

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

AVALIAÇÃO DA SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DO CAMARÃO
BRANCO (*Litopenaeus vannamei*) COMO FONTE PROTÉICA NA
ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

CAROLINA NUNES COSTA

CRUZ DAS ALMAS-BA
FEVEREIRO- 2007

AVALIAÇÃO DA SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DO CAMARÃO
BRANCO (*Litopenaeus vannamei*) COMO FONTE PROTÉICA NA
ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

CAROLINA NUNES COSTA

Engenheira Agrônoma
Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2005

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de
Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia como requisito
parcial para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências Agrárias, Área de Concentração:
Produção Animal.

ORIENTADOR: PROF. DR. LEANDRO PORTZ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA - 2007

FICHA CATALOGRÁFICA

C837

Costa, Carolina Nunes

Avaliação da silagem ácida do resíduo do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) como fonte protéica na alimentação. da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) / Carolina Nunes Costa.- Cruz das Almas, BA, 2007.
_45 f. : il., tab.

Orientador: Leandro Portz

Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2007.

1. Tilápia do Nilo - alimentação 2. Resíduo de camarão – aproveitamento 3. Resíduo de camarão - silagem. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título

CDD 20ed. 639.3

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Leandro Portz
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – UFRB
(Orientador)

Prof. Dr. Luís Gustavo Tavares Braga
Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais - UESC

Dra. Mariana Cutolo Araújo
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas –UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Mestrado em Ciências Agrárias em.....

Conferindo o grau de Mestre em Ciências Agrárias em

“Tropeçar e cair no mau caminho é apenas uma fraqueza temporária. Não pense que está completamente perdido. O próprio solo em que você caiu pode ser usado como apoio para que se levante novamente, se você aprender com suas experiências.”

Paramahansa Yogananda

“Digno de admiração é aquele que, tendo tropeçado ao dar o primeiro passo, levanta-se e segue em frente.”

Carlos Fox

DEDICO

Aos meus pais
e meu bisavô Isaac Nunes (*I.M.*)
Grande responsável pelo meu interesse às Ciências Agrárias

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por ter me concedido essa dádiva de chegar até aqui, me fornecer forças nos momentos difíceis, não me deixar desistir e me proteger sempre.

Aos meus pais que sempre me incentivaram e me apoiaram em todos os sentidos.

Ao meu irmão Mauricio que mesmo distante, torceu muito por mim e me deu apoio e força para continuar lutando.

À minha família que sempre me apoiou e que esteve sempre torcendo pela minha vitória.

Às minhas avós Naná e Noemi exemplos de coragem e sabedoria.

À minha madrinha que sempre esteve bem presente em minha vida.

À família Bomfim, que me adotou e me ajudou muito durante todo esse tempo, em especial Thiago, que me deu suporte durante todo o tempo e me amparou nos momentos mais difíceis sempre com paciência e dedicação.

Ao meu orientador Dr. Leandro Portz por me apresentar à Aqüicultura, pela confiança depositada e por todo o aprendizado.

Aos meus amigos que estiveram sempre torcendo por mim durante todo o momento, além da força, compreensão e atenção dispensada.

À minha República, ex-casa das seis mulheres, pela alegria contagiante sempre, em especial a Luciana e Emília pelo apoio incondicional sempre.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro à minha pesquisa.

À empresa Bahia Pesca S.A. pela grande contribuição em minha pesquisa, em especial ao técnico Roginaldo de Brito Chagas e o gerente José Roberto.

À empresa de alimentos Vitaly Foods pela doação dos ingredientes responsáveis pela formulação das rações.

À empresa Aquavale no nome do Engenheiro de Pesca José Carlos, pela doação dos alevinos utilizados no experimento.

À Prof^a. Dr^a. Janice Druzian pela orientação e grande colaboração nas análises dos resultados.

Ao Dr. Hamilton Hisano pela orientação e amizade dispensada durante todo o trabalho.

À equipe do Lapesca (Laboratório de Cromatografia Aplicada e Pescado da Faculdade de Farmácia da UFBA), Bruna Machado, Carolina Oliveira, Cristiane Viegas, Denis Diniz, Fabio Sanches, Jaff Ribeiro, Lorena Fraga, Luciana Tosta, Viviane Duran, Railda, Roselene, Tatiana Barreto.

A todos os professores da antiga Escola de Agronomia, principalmente aos do nosso antigo Departamento de Zootecnia, onde convivi a maior parte do tempo, e que torceram por mim, Adson, Ana Maria, Benedito Costa, Gabriel Jorge, Evani Strada, Maria Vidal, Maria do Carmo, Samuel Nunes, Soraya Jaegger, Ricardo Abreu que muito contribuiu para realização deste trabalho e aos orientadores que me incentivaram na pesquisa, Grimaldo Jorge Carvalho e Maria Vanderly Andréa.

Ao Núcleo em Estudos em Aqüicultura (NEPA) da UFRB, os professores Carla Macedo, Clovis Pereira, Marcelo Tesser, Mariana Araújo e Soraia Fonteles pelo apoio, incentivo e amizade sempre.

Aos professores Francisco Fadigas e Ricardo Cardoso por cederem seus respectivos laboratórios para execução de parte do trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo grande responsável pelo meu conhecimento na estatística.

Aos estagiários do NEPA pela amizade e dedicação a essa pesquisa, Baden Bell, Bárbara Campos, Daniel Botto, Fabio Santos, Fulvio Melo, Luciana Rodrigues, Marcy Conde, Paula e Vanine.

Ao Núcleo de Engenharia Água e Solo da UFRB (NEAS), professores Áureo Silva, Cláudia Bloisi, Francisco Adriano, Vital Paz, à Roberta e Thomas pela imensa atenção e contribuição.

Ao MSc. Ricardo Borghesi, doutorando da ESALQ-USP, que muito colaborou com este trabalho.

À Prof^a. Dra. Marília Oetterer pela atenção dispensada.

Aos funcionários da Universidade, que sempre colaboraram de alguma forma com a realização do meu trabalho, Aida Maia, Sidinha, Biro, Manoel, José Bastos, Ailton, Aristáquio, Brás, Boi, Rosilda, Railda, Hilza, Geraldo, Nete, Diógenes, Wilson, José Raimundo, Bomfim, Benedita, Til, Dona Elza.

Aos meus colegas de mestrado, em especial André, Gean, Geógenes, Emanoela, Mario, e Roginaldo.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO	01
Capítulo 1	
PRODUÇÃO DA SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DO CAMARÃO <i>Litopenaeus vannamei</i> : COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E DE ÁCIDOS GRAXOS.....	09
Capítulo 2	
UTILIZAÇÃO DA SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DO CAMARÃO <i>Litopenaeus vannamei</i> NA ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS	45

AVALIAÇÃO DA SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DO CAMARÃO BRANCO (*Litopenaeus vannamei*) COMO FONTE PROTÉICA NA ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Autor: Carolina Nunes Costa

Orientador: Prof. Dr. Leandro Portz

RESUMO: objetivou-se produzir silagem ácida de resíduos do camarão *Litopenaeus vannamei* e avaliar o valor nutricional estudando a viabilidade da utilização para a alimentação animal. Para produção da silagem foi acrescentada mistura ácida (propiónico e fórmico - 1:1) em 3% do volume ao resíduo do camarão. O produto final foi monitorado durante 40 dias e foram realizadas análises da composição centesimal e de ácidos graxos nos tratamentos (0, 5, 10, 15, 23, 30 e 40) dias. A proteína bruta apresentou acréscimo progressivo nos tratamentos e o melhor tratamento foi com 30 dias. A silagem apresentou concentração de ácidos graxos poliinsaturados de 40,14% em seu total. Esta comprovou ser eficiente na conservação do resíduo de camarão, não alterando sua composição nutricional e podendo ser utilizada como fonte protéica alternativa na nutrição animal. Com o objetivo de reduzir os custos na alimentação de tilápias do Nilo, foram formuladas dietas isoprotéicas (30%) e isoenergéticas (3.200 kcal/kg), utilizando a silagem ácida de resíduo de camarão como fonte protéica em cinco níveis (0%, 4%, 8%, 12% e 16%) de inclusão. Foram avaliados os parâmetros desempenho e composição centesimal do tecido muscular em alevinos de tilápia ($7,00 \pm 0,05$ g) alimentados três vezes por dia, durante 60 dias até a saciedade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições. Em sistema de recirculação de água fechado, com 20 tanques e 10 alevinos por tanque. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para consumo alimentar nos diferentes tratamentos. A palatabilidade entre as rações não foi afetada. Níveis de até 12% de inclusão de silagem obtiveram resultados 410,64%; 10,31%; 1,09g/g; 191,66g/g; 2,71% para ganho de peso, taxa de eficiência protéica, conversão alimentar, retenção protéica e taxa de crescimento específico, respectivamente. Não houve diferença significativa na composição centesimal do tecido muscular e relação hepato-somática dos peixes alimentados

com as diferentes dietas ($P>0,05$). A silagem ácida do resíduo de camarão pode ser utilizada em até 12% da fração protéica em rações para tilápia do Nilo sem perdas no desempenho e composição centesimal do tecido muscular.

Palavras – chave: ácidos graxos, aqüicultura, proteína, resíduo de camarão branco, silagem, tilápia do Nilo.

EVALUATED OF ACID SILAGE OF SHRIMP WASTE (*Litopenaeus vannamei*) ON PROTEIN SOURCE OF NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) FEED.

ABSTRACT: The objective was estimating the proximate and fatty acid composition of the acid silage of the shrimp waste *Litopenaeus vannamei* during 40th days of conservation period. The study was conducted in triplicate and dry matter, crude protein, ash, crude lipid, fatty acid composition, no-protein nitrogen was determined. The crude protein presented a progressive increment and better results after 23 days of conservation. The silage presented high concentrations of poliinsaturated fatty acids. The acid silage proved to be an efficient method in the conservation of the shrimp waste, not altering nutritional composition and could be used as a source alternative protein in the animal nutrition area. With the objective of reducing the costs of Nile tilapia feeding, iso-nitrogenous (30%) and iso-energetic (3,200 kcal/kg) diets were formulated using acid silage of shrimp waste as protein source at five levels (0%, 4%, 8%, 12% and 16%). Growth performance and proximal composition parameters of the muscular tissue were evaluated in tilápia (7,00 ± 0,05 g) feed three times a day until satiation, during sixty days. The experiment was accomplished in a completely randomized design with 5 treatments and 4 repetitions in a closed recirculation water system. The feed consumption was not significant different (P>0.05). Palatability among diets was not affected. Levels up to 12% of silage inclusion (T4) resulted in satisfactory results 410.64%; 10.31%; 1.09g/g; 191.66g/g; 2.71% for weight gain, protein efficiency rate, feed conversion, protein retention and specific growth rate, respectively. There were not significant differences in the proximate composition of the muscular tissue and hepato-somatic index for the fish fed with the different diets (P>0.05). The acid silage of shrimp waste can be used up to 12% of the protein in Nile tilapia feeds without losses in growth performance and proximate composition of the muscular tissue.

