

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

INGREDIENTES PROTEICOS NA ALIMENTAÇÃO DO CAMARÃO
Litopenaeus vannamei (BOONE, 1931)

CESAR ANTUNES ROCHA NUNES
Zootecnista

**RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

INGREDIENTES PROTEICOS NA ALIMENTAÇÃO DO CAMARÃO
Litopenaeus vannamei (BOONE, 1931)

CESAR ANTUNES ROCHA NUNES

**RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2014**

CESAR ANTUNES ROCHA NUNES

INGREDIENTES PROTEICOS NA ALIMENTAÇÃO DO CAMARÃO
Litopenaeus vannamei (BOONE, 1931)

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição de Não ruminantes

Comitê de Orientação:

Profª Dr. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke – Orientador(a) Principal
Prof. Dr. Clóvis Matheus Pereira – Co- orientador

RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2014

Ficha catalográfica

N972i Nunes, César Antunes Rocha
Ingredientes proteicos na alimentação do camarão
Litopenaeus vannamei (BOONE, 1931)/ César Antunes
Rocha Nunes. – Recife, 2014.
104 f. : il.

Orientador(a): Maria do Carmo Mohaupt Marques
Ludke.
Tese (Programa de Doutorado Integrado em
Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento Zootecnia, Recife, 2014.
Referências.

1. Alimento alternativo 2. Camarão branco 3. Digestão
4. Desempenho I. Ludke, Maria do Carmo Mohaupt
Marques, orientadora II. Título

CDD 636

CESAR ANTUNES ROCHA NUNES
INGREDIENTES PROTEICOS NA ALIMENTAÇÃO DO CAMARÃO
***Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931)**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 21 de fevereiro de 2014

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia/DZ/UFRPE

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Pesca e Aquicultura/UFRPE

Prof. Dr. Alvaro José de Almeida Bicudo
Universidade Federal Rural de Pernambuco
UAG/UFRPE

Prof. Dr. Elton Lima Santos
Universidade Federal de Alagoas
Departamento de Zootecnia/CECA/UFAL

Prof. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Zootecnia/DZ/UFRPE
Presidente

RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2014

Dedicatória

A Renata Antunes Rocha Nunes (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força imensurável que me guiou nos momentos de aflição e falta de direção, me devolvendo a saúde que precisava para realizar meus deveres de filho, pai, marido, trabalhador e estudante, desenvolvendo todas as tarefas sempre com a ajuda de pessoas iluminadas ao meu redor.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, pela oportunidade de estudar em uma grande e renomada instituição de ensino.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão da bolsa de estudo e taxa de bancada.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB por ceder à estrutura experimental, funcionários e discentes.

À Bahia Pesca e Valença Maricultura por ter cedido material biológico para os experimentos. À Guaraves Alimentos, Rações Primor e Pratigi Alimentos por cederem insumos para elaboração das dietas experimentais.

Aos meus pais Agnello Nunes e Filho e Zélia Antunes Rocha Nunes, pelos exemplos de ética, honestidade e demonstrações de total confiança no filho.

A família de minha esposa, meus sogros Orlando Cerqueira Reis e Maria Antônia pela incondicional ajuda em tantos momentos de dificuldade. A minhas cunhadas Elaine e Carla pela ajuda de sempre e pelo amor eterno sempre demonstrado pelo meu filho. Aos meus concunhados Anderson e Helder pelos belos momentos juntos. Ao Anderson pelo interesse e ajuda na nomeação para professor da UNEB e por ser um “DINDO” formidável para meu filho. Obrigado meu “BROTHER” Helder, pelo exemplo de pessoa, pai e amigo que sempre foi e será para mim, obrigado pelo carinho e atenção sempre dedicados a nossa família.

A minha esposa Ivana Miranda Reis por ter me ajudado em tantos momentos difíceis que passamos, pelo amor a mim dedicado e por ter me proporcionado a maior felicidade que um ser humano pode ter na vida: um filho.

A Francisco Reis Antunes, que me ensina todos os dias como é fácil ser feliz, educado, de bem com a vida e amar as pessoas não importando se a recíproca é verdadeira. Obrigado meu filho, te amo você é o principal motivo por todo esforço que faço.

A minha orientadora Maria do Carmo pela paciência e por ter aceitado o desafio de estudar nutrição de camarões, trazendo sua experiência e dedicação no desenvolvimento das pesquisas, fundamentais para as discussões feitas neste período.

Ao meu co-orientador Clóvis Matheus Pereira, pela grande confiança em meu trabalho, ajuda incondicional, pelas críticas e por nossas conversas sempre muito produtivas e humoradas. Você é meu maior exemplo de profissional, te agradeço por tudo e que Deus possa sempre te dar tudo em dobro.

Ao professor Carlos Bôa-Viagem pelas aulas, conversas e pelo exemplo de profissional dedicado e com amor pela profissão.

Ao professor Fernando Porto pelas orientações e sugestões na pesquisa, fundamentais para o desenvolvimento dos trabalhos.

A professora Carla Fernandes Macedo pela grande contribuição nas discussões e por todo apoio que exigiam a execução dos experimentos.

A professora Adriana Bagaldo pela paciência e grande ajuda nas análises químicas.

A todos os professores, funcionários, colegas e amigos, em especial a seu Dedinho, Cristina, Cyntia e Lebre que contribuíram direta ou indiretamente em minha vida, facilitando os meus estudos e tornando minha permanência em Recife mais feliz.

Aos meus grandes amigos da Pós-Graduação, Felipe Lins, Felipe Cabral, Rafael ENROLADO D'Paula, Rafael Aquino, Anidene Cristina, Stela, Rubens, Mônica, Dorgival, Michel, Luiz Camelo, Stênio, Vanessa, André, Manuela, Juliana, Adílio, Salsicha e a turma "ROLANDO LERO": Misleni, Elayne, Camila Roana, Thayara, Thaysa, Andreza e Almir, grande amigo, irmão, parceiro, gente de fino trato, pessoa com alma do bem, soube nos meus momentos mais tristes e críticos me fazer desistir de ir embora de Recife, obrigado meu irmão, te devo tanta coisa e espero um dia ser um pouco da pessoa boa que você é.

A minha nova amiga Júlia, pessoa batalhadora, dedicada e solícita, exemplo para todos de como conseguir realizar nossos objetivos. Obrigado pelo apoio incondicional na qualificação e defesa. Felicidades para você e Almir!!!!

A meu amigo Marcelo Cavalcante, que me apresentou Recife e tornou minha adaptação mais fácil, obrigado amigo.

A minha querida amiga Carol e amigo Felipe, pela convivência e por ter me aturado nos meus momentos de tristeza e baixo astral. Principalmente na qualificação, onde os dois me fizeram a gentileza de não deixar desistir, meu muito obrigado!!

O João da república, você foi muito importante na minha passagem por Recife e Camaragibe, obrigado cearense pelas risadas e muitos momentos de descontração.

A equipe responsável pela coordenação do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia no período de 2010 a 2014, pelo progresso conquistado nestes anos e pelos resultados alcançados por todos nós juntos.

A Washington Tavechio pela ajuda, incentivo, conversas e cerveja regadas a discussões sobre os trabalhos desenvolvidos.

A Arinalva (UFBA) pela ajuda nas análises químicas no LANA.

Aos alunos da UFRB que trabalharam nos experimentos, Leandro, Daniela, Cristiane, Aline, Eucides, Juliana, Danúbia, Jéssica, Alfredo e Luana. Obrigado especial a José (Zé do camarão) e Igor (Cawboy), pela grande ajuda nos experimentos e principalmente pela convivência sadia que acabou se tornando em AMIZADE verdadeira, sem interesse, sem esquecer-se de produzir ciência e dar boas risadas.

Aos grandes amigos feitos em Cruz das Almas, Ramon, Aura, Bel, Piritiba, André, Pedro, Domingos, Leno, Luiz, Carina, Reginaldo, Luciene e Ian, obrigado por tudo.

Ao amigo Edney, que mesmo distante e sem mesmo me conhecer aceitou me ajudar em uma tarefa difícil, mas que no final ocorreu tudo bem. Grande abraço e que Deus continue te iluminando.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho e ajudaram na minha permanência nas cidades que tive que residir. Quero agradecer também a todos que podem não estar citados aqui com o mesmo reconhecimento.

MUITO OBRIGADO !!!!

BIOGRAFIA

CÉSAR ANTUNES ROCHA NUNES nasceu em 25 de setembro de 1974, em Itapetinga-BA, Brasil, filho de Agnello Nunes e Zélia Antunes Rocha Nunes. Graduado em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia em junho de 2003. Em 2010 obteve o título de mestre em Ciência Animal na área de concentração em nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos, pelo Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Neste mesmo ano ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na área de concentração em Nutrição de Não Ruminantes. Foi professor substituto da Escola de Agropecuária Federal de São Gabriel da Cachoeira-AM, no período de junho de 2003 a junho de 2005. Foi professor substituto da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB no período de outubro de 2011 a março de 2012. Atualmente é professor auxiliar do curso de Engenharia de Pesca da Universidade do Estado da Bahia – UNEB. Em fevereiro de 2014 defendeu sua tese de Doutorado com o título: Ingredientes proteicos na alimentação do camarão *Litopenaeus vannamei* (boone, 1931) em ambiente oligohalino.

SUMÁRIO

	Pagina
LISTA DE TABELAS.....	<i>xiv</i>
LISTA DE FIGURAS.....	<i>xvi</i>
RESUMO GERAL.....	<i>xvii</i>
ABSTRACT.....	<i>xviii</i>
Considerações iniciais	19
Capítulo 1 – Referencial Teórico.....	20
Referências Bibliográficas.....	38
Capítulo 2 - Avaliação nutricional e energética de ingredientes proteicos em camarão (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	48
Resumo	49
Abstract.....	50
Introdução.....	51
Material e Métodos	52
Resultados e Discussão.....	56
Conclusão	60
Referências Bibliográficas.....	61
Capítulo 3 - Levedura de cana-de-açúcar na alimentação do camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i>	67
Resumo	68
Abstract.....	69
Introdução.....	70
Material e Métodos.....	71
Resultados e Discussão.....	75
Conclusão	79
Referências Bibliográficas.....	80

Capítulo 4 - Farinha de cabeça de camarão na alimentação do camarão marinho	
<i>Litopenaeus vannamei</i>	84
Resumo	85
Abstract.....	86
Introdução.....	87
Material e Métodos	88
Resultados e Discussão.....	93
Conclusão	99
Referências Bibliográficas.....	100
Considerações finais.....	104

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2

1. Composição percentual da dieta referência usada no ensaio de digestibilidade para o camarão *L. vannamei*.....54
2. Composição química (na matéria natural) dos ingredientes teste utilizados.....56
3. Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) de alimentos proteicos para o camarão *L. vannamei*.57

CAPÍTULO 3

1. Composição percentual das dietas experimentais com diferentes níveis de levedura de cana-de-açúcar para o *L. vannamei* (Base na matéria natural)73
2. Composição química e coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes expressas na matéria natural.....74
3. Variáveis físico-químicas da água no cultivo de *L.vannamei* em água de baixa salinidade.....76
4. Médias dos resultados de desempenho zootécnico do camarão *L.vannamei* criados em água de baixa salinidade.76

