

ELIZABEL OLIVEIRA SILVA

Utilização de ingredientes vegetais em substituição da proteína animal, em rações para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone,1931).

**Recife
2006**

ELIZABEL OLIVEIRA SILVA

Utilização de ingredientes vegetais em substituição a proteína animal , em rações para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone,1931).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

Orientador: Dr. Alfredo Olivera Gálvez, Depto. de Pesca e Aqüicultura, da UFRPE.

Recife
Fevereiro de 2006

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

Parecer da comissão examinadora da defesa de dissertação de mestrado de

ELIZABEL OLIVEIRA SILVA

Utilização de ingredientes vegetais em substituição da proteína animal, em rações para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone,1931).

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a candidata ELIZABEL OLIVEIRA SILVA como aprovada.

Recife, 24 de fevereiro de 2006

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez (DSc, UFRPE)
Orientador

Prof. Dr. José Milton Barbosa (DSc, UFPE)
Membro interno

Prof. Dr. Paulo Eurico Pires Ferreira Travassos (DSc, UFRPE)
Membro interno

Prof. Dr. Prof. Dr. Eudes de Souza Correia (DSc, UFRPE)
Membro interno

Aos meus pais Germino e Zenilda,
exemplo de luta e criação , eternos
incentivadores. Ao meu irmão Júnior,
sempre nos apoiando. Aos meus filhos
Airon, Bruno e Camila, presente de Deus
na minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, Pai Celestial quem nos guia em todos os momentos de nossas vidas, autor principal deste trabalho, sem Ele nada seria possível . A ti senhor seja dado toda Honra, Louvor e Poder.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, que proporciona condições de formação nos cursos de graduação e de pós-graduação, transformando em realidade histórias de vidas de cidadãos comuns.

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior, pela concessão da bolsa de estudo.

A FACEPE- Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, pelo financiamento da pesquisa.

Ao Departamento de Pesca e Aquicultura, pela competência e seriedade nas realizações das pesquisas.

Ao Prof. Alfredo Olivera Galvez, pela oportunidade, amizade, orientação e confiança em mim depositada durante a realização deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

As funcionárias do Departamento de Pesca Telma, D. Eliane, Vaneli e Socorro, pela simpatia e disponibilidade sempre.

A querida Secretaria da Pós-graduação Selma “fofinha”, pelo maravilhoso atendimento , disposta a ajudar sempre (amiga nos te amamos muito). Obrigada!

Ao Laboratório de Nutrição Animal de Zootecnia e Laboratório Química do Solo, pela realização das análises, aos funcionários Raquel , Sr. Antônio e D. Helena pela acolhida e disponibilidade sempre que precisávamos.

A Fazenda Costa Dourada, pela doação dos camarões utilizados no experimento, pelo apoio de todos os funcionários em especial ao Eng. de Pesca Carlos Pacheco, concedido no período de estagio e durante realização desse trabalho.

A PURINA, pela doação da ração e premix mineral e vitaminico utilizados no experimento, a João Franz fundamental nessa aquisição.

Aos colegas de turma, em especial as amigas sempre presentes Talita, Werlane, Ana Paula, Elizangela, Ana Cristina, Ana Helena e ao ator José Antônio.

A equipe do Prof. Eudes que colaborou no experimento, em especial a Cristiano e Hugo.

A Elton e Waleska, amigos, companheiros, incentivadores que foram imprescindíveis na realização deste trabalho, estaremos sempre juntos. Obrigada!

A toda equipe que participou este trabalho, Emmanuel Felipe, Felipe, Alfredo, Amanda, Igna, fundamentais em todos os momentos. Obrigada!

Aos colegas do LAPAVI- Laboratório de Produção de Alimento Vivo, em especial aos três mosqueteiros.

A Dra. Anita, pelo incentivo, apoio e dedicação a este trabalho.

A amiga Patrícia, pela sinceridade desde o inicio quando estudamos para seleção, e provamos que a amizade esta acima de tudo.

Aos amigos da pós-graduação da Zootecnia, Ana Maria, Erica, Gladston, Solon, Tatiana e Rosângela, pela amizade e colaboração nessa pesquisa.

A D. Fátima, Daia, Vinícius, Laine, pelo apoio e amizade vivenciados desde o período da graduação.

A todos os meus familiares por, em especial a Tio Fernando, Sr. Amauri, D. Lourdes, guerreiros exemplo de luta para todos nos.

A D. Teo, por acreditar na minha luta favorecendo grande ajuda para que tudo começasse.

A Airon, meu companheiro fiel de anos de luta, união selada por Deus.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

S586u Silva, Elizabel Oliveira
Utilização de ingredientes vegetais em substituição da proteína animal, em rações para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) / Elizabel Oliveira Silva. – 2006.
55 f.

Orientador : Alfredo Olivera Gálvez
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aqüicultura.
Bibliografia

CDD 639.543

- 1 . Nutrientes
- 2 . Digestibilidade
- 3 . Proteína
- 4 . Camarão Marinho
- 5 . Animal
- 6 . Lixiviação
- I . Gálvez, Alfredo Olivera
- II. Título

LISTA DE FIGURAS

Artigo

Página

Figura 1. Digestibilidade Aparente da MS (%) corrigida por lixiviação..... 44

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 . Normas de digestibilidade em diferentes países..... | 18 |
|--|----|

Artigo

Página

| | |
|--|----|
| Tabela 1 . Composição percentual dos ingredientes da dieta | 38 |
|--|----|

Tabela 2.

| | |
|---|----|
| Composição bromatológica das rações experimentais com base na matéria seca..... | 39 |
|---|----|

Tabela 4.

| | |
|--|----|
| Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) médios, da matéria seca (MS), proteína bruta (PB e matéria seca corrigida para lixiviação (MScor) das rações experimentais, em função da substituição da farinha de peixe por proteína vegetal..... | 41 |
|--|----|

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| Lista de tabelas | |
| Lista de figuras | |
| 1. Introdução | 09 |
| 2. Objetivos | 12 |
| 3. Revisão da literatura | 13 |
| 3.1. Ingredientes proteicos de origem vegetal..... | 13 |
| 3.2. O uso da farinha de peixe na aqüicultura..... | 15 |
| 3.3. Substituição da proteína animal por vegetal..... | 16 |
| 3.4. Digestibilidade dos ingredientes..... | 17 |
| 3.5. Sustentabilidade ambiental..... | 20 |
| 4. Referências bibliográficas..... | 22 |
| 5. Artigo científico..... | 30 |
| Anexos | |

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a digestibilidade aparente corrigida por lixiviação da matéria seca, utilizando-se ração com ingredientes vegetais em substituição da proteína animal em dietas completas para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). O experimento foi realizado na Estação de Aqüicultura da UFRPE. Utilizou-se camarões juvenis da espécie *Litopenaeus vannamei*, com peso médio inicial de $4 \pm 1,5$ g, provenientes da Fazenda Costa Durada – PE. Os animais foram alojados em 16 aquários de vidros (60x40x50 cm), com 6 animais por aquário. AS dietas experimentais consistirão de quatro rações com diferentes níveis de proteína vegetal (0%, 25%, 50% e 75%) em substituição a farinha de peixe. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Não foi verificada influência da substituição da proteína animal sobre a digestibilidade aparente da proteína (94, 91; 96, 20; 93, 33; 92, 48%) e matéria seca (93, 33; 95, 30; 92, 25; 90, 92%) bem como na digestibilidade aparente corrigida por lixiviação da matéria seca (93, 36; 95,06; 91, 46; 90, 64%) das dietas experimental, respectivamente.

Palavra-chave: digestibilidade, proteína, camarão marinho, animal, lixiviação, nutrientes.

