de amendoim encontram-se na Tabela 2. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fósforo, energia bruta e aminoácidos da ração referência e do farelo de amendoim estão apresentados na Tabela 4.

Experimento II: Desempenho

Os parâmetros de desempenho dos juvenis de tilápia do Nilo submetidos às diferentes dietas estão apresentados na Tabela 5. Não foram observadas diferenças ($P > 0.05$) para consumo de ração, sobrevivência e índice hepatossomático entre os peixes alimentados com as diferentes dietas. Houve diferença ($P < 0.05$) para peso final, ganho de peso e conversão alimentar aparente entre os peixes alimentados com a dieta 0% FA e a dieta 100% FA, assim como para taxa de eficiência proteica entre os peixes alimentados com a dieta 0% FA e as dietas 50% FA, 75% FA e 100% FA.

Os valores da composição química da carcaça dos peixes submetidos às diferentes dietas estão apresentados na Tabela 6. Não houve diferenças ($P > 0.05$) para umidade, extrato etéreo e matéria mineral entre os peixes alimentados com as diferentes dietas. Entretanto, foi observada diferença ($P < 0.05$) para o conteúdo em proteína das carcaças dos peixes que receberam as dietas 0% FA e as dietas 50% FA, 75% FA e 100% FA.

DISCUSSÃO

Experimento I: Digestibilidade

A digestibilidade total ou da matéria seca, de um alimento ou de uma dieta, mostra o quanto de ambos foi digerido (De Silva & Anderson, 1995). O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca do farelo de amendoim foi baixo (69.6%) e este resultado parece estar correlacionado ao seu nível de fibra (102.7 g kg^{-1}). A fibra dietética não é digerida pela maioria das espécies de peixes (NRC 2011), e diversos estudos anteriores reportam correlação negativa entre o seu alto conteúdo e o CDA da matéria seca (Silva *et al.* 1990; Sullivan & Reigh 1995; McGoogan & Reigh 1996). No presente estudo, o valor do CDA obtido mostrou-se semelhante aos valores observados com silver perch (*Bidyanus bidyanus*) (74.2%) (Allan *et al.* 2000), cobia (*Rachycentron canadum*) (64.9%) (Zhou *et al.* 2004), garoupa alaranjada (*Epinephelus coioides*) (73,7%) (Lin *et al.* 2004) e tilápia híbrida *O. niloticus* x *O. aureus* (66.6%) (Zhou & Yue 2011). Entretanto, valor superior foi observado para bluntnose black bream (*Megalobrama amblycephala*) (80.0%) (Zhou *et al.* 2008).

O CDA da energia bruta seguiu a mesma tendência do CDA da matéria seca, sendo também afetado pelo alto teor de fibra do alimento. O resultado obtido (74.6%) mostrou-se superior aos encontrados para yellowfinn seabream (*Sparus latus*) (59.8%) (Wu *et al.* 2006) e *Synechogobius hasta* (68.1%) (Luo *et al.* 2009). Entretanto, revelou-se inferior aos descritos para cobia (84.3%) (Zhou *et al.* 2004) e bluntnose black bream (86.2%) (Zhou *et al.* 2008). Allan *et al.* (2000) observaram valor semelhante (77.0) para silver perch.

O coeficiente de disponibilidade aparente do fósforo (40.8%) foi superior ao observado para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (22.1%) por Riche & Brown (1996). Entretanto, valores superiores foram relatados para cobia (58.4%) (Zhou *et al.* 2004), *S. hasta* (54.9%) (Luo *et al.* 2009) e tilápia híbrida *O. niloticus* X *O. aureus* (53.1%) (Zhou & Yue 2011). A disponibilidade do fósforo é bastante limitada nos ingredientes de origem vegetal, uma vez que 50-90% do seu total se encontra na forma de fitato (Nolan & Dufafin 1987), não disponível aos animais não ruminantes (Sugiura *et al.* 1998).