CAPÍTULO 4

1. Composição percentual das dietas experimentais com diferentes níveis de farinha de cabeça de camarão para o *L. vannamei* (Base na matéria natural)91
2. Composição química e coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes expressas na matéria natural.92
3. Variáveis físico-químicas da água no cultivo de *L.vannamei* em água de baixa salinidade.....94
4. Médias dos resultados de desempenho zootécnico do camarão *L.vannamei* criados em água de baixa salinidade...94

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3

1. Efeito dos níveis de inclusão da levedura de cana-de-açúcar sobre o ganho de peso dos camarões.....78
2. Efeito dos níveis de inclusão da levedura de cana-de-açúcar sobre a conversão alimentar dos camarões.....79

CAPÍTULO 4

1. Efeito dos níveis de inclusão da farinha de cabeça de camarão sobre o peso final dos camarões.....95
2. Efeito dos níveis de inclusão da farinha de cabeça de camarão sobre o ganho de peso dos camarões.....95
3. Efeito dos níveis de inclusão da farinha de cabeça de camarão sobre a Biomassa dos camarões.....97
4. Efeito dos níveis de inclusão da farinha de cabeça de camarão sobre a produtividade dos camarões..97

RESUMO GERAL

Avaliou-se ingredientes alternativos para o camarão *Litopenaeus vannamei*, com a realização de três experimentos: um de digestibilidade e dois de desempenho. Utilizou-se 720 camarões, com peso médio de 8g e densidade de 30 camarões/200L. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos: uma dieta referência (RR) e cinco dietas teste compostas de 70% da RR e 30% do ingrediente (Farinha de vísceras de aves - FV, Feno da folha de mandioca - FFM, Farinha de cabeça de camarão - FCC, levedura de cana-de-açúcar - LC e Farelo de mamona - FM) e quatro repetições. A FCC proporcionou os melhores resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da energia bruta, proteína bruta, extrato etéreo, e a LC apresentou o melhor resultado do CDA da matéria seca. No desempenho com LC e FCC, utilizou-se 210 camarões para ambos, com peso médio de 2,0g e 1,78g, respectivamente e período de 30 dias para cada experimento. As dietas foram compostas por: ração referência com 0% e três dietas teste com 10%, 20% e 30% de inclusão do ingrediente. Utilizou-se DIC com quatro tratamentos e cinco repetições para ambos os experimentos. Nos resultados com LC, com exceção do ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), não houve diferença significativa para sobrevivência (SOB), peso final (PF), biomassa (BMS), produtividade (PRD) e taxa de crescimento específico (TCE). O GP apresentou a maior média com 20% de inclusão. Mas, a CA foi piorando linearmente. O experimento com FCC, a SOB e CA não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). O PF e GP apresentaram as maiores médias com 20% de FCC, com melhor nível ajustado de 25,61% e 25,92%. BMS e PRD apresentaram as maiores médias para o tratamento com 30%. Os resultados indicam que a LC e FCC pode ser utilizada nas rações de camarão, com níveis de 20% e até 30%, respectivamente.

Palavras-chave: alimento alternativo, camarão branco, digestibilidade, desempenho.

ABSTRACT

We evaluated alternative ingredients for shrimp *Litopenaeus vannamei*, with the completion of three experiments, one of two digestibility and performance. We used 720 prawns, weighing 8g and density of 30 shrimp/200L. The completely randomized design (CRD), with six treatments: a diet reference (RR) and five test diets containing 70 % RR and 30 % of the ingredient (poultry by-product meal - FV, Hay of cassava leaf - FFM, shrimp head meal - FCC, yeast cane sugar - LC, Bran and castor - FM) and four replications. The FCC gave the best results of apparent digestibility coefficients (ADC) of gross energy, crude protein, ether extract, and LC showed the best result of the ADC of dry matter. In performance with LC and FCC, 210 was used for both shrimps, with an average weight of 2.0 g and 1.78 g, respectively, and 30 days for each experiment. The diets were composed of: basal diet with 0 % and three test diets with 10 %, 20 % and 30 % inclusion of the ingredient. DIC was used with four treatments and five replicates for both experiments. The results with LC, with the exception of weight gain (WG) and feed (CA), conversion there was no significant difference in survival (SOB), final weight (FW), biomass (BMS), productivity (PRD) and growth rate specific (TBI). The GP had the highest average with 20 % inclusion. But, the CA was worse linearly. The experiment with the FCC, IN and CA showed no significant difference ($p > 0.05$). The PF and GP showed highest values with 20% FCC, better adjusted level of 25.61% and 25.92 %. BMS and PRD showed highest values for treatment with 30 %. The results indicate that LC and FCC feed can be used in shrimp, with levels of 20% and 30%, respectively.

Keywords: alternative food, white shrimp, digestibility and performance.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Brasil possui características geográficas e climáticas bastante favoráveis ao cultivo de camarão, fatores que aliados ao melhoramento genético e nutrição possibilitaram o país a atingir a maior média de produtividade mundial no ano de 2003 (ABCC, 2004). Porém, o deficiente manejo sanitário acarretou em epidemias e as condições de mercado fizeram com que a carcinicultura brasileira entrasse em declínio.

Atualmente os estudos em nutrição de camarões aumentaram em função da necessidade de estabelecer valores adequados às exigências nutricionais, evitando insumos de alto custo, desperdício de ração e redução dos resíduos. No entanto, existe falta de informação na fisiologia de digestão e absorção dos nutrientes e a contribuição dos ingredientes na nutrição dos camarões.

O hábito alimentar de uma espécie é um indicativo da funcionalidade do sistema digestório e deverá ser investigado para quantificar o aproveitamento da grande variedade de alimentos disponíveis para formulação de rações. A escolha dos ingredientes só poderá ser ajustada às circunstâncias econômicas, geográficas, culturais e de manejo quando tivermos conhecimento sobre a exigência dos animais em relação aos nutrientes dos alimentos considerados alternativos.

Assim, os constantes avanços tecnológicos obtidos com a utilização de fontes alternativas, ainda são insuficientes para promover modificações nas formulações de rações ao ponto de reduzir fontes proteicas convencionais. O aumento da disponibilidade de ingredientes alternativos testados em camarões, em águas de baixa salinidade, melhorando o fornecimento de nutrientes, assegurando resultados zootécnicos, econômicos e ambientais aos produtores.

Capítulo 1

REFERENCIAL TEÓRICO

Ingredientes proteicos na alimentação de camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

Ingredientes proteicos na alimentação do camarão *Litopenaeus vannamei* (boone, 1931)

1.Introdução

Em 1982 houve a implantação de grandes projetos para produção de camarões na região Nordeste do país com a introdução da espécie *Marsupenaeus japonicus*, devido às condições climáticas e hidrobiológicas favoráveis, disponibilidade de áreas apropriadas, mão-de-obra mais barata e baixo custo operacional (Barbieri e Ostrensky, 2002).

Nesse período alguns fatores foram obstáculos para o desenvolvimento da atividade: o desconhecimento da tecnologia de criação, inexperiência no manejo, falta de ração comercial, deficiência nos projetos de engenharia e a escolha de *M. japonicus* como pré-requisito para a liberação de recursos financeiros na elaboração de projetos.

A partir de 1998 houve maior desenvolvimento na tecnologia de produção de camarões marinhos no Brasil, principalmente com a introdução da espécie marinha *Litopenaeus vannamei*, espécie exótica com capacidade de adaptação às mais severas condições de criação, o que contribuiu para elevá-la à condição de principal espécie da carcinicultura brasileira (ABCC, 2004).

O recorde mundial de produtividade foi de 6.084 kg/ha/ano foi alcançado no Brasil em 2003 (ABCC, 2011) Esta alta produtividade provocou o surgimento de doenças, como a Mionecrose Infecciosa, que promoveram uma queda na produção.

Nos últimos anos a carcinicultura brasileira vem se recuperando, produzindo 69.571 t no ano de 2011, e esta produção está concentrada na região Nordeste do país, onde os principais estados produtores são Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia que detém 81,6% da produção total (ABCC, 2012).

O crescimento da produção nacional dependeu muito do desenvolvimento dos setores de apoio, como fábricas de ração, empresas de consultoria técnica, diagnóstico de patologias e laboratórios de pós-larvas. Também conhecimento científico para proporcionar alternativas sustentáveis (ambiental, econômica e social) de suporte as políticas públicas de administração do setor (FAO, 2007).

O crescimento da carcinicultura brasileira tem sido contínuo em função de fatores como a melhoria das rações e mais pesquisas com o camarão *L.vannamei*. No entanto, a nutrição desta espécie precisa ser melhorada para reduzir gastos com alimentação, que representa 60% dos custos variáveis nos cultivos em sistemas semi-intensivos (Buglione-Neto et al., 2013).

Os camarões peneídeos são onívoros, escavadores, que se alimentam de uma grande variedade de organismos bentônicos e detritos. Estes camarões apresentam hábito alimentar contínuo ou frequente durante períodos de atividade alimentar (Robertson et al., 1993). A quantidade relativa de cada item consumido depende da sua disponibilidade no ambiente, além do estágio de crescimento e da espécie de camarão cultivada (Robinson et al., 2005).

A variabilidade no comportamento e hábito alimentar dos camarões peneídeos em viveiros é ainda pouco compreendida. Nos cultivos semi-intensivos, as rações formuladas são utilizadas para aumentar a produção além dos níveis suportados pela produtividade natural do viveiro, que pode alcançar até 85% da dieta dos camarões (Gelabert e Pacheco, 2011).

Com a intensificação dos sistemas de cultivo e a rápida expansão da carcinicultura, há uma demanda cada vez maior por dietas nutricionalmente balanceadas e com custo acessível, justificando as pesquisas que visem reduzir o custo da ração, com o melhor aproveitamento das fontes proteicas (Lemos et al., 2009).

O conhecimento das estratégias de manejo nutricional empregadas no cultivo é um fator de extrema importância para um bom desenvolvimento de *L. vannamei* em água com baixa salinidade, pois o manejo intensivo em ambientes eurialinos favorece a disseminação de doenças, causando elevados prejuízos para o setor (Rocha et al., 2004).

O objetivo deste trabalho é apresentar as características nutricionais, econômicas e ambientais que enfatizam o uso de alimentos alternativos como aqueles provenientes da agroindústria como a farinha de vísceras de aves, feno de folha de mandioca, farinha de cabeça de camarão, levedura de cana-de-açúcar e farelo de mamona em dietas para camarões.

2. Alimentos alternativos

O conhecimento da digestibilidade dos nutrientes dos alimentos permite a formulação das rações de máximo desempenho que atendam as exigências nutricionais dos animais (Aksnes e Opstvedt, 1998), com isto a digestibilidade têm sido prioridade para a nutrição na aquicultura, tanto para avaliar ingredientes ou a qualidade das rações, como também evitando excesso de nutrientes, com consequentes efeitos econômicos, preservando a qualidade do meio ambiente e ofertando alimentos mais digestíveis (Sadiku e Juancey, 1995).