Keywords: aquaculture, fatty acids, Nile tilapia, protein, shrimp waste, silage.

INTRODUÇÃO

A aqüicultura é uma das atividades zootécnicas que vem se destacando no Brasil como alternativa econômica para o setor agropecuário, sendo propícia ao aproveitamento de áreas improdutivas, transformando e elevando a potencialidade e a produtividade. Junto ao avanço da atividade, o processo de industrialização de pescado cresce de forma constante com o surgimento de indústrias de beneficiamento. Esse avanço visa o aprimoramento no processo de obtenção de diferentes apresentações do pescado ao mercado consumidor (Oliveira et al., 2006).

Esse aumento da produção aqüícola, aliado a baixa disponibilidade, qualidade e elevado custo da farinha de peixe, aumentam a demanda por fontes protéicas alternativas de boa qualidade, na formulação de rações. A substituição de fontes protéicas tradicionais por fontes alternativas visa dar subsídio à formulação com mínimo custo que atendam as exigências nutricionais, pois os organismos aquáticos necessitam de grande quantidade de proteína, principalmente na fase inicial do crescimento (Boscolo, 2003).

Resultados recentes demonstraram a possibilidade da utilização da silagem (ácida, biológica e enzimática) como ingrediente protéico em rações balanceadas para peixes, como substituto parcial da farinha de peixe (Borghesi, 2004). A silagem de resíduo de pescado pode ser destinada também à produção de ração de diferentes classes animais como suínos, ovinos, bovinos e aves domésticas, por possuir alto valor nutricional, fonte de proteína de alta qualidade e minerais, (Haard et al., 1985; Signor et al., 2005).

A silagem de resíduo do pescado é rica em ácidos graxos de alta qualidade e valor biológico, podendo ser produzida a partir de espécies subutilizadas na piscicultura, fauna acompanhante de pesca marítima, descartes da comercialização de pescado e resíduos de indústrias de processamento. Estes produtos são considerados matérias-primas de baixo valor econômico e, quando não utilizados, causam problemas ao meio ambiente trazendo prejuízos ecológicos, sanitários e econômicos (Vidotti et al., 2002).

Entre as vantagens da produção da silagem em relação à farinha de peixe, pode-se citar que sua produção é virtualmente independente de escala, a tecnologia é simples, mesmo para produção em grandes quantidades, o capital gasto é pequeno, os efluentes e odores são reduzidos, não é necessário armazenamento refrigerado do produto, o processo é rápido e o produto pode ser utilizado de forma imediata (Beerli et al., 2004).

O processamento de silagem não é recente, sendo desenvolvido em 1920, por A.I. Virttanen, utilizando ácidos clorídrico e sulfúrico para conservação de forragens. Em 1936, na Suécia, foram iniciados os primeiros experimentos com peixes utilizando ácido clorídrico, sulfúrico, açúcares e ácido fórmico (Tatterson et al., 1974).

O princípio envolvido na manufatura da silagem é o de que vários ácidos ou misturas de ácidos possam ser utilizados de forma simples e segura. Entretanto, quando silagens são produzidas utilizando-se ácidos inorgânicos, o pH deve permanecer ao redor de 2,0 para evitar o crescimento bacteriano, sendo necessário neutralizar o produto antes que seja usado com propósitos alimentares (Sales, 1995; Raa e Gildberg, 1982).

A combinação dos ácidos orgânicos propiônico e fórmico leva a não necessidade da neutralização, devido ao poder de estabilização desses ácidos no pH da biomassa. A mistura de ácidos fórmico e propiônico tem sido recomendada. Na preparação de silagem química, a escolha do agente de preservação deverá ocorrer entre os ácidos mineral, orgânicos ou a mistura de minerais e orgânicos. Alguns, como o fórmico, são geralmente de maior custo do que os ácidos minerais comuns, a exemplo do ácido sulfúrico, mas produzem silagens que não são muito ácidas e que não necessitam neutralização antes do uso (Oetterer, 2002).

A ação bactericida do ácido também deve ser considerada. Os ácidos orgânicos são amplamente utilizados na indústria de alimentos como aditivos e agentes de processamento. Estes são adicionados para controlar a alcalinidade de muitos produtos podendo agir como tampões ou simplesmente como agentes neutralizantes. Além de poderem atuar desde agentes antimicrobiais até antioxidantes, como conservantes (Fiorucci et al., 2002).

A silagem de pescado se constitui em produto líquido preservado pela ação de ácidos ou por fermentação microbiana induzida por carboidratos e pode ser

feita a partir do pescado inteiro ou do material residual deste. A liquefação deste material ocorre pela atividade das enzimas proteolíticas naturalmente presentes nos peixes e/ou adicionadas (Oetterer, 2002). As enzimas presentes na matéria-prima separam a proteína e a liquefazem, enquanto o ácido previne a ação dos microrganismos (Oliveira et al, 2006).

A silagem feita a partir do resíduo de pescado pode ser uma fonte de proteína de alta qualidade e minerais para a alimentação animal (Oliveira et al, 2006). A utilização desta silagem como substituto de ingredientes protéicos em rações para organismos aquáticos surge como alternativa para diminuir os custos com a alimentação e conseqüentemente os custos de produção do pescado além de solucionar os problemas de ordem sanitária e ambiental causados pela falta de destino adequado dos resíduos gerados pela indústria do pescado (Cavalheiro et al, 2007; Fagbenro e Jauncey, 1995; Plascencia-Jatomea et al., 2002; Vidotti, 2001; Vidotti et al, 2003).

A carcinicultura brasileira vem crescendo desde a década de 70, quando foram implantados os primeiros cultivos de camarão marinho em sistema extensivo. Nos últimos anos verificou-se crescimento na produção deste pescado no Brasil, registrando um incremento de 829% entre 1998 – 2002. Junto com essa intensificação da produção e mais o processamento do camarão ocorreram problemas de ordem sanitária e ambiental em relação ao destino do resíduo gerado pela indústria camaroneira (Amaral et al., 2003). A alternativa sustentável e viável seria transformar os resíduos de pescado em ensilados para utilização em dietas para organismos aquáticos (Zeoula et al., 2003).

O resíduo da indústria de exportação do camarão é considerado abundante material e fonte de proteína de boa qualidade para alimentação de peixes (Cavalheiro et al., 2007). Segundo Shirai et al. (2001) a silagem de resíduo de camarão é um eficiente método de preservação, permitindo a conservação de quitina e de pigmentos associados. Gildberg e Stenberg (2001) destacaram o alto teor de quitina em resíduos de camarão e descreveram procedimentos técnicos para extração deste polímero.

A quitina é um dos mais abundantes amino polissacarídeos naturais presentes na carapaça dos crustáceos. As principais fontes comerciais da quitina são os resíduos de camarão, lagosta e siri. O camarão apresenta em

média 7% de quitina (Weska et al, 2005). Este polímero pode aumentar a atividade do sistema imunológico de peixes marinhos, e seu uso como imunostimulante tem sido estudado com especial consideração ao papel protetor (Esteban et al., 2001). Isto também foi verificado em peixes e camarões por Sakai (1999).

Em experimentos realizados com tilápia do Nilo, Plascencia-Jatomea et al. (2002), demonstraram que o hidrolisado da cabeça de camarão é uma alternativa promissora como fonte protéica, aumentando o crescimento dos peixes alimentados com dietas com níveis de inclusão de até 15 %, além de serem muito consumidas pelos peixes.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um dos peixes mais cultivados na aqüicultura brasileira, podendo a espécie ser excelente alternativa para criação em viveiros, tanques, lagos (Sales, 1995). A tilápia é bastante rústica, possui crescimento rápido, além de apresentar excelente textura e sabor, tendo boa aceitação no mercado consumidor, a tornando uma espécie de grande interesse para a piscicultura nacional (Hayashi et al, 1999).

As tilápias aproveitam bem os carboidratos como fonte de energia, permitindo assim maior economia da proteína nas rações em relação a outras espécies cultiváveis. Geralmente estas apresentam exigência em ácidos graxos n-6 (ou linoléico – C 18:2 n6, LA) (Kubitza, 2000).

Os ácidos graxos são os principais componentes dos lipídios (óleos e gorduras). Os ácidos graxos essenciais, em analogia aos aminoácidos essenciais, são aqueles que os animais não sintetizam ou o fazem em quantidades insuficientes e, portanto, devem ser obtidos ou fornecidos a partir da dieta. As exigências em ácidos graxos essenciais são bastante distintas entre os peixes de clima frio - temperado e os tropicais (Kubitza, 1997; 2000).

Os peixes são constituintes importantes na dieta humana e possuem a maior reserva de ácidos graxos poliinsaturados, especialmente os da família eicosapentanóico (EPA) e o docosahexanóico (DHA) da série n-3. As pesquisas científicas com esses ácidos graxos têm-se intensificado por estarem envolvidos na prevenção e cura de doenças, principalmente cardiovasculares e inflamatórias em humanos (Brum et al., 2002).

As concentrações de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) n-3 na carcaça de peixes, variam de acordo com a espécie e dependem especialmente da dieta consumida por estes (Furuya et al., 2006; Visentainer, 2003).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a composição química e teor de ácidos graxos da silagem ácida resíduos do camarão *Litopenaeus vannamei*, analisando no período de conservação de 40 dias, bem como testar a silagem de camarão como possível ingrediente protéico alternativo em rações para tilápia do Nilo, minimizando custos da produção e possíveis impactos ambientais causados pelos resíduos da indústria camaroneira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R., ROCHA, I.P., LIRA, G.P., Alimentação de camarões e consumo de alimentos na carcinicultura: a experiência brasileira. **Revista da ABCC**, Recife – PE, ano 5, n. 2, p.35-44. 2003.

BEERLI, E.L.; BEERLI, K. M. C.; LOGATO, P. V. R. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com a utilização de ácido muriático. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n. 1, p. 195-198, 2004.

BORGHESI, R. **Avaliação Físico-Química, Nutricional e Biológica das Silagens Ácida, Biológica e Enzimática Elaboradas com Descarte e Resíduo do Beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 108f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BOSCOLO, W.R. HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente de energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.13, p.539-545, 2002.

BOSCOLO, W.R. **Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia na alimentação da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus***, 2003, 83f. Tese (Doutorado), Pós-graduação em Zootecnia, Univesidade Estadual de Maringá.

BRUM, A. A. S.; OETTERER, M. D'ARCE, M. A. B. R. Óleo de peixe como suplemento dietético. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v.10, n.19, p.71-78, 2002.

CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, E. O.; BORA, P. S. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. **Bioresource technology**. V.98, l.3, p.602-606, 2007.