O CDA da proteína (90.9%) foi inferior aos valores observados para silver perch (98.2%) (Allan *et al.* 2000), yellowfinn seabream (97.3%) (Wu *et al.* 2006) e bluntnose black bream (97.4%) (Zhou *et al.* 2008). Resultados semelhantes foram relatados para south african abalone (*Haliotis midae* L.) (86.7%) (Sales & Britz 2003), cobia (90.2%) (Zhou *et al.* 2004) e

S. hasta (90.1%) (Luo *et al.* 2009). Zhou & Yue (2011) observaram valor inferior para tilápia híbrida *O. niloticus* x *O. aureus* (77.6%). Diferente dos resultados de CDA da matéria seca e energia encontrados nessa pesquisa, parece pouco provável que haja relação entre o conteúdo em fibra dietética do alimento e a digestibilidade da proteína, visto o alto CDA da proteína apresentado pelo farelo de amendoim.

O CDA médio dos aminoácidos (92.4%) foi superior aos observados para bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (88.4%) (Wilson *et al.* 1981), south african abalone (87.4%) (Sales & Britz 2003), garoupa alaranjada (*Epinephelus coioides*) (87,6%) (Lin *et al.* 2004) e hybrid striped bass *Morone chrysops* X *M. saxatilis* (85.3%) (Gaylord *et al.* 2004). Entretanto, valores superiores foram descritos para cobia (95.2%) (Zhou *et al.* 2004) e yellowfinn seabream (98.0%) (Wu *et al.* 2006). Resultados semelhantes foram observados para silver perch (93.2%) (Allan *et al.* 2000) e *S. hasta* (92.6%) (Luo *et al.* 2009).

Estas diferenças apresentadas por esses autores e esta pesquisa podem ser atribuídas às diferenças anatômicas e fisiológicas do sistema digestório das espécies (Masumoto *et al.* 1996; Degani *et al.* 1997), à composição química do alimento (Cho & Bureau 2001), aos níveis de inclusão do alimento testado (Mukhopadhyay & Ray 1997) e ao processamento empregado para a confecção das dietas (Cheftel 1986). Deve-se considerar, ainda, que diferenças nos métodos de coleta de fezes podem influenciar os resultados obtidos (NRC 1993; Sullivan & Reigh 1995; Allan *et al.* 2000).

Os resultados obtidos sugerem relação entre o CDA da proteína e do CDA médio dos aminoácidos, semelhante ao observado por Wilson *et al.* (1981), Furuya *et al.* (2001), Sales & Britz (2003), Gaylord *et al.* (2004), Köprücü, & Özdemir (2005) e Guimarães *et al.* (2008). Entre os aminoácidos essenciais, a arginina apresentou o maior CDA em relação à média. Resultados semelhantes foram obtidos com bagre do canal (96,6%) (Wilson *et al.* 1981), south african abalone (93.8%) (Sales & Britz 2003), cobia (96.7%) (Zhou *et al.* 2004) e tilápia híbrida *O. niloticus* x *O. aureus* (94.7%) (Zhou & Yue 2011). Entre os aminoácidos essenciais que apresentaram CDA abaixo da média (isoleucina, leucina, lisina, treonina e valina) a lisina apresentou o menor valor de CDA para o farelo de amendoim. Resultados semelhantes foram observados com silver perch (89.5%) (Allan *et al.* 2000) e yellowfinn seabream (91.6%) (Wu *et al.* 2006). Este resultado pode ser explicado devido à lisina e arginina se comportarem de forma antagônica durante a digestão e processo de absorção (Kim *et al.* 1992, Berge *et al.* 1999). Níveis excessivos de arginina nas dietas podem reduzir a digestibilidade a lisina (NRC 2011).

Pode-se observar ainda, que apesar do baixo conteúdo de metionina no farelo de amendoim, esta apresentou alto CDA (95.4%). Valores semelhantes foram observados para silver perch (97.8%) (Allan *et al.* 2000), hybrid striped bass (94.0%) (Gaylord *et al.* 2003), cobia (93.7%) (Zhou *et al.* 2004) e *S. hasta* (94.8%) (Luo *et al.* 2009). Entretanto, valores inferiores foram descritos para bagre do canal (84,4%) (Wilson *et al.* 1981), south african abalone (83.0%) (Sales & Britz 2003) e tilápia híbrida *O. niloticus* x *O. aureus* (74.1%) (Zhou & Yue 2011).

Experimento II: Desempenho

O desempenho produtivo pode ser afetado quando alimentos de origem vegetal são utilizados em dietas para a tilápia do Nilo (Obasa *et al.* 2006; Azaza *et al.* 2009), devido à diminuição/ inibição do consumo, deficiência de aminoácidos essenciais, presença de fatores antinutricionais inerentes ao alimento e à diminuição da digestibilidade da matéria seca e/ ou proteína da dieta (Halver & Hardy, 2002; Gatlin III *et al.* 2007).