Poucos são os estudos sobre digestibilidade de ingredientes utilizados nas formulações de rações para camarões, principalmente com relação aos alternativos. Devido à grande diversidade de espécies, as investigações com organismos aquáticos, ainda se apresentam escassas quando comparadas com outras espécies de interesse zootécnico (Pezzato, 1999).

A melhoria da digestibilidade tem efeito econômico quando aumenta a eficiência da alimentação, melhorando a qualidade da água pela redução da emissão de dejetos (Ghuo et al., 2006). A baixa digestibilidade dos alimentos leva ao acúmulo de resíduos

no solo e na água, tornando o ambiente hipereutrófico e de baixa qualidade, causando doenças aos animais (Lin et al., 2006). Porém, a aquicultura observa a substituição de ingredientes tradicionais por ingredientes alternativos, como forma de prática econômica, em função do custo da ração (Pezzato, 2001).

Nesse sentido, é importante entender o comportamento digestivo dos camarões, pois pode ser influenciado por fatores como as alterações morfológicas, comuns a ontogenia dos crustáceos, taxas metabólicas, ritmos fisiológicos e hábitos alimentares (Lemos et al., 1999).

Como existe a necessidade de testar novos ingredientes e ao mesmo tempo corresponder às exigências nutricionais das espécies, os ingredientes devem ser estudados no intuito de definir seu uso nas dietas e os níveis que serão empregados.

Segundo Gatlin et al. (2007), os ingredientes devem apresentar características nutricionais importantes que vão desde baixos níveis de fibra e carboidratos, ausência de fatores antinutricionais, alto teor de proteínas, perfil de aminoácidos adequado, boa palatabilidade e alta digestibilidade.

O estudo do valor nutricional dos ingredientes é importante para a nutrição, pois diferente dos animais terrestres, os camarões não utilizam como fonte principal de energia os lipídios e carboidratos simples. No entanto, os polissacarídeos como, por exemplo, o amido, aumentam a eficiência alimentar, crescimento e sobrevivência, além de exercer um efeito poupador da proteína (Zhou et al., 2011).

Há uma grande variação na digestibilidade dos ingredientes para proteína e aminoácidos, em função de sua composição química e métodos de beneficiamento e esta variedade de resultados podem influenciar na escolha de ingredientes que irão compor uma ração.

Os camarões utilizam bastante a proteína como fonte de energia, pois para eles a metabolização é mais eficiente, conseqüentemente, há maior excreção de amônia (Furtado et al., 2010), contribuindo para uma maior contaminação da água de produção e posteriormente meio ambiente.

A substituição das principais fontes proteicas, utilizadas na alimentação de camarões, por fontes alternativas serve para amenizar a competição com ingredientes utilizados na alimentação humana, além de contribuir para a redução dos custos de produção, principalmente quando se utilizam proteínas, de origem vegetal ou de resíduos da agroindústria.

2.1. Farinha de vísceras de aves

A farinha de vísceras de aves é um subproduto do abatedouro e estima-se um volume disponível para alimentação animal. Porém essas fontes alternativas devem ser alimentos nutritivos produzidos em escala e serem de baixo custo, além de apresentar boas características sensoriais.

O Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frango do mundo, com uma produção de 12.645 mil toneladas em 2012, sendo o maior exportador mundial no mesmo ano com um volume de 3.918 mil toneladas (ABEF, 2013).

O aproveitamento de resíduos das indústrias de produtos de origem animal pode ser um aspecto importante do ponto de vista econômico, tecnológico, nutricional e de saúde pública, uma vez que os resíduos podem ser boas fontes protéicas e diminuir custos com seu tratamento, melhorando o meio ambiente (Pardi et al., 1993).

A farinha de vísceras de aves é um subproduto da indústria abatedora de aves, e pode ser utilizada na fabricação de rações para animais não ruminantes. surgindo como um alimento alternativo proteico para organismos aquáticos em função da sua grande disponibilidade e valor nutricional.

Geralmente, não contêm penas e intestinos, mas pode conter pés, cabeças e carcaças descartadas (Nengas et al., 1999). As vísceras não comestíveis são separadas em partes sólidas e líquida. A parte líquida segue para lavador de gases e a sólida é estocada em um silo. No digestor, processa-se o cozimento do resíduo já separado e posteriormente são esterilizados em autoclave, em tempo e temperatura variáveis entre 121 °C por 20 minutos (Lopez, 2005), e 106 °C sob uma pressão de 5,5 kgf/cm² durante 70 minutos (Sabino & Finzer, 2006).

Após a digestão, ocorre a separação grosseira do conteúdo sólido do sobrenadante (mistura de água e gordura), onde é separada a água+gordura (sobrenadante), descartando-se a água. Novamente retorna a gordura para novo processo de digestão, após a decantação. Posteriormente, a gordura é armazenada e transportada para a fábrica de ração. A parte sólida é resfriada à temperatura ambiente e ao final é moída em moinho dotado de peneiras de 6 mm (Lopez, 2005; Sabino & Finzer, 2006). Depois se utiliza antioxidantes à farinha e homogeneizando-a ao material e depois são levadas a uma estufa com ar circulante, onde pode permanecer por aproximadamente dez horas, a uma temperatura de 70 a 80°C.

Os subprodutos dos abatedouros avícolas apresentam composição química muito variável, sendo que a qualidade do produto depende do lote de origem. Apresenta teor protéico de 55 a 65%, porém com deficiência em metionina, lisina e triptofano (Meurer et al., 2003).

Segundo Siccard et al. (2006) e Cruz-Suárez et al. (2007) a farinha de vísceras de aves apresentou coeficiente de digestibilidade aparente para proteína bruta de 78,7% a 90,4%, respectivamente, em experimentos com *L. vannamei*.

Os níveis de aminoácidos, proteína, cinzas e umidade da farinha de vísceras de aves são influenciados pelo tempo e temperatura de processamento e as variações nos

níveis de cinzas e na digestibilidade dos produtos de origem animal se deve à diversidade da matéria prima, fornecedores e em diferentes condições de processamento que criam a necessidade da análise de cada lote (Amaya et al., 2007).

De acordo com Cruz-Suárez et al. (2004), a inclusão de farinha de vísceras de aves em substituição de farinha de peixe em níveis até 50% não afetou o desempenho do *L. vannamei*.

Corroborando com o estudo anterior, foi verificado que até 70% da farinha de peixe pode ser substituída pela farinha de vísceras de aves, com inclusão de 20,1%, em dietas para o *L. vannamei* sem prejuízo ao desempenho (Chi et al., 2009). Neste estudo as inclusões de farinha de vísceras de aves foram de 17,2, 26,4 e 35,6%.

2.2. Feno de folha da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura amplamente difundida no mundo, constituindo-se em uma das principais fontes de energia para alimentação humana e animal em países de clima tropical (Da et al., 2012).

O Brasil continua entre os principais países produtores de mandioca e ocupa a 2ª colocação no ranking mundial com 26 milhões de toneladas no ano de 2013. De certa forma a produção brasileira de mandioca não apresenta variações significativas e nas últimas safras o volume alcançado se estabilizou em torno de 25 e 26 milhões de toneladas (BRASIL, 2014).

Caracteriza-se por ser uma cultura versátil e de grande apelo econômico e social, servindo de fonte de alimento e renda para as populações rurais, que consomem e comercializam o produto em forma de farinha ou “*in natura*”. Como toda atividade produtiva, o processamento da mandioca gera grande quantidade de resíduos, que geralmente se perdem nas áreas de produção por desconhecimento do produtor sobre as alternativas de uso (Da et al.,2012).

As folhas são consideradas um subproduto da colheita da raiz, sendo, na maioria das vezes, desperdiçadas em todas as regiões brasileiras. São geradas especificamente no processo de colheita das raízes com valores estimados em torno de 2.250 kg/ha de parte aérea da mandioca (Carvalho et al., 2012).

Normalmente a parte aérea é triturada e alojada em estufa de circulação forçada de ar ($65^{\circ}\text{c} \pm 5$) ou expostas diretamente ao sol ou ao ar livre, sobre lona plástica. Devem ser espalhadas uniformemente em camada de 10 cm, na proporção de 15 kg m^2 , sendo revolvidas três vezes ao dia, durante 24h, ou quando atingirem peso constante (estufa), ou cinco dias de desidratação ao ar livre, depois triturada em moinho de faca até atingir aproximadamente 2 mm de diâmetro (Silva et al. 2000).

A composição química da folha da mandioca é bastante variável e depende de fatores que envolvem desde a variedade, região e tipo de solo, tendo em torno de 31,1% de proteína bruta (Santos et al., 2009).

Porém, segundo estudo de Ramos et al. (2012), a parte aérea da mandioca, apresenta níveis de matéria seca de 92,7%, proteína bruta de 21,9%, fibra bruta 24,5%, cinzas de 6,5% e energia bruta de 19,5 MJ/kg , além de elevada de β -caroteno e minerais (Nassar et al., 2007).

Embora as folhas de mandioca sejam ricas em proteínas, vitaminas e minerais, seu consumo direto fica limitado devido a presença de fatores antinutricionais como,

por exemplo, a fibra, e/ou linamarina que dificultam o consumo pelos animais não ruminantes.

Segundo Fasuyi & Aletor (2005), o alto teor de fibras presentes na folha de mandioca pode ser responsável pela baixa digestibilidade das proteínas e, conseqüente, redução do seu aproveitamento pelos animais.

A folha de mandioca também apresenta fatores antinutricionais como a linamarina, que é um inibidor de polifenóis e proteases (Corrêa et al., 2004). Os polifenóis podem interagir com a proteína e formar compostos muito estáveis, interferindo na extratibilidade e digestibilidade proteica.

Os inibidores de proteases estão relacionados ao mecanismo de defesa das plantas e são capazes de inibir enzimas como tripsina, quimiotripsina e carboxipeptidase, levando a redução da taxa de crescimento de animais, além da redução da digestibilidade proteica (Tram et al., 2011).

Os fatores nutricionais e antinutricionais dos vegetais sofrem influência da época de colheita, condições climáticas, maturidade e altura da planta e da fertilidade do solo. No entanto sua proteína possui alto valor biológico e é possível utilizá-la para alimentação de animais não ruminantes se o material for submetido à desidratação que permita a eliminação de agentes tóxicos e antinutricionais.

Os trabalhos utilizando a parte aérea da mandioca na alimentação de camarões na literatura são bastante escassos, portanto há a necessidade de avaliar este ingrediente, tanto em função do histórico relacionamento do Brasil com esse alimento, como também pela sua riqueza nutricional.

2.3. Farinha de cabeça de camarão

Em 2010 a produção aquícola mundial alcançou um recorde histórico produzindo 60 milhões de toneladas, dos quais 5,7 milhões foram provenientes de

crustáceos (FAO, 2012). De acordo com os dados da Food and Agriculture Organization (FAO), nos últimos 10 anos a produção de camarões apresentou uma taxa de crescimento de 280 mil kg/ano (FAO, 2012).

O Brasil também apresenta uma tendência de crescimento, atingindo uma produção de 75 mil toneladas de camarão em 2012 (ABCC, 2014).