ABSTRACT

The objective of that work was to determine the coefficient of apparent digestibility of the dry matter and of the crude protein and the apparent digestibility corrected by leaching of the dry matter, being used ration with vegetable ingredients in substitution of the animal protein in complete diets for the shrimp sea *L. vannamei* (Boone, 1931). The experiment was accomplished in the Station of Aquaculture in UFRPE. It was used juvenile shrimps of the species *L. vannamei*, with weight medium initial of 4 + 1,5g, originated Farm Costa Dourada – PE. The animals were housed in 16 glass aquariums (60x40x50 cm), with 6 animals for aquarium. The experimental diets will consist of four rations with different levels of vegetable protein (0%, 25%, 50% and 75%) in substitution the fish flour. The experimental design used was allocated in with four treatments and four repetition. It was not verified of the substitution of the animal protein on the apparent digestibility of the protein (94, 91; 96, 20; 93, 33; 92, 48%) and dry matter (93, 33; 95, 30; 92, 25; 90, 92%) as well as in the apparent digestibility corrected by leaching of the dry matter (93,36; 95, 06; 91, 46; 90, 64%) of the experimental diets, respectively.

Key words: Digestibility, protein, shrimp sea, animal, leaching, nutrients.

1. INTRODUÇÃO

O desempenho e a viabilidade dos sistemas de cultivo do camarão, atualmente enfrentam problemas vinculados com o fenômeno da globalização, a queda dos preços de comercialização e a imposição progressiva de regulamentações ambientais e de utilização de alimentos. Contudo, este potencial poderia ser ampliado se ações voltadas para reduzir o custo de produção, proporcionando a entrada na atividade de pequenos e médios produtores, os quais em geral não dispõem de muito capital para investimento e têm dificuldade em obter financiamentos, a alimentação representa mais de 60% do custo de produção, além de ser a maior fonte de contaminação dos efluentes na aquicultura.

A viabilização da produção de uma ração de baixo custo para cultivo de camarões marinhos beneficiaria não somente os grandes empreendimentos de cultivo já instalados, mas também as populações litorâneas, as que vivem próximas de estuários, lagoas costeiras, e todas as que tenham acesso à água salgada para cultivo de camarões marinhos. Uma grande camada da população, na região litorânea ou próximas a esta, tem forte demanda por postos de trabalho e renda, além de terem dificuldade de preencher vagas nas cidades por falta de uma qualificação adequada. Estas populações poderiam ter na carcinicultura uma nova fonte de renda, sem ter que deixar suas tradicionais atividades produtivas (Gomes et al., 1995).

As fontes protéicas de origem animal são tradicionalmente usadas na ração para diversos organismos, incluindo peixes e crustáceos, sendo um dos constituintes mais caros da ração para camarão, essas fontes mesmo em menores porcentagens, garantem e melhoram o valor nutritivo das dietas, em função do melhor balanço de aminoácidos, minerais, e vitaminas do complexo B (Pezzato, 2002). Conseqüentemente, a formulação de

uma dieta que atinja os requerimentos protéicos torna-se crítica uma vez que a proteína é um dos principais nutrientes limitantes para o crescimento (Davies e Miles, 2001).

As proteínas de origem vegetal utilizadas na composição de rações comerciais são mais baratas que aquelas de origem animal (Fitzsimmons, 2000), contudo a substituição da farinha de peixe na ração de muitas espécies de peixes e camarões de água doce já vem sendo realizada com sucesso tanto com espécies brasileiras, como espécies nativas de outros países (Muzinic *et al.*, 2004; Fernandes *et al.*, 2001; Tidwell *et al.*1993). A adaptação destes animais, a uma dieta contendo fonte protéica vegetal, deve-se à sua característica extremamente onívora, onde na natureza também se alimentam com frequência de alimentos vegetais como frutas. Entretanto, mesmo com espécies mais adaptadas a uma dieta carnívora, como a truta arco-íris, já é possível a substituição quase total da farinha de peixe por outra de origem vegetal (Watanabe *et al.*, 1998, Kaushik *et al.*, 1995). Em espécies marinhas de peixes, a substituição quase total da proteína animal também já tem sido demonstrada (Kaushik *et al.*, 2004).

A substituição de proteína animal por proteína vegetal também tem um outro propósito, que é a redução da farinha de peixe na formulação da ração para camarão, sendo o mesmo um produto da pesca sobre espécies pelágicas. Com a utilização de fontes protéicas de origem vegetal se estaria contribuindo para proteger espécies de peixes marinhas e para tentar recuperar a diversidade de espécies e o equilíbrio do meio ambiente marinho.

O conhecimento da digestibilidade dos nutrientes dos alimentos permite a formulação das rações de mínimo custo que atendam as exigências nutricionais dos animais (Sullivan & Reigh, 1995; McGoogan & Reigh, 1996; Aksnes & Opstvedt, 1998). Sadiku & Juancey, (1995) afirmam que as estimativas da digestibilidade têm sido prioridade para a

nutrição na aqüicultura, tanto para avaliar ingredientes ou a qualidade de rações completas. Estudos têm revelado diferentes disponibilidades de energia para as diferentes espécies, de acordo com as diferenças na fisiologia da digestão (Degani et al., 1997). Como também tem evitando excesso de nutrientes, com conseqüentes efeitos econômicos, preservando a qualidade do meio ambiente em que se cultivam os organismos ao ofertar alimentos altamente digestíveis, minimizando a produção de dejetos fecais e amoniacais pelos quais ocorrem à contaminação.

Espera-se, com a determinação da viabilidade da substituição parcial da proteína animal por proteína vegetal, contribuir para diminuição do custo da ração, sem diminuir a produtividade do sistema de produção, assim contribuir para a promoção econômica e social da zona da mata no Estado de Pernambuco, através de uma carcinicultura sustentável. Com base nessas considerações, o objetivo deste trabalho é avaliar a substituição de níveis de proteína animal por fontes de proteína vegetal em ração para o camarão *Litopenaeus vannamei*, através da determinação da digestibilidade dos nutrientes da dieta.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Substituir níveis de proteína animal por fontes de proteína vegetal em ração para o camarão *Litopenaeus vannamei*, através da determinação da digestibilidade dos nutrientes da dieta.

Objetivos Específicos

- Analisar a composição bromatológica das rações experimentais;
- Analisar a digestibilidade aparente e corrigida por lixiviação das dietas experimentais;
- Avaliar a hidroestabilidade da ração formulada com proteína vegetal substituindo a proteína animal para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1- Ingredientes protéicos de origem vegetal

A importância de estudos visando à substituição da farinha de peixe por fontes alternativas de menor custo vem sendo destacada por diversos autores. O farelo de soja é a principal fonte protéica de origem vegetal, pela sua disponibilidade no mercado nacional e pelo elevado valor nutritivo (Kaushik *et al.*, 1995; El- Sayed, 1998), ainda que apresente deficiência de aminoácidos sulfurados (Gomes *et al.*, 1995; Popma e Lovshim, 1996).

As proteínas vegetais se caracterizam por sua alta solubilidade na água e deficiência de alguns aminoácidos (metionina e cistina), baixo custo de proteína (relação volume de proteína por unidade de custo), boa fonte de proteína e energia quando utilizada em seu natural. Neste caso a deficiência de um ingrediente pode-se complementar com outras fontes protéicas de origem animal ou vegetal com diferente perfil de aminoácidos (Davis e Miles, 2001).

Os farelos de cereais contribuem com 15 a 70% do total dos ingredientes da formulação de ração. Os mais utilizados são o trigo integral e seus subprodutos, tais como, farelos, glúten, germe e farinha, onde apresentam diferentes conteúdos de proteína, além do sorgo, farelo de arroz e subprodutos do beneficiamento de raízes.

Os cereais apresentam o amido como fonte de energia disponível, funcionando também como aglutinante para rações peletizadas, alguns desses subprodutos contribuem com parte do total da proteína da dieta, como é o caso do glúten de trigo, considerado o melhor aglutinante natural, tendo muita importância nos alimentos para o camarão onde o

glútem contribui na hidroestabilidade do pelete, permitindo a redução ou exclusão total de aglutinantes sintéticos nas formulações.