No presente estudo, não foi verificada diferença para ganho de peso e conversão alimentar aparente entre os peixes submetidos à dieta 0% FA e as dietas 25% FA, 50% FA e 75% FA. Esse resultado pode ser atribuído a não alteração no consumo das dietas experimentais, mesmo com a completa substituição do farelo de soja (FS) pelo farelo de amendoim (FA), e à suplementação com aminoácidos sintéticos, com base no conceito de proteína ideal (Furuya *et al.* 2010), ao mesmo nível para todas as dietas. Entretanto, os peixes alimentados com a dieta 100% FA apresentaram menor ganho de peso e piora na conversão alimentar aparente em relação à dieta 0% FA. A substituição total do FS pelo FA pode ter implicado na redução da digestibilidade aparente da matéria seca e/ ou da proteína bruta da dieta 100% FA em relação à dieta 0% FA (dados não apresentados). Segundo Lin *et al.* (2010) os processos digestivos são afetados, no intestino e hepatopâncreas de tilápias, de acordo com a fonte de proteína vegetal utilizada na dieta, possivelmente devido à presença de fatores antinutricionais inerentes ao alimento (Francis *et al.* 2001). Resultado semelhante foi observado por Yue & Zhou (2008), com a tilápia híbrida *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, quando da completa substituição do FS pelo farelo de algodão (46.74 mg gossipol kg⁻¹ da dieta) suplementado com o aminoácido sintético lisina.

Observou-se que os peixes submetidos às dietas 50% FA, 75% FA e 100% FA apresentaram piora na taxa de eficiência proteica em relação à dieta 0% FA. Este resultado

pode estar associado ao aumento no conteúdo em arginina nas dietas com maiores níveis de inclusão de FA. Níveis excessivos de arginina podem reduzir a digestibilidade da lisina na dieta (Fournier *et al.* 2003; NRC 2011) e, como o valor biológico da proteína dietética pode ser parcialmente dependente da interação entre os aminoácidos arginina e lisina (Goytortúa-Bores *et al.* 2006), pois estes se comportam de forma antagônica durante a digestão e processo de absorção (Kim *et al.* 1992, Berge *et al.* 1999; NRC 2011), o aumento do conteúdo em arginina pode ter diminuído a qualidade da proteína dietética.

Os resultados da análise química das carcaças demonstraram que as variáveis umidade, extrato etéreo e matéria mineral não foram influenciadas pelas diferentes dietas. Resultados semelhantes foram descritos por Pouomogne *et al.* (1997), com a tilápia do Nilo, em estudo que avaliou a substituição parcial do FS pela farinha de cascas de cacau. Entretanto, o conteúdo em proteína das carcaças decaiu de acordo com o aumento do nível de substituição do FS pelo FA nas dietas, resultado semelhante foi descrito por Guo *et al.* (2011), com a tilápia do Nilo, em pesquisa que avaliou a substituição parcial do FS pelo farelo de gergelim, suplementado com os aminoácidos sintéticos lisina e metionina.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicaram que o farelo de amendoim pode ser incorporado em dietas para a tilápia do Nilo em até 25% de substituição ao farelo de soja, desde que a suplementação com aminoácidos sintéticos seja realizada, sem prejuízos as respostas de desempenho zootécnico e composição da carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allan, G.L., Parkinson, S., Booth, M.A., Stone, D.A.J., Rowland, S.J., Frances, J. & Warner-Smith, R. (2000) Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*, **186**, 293-310.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1990) *Official Methods of Analysis*, 14th edn. AOAC, Arlington, VA, USA.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2000) *Official Methods of Analysis*, 17th edn. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.

Azaza, M.S., Mensi, F., Kammoun, W., Abdelouaheb, A., Brini, B. & Kraúem, M. (2009) Nutritional evaluation of waste date fruit as partial substitute for soybean meal in practical diets of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Nutrition*, **15**, 262-272.

Berge, G.E., Bakke-McKellep, A.M. & Lied, E. (1999) In vitro uptake and interaction between arginine and lysine in the intestine of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, **179**, 181-193.

Boscolo, W.R., Hayashi, C. & Meurer, F. (2002) Apparent digestibility of the energy and nutrients of conventional and alternatives foods for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Brazilian Journal Animal Science*, **31**, 539-545.