ESTEBAN, M. A. et al. Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune system. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 11, p.303–315, 2001.

FAGBENRO, O. A.; JAUNCEY, K. Water stability, nutrient leaching and nutritional properties of moist fermented fish silage diets. **Aquacultural Engineering**, v.14, p.143-153, 1995.

FIORUCCI, A. R. SOARES; M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. Ácidos Orgânicos: dos Primórdios da Química Experimental à Sua Presença em Nosso Cotidiano. **Química Nova na Escola**, 15, 2002.

FURUYA, W. M. et al. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do camarão - d'água-doce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.4, 2006.

GILDBERG, A.; STENBERG, E. A new process for advanced utilization of shrimp waste. **Process Biochemistry**, v. 36, p. 809-812, 2001.

HAARD, N. F. et al. Stabilization of protein and oil in fish silage for use as a ruminant feed supplement. **Journal of Science Food and Agriculture**, v. 36, p. 229-241, 1985.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. **Acta Scientiarum**, 21(3), p.733-737, 1999.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes**. Piracicaba, SP, 1997. 74p.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí, SP, 2000. 285p.

OLIVEIRA, M. M. et al. Silagem de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico - análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência. Agrotécnica**, v. 30, n. 6, p. 1218-1223, 2006.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 200p.

PLASCENCIA-JATOMEA, M. et al. Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 82, p. 753-759, 2002.

RAA, J.; GILDBERG, A. Fish silage: a review. **CRC Critical reviews in Food Science and Nutrition**, v.61, p.383-419, 1982.

SAKAI, M. Current research status of fish immunostimulants, **Aquaculture**, v.172, p.63-92, 1999.

SALES, R.O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da despesca da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) em dietas experimentais com ratos**. Campinas, 1995. 174f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

SHIRAI, K. et al. Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilation. **Enzyme and Microbial Technology**, n. 28 , 446–452, 2001.

SIGNOR, A. A. et al. Silagem ácida de resíduos de Tilápias em rações artesanais na alimentação da Tilápia do Nilo na fase inicial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, . **Anais...**Goiânia: SBZ, 2005.

TATTERSON, I.N.; WINDSOR, M.L Fish silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.25, n.4, p.369-379, 1974.

VIDOTTI, R. M. **Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 2001. 65f. Tese (Doutorado) – Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J. Produção e caracterização da fração lipídica de silagens de peixes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de tecnologia de Alimentos, 2002.

VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J Amino acid composition of processed fish silage using diferent raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v.105, p.199-204, 2003.

VISENTAINER, J.V.et al. Efeito do tempo de fornecimento de ração suplementada com óleo de linhaça sobre a composição físico-química e de ácidos graxos em cabeças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.3, p.478-484, 2003.

WESKA, R.F.et al. Obtenção de quitosana a partir de resíduos da indústria pesqueira. . In: SIMPÓSIO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 3., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2005.

ZEOULA, L.M. et al. Caracterização da silagem ácida e fermentada do resíduo da filetagem de tilápia para a utilização na nutrição de ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. 2003, Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003.

CAPÍTULO 1

SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E DE ÁCIDOS GRAXOS

¹ Artigo submetido ao Comitê Editorial do periódico científico
Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias – Lisboa – Portugal

**SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUO DO CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus*
vannamei:
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E DE ÁCIDOS GRAXOS**

Autor: Carolina Nunes Costa

Orientador: Prof. Dr. Leandro Portz

RESUMO

Objetivou-se realizar o monitoramento da composição centesimal e de ácidos graxos da silagem ácida de resíduos provenientes do processamento do camarão branco *Litopenaeus vannamei* ao longo do tempo (0, 5, 10, 15, T5-23, 30 e 40) dias. O experimento foi conduzido em triplicata e determinado os teores de matéria seca, proteína bruta, cinzas, lipídio bruto, composição de ácidos graxos e nitrogênio não protéico. A proteína bruta apresentou acréscimo progressivo, alcançando aumento na porcentagem dos resultados após 23 dias de conservação. A melhor relação nitrogênio não-protéico: proteína bruta no tempo de 30 dias. A silagem apresentou concentrações dos ácidos graxos poliinsaturados EPA e DHA, respectivamente 6,54% e 9.79% . A silagem ácida comprovou ser método eficiente na conservação do resíduo de camarão, havendo aumento no teor da composição nutricional, podendo ser utilizada como uma fonte protéica alternativa na nutrição animal.

Palavras-chave: ácidos graxos, composição centesimal, resíduo de camarão, silagem ácida.

ACID SILAGE OF SHRIMP WASTE WHITE *Litopenaeus vannamei*: PROXIMATE AND FATTY ACID COMPOSITION

Author: Carolina Nunes Costa

Adviser: Dsc. Leandro Portz

ABSTRACT

The aim of this study was to estimate the proximate and fatty acid composition of the acid silage of shrimp waste white *Litopenaeus vannamei* in the throughout the time (0, 5, 10, 15, 23, 30 e 40) days. The study was conducted in triplicate and dry matter, crude protein, ash, crude lipid, fatty acid composition, non-protein nitrogen was determined. The crude protein showed progressive increment and reaching in percentage of results after 23 days of conservation. The best relation non-protein nitrogen: crude protein in the time of 30 days. The silage presented poliinsaturated EPA and DHA fatty acids, respectively 6.54% and 9.79%. The acid silage proved to be an efficient method for shrimp waste conservation, having increase in the text of nutritional composition and could be used as an alternative source of protein for animal nutrition.

Keywords: acid silage, fatty acids, proximate composition, shrimp waste.

INTRODUÇÃO

O termo resíduo refere-se a todo subproduto e sobra do processamento de alimentos de valor econômico relativamente baixo (Morales-Ulloa, 1994). Descartes da comercialização do pescado e resíduos da indústria do processamento, quando descartados, podem se transformar em fontes poluidoras causadoras de problemas ambientais trazendo prejuízos ecológicos, sanitários e econômicos, sendo necessário o aperfeiçoamento de sistemas de aplicação e gerenciamento destes resíduos (Nunes, 1999; Vidotti et al, 2002).

Grande parte da tecnologia conhecida para a utilização e processamento do resíduo oriundo da indústria do pescado não demonstra ser economicamente atrativa, em vista do elevado custo do investimento inicial. Os aterros sanitários e lagoas de tratamento de efluentes não são alternativas recomendáveis, devido ao odor desagradável e poluição do lençol freático (Lustosa Neto, 1994).

O processo de industrialização de peixes tem crescido com o aparecimento das indústrias de beneficiamento. No entanto, grandes quantidades de peixes são desperdiçadas durante a captura, comercialização e processos industriais, chegando a 65% da matéria prima (Boscolo et al., 2001).

Segundo Oetterer (2002), resíduos sólidos de peixe, camarão e bivalves podem ser aproveitados como ingredientes alternativos para ração de peixes, especialmente na aquicultura, visando encontrar alternativa de proteína animal, já que a captura de pescado e produção da farinha de peixe oriunda dessa captura encontram-se em declínio.

No caso dos crustáceos, a cabeça do camarão *Litopenaeus vannamei* representa aproximadamente 33% do seu peso vivo, e é descartado pelas

indústrias de processamento como material residual. Atualmente, este resíduo se apresenta como grave problema ambiental, como potencial poluente. No Brasil, no ano de 2000, cabeças de camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* constituíram aproximadamente 8.250 “t”, de uma produção nacional total de 25.000 toneladas de camarão (Nunes, 2001).

Uma alternativa sustentável e viável seria a transformação do resíduo em silagem para utilização em dietas para organismos aquáticos e outros animais domésticos, como ruminantes (Zeoula et al., 2003).

A silagem aparece como um produto líquido produzido a partir de restos da indústria do camarão, ao qual são adicionados ácidos, enzimas ou bactérias produtoras de ácido láctico, como forma simples e de baixo custo para conservação do resíduo do camarão, (Tatterson, 1974). O processo para a obtenção do ensilado é simples, prático e econômico, não exigindo equipamentos e procedimentos custosos, como os empregados na produção de farinha de peixe (Oetterer et al., 2001).

Segundo Vidotti et al. (2002) a silagem de pescado é produto com alto teor protéico, rico em ácidos graxos e de alto valor biológico na nutrição animal, podendo ser produzida a partir de espécies subutilizadas na piscicultura, fauna acompanhante de pesca marítima, descartes da comercialização de pescado e resíduos de indústrias de processamento.

Para melhoria da qualidade da silagem, o aproveitamento e processamento do resíduo deve ser feito de forma imediata, ou seja, assim que estes são separados das mesas processadoras, os camarões devem ser homogeneizados e a mistura de ácido adequado acrescentada (Oetterer, 2002). Este procedimento é de extrema importância, pois as condições da matéria-prima utilizada para a elaboração da silagem estão diretamente relacionadas com a qualidade do produto final (FAO, 2003a).

Disney et al. (1977), relatam que a combinação do ácido mineral e o ácido fórmico (combinando assim um baixo pH com uma ação bactericida) promoveu um econômico e eficiente tratamento ácido. Várias concentrações do ácido fórmico e níveis de pH foram testados e os níveis requeridos dependeram das espécies de peixes e das condições de produção. A ação bactericida do ácido deve ser considerada. No caso de se utilizar a proporção 1:1, fórmico –

propiónico e adição de 3% do volume/peso à biomassa, a silagem que se obtém é estável, com aroma acidificado (Arruda, 2004; Kompiang, 1981).

Muitos estudos citam que a silagem de pescado pode apresentar elevado potencial para a utilização como fonte protéica na aqüicultura, devido à sua semelhança com a matéria-prima, fornecendo proteínas de boa qualidade, alta digestibilidade e baixo custo (Fagbenro e Jauncey, 1995; Heras et al., 1994; Honczaryk e Maeda, 1998; Vidotti, 2001; Vidotti et al., 2003). Fagbenro e Bello-Olusoji (1997) afirmaram que a silagem de camarão apresentou perfil nutricional adequado e grande potencial como fonte protéica alternativa e de ácidos graxos essenciais em dietas para peixes.

Estudos mais recentes demonstram que a utilização da farinha de crustáceos apresenta compostos que podem atuar como imuno-estimulantes e fatores de crescimento. Gildberg e Stenberg (2001) destacaram o alto teor de quitina em resíduos de camarão. A quitosana e a quitina têm muitas aplicações na medicina, na agricultura e na aqüicultura. Na aqüicultura, é usado como imuno-estimulante e conferiu proteção imune em trabalhos com salmonídeos desafiados a agentes bacterianos (Anderson e Siwicki, 1994; Sakai, 1999; Gopalakannan e Arul, 2006; Esteban, et al., 2001).

Em estudo com *Litopenaeus monodon*, Williams et al. (2005) encontraram evidências da presença de fatores de crescimento não identificado em farinhas de crustáceos e concluíram que este fator pode ser originário de proteína insolúvel. Segundo Shirai et al., (2001), a silagem do resíduo de camarão foi eficiente como método de preservação da proteína, quitina, pigmentos e enzimas.