Nas perspectivas de aumento da produção, também aumentam as quantidades de resíduos sólidos gerados pela carcinicultura. Com isso, haverá maior quantidade de cabeça e a casca de camarão como resíduo, que correspondem a aproximadamente 40% do seu peso total e que são descartadas no final do processo de beneficiamento. Frequentemente esses resíduos são descartados de forma irregular no mar ou em rios, ocasionando problemas ao meio ambiente, uma vez que se trata de um poluente com difícil descarte (Assis et al., 2008).

Segundo Souza (2002), as cabeças de camarão compreendem mais de 33% de toda produção de camarão e são descartados como resíduos, e somente pequenos volumes são convertidos para uso na alimentação animal.

Com a necessidade de adequação do setor carcinícola às leis ambientais, o tratamento dos resíduos sólidos provenientes da indústria de processamento de camarão demanda custos extras na produção. A transformação deste resíduo agroindustrial em um produto com valor agregado é fundamental para diminuir os impactos no meio ambiente, aumentar a eficiência do processamento e agregar valor ao produto (Beerli et al., 2004). A farinha de camarão pode ser uma forma de aproveitamento desses resíduos, trazendo benefícios econômicos e ambientais.

A farinha de cabeça de camarão é um ingrediente que se origina a partir da desidratação de resíduos da indústria carcinícola e é basicamente composta por cabeças, exoesqueletos e pequenos camarões, que são desidratadas em estufa de circulação

forçada de ar a 65° C até peso constante, em seguida moídas em moinho de faca até atingir aproximadamente 2 mm de diâmetro.

Sua composição nutricional é rica, apresentando percentual de proteína bruta de 60,6% (Lima et al., 2007), além de uma composição de aminoácidos essenciais (Bhaskar et al., 2010) muito próxima da fornecida pela farinha de peixe.

Apresenta bom conteúdo de lipídios (9,62%) e baixo teor de umidade (5,12%), podendo inibir o crescimento de micro-organismos e conservar os nutrientes, mantendo a qualidade do produto estocado em temperatura ambiente (25 °C a 28°C) (Gildberg & Stenberg, 2001).

A farinha de cabeça de camarão tem em sua composição a quitina, carboidrato importante como fator de crescimento ligado a cabeça de camarão (Shiau et al., 1998) e que constitui de 15% a 20% do peso das carapaças de crustáceos (Damasceno et al., 2009), influencia no efeito de crescimento do camarão, por ser comum o seu consumo, mesmo em dietas equilibradas em ambiente natural e também por ser componente estrutural do exoesqueleto.

Em experimento com juvenis de *L. vannamei*, foi verificado maior desempenho dos animais com a introdução de maiores concentrações de farinha de cabeça de camarão (Williams et al., 2005). Ainda segundo o mesmo autor a substituição do glúten de trigo pela farinha de cabeça de camarão, apresentaram evidências de fatores de crescimento, como ganho de peso, peso final e produtividade.

Niu et al. (2013) testando os efeitos do quitosano, polímero de glucosamina obtido da quitina de carapaças de camarões marinhos, em pós larvas de *Penaeus monodon*, com peso inicial de 1,49g, durante 70 dias, observaram melhor desempenho na sobrevivência (67,8%), peso final (6,28g), ganho de peso (4,79g) e biomassa final (124,6g) em relação aos camarões alimentados com as demais dietas.

2.4. Levedura de cana-de-açúcar

A levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) se apresenta como um alimento alternativo viável para uso em rações de organismos aquáticos, por apresentar boas características nutricionais e ser um subproduto da indústria alcooleira, setor onde o Brasil desponta como maior produtor mundial.

O Brasil produziu na safra 2012/2013 cerca de 28.443.988 m³ de cana-de-açúcar (UNICA, 2014). No processo de secagem da levedura as usinas retiram valores que variam de 20 a 30 kg/m³ de álcool, com isso o país produziu em média 568.880 T de levedura de cana-de-açúcar nesta safra.

Aproximadamente metade da produção é destinada ao mercado interno (alimentação de aves e suínos) e a outra metade ao mercado externo. Os principais compradores são países do sudeste asiático, como Indonésia e Tailândia, que utilizam a levedura na alimentação de camarões e peixes (Hisano et al., 2008).

A levedura de cana-de-açúcar é obtida a partir da fermentação anaeróbica do caldo da cana ou do melaço, no processo de produção do álcool, coletada via centrifugação do vinhoto ou via fundo das dornas de fermentação e, posteriormente, submetida à secagem (Zanutto et al., 1999). Após a separação da parede celular, retira-se ainda o extrato de levedura, rico em nucleotídeos que participam da divisão celular e do crescimento da célula, principalmente nos tecidos com rápida proliferação, como o trato digestivo.

A sua composição química apresenta níveis de proteína bruta que variam de 22,41 a 40,18% (Longo et al., 2005; Rostagno et al., 2011), possuindo um ótimo balanço de aminoácidos essenciais, principalmente lisina (Rostagno et al., 2011). Ainda segundo Brum et al. (1999) e Rostagno et al. (2011) registraram, respectivamente 2,09 e 3,06% de lisina total na levedura de cana-de-açúcar.

De acordo com Hough (1990), 15% a 30% da matéria seca total da estrutura da levedura de cana-de-açúcar é composta basicamente por 40% de glucanos, 40% de mananos, 37% de proteínas, 7% de lipídios, 3% de substâncias inorgânicas e 2% de hexosaminas e quitina.

A levedura de cana-de-açúcar também é composta por uma parede celular, rica em mananoligossacarídeos, que funcionam fixando bactérias patogênicas Gram negativas na mucosa intestinal, evitando que as mesmas se liguem nos enterócitos movendo-se com o bolo fecal sem colonizar o trato intestinal (Hisano et al., 2008).

Atualmente, alguns derivados do processamento da levedura íntegra como a levedura autolisada, os polissacarídeos da parede celular e nucleotídeos, estão sendo suplementados em rações para algumas espécies de peixes. As repostas são positivas sobre parâmetros de desempenho produtivo, com melhora no sistema imunológico e aumento de resistência contra infecções bacterianas (Li & Gatlin, 2004).

Segundo Hisano et al. (2008) a levedura íntegra apresenta alto teor proteico e boa digestibilidade para nutrientes e aminoácidos. O processo de autólise da levedura melhora a digestibilidade da matéria seca, proteína e energia da maior parte dos aminoácidos.

De acordo com Muzinic et al. (2004), utilizando farelo de soja e levedura de cana-de-açúcar em substituição a farinha de peixe em crustáceos “Australian red crayfish” (*Cherax quadricarinatus*), observaram que não houve diferença significativa no desempenho e sobrevivência dos animais, indicando a possibilidade de substituição total da farinha de peixe por uma mistura de farelo de soja e levedura de cana-de-açúcar.

A levedura de cana-de-açúcar pode aumentar o valor nutritivo e palatabilidade em muitas dietas para animais (gado de leite, gado de corte, suínos, equinos e peixes),

contribuindo para um melhor desempenho zootécnico e tornando as dietas com custo mais baixo.

2.5 Farelo de mamona

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma planta da família das euforbiáceas, introduzida no Brasil pelos portugueses, com a finalidade de utilizar seu óleo para iluminação e lubrificação de eixos de carroça (Chierice & Claro Neto, 2007). Graças à sua grande adaptabilidade, ela é encontrada em todo o território brasileiro (Santos et. al, 2007).

A mamona é uma cultura bastante adaptada à temperaturas altas e altas temperaturas que podem variar entre 20 e 30°C, de fácil manejo e baixo custo de produção (Azevedo & Beltrão, 2007).

Propostas para a formulação de programas de convivência da mamona com o semiárido colocam esta cultura como um dos principais pontos para mudar a realidade dessa região promovendo a recuperação e preservação dos recursos naturais, o ordenamento dos espaços agro-econômicos, mudança no padrão tecnológico das propriedades e a inserção no mercado de seus produtos (Rinaldi, et al, 2007).

Com a implantação do projeto de produção de biodiesel no Brasil, baseados na utilização de diversas oleaginosas como fonte de matéria prima grandes áreas deverão ser plantados, o que terá significativo impacto social com geração de empregos e movimentação da economia de pequenos municípios (Silva & Freita, 2008).

A expectativa de produção de mamona para a temporada 2013/2014 deverá ficar entre 84,6 e 89,2 mil toneladas, aumento de mais de 400% em relação à safra anterior, que foi de 15,8 mil toneladas em 2012. O Nordeste responde por 94,3% da produção da mamona no país, sendo Ceará e Bahia os principais estados produtores, participando cada um destes com 42,2% da safra nacional de mamona em baga (BRASIL, 2014).

Para extrair o óleo da mamona é necessária a limpeza da baga em peneiras que logo depois são direcionadas para o cozimento, aquecidos a vapor em temperatura de 80°C em vários níveis, assim perdendo a umidade e diminuindo a viscosidade para facilitar o processo de prensagem. Depois seguem para o esmagamento para retirada do óleo bruto, gerando a torta, o primeiro co-produto, que ainda apresenta de 15 a 25% de óleo residual (Balbinot et al., 2006).

A torta de mamona é direcionada para um extrator, realizando-se uma lavagem com solvente, para retirada do óleo residual. Posteriormente vai haver a condensação do etanol e destilação das micelas do óleo residual, onde o álcool é reciclado e retorna ao início da lavagem e o óleo extraído das micelas segue para o processamento de produção do biodiesel e a torta magra ou farelo, segundo co-produto formado, segue para desintoxicação (Balbinot et al., 2006).

De acordo com Bandeira et al. (2004), existe grande potencialidade para utilização dos resíduos agroindustriais da mamona na alimentação de animais. No entanto, a mamona apresenta fatores antinutricionais na semente e na torta de mamona, conhecidas como albuminas 2S (proteínas alergênicas), a ricinina e a ricina, e quando não inativados de forma adequada representam elevado risco para a sobrevivência e prejudicam o desempenho dos animais (Costa et al., 2004).

De acordo com Anandan et al. (2005) que trabalharam com diferentes tratamentos químicos e físicos para destoxificação da ricina na torta de mamona, obtiveram resultados de 100% de eliminação através da autoclavagem a 15 psi por 60 minutos e outro com uma solução (3 g/ml) de hidróxido de cálcio misturado à torta de mamona na proporção de 40 g/kg.

A partir da necessidade de realizar processamentos de inativação dos fatores antinutricionais contidos nos farelos, normalmente se utiliza tratamentos com hidróxido

de sódio (NaOH) em concentração de 5%, com diferentes tempos e temperaturas de inativação (80°C/20 min, 80°C/6 min e 110°C/15 min.) e tipos de secagem como a secagem em forno, solar e por peletização (Mota e Pestana, 2011).

Santana (2010) testou diferentes tipos de processamento para inativação dos fatores antinutricionais na avaliação nutricional e energética de farelos de mamona para frangos de corte e concluiu que o processamento sem NaOH e com alta temperatura no etanol (110°C/15 min) foi o melhor, apresentando 29,8% de proteína, 9,1% de gordura e mesmo com 27,7 % de fibra apresenta uma Energia Metabolizável Aparente (EMA) de 2849 kcal/kg e EMA corrigida para retenção de nitrogênio de 2739 kcal/kg.