Boyd, C.E. (1996) *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Shrimp Mart, Songkhla, Thailand.

Bremer-Neto, H., Graner, C.A.F., Pezzato, L.E & Padovani, C.R. (2005) The spectrophotometric method on the routine of 1,5-diphenylcarbazide was adjusted on chromium determination in feces, after its utilization as a biological marker as chromium (III) oxide. *Ciência Rural*, **35**, 691-697.

Bureau, D.P., Harris, A.M. & Cho, C.Y. (1999) Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout. *Aquaculture*, **180**, 345-358.

Buting, A.H., Gibbons, R.W. and Wynne, J.C. (1985) Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). In: Summerfield, R.J. and Roberts, E.H., (Eds.) *Grain Legume Crops*, pp. 747-800. London: Collins.

Butolo, J.E. (2002) *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*. p.93-238. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Campinas, Brazil.

- Chien, Y. H. & Chiu, Y. H. (2003) Replacement of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) meal by lupin (*Lupinus angustifolius*) seed meal in diet for juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) reared indoors. *Aquaculture Research*, **34**, 1261-1268.
- Cho, C.Y. & Bureau, D.P. (2001) A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. *Aquaculture*, **32**, 349-360.
- De Silva, S.S. & Anderson, T.A. (1995) Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall, London, UK.
- Degani, G., Viola, S. & Yehuda, Y. (1997) Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture Research*, **28**, 23-28.
- El-Sayed, A.F.M. (1999) Alternative protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture*, **179**, 149-168.
- Fournier, V., Gouillou-Coustans, M.F., Metailler, R., Vachot, C., Moriceau, J., Delliou, H.L., Huelvan, C., Desbruyeres, E. & Kaushik, S.J. (2003) Excess dietary arginine affects urea excretion but does not improve N utilization in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and turbot *Psetta maxima*. *Aquaculture*. **217**, 559-576.
- Francis, G., Makkar, H.P.S., and Becker, K. (2001) Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*. **199**, 197-227.
- Furuya, W.M., Pezzato, L.E., Pezzato, A.C., Barros, M.M. & de Miranda, E.C. (2001) Digestibility coefficients and digestible amino acids values of some ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Brazilian Journal Animal Science*, **33**, 1143-1149.
- Furuya, W.M., Pezzato, L.E., Barros, M.M., Boscolo, W.R, Cyrino, J.E.P., Furuya, V.R.B. & Feiden, A. (2010) *Tabelas brasileiras para a nutrição de Tilápias* (Furuya, W.M. ed.). GFM Gráfica & Editora, Toledo, PR, Brazil.
- Gatlin III, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, Å., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., J Souza, E., Stone, D., Wilson, R. & Wurtele, E. (2007) Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, **38**, 551–579.
- Gaylord, T.G., Rawles, S.D. & Gatlin III, D.M. (2004) Amino acid availability from animal, blended, and plant feedstuffs for hybrid striped bass (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*). *Aquaculture Nutrition*, **10**, 345-352.

- Gonçalves, G.S., Pezzato, L.E., Barros, M.M., Rocha, D.R., Kleemann, G.K. & Santa Rosa M.J. (2009) Digestible nutrients of Nile tilapia feed. *Boletim do Instituto de Pesca*, **35**, 201-213.
- Goytortúa-Bores, E., Civera-Cerecedo, R., Rocha-Meza, S. & Green-Yee, A. (2006) Partial replacement of red crab (*Pleuroncodes planipes*) meal for fish meal in practical diets for the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Effects on growth and in vivo digestibility. *Aquaculture*, **256**, 414-422.
- Guimarães, I.G., Pezzato, L.E. & Barros, M.M. (2008) Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition*, **14**, 396-404.
- Guo, Y.-X., Dong, X.-H., Tan, B.-P., Chi, S.-Y., Yang, Q.-H., Chen, G. & Zhang, L. (2011) Partial replacement of soybean meal by sesame meal in diets of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*, **42**, 1298-1307.
- Halver, J.E. & Hardy, R.W. (2002) *Fish Nutrition*, 3rd edn. p.735-824. Academic Press, New York, NY, USA.
- Hasan, M.R., Macintosh, D.J. & Jauncey, K. (1997) Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry. *Aquaculture*, **151**, 55-70.
- Jackson, A.J., Apper, R.S. & Matty, A.S. (1982) Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, **27**, 97-109.
- Kim, K.I., Kayes, T.B. & Amundson, G.H. (1992) Requirements for lysine and arginine by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, **106**, 333-344.
- Kleemann, G.K., Dal Pai, M., Pezzato, L.E, Teixeira, C.P., Padovani, C.R & Barros, M.M. (2011) Cottonseed meal as a substitute for soybean meal in Nile tilapia diet. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, **12**, 805-818.
- Köprücü, K. & Özdemir, Y. (2005) Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, **250**, 308–316.
- Lin, H., Liu, Y., Tian, L., Wang, J., Zheng, W., Huang, J. and Chen, P. (2004) Apparent Digestibility Coefficients of Various Feed Ingredients for Grouper *Epinephelus coioides*. *Journal of the World Aquaculture Society*, **35**, 134-142.