Os ácidos graxos essenciais funcionam como componentes dos fosfolípidios em todas as biomembranas e como precursores para os eicosanóides que cumprem várias funções metabólicas (Kubitza, 2000; NRC, 1993). Os ácidos alfa-linolênico 18:3 n-3, LNA e linoléico (18:2 n-6, LA) são considerados ácidos graxos essenciais e precursores metabólicos dos demais ácidos da família n-3 e n-6 como os ácidos eicosapentaenóico (20:5 n-3, EPA) e docosa-hexanóico (22:6 n-3, DHA) (Visentainer et al., 2003).

A concentração de ácidos graxos poliinsaturados da família n-6 em espécies de água doce é geralmente alta, isto pode ser explicado pela dieta dos peixes tropicais que, na sua maioria, são onívoros e se alimentam de

fontes ricas em ácidos graxos da família n-6. Normalmente, os peixes carnívoros são de águas frias e temperadas e, como a série n-3 dos ácidos graxos permite um maior grau de insaturação, melhorando a permeabilidade, flexibilidade e fluidez das membranas em baixas temperaturas, é natural que acumulem uma maior quantidade destes compostos nos seus tecidos (Portz, 2001).

A família dos ácidos n-3 é atribuída uma grande importância nutricional, especialmente aos ácidos LNA, EPA e DHA. Os peixes são importantes constituintes da dieta humana e possuem a maior reserva de ácidos graxos poliinsaturados, especialmente o EPA e o DHA da família n-3. Assim inúmeras pesquisas surgiram relacionando a ingestão dos ácidos graxos n-3 e a diminuição de colesteremias e conseqüentemente, menor incidência de doenças cardiovasculares em humanos (Brum et al, 2002; Visentainer et al., 2003; Visentainer et al., 2005).

Objetivou-se avaliar a silagem ácida dos resíduos do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*), em sua composição química e o seu teor de ácidos graxos, analisando o período de conservação ao longo de 40 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Matéria-prima

Foram utilizados como matéria-prima para obtenção da silagem ácida, resíduos do camarão *Litopenaeus vannamei* "in natura", oriundos da Estação Experimental de Maricultura da empresa BAHIA PESCA S.A. localizada no distrito de Acupe, Santo Amaro, Bahia. Foram constituídos de cabeças e acabamento do produto final.

Após o processamento do camarão, o resíduo foi imediatamente triturado e homogeneizado em moedor elétrico modelo PSEE -10, CV de 1.1/4 e levado para o Laboratório de Pescado e Cromatografia Aplicada da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia., onde foram realizadas as análises químicas e elaboração da silagem.

2. Silagem

A matéria-prima após processada foi pesada e distribuída em três béqueres de 2L, hermeticamente fechados, contendo 1,2 kg de resíduos. A cada recipiente foi adicionado a cada recipiente o antioxidante BHT (hidroxibutilanisol), dissolvido em álcool etílico na concentração de 0,02 g/100 g. A mistura de ácidos (propiónico a 100 % e fórmico a 80 %, na proporção 1:1), foi diluída em uma relação de 3 % do volume da solução ácida para a massa do resíduo. A solução de ácidos e o antioxidante foram acrescentados gradativamente, sob constante revolvimento com bastão de vidro até total homogeneização da mistura.

Os béqueres foram mantidos sob a temperatura de 28 ± 2 °C, sob fermentação natural, durante o período de 40 dias. O pH foi medido diariamente com o auxílio do pHmetro digital. Essas foram homogeneizadas diariamente, e nos intervalos 0, 5, 10, 15, 23, 30, 40 dias, foram coletadas amostras para posteriores análises.

3. Determinação da composição centesimal

Os métodos para realização das análises seguiram recomendações da AOAC (1980). A proteína bruta (PB) foi determinada utilizando o método de Kjeldahl, por determinação de nitrogênio total. O nitrogênio não-protéico (NNP) foi determinado pelo método de Becker et al. (1940), no qual o nitrogênio protéico é precipitado com ácido tricloroacético a 10 % e o nitrogênio não-protéico depositado no sobrenadante após repouso e filtração, e determinado pelo procedimento de micro-Kjeldahl. O teor de cinzas foi determinado utilizando mufla à 600°C, seguindo metodologia da AOAC (1980). A extração de lipídio foi realizada pelo método de Bligh-Dyer (1959), seguindo metodologia da AOAC (1980). O teor de umidade foi determinado utilizando estufa comum, seguindo metodologia da AOAC (1980).

3.1 Determinação de cálcio e fósforo

As análises de cálcio e fósforo foram realizadas apenas nas amostras que apresentaram melhor resultado. O teor de cálcio foi determinado por

espectrofotometria de absorção atômica (plasma) e o teor de fósforo foi determinado através do método colorimétrico. As análises foram feitas de acordo com AOAC (1980).

3.2 Determinação dos Ácidos Graxos

A determinação do perfil de ácidos graxos da silagem do resíduo do camarão foi realizada nas amostras que apresentaram o melhor resultado em relação ao tempo. O lipídio bruto (LB) foi extraído pelo método Bligh e Dyer (1959), e posteriormente, esterificados, segundo metodologia da AOAC (1980), para determinação do perfil de ácidos graxos. Após este procedimento, os lipídios extraídos foram injetados em cromatógrafo gasoso, CP- 3800 Varian (CG - FID), coluna WAX 25 mm x 0,25 mm x 0,2 µm, com fluxo de 1,3 ml/min de hélio, detector e injetor à temperatura de 280 °C em três rampas (150 °C por 16 min, aquecendo até 180 °C em 2 °C / min, e totalizando em 90 minutos de corrida.

4. Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), em seguida submetidos ao teste de comparação de média Scott Knott ($P < 0,05$), pelo aplicativo Sisvar (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coloração castanho-avermelhada da silagem ácida do resíduo do camarão foi semelhante à silagem de resíduo de tilápia encontrada por Oliveira et al. (2006), isto, provavelmente, está associada à concentração de astaxantina oriunda de carotenóide presente na composição dos crustáceos.

O pH manteve-se estável em torno de 4,0 durante todo o período de armazenagem, o aroma foi de odor ácido característico, sendo esse fator originado pela própria escolha dos ácidos (fórmico e propiônico) como também relatado por Oetterer, (2002).

A composição centesimal da silagem ácida de resíduo de camarão está apresentada na tabela 1. A proteína bruta aumentou gradativamente durante todo o período de conservação, não apresentando diferença estatística a partir do 23º dia.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica da silagem ácida de resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* durante diferentes períodos de estocagem. (g/100g de matéria seca)

Tratamentos por Dias	Matéria Seca	Proteína Bruta	Cinzas	Lipídio Bruto
0	20,15 a	62,28 c	14,79 a	11,41 a
5	20,20 a	66,14 b	14,06a	13,86 a
10	20,72 a	64,96 b	13,75 a	11,05 a
15	20,42 a	66,36 b	13,71 a	11,07 a
23	20,61 a	69,19 a	13,97 a	10,97 a
30	20,37 a	73,10 a	13,40 a	11,68 a
40	20,80 a	71,54 a	13,70 a	11,88 a
Erro padrão	0,23	0,23	0,05	0,24
ANAVA (Pr>Fc)	0,3515	0,0001	0,0731	0,67

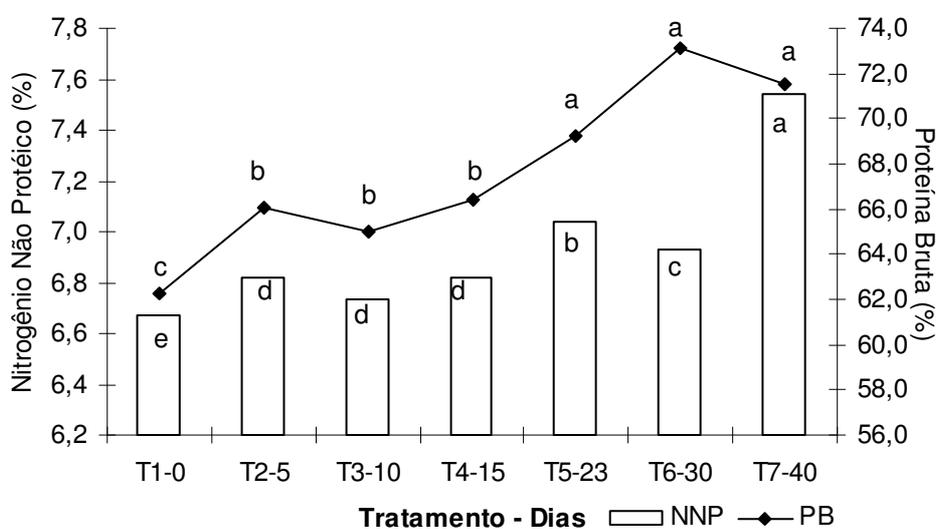
*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

A partir do 5º dia foi observado aumento gradativo da característica liquefeita da biomassa, até se tornar uma mistura com apresentação líquido-pastosa. Esta característica física também foi observada por Borghesi (2004) e Arruda (2004) em experimentos de produção da silagem a partir do resíduo de pescado. Segundo Oetterer (2002), a liquefação ocorre pelo aumento das atividades das enzimas proteolíticas naturalmente presentes nos pescados ou quando são adicionados aditivos para o processo de elaboração da silagem.

Foi observado o aumento no teor de nitrogênio não-protéico até os 40 dias (figura 1), isto pode ser explicado pelo aumento da hidrólise das proteínas por enzimas proteolíticas durante o processo de ensilagem, tornando o material mais solúvel. Esses resultados corroboram com o relatado por Gao et al.

(1992); Lo et al. (1993); Oetterer (2002) em experimentos realizados com ensilado de resíduo da indústria da salmônica. Oliveira et al. (2006), observaram que a ação de proteases endógenas presentes nos tecidos de tilápia, e conseqüente aumento da solubilização da proteína bruta. Estes valores no 1º e 30º dia foram de 39,08% e 48,30%, respectivamente.

Figura 1. Relação nitrogênio não-protéico (NNP) e proteína bruta (PB), médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ($P>0,05$).



O tratamento da silagem com 30 dias de fermentação apresentou maior valor biológico (nutricional), por caracterizar a maior relação entre o teor de PB e o valor de NNP (figura 1).

Os valores de PB verificados neste trabalho foram superiores aos encontrados na literatura, 43,38 g/100 g PB em 30 dias de ensilado com camarão *Macrobrachium vollehovenii* (Fagbenro (1996)); 32,26 g/100 g em 15 dias de ensilado com *Litopenaeus* spp. (Plascencia-Jatomea et al. (2002); 49,44 g/100 g em 60 horas de ensilado com *Litopenaeus* spp. (Cavalheiro et al. (2007) e (Cira et al. 2002), também com silagem de camarão *Litopenaeus* spp. com 90 dias, encontraram resultado de 45,4 g/100 g confirmando com os resultados do trabalho, o tempo de ensilagem pode ser um fator que interfere no teor de PB.