Os estudos de fontes vegetais, têm demonstrado resultados variáveis em função do conteúdo de fatores antinutricionais, principalmente pelo tipo de processamento utilizado em sua obtenção. Lovell (1988), em estudo realizado com o “bagre do canal” *Ictalurus punctatus*, utilizando farelo de soja integral, encontrou aumento no teor de gordura na carcaça. Segundo o autor, esse fato ocorreu devido ao desbalanço na relação energia/proteína, pois à medida que o farelo integral de soja foi incluído nas rações em substituição ao farelo de soja, ocorreu aumento no conteúdo de lipídeos, pelo maior teor de gordura do farelo de soja integral (aproximadamente de 18%) em relação ao farelo de soja.

Dentre as proteínas de origem vegetal a soja, *Glycine max* (L), é considerada a nível global como a opção com maior potencial para substituir a farinha de peixe na formulação das rações comerciais, (Lovell, 1991) afirma que praticamente completa na composição de aminoácidos essenciais e de menor custo do que a proteína animal.

O farelo de soja possui um perfil de aminoácidos que contém lisina e metionina em maiores quantidades que em outros vegetais; é rico em lipídeos, possuindo a quase totalidade dos ácidos graxos necessários para os peixes de água doce, a proteína desse vegetal é especial por atender os requisitos nutricionais básicos.

O farelo de soja integral tem sido utilizado em rações para organismos aquáticos para reduzir o custo com a alimentação. Além disso, esse ingrediente é preferido em relação ao farelo de soja, pois proporciona melhor aparência do grânulo submetido à extrusão.

3.2 - O uso da farinha de peixe na aquicultura

Em todo o mundo, a farinha de peixe é a fonte protéica de origem animal mais abundante para a manufatura de ração para animais domésticos. É considerada como a fonte nutricional ideal para suprir as necessidades protéicas e lipídicas dos animais carnívoros, apesar de ser um ingrediente relativamente caro e com fornecimento limitado. Em 1990, cerca de 86% da farinha de peixe produzida no mundo foi utilizada na composição de rações para aves, suínos e ruminantes. Os 14% restantes foram utilizadas nas rações para animais aquáticos (Anonymous, 1993).

A produção de ração para a aquicultura depende atualmente de um grande aporte de farinha de peixe. Com a progressiva escassez desse insumo no mercado mundial, a produção de uma ração comercial de qualidade dependerá, em futuro breve, da elaboração de um adequado substituto para a farinha de peixe, tanto no que se refere à eficiência nutricional como ao custo.

A farinha de peixe é a mais utilizada por apresentar um bom balanço de aminoácidos essenciais, ácidos graxos essenciais, vitaminas, minerais e, também por melhorar a palatabilidade (Samocho, 2004). Contudo, crescentes demandas globais por óleo e farinha de peixe (FAO, 2002) têm amplificado a necessidade de mais investigações sobre o potencial de fontes alternativas de proteínas para elaboração de rações para aquicultura (New & Wijkström, 2002).

Apesar da grande variedade de ingredientes já testados mundialmente como substitutos da farinha de peixe na ração para espécies aquáticas carnívoras, poucos possuem algum potencial nutritivo. A maior parte dos produtos testados apresenta limitações quanto à disponibilidade em larga escala, valor nutricional e preço. A soja seria, portanto, a única

fonte protéica vegetal a apresentar todos os requisitos comerciais de disponibilidade em larga escala e preço e qualidade nutricional adequados.

Tacon (1994) concluiu que a farinha de peixe permanecerá ainda como fonte protéica principal para as rações de peixes carnívoros até o final da década. Entretanto, acredita também que o desenvolvimento de outras fontes protéicas, como a proteína de seres unicelulares ("single-cell protein") e a proteína vegetal, poderão reduzir à metade a quantidade de farinha de peixe atualmente utilizada nas rações. Este processo de substituição é geralmente lento, mas fatores, como o aumento do preço da farinha de peixe, saturação ou declínio do valor de mercado das espécies comercializadas ou legislação governamental limitando o conteúdo de fósforo (P) ou farinha de peixe nas rações aquáticas, poderiam acelerar esse processo.

3.3 -Substituição da proteína animal por vegetal

A viabilidade econômica e nutricional de um ingrediente substituto depende de fatores como: 1) tecnologia de processamento adotada para inativar e/ou remover fatores antinutricionais endógenos, disponibilidade e digestibilidade do nutriente; 2) formulação adequada da ração; 3) enzimas digestivas; 4) minerais e aminoácidos essenciais - cristalizados ou conjugados; 5) estimuladores de apetite para garantir o balanceamento da ração e sua palatabilidade, otimizando a ingestão, digestão e absorção dos alimentos.

A substituição parcial da proteína animal (como a farinha de peixe) por proteína vegetal já foi obtida para algumas espécies de camarões marinhos como *Litopenaeus vannamei*, *Penaeus monodon*, com inclusões variando de 28% a 80% (Davis e Arnold, 2000); (Sudaryono *et al.* 1999); (Lim e Dominy, 1990). Todavia, a utilização de fontes de

proteína vegetal têm uma utilização comercial limitada devido a problemas potenciais associados com níveis insuficientes de aminoácidos essenciais (lisina e metionina), fatores anti-nutricionais e baixa palatabilidade (Samocha *et al.*, 2004).

Resultados promissores foram observados com a substituição em 100% da farinha de peixe por farelo de soja co-extrusado com farinha de subprodutos do beneficiamento de aves e adição de suplemento à base de ovo (Samocha *et al.*, 2004). Estes resultados favoráveis podem estar relacionados à alta qualidade dos ingredientes usados, tanto em termos de perfil nutricional quanto de digestibilidade, assim como uma provável ausência de problemas de palatabilidade (Samocha *et al.*, 2004).

O fato de se poder reduzir a pesca sobre espécies que são utilizadas na produção da farinha de peixe, a ração que contém uma fonte vegetal de proteína em substituição à de origem animal causa menos problemas de eutrofização e poluição do ambiente aquático por conter menores teores de fósforo. Por outro lado, outros autores como (Briggs e Funge-Smith, 1994), afirmaram que 80% do nitrogênio presente na ração não é aproveitado pelo camarão, tornando-se assim um fertilizante no meio ambiente.

3.4- Digestibilidade dos ingredientes

Com a demanda crescente de alimentos balanceados eficientes e altamente assimiláveis, e que produzam menos dejetos de nitrogênio e de fósforo, o estudo da digestibilidade tem gerado grande interesse pelos pesquisadores. Manríquez (1993) indica que no Chile existe uma norma ambiental que obriga a um mínimo de digestibilidade de um alimento de 80% e que em outros países também existe limitações sobre o máximo de alguns nutrientes (Tabela 1).

Tabela 1- Normas de digestibilidade em diferentes países.

| | Dinamarca | Suécia | Alemanha | Grécia | Chile |
|---------------------------------|------------|--------|----------|--------|-------|
| Digestibilidade do alimento (%) | - | | | >85 | >80 |
| Digestibilidade da energia (%) | >70 | | | | |
| Conteúdo de nitrogênio (%) | >8 | <8 | <7.5 | | |
| Conteúdo de fósforo (%) | <1 | <1 | <1 | | |
| Conteúdo de energia bruta | 5.6 kcal/g | 17Mj/g | 20Mj/g | | |

O coeficiente de digestibilidade pode ser calculado por dois métodos, o indireto, em que a coleta de excretas é parcial, utilizando-se indicadores como substância referência, e o direto, no qual a quantificação do alimento ingerido e a coleta de excretas são totais (Noüe e Choubert, 1986); (NRC, 1993). Tampouco, o método direto ou o indireto consideram a inclusão de material endógeno na excreta. No entanto, os dados de digestibilidade obtidos atualmente estão aparentemente bastante próximos aos valores verdadeiros (NRC, 1993).

De acordo com (Morales et al., 1999), a quantificação do alimento consumido e a coleta total das fezes é dificultada pelo meio aquático, por isso, usa-se preferencialmente o método indireto de determinação de digestibilidade.