- Lin, S., Mai, K., Tan, B. and Liu, W. (2010) Effects of Four Vegetable Protein Supplementation on Growth, Digestive Enzyme Activities, and Liver Functions of Juvenile Tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, **41**, 583-593.
- Lovell, R.T. (1989) *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand Reinhold, New York, NY.
- Luo, Z., Li, X.-d., Gong, S.-y. & Xi, W.-Q. (2009) Apparent coefficients of four feed ingredients for *Synechogobius hasta*. *Aquaculture Research*, **40**, 558-565.
- Masumoto, T., Ruchimat, T., Ito, Y., Hosakawa, H. & Shimeno, S. (1996) Amino acid availability values for several protein sources for yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). *Aquaculture*, **146**, 109-119.
- McGoogan, B.B. & Reigh R.C. (1996) Apparent digestibility of selected ingredients and their predictability in compound diets for gilthead seabream, *Sparus aurata* L.. *Aquaculture Nutrition*, **3**, 81-89.
- Mukhopadhyay, N. & Ray, A.K. (1997) The apparent and nutrient digestibility of sal seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. *Aquaculture Research*, **28**, 683-689.
- National Research Council (1993) *Nutrient Requirements of Fish*. National Academy Press, Washington, DC, 114 pp.
- National Research Council (2011) *Nutrients requirements of fish and Shrimp*. National Academic of Science, Washington, DC, 376 pp.
- Nolan, K.B. & Dufafin, P.A. (1987) Effects of phytase on mineral bioavailability, in vitro studies on Mg²⁺, Ca²⁺, Fe²⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺ (also Cd²⁺) solubility in the presence of phytase. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **40**, 79-85.
- Nose, T. (1960) On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus*) L. and rainbow trout (*Salmo irideus*). *Bulletin of Freshwater Fisheries Research*, **10**, 11-22.
- Obasa, S.O., Dada, A.A. & Alegbeleye, W.O. (2006) Evaluation of pigeon pea (*Cajanus cajan*) as a substitute for soya bean meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. *African Journal of Aquaculture*, **23**, 51-59.

- Pezzato, L.E., de Miranda, E.C., Barros, M.M., Pinto, L.G.Q., Furuya, W.M. & Pezzato, A.C. (2002) Apparent digestibility of feedstuffs by Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Brazilian Journal Animal Science*, **31**, 1595-1604.
- Pouomogne, V., Takam, G. & Pouemegne, J.B. (1996) A preliminary evaluation of cacao husks in practical diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, **156**, 211-219.
- Riche, M. & Brown, P.B. (1996) Availability of phosphorus from feedstuffs fed to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, **142**, 269-282.
- Robinson, E.H. & Wilson, R.P. (1985) Nutrition and feeding. In: Channel Catfish Culture (Tucker, C.S. ed.), pp. 323–404. Elsevier, New York, NY.
- Sales, J. & Britz, P.J. (2003) Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for South African abalone (*Haliotis midae* L.). *Aquaculture Nutrition*, **9**, 55-64.
- Santos, V.G., Fernandes Junior, A.C., Koch, J.F.A., Barros, M.M., Guimarães, I.G. & Pezzato, L.E. (2009) Performance of Nile tilapia fed diets containing meal radish forage. *Boletim Instituto de Pesca*, **35**, 451-459.
- Silva, S.S., Shim, K.F. & Khin Ong A. (1990) An evaluation of the method used in digestibility estimations of dietary ingredient and comparisons on external and internal markers, and time of faeces collection in digestibility studies in the fish *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Reproduction Nutrition Development*, **30**, 215-226.
- Soares, C.M., Hayashi, C., Faria, A.C.E.A. & Furuya, W.M. (2001) Replacement of soybean meal protein by canola meal protein in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the growing phase. *Brazilian Journal Animal Science*, **30**, 1172-1177.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. (1980) *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 2ed. McGraw-Hill, New York, NY, USA.
- Sugiura, S.H., Dong, F.M., Rathbone, C.K. & Hardy, R.W. (1998) Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds, *Aquaculture*, **159**, 177-202.
- Sullivan, J.A. & Reigh, R.C. (1995) Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morene saxatilis* x *Morene chrysops*). *Aquaculture*, **138**, 313-322.