Esses valores mais baixos também foram verificados com silagem de peixes. Arruda (2004) e Borghesi (2004) encontraram os valores 59,27 e 54,25 g/100g, respectivamente, em experimentos realizados com silagem ácida de tilápia, no período de 30 dias. Vidotti et al. (2003), 59,6 g/100 g em silagem fermentada de peixe marinho; 42,09 g/100 g em silagem fermentada de peixe fresco e 35,84 g/100 g em silagem fermentada de resíduo de tilápia, respectivamente.

Os resultados obtidos para as análises de matéria seca, cinzas e lipídio bruto não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$). Os valores encontrados para LB aproximaram-se aos valores encontrados por Fagbenro (1996), variando entre 10,02; 10,86; 10,41; 12,45; 12,54 g/100g no tempo de armazenagem 0, 30, 60, 90 e 180 dias, respectivamente em experimento realizado com silagem biológica de cabeça de camarão, utilizando-se melaço de cana como fonte de carboidrato na fermentação. Contudo, o teor de LB (figura1) encontrado foi superior ao encontrado por Plascencia-Jatomea (2002), 1,5 g/100 g em silagem de camarão. No entanto, dados encontrados com silagem ácida de descartes de peixes de água doce, de resíduos de tilápia e de descartes de peixes marinhos por Vidotti et al. (2002) variaram 29,43; 34,68; 9,99 g/ 100 g, respectivamente, em relação ao tipo de silagem, foram superiores aos valores encontrados no presente trabalho. Por outro lado Borghesi (2004) em experimentos com silagem ácida de tilápia, observou teores de LB 12,45 g/100 g. Segundo Oliveira et al. (2006), o conteúdo de LB na matéria prima e na silagem é considerado importante parâmetro para avaliar a qualidade do produto, onde silagens com alto teor de lipídios podem apresentar rancidez, considerada indesejável ao produto.

Os teores de cinzas da silagem nos diferentes tempos de conservação foram próximos aos valores encontrados por Cavalheiro et al. (2007) e Fagbenro e Bello-Olusoji (1997), de 12,3 e 10,3 g/100 g. Enquanto que os valores encontrados por Plascencia-Jatomea et al. (2002) e Fagbenro (1996), 17,65 e 16,56g/100g, respectivamente, foram superiores aos valores encontrados nesta pesquisa.

Os valores encontrados para cálcio e fósforo foram respectivamente 0,95 %; 1,03 %, sendo superiores aos encontrados em silagem de cabeça de

camarão por Cavalheiro et al. (2007) 0,45 %; 0,04 % de cálcio e de fósforo, respectivamente.

A silagem ácida de resíduo de camarão apresentou um total de 33 ácidos graxos (tabela 2). O ácido palmítico (C 16:0) apresentou maior concentração, 21,45 %. Resultado semelhante foi encontrado em estudo realizado por Furuya et al. (2006), com camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum*, inteiro, com identificação de 36 diferentes de ácidos graxos, sendo o ácido palmítico o mais freqüente com 18,2 % do total.

Tabela 2 – Identificação e quantificação da composição de ácidos graxos da silagem ácida de resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* no período de fermentação de 30 dias

Tempo retenção (min)	Ácidos graxos	Ácidos graxos (%) \pm desvio padrão	
		Padrão de ácidos graxos	Silagem T6-30 dias
1,303	C 4:0	6,56	0,12 \pm 0,02
1,382	C 6:0	2,99	0,12 \pm 0,02
-	C 8:0	3,38	-
2,178	C 10:0	3,68	0,10 \pm 0,01
2,321	C 11:0	1,86	0,25 \pm 0,02
3,445	C 12:0	3,81	0,04
4,609	C 13:0	1,97	0,25 \pm 0,02
6,427	C 14:0	4,02	1,43 \pm 0,19
7,710	C 14:1ω5	2,01	-
9,144	C 15:0	2,02	1,43 \pm 0,07
11,090	C 15:1	2,12	-
13,443	C 16:0	6,14	21,45 \pm 0,78
14,562	C 16:1ω7	2,02	3,32 \pm 0,12
18,985	C 17:0	1,48	1,67 \pm 0,02
20,062	C 17: 1ω5	2,20	0,86 \pm 0,1
24,451	C 18:0	4,16	6,51 \pm 0,03
25,312	C 18: 1ω9 cis	4,58	15,16 \pm 0,01
25,607	C 18: 1ω9 trans	2,15	3,40 \pm 0,04
27,533	C 18: 2ω6 cis	2,02	18,04 \pm 0,23
27,718	C 18: 2ω6 trans	1,96	0,07 \pm 0,01
28,784	C 18: 3ω6	1,73	0,10 \pm 0,00
30,391	C 18: 3ω3	1,72	1,14 \pm 0,01
34,095	C 20:0	4,07	0,45 \pm 0,01
34,964	C 20: 1ω9	2,31	1,30 \pm 0,05
37,823	C 20: 2ω6	2,03	1,24 \pm 0,05
39,527	C 20: 3ω6	1,87	0,12 \pm 0,02
40,537	C 21:0	2,07	0,10 \pm 0,01
41,101	C 20: 4ω6	1,49	2,93 \pm 0,10
42,545	C 20:3 ω3	1,88	0,17 \pm 0,01
46,682	C 20:5 ω3 (EPA)	1,46	6,54 \pm 0,26
49,313	C 22:0	4,18	0,68 \pm 0,02
50,886	C 22: 1ω9	2,28	0,31 \pm 0,02
56,262	C 22: 2ω6	2,08	-
59,341	C 23:0	2,05	0,16 \pm 0,00
64,140	C 24:0	4,14	0,32 \pm 0,00
64,445	C 22:6 ω3 (DHA)	1,10	9,79 \pm 0,53
64,917	C 24: 1ω9	2,39	0,43 \pm 0,01
TOTAL		100	100

A silagem ácida de resíduo de camarão é rica em ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados (tabela 3), valores estes superiores a concentração de ácidos graxos saturados. Conforme relatado por Brum et al. (2002), a concentração de ácidos graxos saturados estaria dentro da faixa adequada para nutrição animal.

Tabela 3 – Somatório em % de diferentes séries de ácidos graxos totais da silagem ácida de resíduo de camarão T6-30

Grupos de ácidos graxos	Silagem
Saturados	35,08
Monoinsaturados	24,78
Poliinsaturados	40,14
n- 3	17,60
n- 6	22,50
n- 9	20,60
n3/n6	0,78
EPA	6,54
DHA	9,79
EPA + DHA	16,33
EPA/DHA	0,67

Foram encontrados níveis elevados de ácido linoléico (C 18:2n-6cis, LA), ácido oléico (C 18:1n-9 cis), EPA (C 20:5n3) e DHA (C 22:6 n-3). Os valores dos ácidos linoléico e DHA foram superiores quando comparados aos encontrados por Zeoula et al. (2003), 3,49 e 0,11%, respectivamente, em trabalhos com silagem ácida de resíduos de tilápias onde não foi detectado concentrações de EPA.

O alto teor de ácidos graxos insaturados presente na silagem do camarão estudado é originário do próprio hábito alimentar da espécie *Litopenaeus vannamei*, onde os ácidos graxos são produzidos pelas algas marinhas e transferidos posteriormente, via cadeia alimentar, pelos zooplanctons. Organismos aquáticos marinhos possuem maior teor de ácidos graxos insaturados do que animais de água doce (Martino e Takahashi, 2001). Tais

concentrações, principalmente de EPA e DHA, neste resíduo podem contribuir no possível acúmulo de ácidos graxos na carcaça de peixes de água doce quando suplementados na ração (Martino et al., 2002), tal fato poderia trazer benefícios à saúde humana no consumo de pescado cultivados e alimentados com a silagem do resíduo de camarão.

CONCLUSÃO GERAL

O presente estudo demonstrou que a silagem ácida pode ser eficiente forma de conservação do resíduo de camarão em um período de até 40 dias, sendo o período de 30 dias a melhor relação entre o NNP x PB, podendo ser utilizada como uma fonte protéica alternativa na nutrição animal.

Além da silagem do resíduo de camarão possuir fonte protéica de alto valor biológico, considerando a composição lipídica, esta pode contribuir de forma expressiva na exigência dos ácidos graxos essenciais. Concluindo que a silagem pode ser utilizada em rações para a aquicultura, diante da composição nutricional. A elaboração da silagem é fácil, rápida e independe de material e procedimentos de alto custo.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de estudos. À Fundação de Amparo à Pesquisa pelo recurso financeiro. A empresa BAHIA PESCA S.A. no fornecimento da matéria prima e apoios prestados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, D. P.; SIWICKI, A. K. Duration of protection against *Aeromonas salmonicida* in brook trout immunostimulated with glucan or chitosan by injection or immersion. **The Progressive Fish Culturist**, v. 56, p.258–261,1994.

ARRUDA, L. F. **Aproveitamento do Resíduo do Beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para Obtenção de Silagem e Óleo como**

Subprodutos. 2004. 78p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.). **Official methods of analysis.** 16. ed. 1980. v. 1 e 2.

BECKER, H.C.; MILNER, R.T. NAGEL, R. H.. A method for the determination of non protein nitrogen in soybean meal. **Cereal Chem**, v.17, p.447-457, 1940.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Cand. J. Biochemistry Physiology**. V.37, n.8, p.911-917, 1959.

BORGHESI, R. **Avaliação Físico-Química, Nutricional e Biológica das Silagens Ácida, Biológica e Enzimática Elaboradas com Descarte e Resíduo do Beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).** 2004. 108p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BOSCOLO, W. R. HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M.; MEURER, F. Desempenho e características de carcaça de macho revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396. 2001.

BRUM, A. A. S.; OETTERER, M. D'ARCE, M. A. B. R. Óleo de peixe como suplemento dietético. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v.10, n.19, p.71-78, 2002.

CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, E. O.; BORA, P. S. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. **Bioresource technology**. V.98, l.3, p.602-606, 2007.

CIRA, L. A. HUERTA, S. HALL, G.M. SHIRAI, K.. Pilot scale lactic acid fermentation of shrimp wastes for chitin recovery. **Process Biochemistry**, v.37, p.1359-1366, 2002.

DISNEY, J. G.; TATTERSON, I. N.; OLLEY, J. Recent developments in fish silage. In: Proceedings of the conference on the handling, processing and marketing of tropical fish. London, 1976. **Proceedings**. Ministry of Oversea Development, p.321-340, 1977.

ESTEBAN, M. A.; CUESTA, A.; ORTUÑO, J.; MESEGUER, J. Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune system. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 11, p.303–315, 2001.