A composição do farelo de mamona destoxificado é a seguinte: matéria seca, 95,25%; proteína bruta, 39,82%; fibra bruta, 28,48%; extrato etéreo, 1,58%; matéria mineral, 6,31%, extrato não nitrogenado, 23,81% (Bose e Wanderley, 1988).

Não existem estudos na literatura sobre o uso de farelo de mamona na alimentação de crustáceos, em função do desconhecimento do ingrediente, principalmente no que se refere aos fatores antinutricionais aos crustáceos (camarões) e a falta de industrialização para os processos de destoxificação.

No entanto, a qualidade desse ingrediente e todo o envolvimento social em que se traduz a produção da sua matéria prima, são requisitos importantes na escolha dos ingredientes que irão estar presentes nas rações da carcinicultura brasileira.

3. Considerações finais

Alimentos alternativos de origem proteica podem ser utilizados na substituição de ingredientes tradicionalmente usados em dietas de camarões, significando um avanço no uso de rações mais eficientes.

A utilização de novos ingredientes oriundos da agroindústria além de serem fontes de contaminação do meio ambiente mostra a incapacidade de aproveitamento da riqueza biológica dos alimentos, promovendo um desperdício tecnológico que poderia ser reinvestido na produção do setor alimentício.

Espera-se, com a determinação da viabilidade da substituição das principais fontes protéicas, uma maior contribuição para os estudos de novos ingredientes na ração dos camarões, proporcionando redução nos custos da ração, sem diminuir a produtividade dos sistemas de produção e incentivar a promoção econômica e social dos carcinicultores.

Dessa forma, torna-se cada vez mais necessário, entender o modo de ação, possibilidades de uso e a valorização dos ingredientes e derivados na alimentação animal.

4. Referências bibliográficas

ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. 2004. Ano 6, No 4.

ABCC. Estatísticas da Carcinicultura Brasileira. 2012. Disponível em:http://www.abccam.com.br/abcc/images/stories/estatisticas/Estatstica_DO_SETOR_PESQUEIRO.pdf>. Acesso em: 02/02/14.

ABCC. Estatísticas do Setor Pesqueiro e da Carcinicultura Brasileira. 2011. Disponível em:http://www.abccam.com.br/abcc/images/stories/estatisticas/Estatstica_DO_SETOR_PESQUEIRO.pdf>. Acesso em: 02/02/14.

ABEF - Relatório Anual da Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos (2013). Disponível em < <http://www.abef.com.br/>>. Acesso em fevereiro de 2014.

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

ANANDAN, S.; KUMAR, A.G.K.; GHOSH, J.K.S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, n.1, p.159-168, 2005.

ASSIS, A. S.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Bioconversão de resíduos de camarão *Litopenaeus vannamei* (Booner, 1931) para produção de biofilme de quitosana. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 9, n. 8, p. 480-499, 2008.

AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2ª ed. rev. e ampl. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, 506 p., 2007.

BALBINOT, N.S.; SCHNEIDER, R.C.S.; RODRIGUEZ, A.A.L.; KAPPEL, F.I.; PREDIGER, M.H.; LARA, L.R.S.[2006]. Aproveitamento dos resíduos da produção de oleaginosas e da extração de óleo. **Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Sección Uruguay**. Rescatando antiguos principios para los

nuevos desafíos del milenio. Montevideo, p.1-6 ilus. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR05423_Balbinot.pdf> acesso em: 09/02/2014.

BANDEIRA, D. A.; CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. M. et al. Resíduos industrial da mamona como fonte alternativa na alimentação animal. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. s.p.

BARBIERI, R. C. Jr.; OSTRENSKY, A.N. 2002. Camarões Marinhos – Engorda. Viçosa: Aprenda Fácil, 2v.:il.

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.

BHASKAR, N.; SURESH, P.V.; SAKHARE P.Z.; SACHINDRA N.M.; LALITHA, R.G. Yield and chemical composition of fractions from fermented shrimp biowaste. **Waste Management & Research**, v. 28, p.64–70, 2010.

BOSE, M.L.V.; WANDERLEY, R.C. Digestibilidade e balanço metabólico da fração nitrogenada do farelo de mamona desintoxicado e de feno de alfafa em ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.17, n.5, p.456-464, 1988.

BRASIL. Companhia nacional de Abastecimento. Pesquisa de safras e informações geográficas da agropecuária Brasileira. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1464&t=2>. Acesso em: 03 fevereiro 2014.

BUGLIONE-NETO, C., MOURIÑO, J.L., VIEIRA, F.N., DA SILVA, B.C., A JATOBÁ, A., SEIFFERT, W., FRACALOSI, D.M., ANDREATTA, E. Métodos para determinação da digestibilidade aparente de dietas para camarão marinho suplementadas com probiótico. *Pesq. agropec. bras.* V.48, p.1021-1027, 2013.

CARVALHO, P.L.P.F.; SILVA, R.L.; BOTELHO, R.M.; DAMASCENO, F.M.; ROCHA, M.K.H.R.; PEZZATO, L.E. VALOR NUTRITIVO DA RAIZ E FOLHAS DA MANDIOCA PARA A TILÁPIA DO NILO. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.38(1), p.61 – 69, 2012.

CHI, S.; TAN, B.; MAI, K.; ZHENG, S. Growth and feed efficiency of juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* fed formulated diets containing different levels of poultry by-product meal. **Journal University China**, v.8(4), p. 399-403, 2009.

CHIERICE, G.; CLARO NETO, S. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: **O agronegócio da mamona no Brasil**. Ed. AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. 2ª ed. rev. e ampl. Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, p.419-447 pp.; 506 p., 2007.

CORRÊA, A.D.; SANTOS, S.R.; ABREU, C.M.P.; JOKL, L.; SANTOS, C.D. Remoção de polifenóis da farinha de folhas de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24(2), p.159-164, 2004.

CRUZ-SUÁREZ, L.E.; NIETO-LOPEZ, M.; GUAJARDO-BARBOSA, C.; TAPIA-SALAZAR, MIREYA., SHCOLZ, U., RIQUE-MARIE, D. (2007) Replacement of fish meal with poultry by-product meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets. **Aquaculture**, v. 272, p.466-476, 2007.

CRUZ-SUÁREZ, L.E.; NIETO-LOPEZ, M.; RIQUE-MARIE, D.; GUAJARDO-BARBOSA, C.; SHCOLZ, U. Uso de harina de subproducto avícolas em alimentos para *L. vannamei*. In: Memorias Del séptimo Simposium Internacional de Nutricion Avícola, 2004. Hemosillo Sonora, México.

DA, C.T.; LUNDH, T.; LINDBERG, J. E. Evaluation of local feed resources as alternatives to fish meal in terms of growth performance, feed utilisation and biological indices of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. **Aquaculture**, V.364-365, p.150-156, 2012.

DAMASCENO, K.S.F. DA S.C.; ANDRADE, S.A.C.; STAMFORD, T.L.M. Aproveitamento do resíduo de camarão. **Boletim do centro de pesquisa e processamento de alimentos**, v. 27, n. 2, p. 213-224, 2009.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2007) Fisheries and Aquaculture Department. The State of world fisheries and Aquaculture 2006. Rome: FAO.

FAO. Food Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture – Sofia; Fishery Information. Data and Statistics Unit. FishStat plus. Rome: Fisheries and Aquaculture Department. (2012) Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em 01 de fevereiro 2014.

FASUYI, O.A.; ALETOR, V.A. Varietal Composition and functional properties of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) leaf meal and leaf protein concentrates. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.1, n.1, p.43-49, 2005.

FURTADO, P.S., DE BORBA.; M.R., MAICÁ, P. P., WASIELESKY, W.J. Suplementação de taurina em dietas com duas concentrações proteicas para pós-larvas de camarão-branco-do-pacífico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2330-2335, 2010.

GATLIN, D. M., F. T.; BARROWS, P.; BROWN, K.; DABROWSKI, T. G.; GAYLORD, R. W.; HARDY, E.; HERMAN, G.; HU, A.; KROGDAHL, R.; NELSON, K.; OVERTURF, M.; RUST, W.; SEALY, D.; SKONBERG, E. J.; SOUZA, D.;

STONE, R.; WURTELE, W.E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v. 38, p.551–579, 2007.

GELABERT, R. ; PACHECO, A. Selectivity of particle size by the shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) larvae. *Aquaculture Nutrition*, v.17(3), p.244-247, 2011.

GHUO, R., LIU, Y. J., TIAN, L. X., HUANG, J. W. Effect of dietary cornstarch levels on growth performance, digestibility and microscopic structure in the white shrimp, *Litopenaeus vannamei* reared in brackish water. **Aquaculture Nutrition**, v. 12, p.83–88, 2006.

GILDBERG, A.; STEMBERG, E. A new process for advanced utilization of shrimp waste. *Process Biochemistry*, v. 36 (8-9), p. 809-821, 2001.

HISANO, H.; SAMPAIO, F.G.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-Nilo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9 (1), p. 43-49, 2008.

HOUGH, J. S. **Biología de la cerveza y de malta**. Zaragoza: Acribia, 1990. 104 p.

LEMO, D.; HERNÁNDEZ-CORTÉS, M.P.; NAVARRETE, A.; GARCÍA-CARREÑO, F.L.; PHAN, V.N. Ontogenetic variation in digestive proteinase activity of larvae and postlarvae of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea:Decapoda:Penaeidae). **Mar. Biol.** V.135, p.653–662, 199.

LEMO, D.; LAWRENCE, A.L.; SICCARDI, A.J. Prediction of apparent protein digestibility of ingredients and diets by *in vitro* pH-stat degree of protein hydrolysis with species-specific enzymes for juvenile Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 295, p.89–98, 2009.

LI, P.; GATLIN III, D. M. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic™AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass

(*Morone chrysops*×*M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, p. 445-456, 2004.

LIMA, S.B.P.; RABELLO, C.B.V.; JÚNIOR, W.M.D.; LUDKE, M.C.M.M.; COSTA, F.G.P. Valor nutricional da farinha de cabeça do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* para frangos de corte. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p. 38-41, 2007.

LIN, H.Z.Z.J., LI, Y.Q., CHEN, W.H.Z., YANG, K. Effect of dietary traditional Chinese medicines on apparent digestibility coefficients of nutrients for white shrimp *Litopenaeus vannamei*, Boone. **Aquaculture**, v.253, p.495-501, 2006.

LONGO, F. L.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A.; FIGUEIREDO, A. N.; RACANICCI, A. M. C.; GAIOTTO, J. B.; SORBARA, J. O. B. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 112-122, 2005.

MEURER, F. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003.

MOTA, C. J. A.; PESTANA, C. F. M. Co-produtos da Produção de Biodiesel. **Revista Virtual de Química**, v. 3 (5), p. 416-425, 2011.

MUZINIC, L.A.; THOMPSON, K.R.; MORRIS, A.; WEBSTER, C.D.; ROUSE, D.B.; MANOMAITIS, L. 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**, v.230, n.1-4, p. 356-376, 2004.

NASSAR, N.; VIZZOTTO, C.S.; SCHWANTZ, C.A.; PIRES, O.R.J. Cassava diversity in Brazil: The case of carotenoid-rich landraces. **Genet. Mol. Res.**, v.6, p.116-121, 2007.