- Wilson, R.P., Robinson, E.H. & Poe, W.E. (1981) Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for channel catfish. *The Journal of Nutrition*, **111**, 923-929.
- Wu, J.L. & Jan, L. (1977) Comparison of the nutritive value of dietary proteins in *Tilapia aurea*. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan*, **5**, 55-60.
- Wu, X.-Y., Liu, Y.-J., Tian, L.-X., Mai, K.-S. & Yang, H.-J. (2006) Apparent Digestibility Coefficients of Selected Feed Ingredients for Yellowfin Seabream, *Sparus latus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, **37**, 237–245.
- Yue, Y.R. & Zhou Q.C. (2008) Effect of replacing soybean meal with cottonseed meal on growth, feed utilization, and hematological indexes for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture*, **284**, 185-189.
- Zhou, Q.C., Tan, B.P., Mai, K.S. & Liu, Y.J. (2004) Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, **241**, 441-451.
- Zhou, Z., Ren, Z., Zeng, H. & Yao, B. (2008) Apparent digestibility of various feedstuffs for bluntnose black bream *Megalobrama amblycephala* Yih. *Aquaculture Nutrition*, **14**, 153–165.
- Zhou Q.C. & Yue Y.R. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. *Aquaculture Research*, **43**, 806-814.

TABELAS

Tabela 1 Composição da dieta referência

Ingredientes	Inclusão (g kg ⁻¹)
Farelo de soja ¹	603.4
Milho ²	336.3
Óleo de soja ³	24.4
DL-metionina ⁴	2.0
L-treonina ⁴	2.1
Fosfato bicálcico ⁵	21.1
NaCl ⁵	1.0
Suplemento vitamínico e mineral ⁶	8.0
Vitamina C ⁷	0.5
BHT ⁸	0.2
Óxido de cromo-III (Cr ₂ O ₃) ⁹	1.0

¹Cargill Inc., Rio Verde, GO, Brasil.

²Mogiana Alimentos S.A., Campinas, SP, Brasil.

³Bunge Inc., Santos, SP, Brasil.

⁴Ajinomoto Biolatina Inc., Valparaíso, SP, Brasil.

⁵Tortuga Inc., Mairinque, SP, Brasil.

⁶Suplemento vitamínico e mineral (Supremais): Composição por quilo do produto: Vit. A=1.200.000 UI; vit. D3= 200.000 UI; vit. E= 12.000mg; vit. K3=2.400 mg; vit.B1= 4.800 mg; vit. B2= 4.800 mg; vit. B6= 4.000 mg; vit. B12= 4.800 µg; ác. Fólico= 1.200mg; pantotenato de cálcio= 12.000 mg; vit. C= 48.000 mg; biotina= 48 mg; colina= 65.000 mg; ácido nicotínico= 24.000 mg; Fe= 10.000 mg; Cu= 600 mg; Mn= 4.000 mg; Zn= 6.000 mg; I= 20 mg; Co= 2 mg e Se= 20 mg.

⁷Vitamina C Rovimix® Stay-35®, Hoffman La Roche, Suíça.

⁸Antioxidante (Butil Hidroxi Tolueno).

⁹Vetec Química Fina Ltda, Duque de Caxias, RJ, Brasil.