FAGBENRO, O. A.; JAUNCEY, K. Water stability, nutrient leaching and nutritional properties of moist fermented fish silage diets. **Aquacultural Engineering**, v.14, p.143-153, 1995.

FAGBENRO, O. A. Preparation, properties and preservation of lactic acid fermented shrimp heads. **Food Research International**, v.29, n.7, p. 595-599, 1996.

FAGBENRO, O. A.; BELLO-OLUSOJI, O. A. Preparation, nutrient composition and digestibility of fermented shrimp head silage. **Food Chemistry**, v.60, n.4, p.489-493, 1997.

FAO, Animal feed resources information system. <http://www.fao.org>. (23 jan.2003 a).

FURUYA, W. M.et al. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do camarão-d`água-doce. **Revista Brasileira de Zootecnia** – v. 35, n. 4, 2006.

GAO, Y.; LO, K. V.; LIAO, P. H. Utilization of Salmon Farm Mortalities: Fish Silage. **Bioresource Technology**, n. 41, p.123-127, 1992.

GILDBERG, A.; STENBERG, E. A new process for advanced utilization of shrimp waste. **Process Biochemistry**, v. 36, p. 809-812, 2001.

GOPALAKANNAN, A.; ARUL, V. Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin, chitosan and levamisole on the immune system of *Cyprinus carpio* and control of *Aeromonas hydrophila* infection in ponds. **Aquaculture**, v. 255, i.1-4, p.179 -187, 2006.

HERAS, H.; HCLEOD, C.A.; ACKMAN, R.G. Atlantic dog fish silage vs. herring silage in diets for Atlantic salmon (*Salmon salar*): growth and sensory evaluation of fillets. **Aquaculture**, v.125, p.93-103, 1994.

HONCZARYK, A.; MAEDA, L.S. Crescimento do pirarucu, *Arapaima gigas*, utilizando dieta à base de ensilado biológico de pescado. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 10, Recife, 1998. **Anais**. Recife: Persona, v.2, p.93-100, 1998.

KOMPIANG, I. P. Fish silage - Its prospect and future in Indonésia. **Indonésia Agricultura Research and Development Journal**, v.3, n.1, p. 9-12, 1981.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial.** 285p, 2000.

LO, K. V.; LIAO, P. H.; BULLOCK, C.; JONES, Y. Silage Production from Salmon Farm Mortalities. **Aquacultural Engineering**, n.12, p.37-45, 1993.

LUSTOSA NETO, A.D. **Elaboração e caracterização química funcional e nutricional de ensilados de resíduos de pescado da família *Lutjanidae*.** Fortaleza, 1994, 77p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará.

MARTINO, R.; TAKAHASHI, N.S. A importância da adição de lipídios em rações para a aquicultura. **Óleos e Grãos**, n.58, p.32-37, 2001.

MARTINO, R. C. et al. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. **Aquaculture**, v. 209, p.209– 218, 2002.

MORALES-ULLOA, D.F. **Bioconversão de resíduos da indústria pesqueira. Piracicaba**, 127p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient Requirements of Fish. Washington: **National academic Press**, 1993. 105p.

NUNES, M.L. **Silagem de pescado.** In: Ogawa, M.; Maia, E.L. Manual de pesca. São Paulo: Livraria Varela, p.371-379, 1999.

NUNES, A.J.P. Panorama de cultivo de camarões marinhos no Brasil. **Revista Brasileira de Agropecuária**, n. 1, p. 40-41, 2001.

OLIVEIRA, M. M.; PIMENTA, M. E. S. G.; CAMARGO, A. C. S.; FIORINI, J. E.; PIMENTA, C. J. Silagem de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico - análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência Agrotécnica**, v. 30, n. 6, p. 1218-1223, 2006.

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**, v.5, p.119-134, 1994.

OETTERER, M.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R. Como Preparar Silagem de Pescado. **Série Produtor Rural**, Piracicaba, SP, n.15, p. 1-16, 2001.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 200p.

PLASCENCIA-JATOMEA, M.; OLVERA-NOVOA, M. A. ARREDONDO-FIGUEROA, J. L.; HALL, G. M.; SHIRAI, K. Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) diets. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 82, p. 753-759, 2002.

PORTZ, L. Recentes avanços na determinação das exigências e digestibilidade da proteína e aminoácidos para peixes. In: MATTTOS, W. R. S. (Org.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. v.1, p. 528-542.

SAKAI, M. Current research status of fish immunostimulants. **Aquaculture**, 172, 63–92, 1999.

SHIRAI, K Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilation. **Enzyme and Microbial Technology** 28, 446–452, 2001.

TATTERSON, I.N.; WINDSOR, M.L Fish silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.25, n.4, p.369-379, 1974.

VIDOTTI, R. M **Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotmicus*)**. Jaboticabal, 2001. 65p. Tese (Doutorado) – Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista.

VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M. Produção e caracterização de silagens de peixes co-secas com subprodutos agrícolas. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 17. 2001, Havana, Cuba **Anais...** Havana, Cuba: Asociación latinoamericana de Producción Animal, 2001.

VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J. Produção e caracterização da fração lipídica de silagens de peixes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18, 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de tecnologia de Alimentos, 2002.

VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v.105, p.199-204, 2003.

VISENTAINER, J.V. et al. Efeito do tempo de fornecimento de ração suplementada com óleo de linhaça sobre a composição físico-química e de ácidos graxos em cabeças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.3, p.478-484, 2003.

VISENTAINER, J.V.et al. Relação entre teores de colesterol em filés de tilápias e níveis de óleo de linhaça na ração¹. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 310-314, 2005.

WESKA, R.F.et al. Obtenção de quitosana a partir de resíduos da indústria pesqueira. . In: SIMPÓSIO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 3., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2005.

WILLIAMS, K. C. et al. Evidence of a growth factor in some crustacean-based feed ingredients in diets for the giant tiger shrimp *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, v.250, p. 377– 390, 2005.

ZEOULA, L.M. et al. Caracterização da silagem ácida e fermentada do resíduo da filetagem de tilápia para a utilização na nutrição de ruminantes “1”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Zootecnia 2003. .

CAPÍTULO 2

UTILIZAÇÃO DA SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* NA ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

¹Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial do periódico científico
Pesquisa Agropecuária Brasileira

UTILIZAÇÃO DA SILAGEM ÁCIDA DO RESÍDUO DO CAMARÃO BRANCO *Litopenaeus vannamei* NA ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

RESUMO - Com o objetivo de reduzir os custos na alimentação de tilápias do Nilo, foram formuladas dietas isoprotéicas (30%) e isoenergéticas (3.200 kcal/kg) utilizando a silagem ácida de resíduo de camarão branco como fonte protéica em cinco níveis (0%, 4%, 8%, 12% e 16%) de inclusão. Foram avaliados parâmetros desempenho e composição centesimal do tecido muscular em alevinos de tilápia ($7,00 \pm 0,05$ g) alimentados três vezes por dia, durante sessenta dias até a saciedade. O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições em um sistema de recirculação de água fechado. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para consumo alimentar, nos diferentes tratamentos. A palatabilidade entre as rações não foi afetada. Níveis de até 12% de inclusão de silagem obtiveram resultados 410,64%; 10,31%; 1,09g/g; 191,66g/g; 2,71% para ganho de peso, taxa de eficiência protéica, conversão alimentar, retenção protéica e taxa de crescimento específico, respectivamente. Não houve diferença significativa na composição centesimal do tecido muscular e relação hepato-somática dos peixes alimentados com as diferentes dietas ($P>0,05$). A silagem ácida do resíduo de camarão pode ser utilizada em até 12% da fração protéica em rações para tilápia do Nilo sem perdas no desempenho e composição centesimal do tecido muscular.

Palavras-chave: alimentação, camarão branco, proteína, silagem, tilápia do Nilo.

USE OF SILAGE ACID OF SHRIMP WASTE WHITE *Litopenaeus vannamei* IN the FEEDING OF NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

ABSTRACT - With the objective of reducing the costs of Nile tilapia feeding, iso-nitrogenous (30%) and iso-energetic (3,200 kcal/kg) diets were formulated using acid silage of shrimp waste as protein source at five levels (0%, 4%, 8%, 12% and 16%). Growth performance and proximal composition parameters of the muscular tissue were evaluated in tilapia ($7,00 \pm 0,05$ g) fed three times a day until satiation, during sixty days. The experiment was accomplished in a completely randomized design with 5 treatments and 4 repetitions in a closed recirculation water system. The feed consumption was not significantly different ($P > 0,05$). Palatability among diets was not affected. Levels up to 12% of silage inclusion resulted in good satisfactory results 410.64%; 10.31%; 1.09g/g; 191.66g/g; 2.71% for weight gain, protein efficiency rate, feed conversion, protein retention and specific growth rate, respectively. There were not significant differences in the proximate composition of the muscular tissue and hepato-somatic index for the fish fed with the different diets ($P > 0.05$). The acid silage of shrimp waste can be used up to 12% of the protein in Nile tilapia feeds without losses in growth performance and proximate composition of the muscular tissue

Keywords: feeding, Nile tilapia, protein, shrimp waste white, silage.

INTRODUÇÃO

O processo de industrialização do pescado tem crescido com o aparecimento de indústrias de beneficiamento. No entanto, grandes quantidades destes são desperdiçadas durante a captura, comercialização e processos industriais, chegando a 65% da matéria prima (Boscolo et al., 2001). Resíduos sólidos de peixe, de camarão e de bivalve podem ser aproveitados como ingredientes para ração em aquicultura, visando substituir a farinha de peixe tradicional e introduzir a silagem como um novo produto no mercado (Oetterer, 2002).

No caso do camarão marinho, a cabeça representa aproximadamente 33% do seu peso corporal, sendo descartado como material residual. Atualmente, este representa grave problema ambiental, como potencial poluente (Nunes, 2001). A cabeça do camarão é um resíduo abundante e com importante valor econômico como fonte de proteína (Cavalheiro et al., 2007).

No Brasil, somente no ano de 2000, cabeças de camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* constituíram aproximadamente 8.250 “t”, da produção nacional total de 25.000 “t” de camarão (Nunes, 2001). Uma alternativa sustentável e viável seria transformar o resíduo desse camarão em silagem para utilização em dietas para organismos aquáticos.

Muitos autores relataram que a silagem de pescado de modo geral, tem elevado potencial na aquicultura para alimentação de peixes, devido à semelhança com a matéria-prima, fornecendo proteína de boa qualidade, alta digestibilidade e baixo custo (Fagbenro e Jauncey, 1995 a; Vidotti, 2001; Vidotti et al., 2003).

Estudos pioneiros com o aproveitamento de resíduo de pescado foram realizados por Espindola Filho (1997, 1998), visando à obtenção de silagens mistas para fins de uso como fertilizante e fonte protéica na alimentação de peixes. Devido ao caráter prático de sua aplicabilidade, estas pesquisas vêm sendo divulgadas no Brasil em vários setores da indústria (Espindola Filho e Oetterer, 1998).