- NENGAS, I., ALEXIS, M.N. & DAVIES, S.J. High inclusion levels of poultry meals and related by products in diets for gilthead seabream *Sparus aurata* L. **Aquaculture**, v.179 (1-4), p.13-23, 1999
- PARDI, M.C., SANTOS, I.V., SOUZA, E.R. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: EDUFF/UFG, 1993. v.1, Cap.1, p.21-22.
- 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.
- PEZZATO, L.E. **Digestibilidade em Peixes**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2001. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- RAMOS, A.P.S.; BRAGA, L.G.T.; CARVALHO, J.S.O.; OLIVEIRA, S.J.R. Digestibility of agro-industrial byproducts in 200 and 300-g Nile tilapia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41 no.2,p.462-466, 2012.
- RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L.L.; ROSSI, A.V.; SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova**, v.30, n. 5, p.1374-1380, 2007.
- ROBINSON, C.B., SAMOCHA, T.M., FOX, J.M., GANDY, R.L. & MCKEE, D.A. The use of inert artificial commercial food sources as replacements of traditional live food items in the culture of larval shrimp, *Farfantepenaeus aztecus*. **Aquaculture**, v.245, p.135– 147, 2005.
- ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J.; AMORIM, L. A. A carcinocultura brasileira em 2003. **Revista da ABCC**. Disponível em: <<http://www.abccam.com.br>> Acesso em: 03 fevereiro 2004.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R.F.

Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2011. 256p.

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

SANTOS, E.L, LUDKE, M.C.M.M, RAMOS, A.M.P, BARBOSA, S.M, LUDKE, J.V, RABELLO, C.B.V. Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. V.4, n.3, p. 358-362, 2009.

SANTOS, R.F.; BARROS, M.A.L.; MARQUES, F.M.; FIRMINO, P.T.; REQUIÃO, L.E.G.Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: **O agronegócio da mamona no Brasil**. Ed. AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. 2ª ed. rev. e ampl.

Brasília-DF, Embrapa Informação Tecnológica, p.23-41; 506 p., 2007.

SHIAU, S.Y. Nutrient Requirements of Penaid Shrimps. **Aquaculture**, v. 164, p.77-93, 1998.

SHIAU, S.-Y., YU, Y.-P. Chitin but not chitosan supplementation enhances growth of grass shrimp *Penaeus monodon*. **Journal Nutrition**, v.128, p.908–912, 1998.

SICCARDI, A.J., LAWRENCE, A.L., GATLIN, D.M., FOX, J.M., CASTILLE, F.L., PEREZ-VELASQUEZ, M., GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L. Digestibilidad aparente de energia, proteína y material seca de ingredientes utilizados em alimentos balanceados para El camarón Blanco Del pacifico *Litopenaeus vannamei*. In: Cruz-Suárez, L.E., Rique-Marie, D.A., Puello-Cruz, A.C., Garcia-Ortega, A. (Eds.), **Avances em nutrición**

acuícola VIII. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Mexico, 2006. p. 213-237.

SILVA, H.O.; FONSECA, R.A.F.; FILHO, R.S.G. Características Produtivas e Digestibilidade da Farinha de Folhas de Mandioca em Dietas de Frangos de Corte com e sem Adição de Enzimas. **Revista brasileira de zootecnia**, v.29(3), p.823-829, 2000.

SANTANA, C.E.N. **Avaliação nutricional e energética dos farelos de mamona sob diferentes processamentos para frangos de corte**. 2010. 62 F.. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

SILVA, P.R.F.; FREITAS, T.F.S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p. 843-851, 2008.

SOUZA, E. O. **Caracterização e utilização de silagem de cabeça de camarão marinho na elaboração de dietas para a criação de tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757)**. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2002.

TRAM, N. D. Q.; NGOAN, L. D.; HUNG, L. T.; LINDBERG, J. E. A comparative study on the apparent digestibility of selected feedstuffs in hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, V.17(2), p.636-641, 2011.

UNICA-União das Industrias de Cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 28 janeiro 2014.

WILLIAMS, K.C.; SMITH, D.S.; BARCLAY, M.C.; TABRETT, S.J.; RIDING, G. 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.

ZANUTTO, C. A.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; MURAKAMI, A. E. Utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp.), seca por rolo rotativo

ou por *spray-dry*, na alimentação de leitões na fase inicial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 21, n. 3, p. 705-710, 1999.

ZHOU, M., WANG, A., XIAN, J.A. Variation of free amino acid and carbohydrate concentrations in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*: Effects of continuous cold stress. **Aquaculture**, v.317, p.182-186, 2011.

Capítulo 2

Avaliação nutricional e energética de ingredientes proteicos para o camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*)¹

¹Artigo a ser submetido à avaliação e publicação da Aquaculture Nutrition

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi à avaliação nutricional e energética de ingredientes proteicos para camarões (*L. vannamei*). O delineamento foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições: uma dieta referência e cinco dietas teste compostas de 70% da dieta referência e 30% do ingrediente teste (farinha vísceras de aves-FVA, feno folha de mandioca- FFM, farinha cabeça de camarão-FCC, levedura de cana-de-açúcar-LC e farelo de mamona-FM). Utilizaram-se 720 camarões com peso médio de 8g. A temperatura, pH, oxigênio dissolvido, salinidade, condutividade, dureza, amônia e alcalinidade não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Os coeficientes de digestibilidade aparente dos ingredientes FVA, FFM, FCC, LC e FM foram respectivamente, 27,44; 76,26; 77,78 e 90,10% para matéria seca; 76,61; 70,44; 97,67 e 78,29% para proteína e (33,10; 51,19; 90,70 e 78,05%) para energia bruta. A energia digestível dos ingredientes foi 1.749, 2.457, 3.914, 3.030 e 2.130 kcal/kg e proteína digestível foi de 42,4; 16,09; 54,62, 23,71 e 14,31%. A FCC apresentou os maiores coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e energia bruta e, para energia digestível. A LC apresentou o maior valor do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca. A FCC e a LC são os ingredientes que apresentaram os melhores aproveitamentos dos nutrientes e da energia para *L. vannamei*.

Palavras – chave: alimentos alternativos, baixa salinidade, aquicultura, digestibilidade, energia, proteína.

ABSTRACT

The objective of this study was the evaluation of nutritional protein and energy ingredients for shrimp (*L. vannamei*). The design was completely randomized with six treatments and four replications: a diet -five reference test diets containing 70 % of the reference diet and 30 % of the test ingredient (flour poultry by - FVA, cassava leaf hay - FFM, flour head shrimp - FCC, yeast cane - sugar bran and castor LC - FM). We used 720 shrimps with an average weight of 8g. The temperature, pH, dissolved oxygen, salinity, conductivity, hardness, alkalinity and ammonia did not differ significantly by Tukey test ($P>0.05$). The apparent digestibility coefficients of ingredients FVA, FFM, FCC, LC and FM were respectively 27.44, 76.26, 77.78 and 90.10 % for dry matter, 76.61, 70.44, 97.67 and 78.29 % for protein and (33.10, 51.19, 90.70 and 78.05%) to gross energy. The digestible energy of ingredients was 1,749, 2,457, 3,914, 3,030 and 2,130 kcal / kg and digestible protein was 42.4, 16.09, 54.62, 23.71 and 14.31 %. The FCC had the highest apparent digestibility of crude protein and gross energy and digestible energy. The LC had the highest coefficient of apparent digestibility of dry matter. The FCC and LC are the ingredients that presented the best utilizations of nutrients and energy for *L. vannamei*.

Keywords: Keywords: alternative food, low salinity, aquaculture, digestibility, energy, protein.

INTRODUÇÃO

A principal espécie de camarão marinho produzida comercialmente no Brasil e no mundo é o *Litopenaeus vannamei* (Rocha et al., 2003). Este camarão é tipicamente eurialino, possui habilidade de suportar largas faixas de variação de salinidade (0,5–40 g/L), característica que a consagrou como espécie popular para cultivos também em águas oligohalinas (Mcgraw et al., 2002; Samocha et al., 2002).

A criação de espécies marinhas de camarão com alto valor zootécnico em águas continentais, com baixa salinidade e que são impróprias para agropecuária convencional pode ser uma alternativa para reduzir os custos e viabilizar a carcinicultura em áreas de baixa produção agrícola (Sowers et al., 2005).

Os alimentos proteicos convencionais utilizados nas rações de organismos aquáticos podem ser substituídos por ingredientes alternativos, muito em função do alto custo destes ingredientes, já que a alimentação é cerca de 60 a 70% das despesas de produção (Cummins et al., 2013).

O uso de ingredientes com maior coeficiente de digestibilidade pode ter efeito econômico quando aumenta a eficiência da alimentação, influenciando no desempenho e na qualidade da água, através da redução de resíduos no ambiente de cultivo (Ghuo et al., 2006). A baixa digestibilidade dos alimentos leva ao acúmulo de resíduos no solo e na água, tornando o ambiente hipereutrófico e de baixa qualidade, causando doenças aos animais (Lin et al., 2006).

O estabelecimento da digestibilidade dos ingredientes alternativos permitirá a formulação de rações de custo mais baixo e que atendam as exigências nutricionais dos animais (Aksnes & Opstvedt, 1998).

Os alimentos de origem proteica representam o maior percentual dos custos na formulação de rações para animais aquáticos, devido a grande quantidade e por serem os alimentos de maior custo nas dietas (Boscolo et al., 2004).

Alimentos alternativos de origem proteica podem ser substitutos dos ingredientes hoje utilizados na aquicultura, como o farelo de soja, de forma total ou parcial, no entanto é fundamental a realização de estudos sobre o nível de digestibilidade destes ingredientes visando otimizar o uso dos nutrientes pelos camarões.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi de determinar o valor nutricional e energético dos ingredientes proteicos farinha de vísceras de aves, farinha da folha de mandioca, farinha da cabeça de camarão, levedura de cana-de-açúcar e farelo de mamona para o camarão da espécie *L. vannamei*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Pesca e Aquicultura (NEPA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) nos meses de dezembro de 2011 a março de 2012. Foram utilizados 720 camarões da espécie *L.vannamei* com peso médio de 8g, fornecidos pela Fazenda Experimental Oruabo – Bahia Pesca, localizada na cidade de Santo Amaro, estado da Bahia, Brasil.

O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições. Preliminarmente os camarões foram aclimatados durante 21 dias à salinidade de 0,8 g/L, em tanques de fibra de vidro com capacidade de 1.500 litros.

Diariamente foram mensuradas as variáveis de qualidade de água pH, oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade e condutividade através da sonda multiparâmetro HANNA HI 9828. Semanalmente foi realizada a análise da alcalinidade total pelo

método titulométrico descrito por Golterman et al. (1978) realizado no laboratório de qualidade de água da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Dureza foi feita com o Kit Dureza Total GH e a amônia realizada através do kit de Amônia Tóxica da labconTest. Diariamente foi realizada a troca de 80% do volume da água da incubadora.