A digestibilidade pode ser medida experimentalmente “*in vivo*” por meio de cultivo em condições controladas. Uma técnica freqüentemente utilizada envolve a inclusão de um indicador inerte na ração, coleta e análise de fezes (Tacon e Rodrigues, 1984). E também

pode ser determinada pelo método “*in vitro*” por meio da reação de pH-stat, que permite a simulação da digestão da proteína alimentar com as enzimas das espécies cultivadas (Dimes e Haard, 1994); (Ezquerria et. al., 1997).

O óxido crômico é usado como indicador externo inerte em experimentos de digestão e balanço de nutrientes para animais domésticos, e este indicador tem sido utilizado com sucesso para a determinação da digestibilidade aparente em peixes (Smith e Lovell, 1973); (NRC, 1993); (Degani et al., 1997). Em estudos utilizando óxido crômico como indicador, o nutriente componente da dieta é calculado por intermédio da taxa do indicador para o nutriente no alimento e nas fezes (Hanley, 1987).

A determinação da digestibilidade consiste em avaliar a porcentagem de nutrientes, absorvido no tubo digestivo do animal. Para isso, se avalia a quantidade de alimento consumido e quantidade de fezes excretada com inclusão de um indicador inerte na ração (como o óxido crômico), coleta e análise de fezes. A diferença entre os nutrientes consumidos e os excretados nas fezes dá como resultado a porcentagem da digestibilidade aparente (Cruz-Suárez et al, 2000).

Hajen et. al. (1993) mencionam que a determinação da digestibilidade é essencial não só para formular dietas de baixo custo, como também é muito útil para os estudos de requerimentos nutricionais, seleção de ingredientes com potencial valor nutritivo (com relação à qualidade da matéria prima) e formulação de dietas que minimizem a contaminação da água.

Akiyama et al. (1993) e Brown et al. (1989) consideram que a evolução da digestibilidade resulta na determinação da qualidade de um alimento; adicionalmente o conhecimento da digestibilidade das matérias primas permite realizar uma formulação mais

precisa da dieta, podendo diminuir a quantidade de proteína e utilizando fontes de proteína de menor custo, reduzindo assim substancialmente o preço do alimento.

3.5- Sustentabilidade ambiental

Rações contendo proteína em excesso assim como altos teores de proteína indigerível são fontes de poluição ambiental através dos efluentes de tanques de cultivo (Lemos, 2003). Portanto, nutrientes perdidos como alimento não ingerido e fezes correspondem a perdas econômicas para o criador podendo resultar em degradação ambiental dentro e fora de sua propriedade.

As principais questões colocadas pela indústria da carcinicultura marinha, relativas a sustentabilidade ambiental, referem-se aos impactos ambientais negativos causados pela carcinicultura. Neste sentido, a Global Alliance Aquaculture (GAA) preparou os “Códigos de Práticas para Produção Responsável de Camarões Marinhos”, que descrevem práticas de manejo que deverão ser utilizadas para melhorar o desempenho ambiental da produção de camarões marinhos (Queiroz e Kitamura, 2001). Entre as práticas mais comuns e eficientes pode-se encontrar a utilização de rações de boa qualidade; evitar alimentação em excesso; utilizar densidades de estocagem e taxas de alimentação que não causem uma redução da concentração de oxigênio dissolvido abaixo de 3 mg/L durante a noite, e evitar trocas de água excessivas ou reduzir estas ao mínimo (Costa, 2004).

Muitas vezes, para a formulação de rações para animais aquáticos, são utilizados valores de proteína e energia bruta ou digestíveis de alimentos determinados para outros animais (Aksnes e Opstvedt, 1998), o que não é nutricionalmente adequado, além de

provocar maior impacto tanto à criação quanto ao ambiente, pois os nutrientes não digeridos e absorvidos serão excretados (Sugiura et al., 1998).

Em todo o mundo há esforços para tornar sustentável a carcinicultura e vem se manifestando através de novas tecnologias, adequadas ao modelo de ecodesenvolvimento. Desta forma, essa pesquisa visa como o estudo da digestibilidade das dietas com ingredientes vegetais como farelo de trigo, milho, farelo de soja e protenose, contribuir para a escolha dos ingredientes adequados para a formulação de rações menos poluentes.

O Laboratório de Produção de Alimento Vivo (LAPAVI -UFRPE), já desenvolveu pesquisa visando à substituição da proteína animal com uma fonte de proteína vegetal, tendo obtido resultados satisfatórios, embora um pouco inferiores à ração comercial (Costa, 2004). Com isto, novas pesquisas devem ser desenvolvidas no sentido de desenvolver novas formulações bem como tecnologias de preparo para as rações, a fim de que possam ser nutricionalmente mais adequadas para o consumo pelos camarões da espécie *Litopenaeus vannamei*.

4-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANONYMOUS. 1993 World Feed Panorama: commercial feed consolidation, integrated expansion. Feed International, 14;4-8

AKIYAMA, D.; DOMINY, W.; LAWRENCE, A. L. **Nutrición de camarones peneidos para la industria de alimentos comerciales.** In: Cruz-Suárez L. E., Ricque-Marie D. Y Mendoza-Alfaro R. (Eds) Memórias Del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnologia de Alimentos Para Acuicultura. F.C.B. – U. A. N. L., Monterrey, N. L. México. 1993.

AKSNES, A.; OPSTVEDT, J. Content of digestible energy in fish feed ingredients determined by the ingredient-substitution method. **Aquaculture**, v.161, p.45-53, 1998.

BRIGGS, M. R. P., FUNGE-SMITH, S. J. A nutrient budget of some intensive marine shrimp ponds in Thailand. **Aquacult. Fish. Manage.**, 25, 789-811. 1994

BROWN, P.; ROBINSON, E.; CLARK, A.; LAWRENCE, A. L. Apparent digestible energy coefficients and associative effects in partial diets for rid swamp Crayfish. **Journal of the World Aquaculture Society**. 20(3):122- 126. 1989.

COSTA, W. M. Efeito da Proteína vegetal na qualidade de água dos efluentes da carcinicultura. 2004. 66f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

CRUZ-SUARES, L.E., RICQUE-MARIE, TAPIA-SALAZAR, M., GUAJARDO-BARBOSA, C., 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camaron. Avances en Nutricion Acuicola V. Quinto Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 19-22 Noviembre, 2000. Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados – I.P.N. Merida, Yucatan. Editores: L. Elizabeth Cruz Suarez Cerecedo.

DAVIS, D. A., & MILES, R. D., 2001. Maximize a eficiência da ração mediante o manejo adequado da proteína. Revista da ABCC, 2(2): 60-63.

DAVIS, D. A. & ARNOLD, C. R. (2000). Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture** 185 (3-4), 291-298.

DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, Y. Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp (*Cyprinus carpio* L). **Aquaculture Research**, v.28, n.1, p.23-28, 1997.

DIMES, L. E.; HAARD, N. Estimation of protein digestibility – I. Development of an in vitro method for estimating protein digestibility in salmonids (*salmo gairdneri*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 108A: 349-362. 1994.

EL-SAYED, A. F. M. Total replacement of fish meal whit animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feeds. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 29, p. 275-280, 1980.

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

EZQUERRA, J. M.; GARCIA-CARREÑO, F. L.; CIVERA, R.; HAARD, N. F. pH-stat method to predict digestibility in vitro in white shrimp *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, 157:249-260. 1997.

FAO. (2002). The State of World Fisheries and Aquaculture. , **FAO Fisheries Department**, Rome, 2002, 159 pp.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J. & SAKOMURA, N. K. (2001). Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Rev. Bras. Zootec.**, 30 (3), 617-626.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J. & SAKOMURA, N. K. (2000). Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Rev. Bras. Zootec.**, 29 (3), 646-653.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: The most important aquaculture species of the 21st Century. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF TILAPIA IN AQUACULTURE 5., Rio de Janeiro, 2000. **Anais**. Rio de Janeiro: Panorama da Aquicultura, 2000. v. 1, p.3-8.

GOMES, E. F. *et al.* Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 130, p. 177-186, 1995.