Tabela 2 Composição químico-bromatológica determinada da dieta referência e do farelo de amendoim (n = 4; g kg⁻¹ na matéria seca)

	Dieta referência	Farelo de amendoim
Nutrientes		
Matéria seca	937.0	939.0
Proteína bruta (N × 6,25)	310.9	507.2
Extrato etéreo	47.8	32.7
Fibra bruta	47.0	102.7
Matéria mineral	74.1	65.2
Cálcio	14.3	3.1
Fósforo	10.2	3.4
Amido	303.9	35.8
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	4497	4590
Aminoácidos		
Alanina	13.4	18.0
Arginina	23.5	63.7
Ácido aspártico	31.2	51.1
Ácido glutâmico	54.7	85.1
Cistina	8.2	8.8
Fenilalanina	14.6	22.4
Glicina	12.6	29.1
Histidina	10.7	14.3
Isoleucina	10.9	13.8
Leucina	24.4	30.2
Lisina	25.3	23.4
Metionina	13.3	5.0
Prolina	16.6	20.7
Serina	15.3	21.5
Tirosina	8.6	16.5
Treonina	14.2	10.8
Valina	11.5	16.2

Tabela 3 Ingredientes e composição calculada das dietas experimentais

Ingredientes (g kg ⁻¹ ; matéria natural)	Dietas				
	0% FA	25% FA	50% FA	75% FA	100% FA
Farelo de soja ¹	468.7	347.1	225.5	104.5	0.0
Farelo de amendoim ²	0.0	117.2	234.4	351.5	453.9
Glúten de milho ³	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5
Milho ⁴	359.1	368.5	378.2	384.7	383.4
Farelo de trigo ⁵	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Óleo de soja ⁵	15.5	13.5	11.4	10.2	11.1
L-lisina ⁶	0.1	1.7	3.3	5.0	6.3
L-treonina ⁶	3.0	3.7	4.4	5.2	5.8
L-triptofano ⁶	0.5	1.1	1.7	2.3	2.8
DL-metionina ⁶	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0
Fosfato bicálcico ⁷	20.3	20.4	20.4	20.4	20.5
NaCl ⁷	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Celulose ⁸	16.7	10.7	4.6	0.0	0.0
Suplemento vitamínico e mineral ⁹	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Vitamina C ¹⁰	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
BHT ¹¹	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Composição calculada (g kg ⁻¹ ; matéria natural)					
Energia Digestível (kcal kg ⁻¹)	3036	3036	3036	3036	3036
Proteína digestível	268.1	268.1	268.1	268.1	268.1
Proteína bruta	295.6	298.6	301.7	305.0	307.6
Extrato etéreo	37.1	37.7	38.2	39.5	42.4
Fibra bruta	50.0	50.0	50.0	51.0	55.0
Arginina	17.4	20.4	23.4	26.4	29.0
Lisina	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
Metionina	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
Treonina	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8
Triptofano	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
P disp	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1

¹Cargill Inc., Rio Verde, GO, Brasil.

²Sementes Esperança Inc., Jaboticabal, SP, Brasil.

³Corn Inc., Mogi Guaçu, SP, Brasil.

⁴Mogiana Alimentos S.A., Campinas, SP, Brasil.

⁵Bunge Inc., Santos, SP, Brasil.

⁶Ajinomoto Biolatina Inc., Valparaíso, SP, Brasil.

⁷Tortuga Inc., Mairinque, SP, Brasil.

⁸CMC (Carboximetilcelulose)

⁹Suplemento mineral e vitamínico (IU ou mg kg⁻¹): Vit. A=1.200.000 UI; vit. D3= 200.000 UI; vit. E= 12.000mg; vit. K3=2.400 mg; vit.B1= 4.800 mg; vit. B2= 4.800 µg; vit. B6= 4.000 mg; vit. B12= 4.800 mg; ác. Fólico= 1.200mg; pantotenato de cálcio= 12.000 mg; vit. C= 48.000 mg; biotina= 48 mg; colina= 65.000 mg; ácido nicotínico= 24.000 mg; Fe= 10.000 mg; Cu= 600 mg; Mn= 4.000 mg; Zn= 6.000 mg; I= 20 mg; Co= 2 mg e Se= 20 mg.

¹⁰Vitamina C Rovimix® Stay-35®, Hoffman La Roche, Suíça.

¹¹Antioxidante (Butil Hidroxi Tolueno).