O cultivo intensivo de tilápias demanda o uso de rações balanceadas e nutricionalmente completas, o que pode representar entre 65 e 75% dos custos

totais de sua produção, nas quais o nutriente mais importante e mais oneroso na dieta é sempre a proteína (Rodríguez-Serna et al., 1996; Wu et al., 1995). No sentido de identificar fontes protéicas alternativas, várias pesquisas estão sendo realizadas, visando reduzir os custos com alimentação (Jackson et al., 1982; Balogun e Fagbenro, 1995; Portz e Cyrino, 2003) e possíveis substitutos para a farinha de peixe (New e Csavas, 1995),

Trabalhos avaliando o efeito da inclusão de silagem biológica de resíduo de pescado no desempenho de alevinos de tilápia Sales et al., (2002) concluíram que a adição de até 30% da silagem biológica favorece alto ganho de peso.

Fagbenro e Bello-Olusoji (1997) testaram o ensilado fermentado de cabeça de *Macrobrachium vollenhovenni* em rações para “catfish” (*Ictalurus punctatus*) e apontaram em coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca, proteína bruta, lipídio bruto e aminoácidos essenciais valores superiores a 70%, concluindo que o ensilado possui alto potencial como ingrediente na dieta de peixes onívoros.

Plascencia-Jatomea et al. (2002) e Cavalheiro et al. (2007) avaliaram o hidrolisado protéico de silagem de cabeça de camarão *Penaeus* spp. em rações para tilápia do Nilo e concluíram que este pode ser uma fonte alternativa promissora de proteína para a alimentação da tilápia.

Produtores de tilápia e a indústria do pescado demonstram interesse em investimentos de sistemas sustentáveis, porém ainda existem poucas informações sobre o aproveitamento do resíduo da indústria camaroneira na aquicultura. O objetivo foi avaliar a silagem de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) como um possível substituto da fonte protéica em rações para tilápia do Nilo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Peixes do Núcleo de Estudos em Pesca e Aquicultura (NEPA), do Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia.

O laboratório foi equipado com 20 tanques de polietileno (100L) em sistema fechado de recirculação de água (com troca total a cada 3 horas), com filtro biológico e aeração forçada por difusores.

A iluminação do ambiente foi controlada por 7 lâmpadas de halogênio de 80 watts e fotoperíodo de 12L:12E. Diariamente foram aferidos os parâmetros temperatura, pH, oxigênio dissolvido, amônia total e alcalinidade total.

Foram formuladas cinco rações isoprotéicas (30%) e isoenergéticas (3.200Kcal/Kg) com diferentes níveis de inclusão de silagem do resíduo do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) (0%, 4%, 8%, 12% e 16%). As formulações seguiram as recomendações segundo Kubitzka, (2000) e Pezzato et al. (2002), para a fase de cultivo da espécie.

Tabela 1 – Ingredientes, composição e custo das rações com diferentes níveis de inclusão de silagem do resíduo do camarão.

Ingredientes	Níveis de Inclusão (%)					Custo (U\$/ton)
	T1	T2	T3	T4	T5	
Silagem de Camarão	0	4,00	8,00	12,00	16,00	115,10
Farelo de Soja	66,00	60,37	54,58	48,80	43,15	161,60
Farelo de Milho	16,48	18,68	20,28	23,30	25,83	79,20
Farelo de Trigo	8,40	8,40	8,58	8,40	8,40	70,40
DL – Metionina (98%)	0,40	0,36	0,32	0,28	0,25	2.583,60
Cloreto de Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1.193,80
Fosfato Bicálcico	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	89,00
Mistura Vitamínica ¹	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	4.724,00
Mistura Mineral ²	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	4.136,20
Óleo de Soja	4,30	3,70	3,32	2,60	1,90	754,40
BHT(antioxidante)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	29.268,00
Custo Formulação (U\$/ton) ³	196,12	187,79	180,55	171,60	163,04	
* Composição em Nutrientes						
Energia Digestível (Kcal/g)	3201,10	3199,07	3201,95	3201,40	3201,10	
Proteína Digestível (%)	30,02	30,05	30,00	30,00	30,05	
Fibra Bruta (%)	4,98	4,96	4,40	4,91	4,90	
Lípido Bruto (%)	6,02	5,88	6,00	5,70	5,47	

¹Composição da mistura vitamínica /Kg: Vitamina A – 6000 UI, Colina–54,2 mg, Vitamina D3– 2250 UI, Niacina – 30 mg, Biotina – 2 mg, Vitamina B12 – 20 mcg, Vitamina C- 192,5 mg, Vitamina E – 75mg, vitamina K3- 3mg, Ácido pantotênico –30 mg, Ácido fólico – 3 mg, Piridoxina – 8 mg, Riboflavina – 10 mg, Tiamina – 5 mg, Antioxidante- 1,98 mg.

²Composição da mistura mineral/Kg: Selenio – 0,4 mg, Cobre – 15 mg, Zinco – 150 mg, Manganês – 60 mg, Iodo – 4,5 mg, Cobalto – 2 mg, Ferro – 100 mg.

³Base de cálculo U\$ 1,00=R\$ 2,05

*Cálculos realizados com base nos valores de energia e proteína digestível dos seguintes alimentos: farelo de soja, glúten de milho, milho e farelo de trigo (Pezzato *et al.*, 2002). Valores analisados de extrato etéreo (10,97%) da silagem de camarão. Valores calculados de fibra bruta (Cavalheiro *et al.*, 2007); energia digestível e proteína digestível (Fagbenro e Bello-Olusoji, 1997). Os valores fornecidos em relação à composição dos nutrientes foram baseados em cálculos realizados.

Para a produção da silagem foi utilizado o resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* "in natura" como matéria-prima, sendo adicionados ácidos propiônico (100%) e fórmico (80%), na proporção de 1:1, em 3% do volume/peso. A concentração de 0,02 g/100 g do BHT (butil-hidroxi-tolueno) foi utilizada como antioxidante. A mistura foi homogeneizada gradativamente com o auxílio de espátula e mantida em temperatura ambiente. A acidez foi controlada em pH 4,0 com auxílio de pHmetro digital.

Na formulação, a silagem ácida foi misturada na forma úmida aos ingredientes previamente triturados (0,5 mm). As rações foram peletizadas em grânulos de diâmetro de 1,5 mm e posteriormente, secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 24 h. Como controle, uma amostra de cada ração foi submetida à análise bromatológica.

Para o experimento foram utilizados 200 alevinos revertidos de tilápia nilótica de $7 \pm 0,5$ g de peso vivo. Os peixes foram previamente anestesiados com benzocaína 0,3%, pesados em balança "semi-analítica" precisão de (0,001 g) e aleatoriamente distribuídos nas parcelas na quantidade de 10 indivíduos por tanque, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 repetições.

Os peixes foram alimentados diariamente três vezes ao dia (8, 13 e 17 h) durante um período de 60 dias. Os grânulos da ração foram fornecidos até a saciedade aparente. O consumo de alimento foi medido a cada três dias em "semi-analítica" precisão de (0,001 g).

No início do experimento foram amostrados 10 peixes e no final todos os peixes após jejum de 24h, foram sacrificados por overdose em benzocaína. Para análise da composição centesimal do tecido muscular destes, foram retiradas amostras do tecido muscular da região dorsal e armazenados em congelador a (-18°C). Para realização da análise hepato-somática, 4 peixes de

cada tratamento foram pesados e os respectivos órgãos (fígado) pesados individualmente.

As análises da composição centesimal dos tecidos musculares dos peixes foram realizadas no Laboratório de Pescado e Cromatografia Aplicada da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. A determinação da umidade seguiu o método de secagem em estufa comum com circulação forçada de ar à 105°C, seguindo a metodologia da AOAC (1980). O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de Kjeldahl, por determinação de nitrogênio total, seguindo a metodologia da AOAC (1980). O teor de cinzas foi determinado utilizando mufla à 600°C, seguindo a metodologia da AOAC (1980). A extração de lipídio foi realizada pelo método de Bligh-Dyer (1959), seguindo a metodologia da AOAC (1980).

Os parâmetros de desempenho foram avaliados segundo recomendações de Erfanullah e Jafri (1999), Hung et al. (1989), Moore et al. (1988), Takeuchi (1988) para os seguintes parâmetros:

Ganho de peso – GP (%)

$$GP = (\text{peso corporal final} - \text{peso corporal inicial} / \text{peso corporal inicial}) \times 100$$

Ganho de peso absoluto – GPa (g)

$$GPa = (\text{peso corporal final} - \text{peso corporal inicial})$$

Conversão alimentar - CA (kg / kg)

$$CA (\text{kg} / \text{kg}) = \text{alimento ingerido} / \text{ganho de peso}$$

Taxa de eficiência protéica - TEP (%)

$$TEP = \text{ganho de peso (g)} / \text{proteína na dieta (g)}$$

Taxa de crescimento específico - TCE (%)

$$TCE = 100 [(\ln \text{ peso corporal final} - \ln \text{ peso corporal inicial}) / \text{dias experimentais}]$$

Retenção protéica - RP (g/g)

$RP = [(peso\ corporal\ final * prote\acute{a}na\ corporal\ final) - (peso\ corporal\ inicial * prote\acute{a}na\ corporal\ inicial) / total\ de\ prote\acute{a}na\ ingerida] * 100$

Relação hepato-somática – RHS (%)

$RHS = (peso\ do\ f\acute{g}ado / peso\ do\ peixe) * 100.$

Os valores do desempenho e da composição centesimal do tecido muscular foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e em seguida submetidos ao teste de comparação de médias Tukey com significância de 5%, pelo aplicativo Sisvar (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água analisados permaneceram normais e dentro das condições para o crescimento da espécie em todos os tratamentos, segundo recomendações de Kubitza, (2000). pH $7,53 \pm 0,50$; alcalinidade $12,92 \pm 7,00$ mg CaCO₃; amônia total $1,92 \pm 0,8$ mg/L; oxigênio dissolvido $6,76 \pm 0,5$ mg/L e temperatura $25,2 \pm 3,00$ °C. A taxa de sobrevivência geral durante o experimento foi de 98%.

Os valores médios dos parâmetros do desempenho estão apresentados na tabela 2. Não houve diferença significativa no consumo alimentar entre os diferentes tratamentos ($P > 0,05$), ou seja, não foi observada diferença quanto à palatabilidade em relação às diferentes dietas pelos peixes.