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

HAJEN, W.; BEAMES, R.; HIGGS, D.; DOSANJB, B. Digestibility of various feed stuffs by post-juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water. Validation of technique. *Aquaculture*. 112:321-332. 1993.

HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity determinations in Tilápia (*Oreochromis niloticus* L). ***Aquaculture***, v.66, n.2, p.163-179, 1987

KAUSHIK, S. J.; COVÈS, D.; DUTTO, G. & BLANC, D. (2004). Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. ***Aquaculture*** 230 (1-4), 391-404.

KAUSHIK, S. J.; CRAVEDI, J. P.; LALLÈS, J. P. ; SUMPTER, J. ; FAUCONNEAU, B. & LAROCHE, M. . (1995). Partial or total replacement of fish meal by soya protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout. ***Aquaculture***,133, 257-274.

LEMOS, D. Testando a qualidade de rações e seus ingredientes para camarões marinhos:determinação in vitro da digestibilidade de proteína com enzimas das espécies de interesse. Revista da ABCC, Recife, ano 6, n.1, p. 59-62. 2000

LIM, C. & DOMINY, W. (1990). Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaeus vannamei*). ***Aquaculture***, 87, 53-63.

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

LOVELL, R. T. *Nutrition and feeding of fish*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.

LOVELL, R.T. Nutrition and feeding of fish. **Journal of Animal Science**, v. 69, n.10,p. 4193-4200, 1991.

MCGOOGAN, B.B.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, v.141, p.233-244, 1996.

MORALES, A.E.; CARDENETE, G.; SANZ, A.; et al. Reevaluation of crude fiber and acid-insoluble ash as intermarkers, alternative to cromic oxide, in digestibility studies with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.179, p.71-79, 1999.

MUZINIC, L. A.; THOMPSON, K. R.; MORRIS, A.; WEBSTER, C. D.; ROUSE, D. B. & MANOMAITIS, L..(2004). Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and brewer's grains with yeast in practical diets for Australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. **Aquaculture**, 230 (1-4), 359-376.

NEW, M.B. & WIJKSTRÖM, U.N. (2002). Use of fish meal and fish oil in aquafeeds: further thoughts on the fish meal trap. FAO Fish. Circ. 975, Rome, 61 pp.

NOÛE, J.; CHOUBERT, G. Digestibility in rainbow trout: comparison of the direct and indirect methods of measurement. **The Progressive Fish-Culturist.**, v.48, p.190-195, 1986.

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

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

PEZZATO, L.E. *et al.* Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

PEZZATO, L.E. *et al.* Valor nutritivo do farelo de coco para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.22, n.3, p.695-699, 2000.

POPMA, T. J.; LOVSHIN, L. L. 1996. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. *Res. Dev. Se.*, Alabama, n. 41., 23p.

QUEIROZ, J. F.; KITAMURA, P. C. Sustentabilidade ambiental do camarão marinho brasileiro cultivado: gestão ambiental e demandas de pesquisas. **Revista da ABCC**, Recife, ano 3, n.3, p. 69-74. dez. 2001.

SADIKU, S.O.E.; JUANCEY, K. Digestibility, apparent amino acid availability and waste generation potential of soybean flour: poultry meat meal blend based diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), fingerlings. *Aquaculture Research*, v.26, p.651-657, 1995.

SAMOCHA, T. M.; DAVIS, D. A.; SAOUD, I. P. & DEBAULT, K. (2004). Substitution of fish meal by co-extruded soybean poultry by-product meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture** 231 (1-4), 197-203.

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

SILVA, D.J. Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos). 1. ed. Viçosa –MG, Imprensa Universitária – UFV. 1990, 165 p.

SMITH, B.W.; LOVELL, R.T. Determination of apparent protein digestibility in feeds for channel catfish. **Transaction of the American Fisheries Society**, v.4, p.831-835, 1973.

SUDARYONO, A.; TSVETNENKO, E.; J. HUTABARAT; SUPRIHARYONO & EVANS, L. H. (1999). Lupin ingredients in shrimp (*Penaeus monodon*) diets: influence of lupin species and types of meals, **Aquaculture**, 171 (1-2), 121-133.

SUGIURA, S.H. et al. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 159, p. 177-202, 1998.

SULLIVAN, J.A.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morene saxatilis* x *Morene chrysops*). **Aquaculture**, v.138, p.313-322, 1995.

TACON, A. G.; RODRIGUES, A. M. P. Compararion of chromic oxide, crude fibre, polyethylene and acid-insoluble ash as dietary markers for the estimation of apparent digestibility coefficients in raimbow trout. 1984.

TIDWELL, J. H.; WEBSTER, C. D.; YANCEY, D. H. & D'ABRAMO, L. R. (1993). Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and distillers' by-products in

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

diets for pond culture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). **Aquaculture**, 118 (1-2), 119-130.

WATANABE, T.; VERAKUNPIRIYA, V.; WATANABE, K.; VISWANATH, K. & SATOH, S. (1998). Feeding of rainbow trout with non-fish meal diets. **Fish. Sci.** 63, 258–266.

ARTIGO

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DIETAS COM DIFERENTES
NIVEIS DE PROTEÍNA VEGETAL NA ALIMENTAÇÃO DO CAMARÃO MARINHO
Litopenaeus vannamei (Boone, 1931).

Submetido a Revista Acta Scientiarum: Animal Science

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DE DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA VEGETAL NA ALIMENTAÇÃO DO CAMARÃO MARINHO

Litopenaeus vannamei (Boone,1931).

Elizabel Oliveira Silva ^{1*}, Airon Aparecido Silva de Melo², Elton Lima dos Santos²,
Waleska de Melo Costa, Emannuell Felipe Beserra da Silva¹, Alfredo Ferreira de Moraes
Neto, Alfredo Olivera Gálvez¹.

¹Laboratório de Maricultura Sustentável, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife - PE, CEP 52171-900. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.* Autor para correspondência. e-mail: elizabelmelo@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a digestibilidade aparente corrigida por lixiviação da matéria seca, utilizando-se ração com ingredientes vegetais em substituição da proteína animal em dietas completas para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone,1931). O experimento foi realizado na Estação de Aquicultura da UFRPE. Utilizou-se camarões juvenis da espécie *Litopenaeus vannamei*, com peso médio inicial de $4 \pm 1,5$ g, provenientes da Fazenda Costa Durada - PE. Os animais foram alojados em 16 aquários de vidro (60x40x50 cm), com 6 animais por aquário. As dietas experimentais consistirão de quatro rações com diferentes níveis de proteína vegetal (0%, 25%, 50% e 75%) em substituição a farinha de peixe. O delineamento experimental utilizado foi

inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Não foi verificado influencia da substituição da proteína animal sobre a digestibilidade aparente da proteína (94,91; 96,20; 93,33; 92,48%) e matéria seca (93,33; 95,30; 92,25; 90,92%) bem como na digestibilidade aparente corrigida por lixiviação da matéria seca (93,36; 95,06; 91,46; 90,64%) das dietas experimentais, respectivamente.

Palavras-chave: digestibilidade, proteína, camarão marinho, animal, lixiviação, nutrientes.

ABSTRACT: The objective of that work was to determine the coefficient of apparent digestibility of the dry matter and of the crude protein and the apparent digestibility corrected by leaching of the dry matter, being used ration with vegetable ingredients in substitution of the animal protein in complete diets for the shrimp sea *L. vannamei* (Boone, 1931). The experiment was accomplished in the Station of Aquaculture in UFRPE. It was used juvenile shrimps of the species *L. vannamei*, with weight medium initial of 4 + 1,5g, originated Farm Costa Dourada - PE. The animals were housed in 16 glass aquariums (60x40x50 cm), with 6 animals for aquarium. The experimental diets will consist of four rations with different levels of vegetable protein (0%, 25%, 50% and 75%) in substitution the fish flour. The experimental design used was allocated in with four treatments and four repetitions. It was not verified influences of the substitution of the animal protein on the apparent digestibility of the protein (94,91; 96,20; 93,33; 92,48%) and dry matter (93,33; 95,30; 92,25; 90,92%) as well as in the apparent digestibility corrected by leaching of the dry matter (93,36; 95,06; 91,46; 90,64%) of the experimental diets, respectively.