A renovação de água diária foi de 80% do volume da incubadora utilizando água proveniente da rede pública acrescida de água do mar até a salinidade de 0,8 g/L em dois tanques de polietileno de 1.500 L para reserva de água. Após a mistura da água doce e do mar, foi feita a adição de calcário dolomítico em uma proporção de 1,0 kg/m², aplicando 50% na primeira calagem e o restante de forma fracionada, semanalmente, no decorrer do cultivo (Silva, 2010). Esta água de 0,8 de salinidade permanecia por 24 h nestes reservatórios em aeração constante para volatilização do cloro e diluição do calcário dolomítico.

Foram avaliados os seguintes ingredientes: farinha de vísceras de aves (FVA), feno de folha da mandioca (FFM), farinha de cabeça do camarão (FCC), levedura de cana-de-açúcar (LC) e farelo de mamona (FM). A análise química dos ingredientes, referente à matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e a energia bruta (EB) foi analisada no Laboratório de Alimentação e Nutrição de Peixes da Universidade Estadual de Santa Cruz segundo a metodologia descrita no AOAC (2005).

Os tratamentos consistiram de uma dieta referência e cinco dietas teste compostas de 70% da dieta referência e 30% do ingrediente a ser testado. A dieta referência (Tabela 1) foi elaborada de acordo com NRC (2011) para proteína bruta e energia digestível e Tacon et al. (2009), para aminoácidos, vitaminas e minerais. Foi acrescentado à ração o indicador óxido de cromo (Cr₂O₃) em uma concentração de 1%,

conforme descrito por Sakomura & Rostagno (2007). Os ingredientes foram homogeneizados, umedecidos com água a 70°C, peletizados em moinho de carne e acondicionados em bandejas para secagem em estufa a 55 ±5°C, até peso constante.

Tabela 1. Composição percentual da dieta referência usada no ensaio de digestibilidade para o camarão *L. vannamei*.

Ingredientes	Dieta referência (%)
Farinha de peixe	35,0
Farelo de soja	28,5
Farinha de trigo	32,2
Óleo de soja	2,20
Premix (min + vit) ¹	1,55
Sal comum	0,50
BHT ²	0,05
Total	100
Valores Analisados e Calculados	
Proteína Bruta (%)	34,63*
Energia digestível do camarão (kcal/kg)	4534
Extrato Etéreo(%)	4,50*
Fibra Bruta (%)	1,66
Cálcio (%)	1,69
Fósforo Total (%)	1,02
Arginina total (%)	2,28
Lisina Total (%)	2,08
Met + Cistina Total (%)	1,29
Treonina Total (%)	1,41

¹ Ácido fólico (min) 500 mg/kg. Ácido pantotênico (min) 6.500 mg/kg. B.H.T (min) 5.000 mg/kg. Biotina (min) 21 mg/kg. Cobre (min) 1.000 mg/kg. Colina (min) 140 g/kg. Ferro (min) 1.000 mg/kg. Iodo (min) 50 mg/kg. Manganês (min) 5.000 mg/kg. Niacina (min) 10 g/kg. Selênio (min) 20 mg/kg. Zinco (min) 10 g/kg. Vitamina A (min) 500.000 UI/kg. Vitamina B₁ (min) 2.600 mg/kg. Vitamina B₁₂ (min) 10.000 mcg. Vitamina B₂ (min) 2.600 mg/kg. Vitamina B₆ (min) mg/kg. Vitamina C (min) 40 g/kg. Vitamina D₃ (min) 160.000 UI/kg. Vitamina E (min) 16.000 UI/kg. Vitamina K₃ (min) 1.000 mg/kg. ² BHT = Butil-hidroxi-tolueno.* Valores analisados

Antes do início do experimento, os camarões com peso médio de 8g, foram mantidos por sete dias nas incubadoras de 200 litros para adaptação às instalações, ao manejo e às dietas experimentais, utilizando uma densidade de 30 camarões/incubadora. O arraçoamento foi “*ad libitum*”, sendo feita três vezes por dia nos horários de 08:00h, 14:00h e 18:00h, em um período de quinze dias.

As excretas eram retiradas através de recipientes acoplados no fundo das incubadoras três vezes por dia, anterior ao arraçoamento, limpas e levadas para estufa à

55° C por 24 horas, depois colocadas em freezer (- 10⁰ C), até à realização das análises químicas. O material retirado do freezer foi submetido à desidratação por meio de liofilização, até a obtenção de peso constante. As excretas secas foram moídas e submetidas a análises químicas no Laboratório de Bromatologia da UFRB, segundo a metodologia da AOAC (2005).

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) das rações foram determinados de acordo com a fórmula descrita por Nose (1966):

$$\text{CDA (\%)} = 100 - [100 \times (\% \text{Cr}_2\text{O}_3\text{d} / \% \text{Cr}_2\text{O}_3\text{f}) \cdot (\% \text{Nf} / \% \text{Nd})]$$

Em que:

CDA = Coeficiente de Digestibilidade Aparente (%);

%Cr₂O₃d = Percentagem de Cromo na dieta;

%Cr₂O₃f = Percentagem de Cromo nas excretas;

%Nf = Percentagem de energia ou proteína ou matéria seca ou extrato etéreo nas excretas;

%Nd = Percentagem de energia ou proteína ou matéria seca ou extrato etéreo na dieta.

Para o cálculo da digestibilidade aparente dos nutrientes dos alimentos (DAN) foi utilizada a fórmula descrita por Reight et al. (1990):

$$\text{DAN (\%)} = (100/30) \times (\text{CDA teste} - (70/100 \times \text{CDA referência}))$$

Em que:

CDA teste = coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta teste;

CDA referência = coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta referência.

As análises para determinação da concentração de óxido de cromo nas excretas e rações foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas de Alimentos da

Universidade Federal de Viçosa, utilizando o método de digestão ácida proposto por Furukawa e Tsukahara (1966).

Os CDA dos ingredientes testes obtidos, para energia bruta, proteína bruta, matéria seca, extrato etéreo e a energia e proteína digestível foram submetidos a Análises de Variância e as diferenças estatísticas foram detectadas pelo teste de comparação de média de Tukey a 5% de probabilidade, com utilização do programa estatístico foram realizados no pacote estatístico SAS versão 9.1 (SAS, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos para os valores encontrados das variáveis de qualidade de água e segundo Lourenço et al. (2009) foram satisfatórios para o camarão *L. vannamei*.

A composição centesimal dos nutrientes analisados (MS, PB, EE e MM) e a energia bruta dos alimentos testados são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química (na matéria natural) dos ingredientes teste utilizados.

Ingredientes	MS (g/kg)	PB (g/kg)	MM (g/kg)	EE (g/kg)	EB (kcal/kg)
FVA	95,79	55,35	10,43	19,08	5.283
FFM	93,66	22,81	6,17	5,76	4.800
FCC	91,27	55,92	14,03	7,24	4.316
LC	89,18	30,29	13,76	0,69	3.883
FM	92,11	30,13	6,19	7,56	4.880

FVA= farinha de vísceras de Aves; FFM = feno de folha de mandioca; FCC = Farinha de cabeça de camarão; LC = Levedura da cana-de-açúcar; FM = Farelo de mamona; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; MM = matéria mineral; EE = extrato etéreo; EB = energia bruta

Houve diferença significativa entre todos os coeficientes de digestibilidade aparente, energia digestível e proteína digestível dos ingredientes testados, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Os CDA dos ingredientes para MS, EB, PB e EE e a energia e proteína digestível são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) de alimentos proteicos para o camarão *L.vannamei*.

Variáveis	Ingredientes						
	FVA	FFM	FCC	LC	FM	CV(%)	DP
CDMS (%)	27,44 ^D	76,26 ^B	77,78 ^B	90,10 ^A	69,68 ^C	3,84	22,1
CDEB (%)	33,10 ^E	51,19 ^C	90,70 ^A	78,05 ^B	43,65 ^D	2,43	22,2
CDPB (%)	76,61 ^B	70,44 ^C	97,67 ^A	78,29 ^B	47,49 ^D	2,95	16,7
CDEE (%)	73,21 ^B	69,41 ^C	93,97 ^A	74,08 ^B	63,97 ^D	2,28	10,6
ED (kcal/kgMS)	1749 ^E	2457 ^C	3914 ^A	3030 ^B	2130 ^D	2,72	778,8
PD (%MS)	42,4 ^B	16,09 ^D	54,62 ^A	23,71 ^C	14,31 ^D	2,94	16,7

CDAMS = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca; CDAEB = coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta; CDAPB = coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta; CDAEE = coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo; ED = energia digestível; PD = proteína digestível; FVA = farinha de vísceras de aves; FFM = feno de folha de mandioca; FCC = farinha de cabeça de camarão; LC = levedura de cana-de-açúcar; FM = farelo de mamona; Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha demonstram diferenças significativas ($P < 0,05$).

A FVA apresentou o menor CDAMS (27,44%) entre os ingredientes testados e bastante inferior ao resultado encontrado (90,8%) por Cruz-Suárez et al. (2007). No entanto, corroborando com o resultado encontrado por Carvalho (2011), que apresentou valor semelhante (26,5%) ao encontrado neste estudo.

Segundo Carvalho (2011) e Cruz-Suárez et al. (2007) analisando a FVA obtiveram CDAEB superiores (46,4 e 93,3%, respectivamente) ao encontrado nesse estudo (33,10%), provavelmente influenciado pelo nível de lipídios de 19,08% (Tabela 2) do ingrediente em nosso estudo, sendo este percentual superior aos demais ingredientes e superior aos valores encontrados pelos dois autores citados anteriormente (13,15% e 12,6%).

Como o camarão tem uma limitada capacidade de digerir dietas com alto teor de lipídios (Ward et al., 2003), este excesso de lipídios pode afetar adversamente as funções metabólicas do camarão, diminuindo seu crescimento e sobrevivência (Gonzalez-Félix, 2002). Neste sentido, usam os carboidratos de maior complexidade e as proteínas como principais fontes de energia (Guillaume et al., 2001).

A FVA também apresentou CDAPB (76,61%), valor superior ao relatado por Carvalho (2011) de 27,7% e inferior ao encontrado por Siccard et al. (2006) e por Cruz-Suárez et al. (2007) de 78,7% e 90,4%, respectivamente. Este resultado de nosso estudo pode ser explicado, pois o CDAPB acompanhou o nível de aproveitamento da proteína demonstrado através da PD que apresentou valor de 42,4%.

A FFM apresentou coeficientes de digestibilidade aparente para MS (76,26%), EB (51,19%), PB (70,44%) e EE (69,41%), apresentando o segundo maior valor para MS, e os terceiros melhores coeficientes para EB, PB e EE. Apresentou também a ED (2.457 kcal/kg) com o terceiro melhor valor e a PD (16,09%) o quarto maior valor.

Ramos et al. (2012) e Fasuy & Aletor (2005) apresentaram níveis de fibra bruta para FFM de 24,5 e 23%, respectivamente, creditando que estes altos teores podem contribuir na redução do aproveitamento da FFM, em função da fibra interferir no bom aproveitamento da energia dos nutrientes.