Tabela 4 Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes, energia e aminoácidos da dieta referência e do farelo de amendoim (n = 4; % na matéria seca)

	Dieta referência	Farelo de amendoim
Nutrientes		
Matéria seca	73.3	69.6
Proteína bruta	93.0	90.9
Extrato etéreo	85.7	84.4
Fósforo	53.0	40.8
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	77.9	74.6
Aminoácidos		
Alanina	91.6	89.4
Arginina	98.4	97.6
Ácido aspártico	97.4	94.5
Ácido glutâmico	98.0	95.3
Cistina	98.9	97.5
Fenilalanina	96.3	94.0
Glicina	90.3	87.2
Histidina	96.8	93.0
Isoleucina	93.2	89.9
Leucina	95.4	91.9
Lisina	96.5	88.7
Metionina	98.5	95.4
Prolina	95.2	91.1
Serina	95.9	92.7
Tirosina	95.7	94.1
Treonina	95.2	88.7
Valina	92.4	89.6
Média	95.6	92.4

Tabela 5 Valores médios dos parâmetros de desempenho produtivo de tilápias do Nilo alimentadas com níveis de inclusão do farelo de amendoim em substituição ao farelo de soja.

Variáveis	Dietas ¹							CV	Valor de P
	0% FA	25% FA	50% FA	75% FA	100% FA				
PI (g)	13.5 ± 0.2	13.4 ± 0.2	13.4 ± 0.1	13.4 ± 0.1	13.4 ± 0.1	13.4 ± 0.1	1.30	0.5854	
PF (g)	105.2 ± 3.6 ^a	104.7 ± 8.5 ^a	99.7 ± 10.4 ^{ab}	97.4 ± 3.4 ^{ab}	91.3 ± 4.9 ^b	91.3 ± 4.9 ^b	6.79	0.0090	
GP (g)	91.6 ± 3.5 ^a	91.3 ± 8.4 ^a	86.3 ± 11.5 ^{ab}	84.0 ± 3.9 ^{ab}	77.9 ± 4.9 ^b	77.9 ± 4.9 ^b	7.77	0.0085	
CR (g)	104.5 ± 4.9	110.2 ± 7.3	106.5 ± 7.0	103.3 ± 7.7	100.8 ± 8.8	100.8 ± 8.8	6.92	0.2515	
SOB (%)	97.2 ± 6.8	100 ± 0.0	100 ± 0.0	100 ± 0.0	94.4 ± 8.6	94.4 ± 8.6	4.99	0.2216	
CAA	1.14 ± 0.03 ^b	1.21 ± 0.06 ^{ab}	1.24 ± 0.10 ^{ab}	1.23 ± 0.09 ^{ab}	1.29 ± 0.04 ^a	1.29 ± 0.04 ^a	5.33	0.0083	
TEP	2.97 ± 0.07 ^a	2.77 ± 0.14 ^{ab}	2.68 ± 0.20 ^{bc}	2.67 ± 0.19 ^{bc}	2.53 ± 0.08 ^c	2.53 ± 0.08 ^c	4.99	0.0001	
IHS	2.05 ± 0.35	2.08 ± 0.46	1.92 ± 0.38	1.98 ± 0.40	2.02 ± 0.23	2.02 ± 0.23	25.86	0.9551	

¹Médias ± DP na mesma linha seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente (P < 0.05)

PI, peso inicial; PF, peso final; GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CAA, conversão alimentar aparente; TEP, taxa de eficiência proteica; IHS, índice hepatossomático; SOB, sobrevivência

Tabela 6 Composição química da carcaça (n = 6; % matéria natural) de tilápias do Nilo alimentadas com níveis de inclusão do farelo de amendoim em substituição ao farelo de soja.

%	Dieta ¹					CV	Valor de P
	0% FA	25% FA	50% FA	75% FA	100% FA		
Umidade	76.3 ± 0.8	77.1 ± 0.5	77.6 ± 0.2	77.2 ± 0.3	77.3 ± 0.7	0.72	0.1498
Proteína Bruta	14.0 ± 0.38 ^a	13.7 ± 0.22 ^{ab}	12.8 ± 0.26 ^{bc}	13.0 ± 0.21 ^c	12.7 ± 0.18 ^c	1.87	0.0002
Extrato Etéreo	7.1 ± 0.43	6.9 ± 0.37	7.4 ± 0.29	7.3 ± 0.23	7.1 ± 0.18	4.33	0.4160
Matéria Mineral	2.3 ± 0.22	2.3 ± 0.01	2.3 ± 0.13	2.3 ± 0.02	2.2 ± 0.51	11.28	0.9721

¹Médias ± DP na mesma linha seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente (P < 0.05).