Key words: Digestibility, protein, shrimp sea, animal, leaching, nutrients.

Introdução

A alimentação representa mais de 60% do custo de produção da aquicultura, sendo as fontes protéicas as mais onerosas. Devido à escassez da farinha de peixe (FP) e ao aumento na demanda em função do aumento na produção de animais, os nutricionistas têm tentado substituir parcialmente ou totalmente esta fonte por outros subprodutos animais ou vegetais (EL-Sayed, 1999).

A carcinicultura é uma atividade que vem crescendo no Brasil nos últimos anos, principalmente no Nordeste, que apresenta o maior potencial para esta atividade no Brasil. Conseqüentemente, a formulação de uma dieta que atinja os requerimentos protéicos torna-se crítica uma vez que a proteína é um dos principais nutrientes limitantes para o crescimento dos animais (Davis e Kureshy, 2002).

A farinha de peixe é a mais utilizada por apresentar um bom balanço de aminoácidos essenciais, ácidos graxos essenciais, vitaminas, minerais e, também por melhorar a palatabilidade (Samocha, 2004). Contudo, crescentes demandas globais por óleo e farinha de peixe (FAO, 2002) têm ampliado a necessidade de mais investigações sobre o potencial de fontes alternativas de proteínas para elaboração de rações para aquicultura (New e Wijkström, 2002).

Porém poucos são os trabalhos sobre a digestibilidade destes alimentos para os camarões, principalmente com relação aos alternativos. Devido à grande diversidade de espécies, as investigações com peixes, apesar de acumularem décadas, ainda se apresentam escassas quando comparadas com outras espécies zootécnicas (Pezzato, 1999).

Estudos de digestibilidade são importantes para o desenvolvimento de rações para o uso na aquicultura (Jones e De Silva, 1997), sendo um dos aspectos mais relevantes para

avaliar a capacidade de uma determinada espécie em utilizar os nutrientes de um determinado alimento (Hanley, 1987), além de ser um indicador potencial da energia e nutrientes disponíveis para o crescimento, manutenção e reprodução do animal, bem como dos níveis de nutrientes indigestíveis para avaliação de resíduos da aquicultura (Cho, 1993).

A determinação da digestibilidade consiste em avaliar a porcentagem do alimento que se retém ou se absorve no tubo digestivo do animal. Para isso se avalia a quantidade de alimento consumido e quantidade de fezes excretada. A diferença entre os nutrientes consumidos e os excretados nas fezes dá como resultado a porcentagem da digestibilidade aparente (Cruz-Suárez, 2000).

O óxido crômico é usado como indicador inerte em experimentos de digestão e balanço de nutrientes para animais domésticos, e este indicador tem sido utilizado com sucesso para a determinação da digestibilidade aparente com espécies aquáticas (Smith e Lovell, 1973); (NRC, 1993); (Degani et al., 1997). Em estudos utilizando óxido crômico como indicador, o nutriente componente da dieta é calculado por intermédio da taxa do indicador para o nutriente no alimento e nas fezes (Hanley, 1987).

Hajen et al. (1993) mencionam que a determinação da digestibilidade é essencial não só para formular dietas de baixo custo, como também é muito útil para os estudos de requerimentos nutricionais, seleção de ingredientes com potencial valor nutritivo (com relação a qualidade da matéria prima) e formulação de dietas que minimizem a contaminação da água.

Akiyama et al. (1993) e Brown et al. (1989) consideram que a evolução da digestibilidade resulta na determinação da qualidade de um alimento. Adicionalmente o conhecimento da digestibilidade das matérias-primas permite realizar uma formulação mais

precisa da dieta, podendo diminuir a quantidade de proteína e utilizar fontes de proteína de menor custo, reduzindo assim substancialmente o custo do alimento.

Segundo Davis e Kureshy (2002) a proteína é um nutriente limitante para o crescimento animal, e a disponibilidade dietética e o conteúdo de proteína do alimento pode afetar a qualidade da água por excreção de nitrogênio.

A viabilização da produção de uma ração de baixo custo para cultivo de camarões marinhos beneficiaria não somente os grandes empreendimentos de cultivo já instalados, mas também as populações litorâneas, as que vivem próximas de estuários, lagoas costeiras, e todas as que tenham acesso à água salgada para cultivo de camarões marinhos.

A substituição de proteína animal por proteína vegetal também tem um outro propósito, que é reduzir a quantidade de farinha de peixe na formulação da ração para camarão, sendo o mesmo um produto da pesca sobre espécies pelágicas. Com a utilização de fontes protéicas de origem vegetal se estaria contribuindo para proteger espécies de peixes marinhos e para tentar recuperar o equilíbrio do meio ambiente marinho.

A elaboração de ração para aquicultura depende atualmente de um grande aporte de farinha de peixe. Com a progressiva escassez desse insumo no mercado mundial, a produção de uma ração comercial de qualidade dependerá, em futuro breve, da elaboração de um substituto adequado para a farinha de peixe, tanto no aspecto nutricional como de custo.

O presente trabalho tem por objetivo determinar o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e proteína, digestibilidade aparente da matéria seca corrigida por lixiviação, utilizando-se ingredientes vegetais em substituição da proteína animal para ração do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado na Estação de Aqüicultura Continental Prof.º Johei Koike do Departamento de Pesca e Aqüicultura, UFRPE e Laboratório de Produção de Alimento Vivo (LAPAVI -UFRPE) , durante o período de novembro de 2005 a janeiro de 2006.

Foram utilizados camarões juvenis da espécie *Litopenaeus vannamei*, com peso médio inicial de $4g \pm 1,5g$, provenientes da Fazenda Costa Dourada, localizada em Barra de Sirinhaem/PE, por sete dias anteriormente ao início da alimentação com as dietas experimentais, os camarões foram aclimatados ao ambiente experimental e alimentados com uma ração formulada com níveis protéicos de acordo com as exigências nutricionais.

Os animais foram alojados em 16 aquários de vidro (60x40x50 cm), sobre folhas de isopor, com troca parcial de água e aeração forçada por soprador e pedras difusoras, o volume útil de água por aquário foi de 50 l e a salinidade foi mantida em 35 ups, as excretas foram removida através de sifonamento e armazenadas para posterior determinação da digestibilidade. As variáveis de qualidade da água temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, foram monitoradas semanalmente como pratica de rotina de laboratório.

As dietas experimentais consistiram de quatro rações com diferentes níveis de proporções de proteína vegetal (0%, 25%, 50% e 75%) de substituição da farinha de peixe. As rações foram isoprotéicas e formuladas com base nos requerimentos nutricionais do camarão *L. vannamei*.

Os ingredientes secos foram previamente misturados antes de serem incorporados os óleos. A seguir foram adicionados 350 ml de água até formar uma pasta consistente, que foi extrusada em moedora elétrica de carne, para produzir péletes de 3 mm de diâmetro, e estes foram colocados em bandejas para secagem em estufa a 60⁰ C por 12 horas.