Tabela 2 – Tabela com médias para os parâmetros de desempenho: Consumo alimentar (C), ganho de peso (GP), ganho de peso absoluto (GPa), conversão alimentar (CA), taxa de eficiência protéica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE) e retenção de proteína (RP) de tilápia do Nilo alimentados com rações suplementadas com silagem de resíduo do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*)

Dietas	Consumo (g)	GP (%)	GPa (g)	CA (g/g)	TEP (%)	TCE (%)	RP (g/g)
0%	394,36 a	548,35 a	399,54 a	1,02 ab	13,32 a	3,09 a	258,29 a
4%	363,69 a	552,41 a	413,72 a	0,88 a	13,79 a	3,12 a	250,39 a
8%	394,11 a	492,52 ab	363,72 ab	1,08 ab	12,12 ab	2,96 a	235,87 ab
12%	334,22 a	410,64 ab	309,14 ab	1,09 ab	10,31 ab	2,71 ab	191,66 ab
16%	291,01 a	315,24 b	234,41 b	1,32 b	7,81 b	2,34 b	152,85 b
Erro padrão	24,62	43,28	30,18	0,096	1,006	0,13	21,71
ANOVA (Pr>Fc)	0,0549	0,0066	0,0046	0,0466	0,0046	0,0042	0,0176

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Os parâmetros de ganho de peso, conversão alimentar, taxa de eficiência protéica, taxa de crescimento específico e retenção protéica apresentaram diferença significativa (P<0,05).

Embora os animais dos tratamentos 0 e 4% terem apresentado melhores valores aos demais tratamentos, não houve diferença estatística (P>0,05) em relação aos 8% e 12% de inclusão de silagem.

No entanto, Plascencia-Jatomea et al. (2002), estudando a silagem de camarão *Litopenaeus* spp. em 6 níveis de inclusão na dieta de tilápias do Nilo (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30%), verificaram que a dieta contendo 10% de inclusão de silagem apresentou melhores resultados 616%; 1,5%; 1,9 g/g e 1,9% para GP, TCE; CA e TEP, respectivamente.

Contudo, a dieta contendo 16% de silagem de camarão demonstrou resultados de desempenho inferiores às demais dietas.

Plascencia-Jatomea et al. (2002), concluíram que níveis de inclusão de até 20% não afetaram o desempenho e crescimento do peixe. Tal fato pode ser explicado pela maior quantidade de proteína na forma de quitina na ração deste tratamento. Segundo Shiau e Yu (1999), a suplementação de quitina em dietas de tilápias, diminui o crescimento de peixe devido à baixa digestibilidade deste produto.

Além disso, Signor et al. (2005) verificaram que a silagem de resíduos de tilápia com até 30% de inclusão na dieta da própria tilápia não prejudicou a sobrevivência, porém, o desempenho foi afetado, concluindo que altos percentuais de inclusão de silagem podem prejudicar o desempenho em experimentos conduzidos com este peixe.

Os mesmos autores recomendam a inclusão parcial de outras fontes protéicas, visando melhor balanceamento das rações quando a silagem do resíduo de tilápia é utilizada.

Fagbenro & Bello-Olusoji (1997) testaram o ensilado fermentado de cabeça de camarão *Macrobrachium vollehovenni* como substituto de 15% do total da fonte protéica de rações para “catfish” e obtiveram digestibilidade para matéria seca, proteína e energia superior a 70% neste material.

Os valores da composição centesimal do tecido muscular estão apresentados na tabela 3. Os resultados de umidade, proteína bruta foram superiores aos valores de 73,80 e 15,81% encontrados por Cavalheiro et al. (2007), em tilápias, utilizando 10% de inclusão de silagem de camarão *Litopenaeus* spp., enquanto valores de 3,91 e 5,18%, para cinzas e para lipídio bruto, respectivamente, foram superiores aos resultados encontrados nesse trabalho.

Tabela 3 - Composição centesimal do tecido muscular das tilápias alimentadas com diferentes níveis de inclusão de silagem.

Dietas	Umidade	Proteína	Cinzas	Lipídio Bruto
0%	80,61±0,69a	19,29±1,14a	1,17±0,07a	1,37±0,19a
4%	80,18±1,10a	18,41±0,83a	1,17±0,05a	1,24±0,25ab
8%	79,72±0,62a	19,50±0,28a	1,22±0,06a	0,99±0,42ab
12%	80,23±1,05a	18,84±0,89a	1,15±0,21a	0,79±0,21b
16%	79,32±0,42a	19,58±0,41a	1,27±0,06a	0,79±0,14b
Erro padrão	0,41	0,39	0,07	0,13
ANOVA (Pr>Fc)	0,260	0,225	0,740	0,020

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

Não houve diferença significativa (P>0,05) para relação hepato-somática (tabela 4), não havendo assim sinais de aumento de depósito energético na forma de glicogênio hepático nos diferentes níveis de inclusão de silagem.

Portz, (2001) acredita que isto pode ser explicado devido às rações serem isoprotéicas e isoenergéticas.

Tabela 4 - Relação Hepato-Somática (RHS) das tilápias alimentadas com as diferentes dietas.

Dietas	
Tratamentos	RHS
T1 - 0%	1,74a
T2 - 4%	1,06a
T3 - 8%	1,18a
T4 - 12%	1,48a
T5 - 16%	1,35a
Erro padrão ANAVA (Pr>Fc)	0,21
	0,24

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey (P>0,05)

CONCLUSÃO GERAL

A silagem ácida do resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* pode ser utilizada como fonte protéica alternativa em dietas para tilápia do Nilo em níveis de até 12% sem maiores perdas no desempenho e composição do tecido muscular, reduzindo assim os custos de produção da ração e minimizando problemas ambientais gerados pelo descarte desse material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. 1980. v. 1 e 2

BALOGUN, A.M.; FAGBENRO, O.A. Use of macadamia presscake as a protein feedstuff in practical diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture Research**, v. 26, p. 371-377, 1995.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v..37, n.8, p.911-917, 1959.

BOSCOLO, W. R. et al. Desempenho e características de carcaça de macho revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, E. O.; BORA, P. S. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. **Bioresource Technology**. v.98, p.602-606, 2007.

ERFANULLAH; JAFRI, A. K. Growth, feed conversion, body composition and nutrient retention efficiencies in fingerling catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), fed different sources of carbohydrate. **Aquaculture Research**, v.30, n.1, p.43-49, 1999.

ESPÍNDOLA FILHO, A. **Aproveitamento de resíduos sólidos de pescado como fertilizante marinho**. São Paulo, 1997, 98f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Machenzie.

ESPÍNDOLA FILHO, A. Aproveitamento do resíduo sólido de peixe, camarão e bivalves como ingrediente para a ração animal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10., Recife, 1998. **Anais**. Recife; Persona, 1998.

ESPINDOLA FILHO, A.; OETTERER, M. Aproveitamento de resíduos sólidos de pescado como fertilizante marinho. In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1998, Recife. **Anais**. p.125-140. 1998.

FAGBENRO, O.; JAUNCEY, K. Water stability, nutrient leaching and nutritional properties of moist fermented fish silage diets. **Aquacultural Engineering**, v.14, p.143-153, 1995a.

FAGBENRO, O. A.; BELLO-OLUSOJI, O. A. Preparation, nutrient composition and digestibility of fermented shrimp head silage. **Food Chemistry**, v.60, n.4, p.489-493, 1997.

HUNG, S.O.; F.K. FYNN AIKINS, P.B. LUTES NA R.XU. Ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate sources. **Journal of Nutrition**, v.119, p.727-733, 1989.

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

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2000. 285p.

MOORE, B. J.; S. S. O. HUNG J.F. Medrano. Protein requirement of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). **Aquaculture**, v. 71, p. 235-245. 1988.

NEW, M.; CSAVAS, I. Will there be enough fish meal for fish meals. **Aquaculture Europe**, v.19, n.3, p.6-13, 1995.

NUNES, A.J.P. Panorama de cultivo de camarões marinhos no Brasil. **Revista Brasileira de agropecuária**, 1, p.40-41, 2001.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 200p.

PEZZATO, L. E. et al. Avaliação de dois métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v.24, n. 4, p. 965-971, 2002.

PLASCENCIA-JATOMEA, M. et al. Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) diets. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n. 82, p. 753-759, 2002.

PORTZ, L. **Utilização de diferentes fontes protéicas em dietas formuladas pelo conceito de proteína ideal para o “black bass” (*Micropterus salmoides*)**. Piracicaba, 2001. 111f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.

PORTZ, L.; CYRINO, J. E. P. Comparison of the amino acid contents of roe, whole body and muscle tissue and their A/E ratios for largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepédes, 1802). **Aquaculture Research**, Holanda, v. 34, p. 1-8, 2003.

RODRIGUEZ-SERNA M.; OLVERA-NOVOA, M.A. AND CARMONA-OSALDE, C. Nutritional value of animal by-product meal in practical diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L) fry. **Aquaculture Research**, v.27, p.67- 73, 1996.

SALES, R.O.; SOUZA, J.M.L.; AZEVEDO, A.R. Efeito de dietas contendo silagem biológica de resíduos de pescado no desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

SHIAU, S.-Y.; YU, Y. P. Dietary supplementation of chitin and chitosan depresses growth in tilapia, *Oreochromis niloticus* = *O. aureus*. **Aquaculture**, v.179, p.439–446, 1999.

SIGNOR, A. A. et al. Silagem ácida de resíduos de tilápias em rações artesanais na alimentação da Tilápia do Nilo na fase inicial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia : SBZ, 2005

TAKEUCHI, T. Laboratory work- chemical evaluations of dietary nutrients. In: Watanabe, T. **Fish Nutrition and Mariculture. Tokyo: Aquatic Biosciences.** Cap.3, p.179-233, 1988

VIDOTTI, R. M. **Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. Jaboticabal, 2001.65f. Tese (Doutorado) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista.

VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v.105, p.199-204, 2003.

WU, Y.V. et al. Utilization of corn gluten feed by Nile tilapia. **Progressive Fish Culturist**. V. 57, p. 305-309, 1995.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem de camarão é uma forma viável de conservação e uso do resíduo da indústria do beneficiamento do camarão *Litopenaeus vannamei* para a alimentação de peixes. Sendo possível sua conservação da silagem durante até 40 dias.

Os resultados apresentados nesse estudo para proteína bruta foram superiores a outros estudos realizados com silagem de camarão (*Litopenaeus* e *Macrobrachium*) e silagem de peixe, sendo próximo às exigências da alimentação de peixes.

Os resultados de ácidos graxos insaturados e principalmente os de EPA, DHA e LA foram bem expressivos após 30 dias de fermentação da silagem ácida.

A inclusão de até 12% com silagem de camarão *Litopenaeus vannamei* na alimentação da tilápia, apresentou resultado eficaz em relação ao desempenho dos peixes, apresentando uma rica fonte protéica, podendo ser utilizada como alternativa na nutrição de peixes.

A produção da silagem ácida do resíduo da indústria do processamento do camarão poderia ajudar a resolver questões ambientais gerados pela falta de destino aos descartes, além de reduzir os custos na aqüicultura.