As quatro rações experimentais foram formuladas com substituição da proteína animal pela vegetal e foram constituídas de farelo de soja, milho, protenose, óleo de soja, fosfato bicálcico, lecitina de soja, premix mineral e vitamínico, vitamina C, sal e suplementado com metionina para correção da deficiência do aminoácido, além de óxido crômico como indicador externo (tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes da dieta

| | Níveis de substituição de farinha de peixe | | | |
|-------------------|--|--------|--------|--------|
| | 0% | 25% | 50% | 75% |
| Milho | 39,61 | 32,70 | 26,89 | 19,68 |
| Farelo soja | 19,62 | 28,45 | 33,93 | 43,52 |
| Protenose | - | 3,72 | 9,80 | 12,96 |
| Farinha de peixe | 35,00 | 26,25 | 17,50 | 8,75 |
| Óleo de peixe | 1,54 | 2,33 | 2,99 | 3,83 |
| Fosfato bicálcico | - | 1,78 | 3,55 | 5,32 |
| Calcário | - | 0,43 | 0,88 | 1,32 |
| DI-Metionina | 0,02 | 0,05 | 0,07 | 0,11 |
| Sal comum | 1,04 | 1,12 | 1,22 | 1,34 |
| Outros* | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |
| Lecitina | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Melaço | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

*Premix purina enriquecido por kg de produto: vitamínico (0,3%): vit A (3.800UI), vit D3 (1.900UI), vit E (140UI), vit K (20mg), ácido fólico (7mg), colina (1.400mg), biotina (0,20mg), niacina (130mg), pantotenato de cálcio (40mg), tiamina (15mg), riboflavina (20mg), piridoxina (20mg), vit B12 (20mcg) e premix mineral (0,3%): magnésio (0,4 g), manganês (10mg), cobre (50mg), zinco (100mg), Iodo (0,3mg), selênio (0,15mg), BHT (0,02), vit C (0,05%).

fezes por aquário (peso úmido). Realizou-se por sifonamento e foram lavadas imediatamente depois de coletadas com água destilada, acondicionadas em potes plásticos, devidamente identificadas por repetição e congeladas após cada coleta.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das rações foram determinados de acordo com a fórmula descrita por Noose (1960):

$$\text{CDA (\%)} = 100 - 100 \times \frac{(\% \text{CrO}_3 \text{ d}) \times (\% \text{Nf})}{(\% \text{CrO}_3 \text{ f}) \times (\% \text{N na d})}$$

Onde: CDA = coeficiente de digestibilidade aparente; %CrO₃ d = porcentagem de óxido crômico na dieta; %CrO₃ f = porcentagem de óxido crômico nas fezes; %NF = porcentagem de nutrientes nas fezes; %Nd = porcentagem de nutrientes na dieta;

A perda de matéria seca (PMS) e proteína (PP) nas dietas experimentais foram determinadas através das seguintes fórmulas descritas por Cruz Suarez et al, (2002):

$$\text{PMS (\%)} = 100 \times \frac{(\text{P ABS antes de lixiviar}_{(1)} - \text{P ABS depois de lixiviar}_{(2)})}{\text{P ABS depois de lixiviar}_{(2)}}$$

Onde: PABS antes de lixiviar₍₁₎ = Peso do alimento com base seca antes de lixiviar; PABS depois de lixiviar₍₂₎ = Peso alimento com base seca depois de lixiviar.

Com base na determinação das porcentagens de lixiviação da matéria seca (PMS) das dietas antes e depois da ingestão da dieta, foi realizada análise bromatológica da lixiviação, em seguida se corrigiu a digestibilidade aparente da matéria seca das dietas, aplicando a seguinte equação: DAMSDlixcorr (%) = 100 - 100 x (%Cr dieta/%Cr fezes) x (1/(1-%PMS/100)).

As análises dos alimentos e das dietas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, de

acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Se determinou a lixiviação das dietas (perdas de matéria seca) depois de uma hora de imersão em água marinha a 28° C e 35% de salinidade, com três repetições por dieta, pelo método descrito por (Obaldo, 2002). A análise do óxido crômico foi realizada no Laboratório de Química do Solo da UFRPE, de acordo com a metodologia descrita por (Silva e Queiroz, 2002).

Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão, através do Sistema de Análise Estatística e Genética, SAEG (UFV, 1998).

Resultados e Discussão

Na tabela 4 são apresentados os resultados médios de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB), e matéria seca corrigida para lixiviação (CDMScor) das rações experimentais

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) médios, da matéria seca (MS), proteína bruta (PB e matéria seca corrigida para lixiviação (MScor) das rações experimentais, em função da substituição da farinha de peixe por proteína vegetal.

| CDA | Níveis de substituição da farinha de peixe | | | | CV (%) |
|-------|--|-------|-------|-------|--------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | |
| MS | 93,77 | 95,30 | 92,25 | 90,92 | 4,29 |
| PB | 94,91 | 96,20 | 93,33 | 92,48 | 3,20 |
| MScor | 93,36 | 95,06 | 91,46 | 90,64 | 4,60 |

Os valores médios de digestibilidade aparente encontrados estão próximos daqueles verificados na literatura consultada, indicando que a utilização do indicador inerte óxido crômico, fornecido nas rações ou introduzido diretamente no trato digestivo, estima com segurança a produção de matéria seca fecal em sistemas de criação de camarão marinho, o que há muito tempo vem sendo empregada como marcador biológico para animais utilizado em estudos de nutrição, estimando com segurança a digestibilidade em função da sua inércia química em sistemas digestivos promovendo a produção de matéria seca fecal, atravessando o sistema digestivo, sem reagir, solubilizar-se, ou sofrer absorção devendo ser totalmente recuperado através das fezes (Furukawa e Tsukahara, 1966; Kotb e Luckey, 1972).

Os valores de digestibilidade para todas as dietas foram maiores que 90%, e não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Os alimentos com digestibilidade superiores a 80% são potencialmente promotores de boas taxas de crescimento, para que se possa correlacionar com o crescimento é necessário que não exista nenhum nutriente limitante na formulação, que impeça a assimilação eficiente dos nutrientes digeridos na formação do tecido e que o alimento seja consumido adequadamente (Cruz Soares, 2000), (Divakaran et al., 2000) demonstra que a digestibilidade aparente da proteína do farelo de soja é superior a 89% para o *L. vannamei*.

Provavelmente a digestibilidade da MS não diferiu devido ao balanceamento dos nutrientes e a qualidade dos ingredientes de origem vegetal serem de alta qualidade, como o farelo de soja, o milho e resultados estes comparados aos relatados por Cruz Soares, (2000)

Quanto a digestibilidade da PB, também não verifica-se diferença significativa, provavelmente devido ao correto balanceamento das rações, principalmente com referencia

aos aminoácidos e ácidos graxos, componentes essenciais na dieta de animais aquáticos, uma vez que no presente trabalho a substituição da farinha de peixe foi feita por grupo de alimentos vegetais e aditivos e não por um único alimento, o que poderá ter fornecido nutriente em quantidade e qualidade para substituir a farinha de peixe.

A substituição parcial da proteína animal (como a farinha de peixe) por proteína vegetal já foi obtida para algumas espécies de camarões marinhos como *Litopenaeus vannamei*, *Penaeus monodon*, as inclusões variando de 28% a 80% (Davis e Arnold, 2000; Sudaryono *et al.* 1999; Lim e Dominy, 1990), coincide com níveis de substituição sugeridos nesse estudo de 75% da farinha de peixe pelos ingredientes utilizados (farelo de soja, milho e protenose).

Níveis sugeridos no presente estudo esta condizentes com os resultados de (Davis e Arnold, 2000) onde demonstram a viabilidade de se substituir até 80% da farinha de peixe por produto coextrusado a base de subprodutos avícolas com soja e ovo (53,1% proteína bruta), sem obter nenhum efeito aparente na sobrevivência ou crescimento do camarão, melhorando significativamente o ganho de peso e a conversão alimentar . Também concorda com os resultados de (Samocho *et al.*, 2004), os quais chegaram a substituir 100% da farinha de peixe pelos mesmos produtos acima citados em tanques exteriores com produção primária.

Quando se corrigiu a lixiviação, as diferenças se mantiveram iguais ($p=0,05$) para DAMScor, já que as taxas de lixiviação foram muito similares para todas as dietas. Os valores corrigidos para lixiviação foram ligeiramente mais baixos que os valores não corrigidos, porque os nutrientes perdidos na água não foram considerados como ingeridos e digeridos pelo camarão.

(Cruz Soares et al., 2002), menciona que a formulação dos alimentos não só tem que atender os requerimentos dos animais; deve também produzir um alimento muito estável em água porque os camarões se alimentam lenta e continuamente. A estabilidade em água é de suma importância na alimentação do camarão, já que uma grande quantidade de nutrientes se dissolvem nas primeiras duas ou três horas depois de sua distribuição podendo também perder o benefício de uma perfeita formulação da dieta.

Os resultados de digestibilidade aparente da MS e PB e os resultados da digestibilidade aparente da MS quando corrigida pela perda por lixiviação, foram comparados e não demonstraram diferença significativa ($P < 0,05$), de acordo com figura 1.

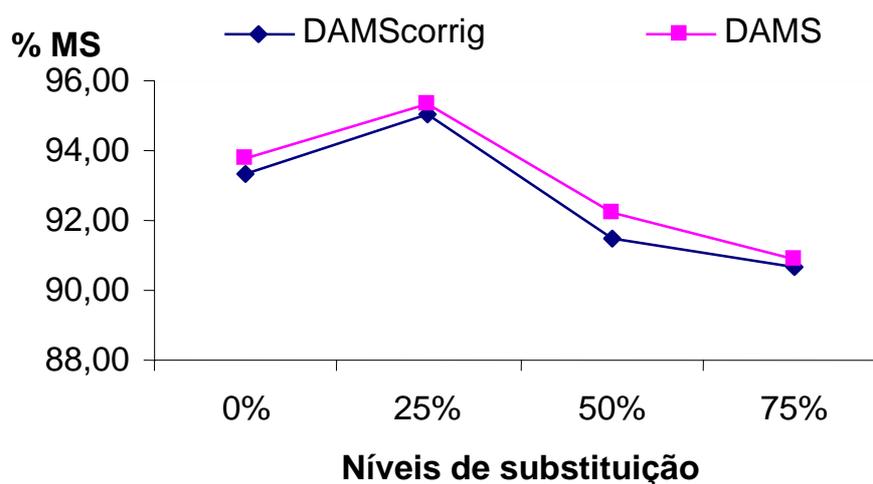


Figura 1. Digestibilidade Aparente da MS (%) corrigida por lixiviação

Estudo da digestibilidade dessas dietas pode constituir um indicador mais preciso da disponibilidade de nutrientes do alimento e de seu potencial para promover resultados satisfatórios na redução de insumos para produção de rações, proporcionando bom incremento na cadeia produtiva.

A produção de ração para a aqüicultura depende atualmente de um grande aporte de farinha de peixe. Com a progressiva escassez desse insumo no mercado mundial, a produção de uma ração comercial de qualidade dependerá, em futuro breve, da elaboração de um adequado substituto para a farinha de peixe, tanto no que se refere à eficiência nutricional como ao custo final de produção.

Conclusões

Com os resultados do presente trabalho pode-se concluir que os ingredientes vegetais (farelo de soja, milho e protenose), apresentaram valores de coeficiente de digestibilidade que justificam a substituição de 75% da farinha de peixe nas rações para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.

Literatura Citada

AKIYAMA, D.; DOMINY, W.; LAWRENCE, A. L. **Nutrición de camarones peneidos para la industria de alimentos comerciales**. In: Cruz-Suárez L. E., Ricque-Marie D. Y Mendoza-Alfaro R. (Eds) Memórias Del Primer Simposium Internacional de Nutricion y Tecnologia de Alimentos Para Acuicultura. F.C.B. – U. A. N. L., Monterrey, N. L. México. 1993.

BROWN, P.; ROBINSON, E.; CLARK, A.; LAWRENCE, A. L. Apparent digestible energy coefficients and associative effects in partial diets for rid swamp Crayfish. **Journal of the World Aquaculture Society**. 20(3):122- 126. 1989.

CHO, C.Y. Digestibility of feedstuffs as a major factor in aquaculture waste management. In: KAUSHIK, S.J.; LAQUET, P. (Eds.) **Fish nutrition practice**. Paris: INRA, 1993. p.363-374.

CRUZ-SUARES, L.E., RICQUE-MARIE, TAPIA-SALAZAR, M., GUAJARDO-BARBOSA, C., 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camaron. Avances en Nutrición Acuicola V. Quinto Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 19-22 Noviembre, 2000. Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados – I.P.N. Merida, Yucatan. Editores: L. Elizabeth Cruz Suarez Cerecedo.

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

CRUZ-SUÁREZ, L. E., TAPIA-SALAZAR, M., RICQUE- MARIE, D., GARCÍA-FLORES, A., PEÑA-ORTEGA, L. O., NAVARRO-GONZÁLEZ, H. A.,: compiladores. L. Elizabeth Cruz Suárez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar, Martha G. Nieto López y Lizbeth Fabiola Marín-Zaldívar., 2002. Historia y estatus actual de la digestibilidad de alimentos comerciales para camarón en México de 1998 a la fecha. II Curso LANCE en Acuicultura, 13 al 17 de Mayo del 2002. Monterrey Nuevo León México.

DAVIS, D. A. & ARNOLD, C. R. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture** 185 (3-4), 291-298. 2000.

DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, Y. Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp (*Cyprinus carpio* L). **Aquaculture Research**, v.28, n.1, p.23-28, 1997.

EL-SAYED, A. F. M. Total replacement of fish meal whit animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feeds. *Aquacult. Res.*, Oxford, v. 29, p. 275-280, 1980.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture, **FAO Fisheries Department**, Rome, 2002, 159 pp. 2002.

FURUKAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion metod for the determination of chromic oxide as na index in the study of digestibility of fish food. *Bulletin of the Japanese Society Science Fisheries*, v.32, p. 502-506, 1996.

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

HAJEN, W.; BEAMES, R.; HIGGS, D.; DOSANJB, B. Digestibility of various feed stuffs by post-juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water. Validation of technique. *Aquaculture*. 112:321-332. 1993.

HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity determinations in Tilápia (*Oreochromis niloticus* L). ***Aquaculture***, v.66, n.2, p.163-179, 1987.

JONES, P.L.; DE SILVA, S.S. Apparent nutrient digestibility of formulated diets by the Australian freshwater crayfish *Cherax destructor* Clark (Decapoda, Parastacidae). *Aquaculture Research*, v.28, n.11, p.881-891, 1997

KOTB, A. R.; LUCKEY, T.D. Markers in nutrition. *Nutrition Abstract Review*, v.42, p.613-645, 1972.

LIM, C. & DOMINY, W. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaeus vannamei*). ***Aquaculture***, 87, 53-63. 1990.

NEW, M.B. & WIJKSTRÖM, U.N. Use of fish meal and fish oil in aquafeeds: further thoughts on the fish meal trap. *FAO Fish. Circ.* 975, Rome, 61 p.2002.

NOSE, T. On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus* L.) and rainbow trout (*Salmo irideus* G.). *Bulletin Freshw. Fish. Res. Lab.*, Tokyo, v. 10, p. 11-22, 1960.

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

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

OBALDO, L.G.; DIVAKARAN, S.; TACON, A.G. Method for determining the physical stability of shrimp feed in water. **Aquaculture Research**, [S. l.], v. 33, p. 369-377, 2002.

PEZZATO, L.E. Alimentação de peixes - Relação custo benefício. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.109-118.

SAMOCHA, T. M.; DAVIS, D. A.; SAOUD, I. P. & DEBAULT, K. Substitution of fish meal by co-extruded soybean poultry by-product meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture** 231 (1-4), 197-203. 2004.

SMITH, B.W.; LOVELL, R.T. Determination of apparent protein digestibility in feeds for channel catfish. **Transaction of the American Fisheries Society**, v.4, p.831-835, 1973.

SUDARYONO, A.; TSVETNENKO, E.; J. HUTABARAT; SUPRIHARYONO & EVANS, L. H. Lupin ingredients in shrimp (*Penaeus monodon*) diets: influence of lupin species and types of meals, **Aquaculture**, 171 (1-2), 121- 133. 1999.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos . 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - MG, 2002.

SILVA, E. O. Substituição parcial de proteína animal por vegetal ...

UFV – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG – Sistema de análise estatística e genética, versão 8.0. Viçosa (manual do usuário), 1998.