A FCC apresentou o CDAMS (77,78%), inferior ao encontrado (84%) por Terrazas-Fierro et al. (2010) e superior ao encontrado por Akiyama et al.(1989) de 56,8%. Estas diferenças podem estar associadas com a qualidade e métodos de processamento dos ingredientes. Já o CDAPB (97,67%) corrobora com os resultados encontrados) por Terrazas-Fierro et al. (2010) de 98,0%, e superior ao resultado encontrado por Akiyama et al.(1989) (74,6%) e Mu et al. (2000) (88,2%), que podem ter sido influenciados pela habilidade dos crustáceos em utilizar melhor a proteína do que os carboidratos solúveis (Rosas et al., 2002).

A FCC é rica em quitina, importante carboidrato, fonte de energia para os camarões, fundamental para um melhor aproveitamento da proteína, contribuindo com o maior crescimento dos animais (Lei et al.,1989).

A LC apresentou coeficientes de digestibilidade aparente para MS (90,10%), EB (78,05%), PB (78,29%) e EE (78,08%), sendo o maior valor para MS, e os segundos maiores para EB, PB e EE. Também apresentou ED (3.030 kcal/kg) com o segundo melhor valor, ficando atrás da FCC (3.914 kcal/kg) e a PD (23,71%) com o terceiro maior valor.

A LC íntegra possui intacta a parede celular, rica em polissacarídeos não-amiláceos, que por sua vez podem ter afetado o aproveitamento dos nutrientes (Hisano et al., 2007). Portanto, são necessários processos que visem o melhor aproveitamento da LC, como por exemplo, a autólise visando melhorar a eficiência de utilização das rações.

Os coeficientes de digestibilidade aparente do FM para MS (69,68%), EB (43,65%), PB (47,49%) e EE (63,97%), sendo o terceiro valor para MS, e o quarto valor EB, PB e EE para ambos coeficientes. Apresentou também a ED (2.130 kcal/kg), ficando somente acima da FVA (1.749 kcal/kg), porém o aproveitamento da proteína foi menor dos valores apresentados, com a PD de 23,71%. Os resultados para o FM podem ser explicados em função da presença de fatores antinutricionais que quando não inativados de forma adequada podem prejudicar o desempenho dos animais (Costa et al., 2004).

Os CDAEE da FVA, FFM, FCC, LC e FM, apresentaram resultados que variaram de 63,97% a 93,97%, valores que a ausência de dados na bibliografia não permitiu comparações.

Os valores de ED dos ingredientes estão correlacionados com os coeficientes de digestibilidade aparente (MS, EB, PB e EE). A FCC teve o melhor resultado de ED (3.914 kcal/kg/MS) em função de fatores como o maior aproveitamento pelo camarão

quando utiliza a energia proveniente da proteína e em função dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS (77,78%), EB (90,70%) e EE (93,97%).

O mesmo fato ocorreu com a FVA, porém de forma inversa, apresentando ED com o menor valor (1.749 kcal/kg/MS) e CDAEB (33,10) menor, mesmo apresentando a maior energia bruta (5.283 kcal/kg), segundo melhor CDAPB (76,61%) e do CDAEE (73,21%) entre os ingredientes, resultados que indicam que o camarão não conseguiu aproveitar bem os nutrientes, conseqüentemente menor aproveitamento energético da FVA.

Os dados de ED dos ingredientes podem ter sido influenciados pelos altos níveis de inclusão de gordura nas dietas e respectivos perfis lipídicos, onde os ácidos graxos saturados e monoinsaturados podem ser bioconvertidos a partir da ação de enzimas, produzindo certo valor nutritivo que é inerente de sua fonte. Segundo os estudos de Oujifard et al. (2012), os melhores resultados nutritivos foram obtidos com os lipídios oriundos de animais marinhos e que a exigência dos ácidos graxos poli-insaturados devem atingir a determinada proporção adequada, não com a dieta, mas com os ácidos graxos na dieta.

CONCLUSÃO

A farinha de cabeça de camarão e a levedura de cana-de-açúcar foram os ingredientes que apresentaram os melhores coeficientes de digestibilidade aparente dentre todos nutrientes e também da energia digestível para o camarão *L. vannamei*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKSNES, A.; & OPTVEDT, J. Content of digestible energy in fish feed ingredients determined by the ingredient-substitution method. **Aquaculture**, v.161, p.45-53, 1998.
- AKIYAMA, D.M.; COELHO, S.R.; LAWRENCE, A.L.; ROBINSON, E.H. Apparent digestibility of feedstuffs by the marine shrimp *Penaeus vannamei* BOONE. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v.55, p.91–98, 1989.
- AOAC, 2005. **Official Methods of Analysis**, 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R.A. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.8-13, 2004.
- CARVALHO, R.A.P.L.F. **Desenvolvimento de um sistema de recirculação para estudos sobre digestibilidade em condições de alto desempenho para camarões marinhos: Avaliação de ingredientes proteicos alternativos à farinha de peixe em diferentes níveis de inclusão em dietas para juvenis de *Litopenaeus vannamei***. São Paulo, 267p. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2011.
- COSTA, H.M.; RAMOS, V.D.; ABRANTES, T.A.S.; CASTRO, D.F.; VISCONTE, L.L.Y.; NUNES, R.C.R.; FURTADO, C.R.G. Efeito do óleo de mamona em composições de borracha natural contendo sílica. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 14(1), p.46-50, 2004.
- CRUZ-SUÁREZ, L.E.; NIETO-LOPEZ, M.; GUAJARDO-BARBOSA, CLAUDIO.; TAPIA-SALAZAR, MIREYA.; SCOLZ, U.; RIQUE-MARIE, D. Replacement of fish

meal with poultry by-product meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets. **Aquaculture**, v.272, p.466-476, 2007.

CUMMINS, V.C.; WEBSTER, C.D.; THOMPSON, K.R.; VELASQUEZ, A. Replacement of fish meal with soybean meal, alone or in combination with distiller's dried grains with solubles in practical diets for pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Grown in a Clear-Water Culture System. **Journal of the world aquaculture society**, v. 44 (6), p.775-785, 2013.

FASUYI, A.O.; ALETOR, E.V. Varietal composition and functional properties of cassava (*Manihot esculenta*, crantz) leaf meal and leaf protein concentrates. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 4(1), p. 43-46, 2005.

FURUKAWA, A.A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion for the determination of chromic oxide as index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin of the Japanese Society of Fisheries, Minato**, v.32, n.6, p.502-506, 1966.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**, London: Blakwell Science Publication, 214p, 1978.

GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L. Effect of various dietary lipid levels on quantitative essential fatty acid requirements of juvenile pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Journal World Aquaculture. Society.**, v.33, p.330–340, 2002.

GUILLAUME, J.; KAUSHIK, A.; BERGOT, P.; MÉTAILLER, R. **Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans**. Praxis, 1st Edition., 2001, XXIV, 408 p.

GHUO, R.; LIU, Y. J.; TIAN, L. X.; HUANG, J. W. Effect of dietary cornstarch levels on growth performance, digestibility and microscopic structure in the white shrimp, *Litopenaeus vannamei* reared in brackish water. **Aquaculture Nutrition**, v.12, p.83–88, 2006.

- HISANO, H.; NARVÁEZ-SOLARTE, W.V.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com levedura e derivados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.1035-1042, 2007.
- LEI, C.H.; HSIEH, L.Y.; CHEN, C.K. (1989) Effects of salinity on the oxygen consumption and ammonia-N excretion of young juvenile of the grass shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica, v.28, p.245–256, 1989.
- LIN, H.Z.; LI, Z.J.; CHEN, Y.Q.; ZHENG, W.H.; YANG, K. Effect of dietary traditional Chinese medicines on apparent digestibility coefficients of nutrients for white shrimp *Litopenaeus vannamei*, Boone. **Aquaculture**, v.253, p.495–501, 2006.
- LOURENÇO, J. A.; SANTOS, C. H. A.; BRAGA NETO, F. H. F.; ARENA, M. L.; IGARASHI, M. A. Influência de diferentes dietas no desenvolvimento do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em berçários intensivos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 1, p. 1-7, 2009.
- MCGRAW, W.J.; DAVIS, D.A.; TEICHERT-CODDINGTON, D.; ROUSE, D.B. Acclimation of *Litopenaeus vannamei* postlarvae to low salinity: influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction. **Journal World Aquaculture Society**, v.33, p.78-84, 2002.
- MU, Y.Y.; LAM, T.J.; GUO, J.Y.; SHIM, K.F. Protein digestibility and amino acid availability of several protein sources for juvenile Chinese hairy crab *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards (Decapoda, Grapsidae). **Aquaculture Research**, v. 31, p.757-765, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC): **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National Academy Press, Washington, DC.2011, 432p.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. Symposium on Feeding in Trout and Salmon Culture Belgrade. In: *Anais...*, ELFAC 66/SC. II-7, 1966, p.1-16.

OUIFARD,A., JAFAR SEYFABADI, J., KENARI, A.A., REZAEI, M. Growth and apparent digestibility of nutrients, fatty acids and amino acids in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed diets with rice protein concentrate as total and partial replacement of fish meal. *Aquaculture*, v. 342-343, p.56–61, 2012.

RAMOS, A.P.S.; BRAGA, L.G.T.; CARVALHO, J.S.O.; OLIVEIRA, S.J.R. Digestibility of agro-industrial by products in 200 and 300-g Nile tilapia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41 no.2,p.462-466, 2012.

REIGHT, R. C.; BRADEN, S.L.; CRAIG, R.J. Apparent digestibility coefficients for common feedstuffs in formulated diets for red swamp crayfish, *Procambarus clrkii*. **Aquaculture**, v.84, p. 321-334, 1990.

ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J.; AMORIN, L. A. **A carcinocultura brasileira em 2003**. Revista da ABCC. Disponível em: <<http://www.abccam.com.br>> Acesso em: 10/06/2012.

ROSAS, C.; CUZON, GERARD.; GAXIOLA, G.; PASCUAL, C.; TABOADA, G.; ARENA, L.; WORMHOUDT, A.V.An energetic and conceptual model of the physiological role of dietary carbohydrates and salinity on *Litopenaeus vannamei* juveniles. **Journal Exp. Marine Biologic**, v.268, p.47-67, 2002.

SAKOMURA, N.K. & ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Funep, Jaboticabal, SP, 2007, p.71-73.

SAMOCHA, T.M.; HAMPER, L.; EMEBERSON, C.R.; DAVIS, A.D.; MCINTOSH, D.; LAWRENCE, A.L.; VAN WYK, P.M. Review of some recent developments in sustainable shrimp farming practices in Texas, Arizona, and Florida. *Journal of Applied Aquaculture*, v.12, p.1-30, 2002.

SAS. SAS Software. Version 9.1. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 1999.

SICCARDI, A.J., LAWRENCE, A.L., GATLIN, D.M., FOX, J.M., CASTILLE, F.L., PEREZ-VELASQUEZ, M., GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L. **Digestibilidad aparente de energía, proteína y material seca de ingredientes utilizados en alimentos balanceados para El camarón Blanco Del pacífico *Litopenaeus vannamei***. In: CRUZ-SUÁREZ, L.E., RIQUE-MARIE, D.A., PUELLO-CRUZ, A.C., GARCIA-ORTEGA, A. (Eds.), Avances en nutrición acuícola VIII. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Mexico, p. 213-237, 2006.

SILVA, A.D.R. (2010) **Utilização do calcário dolomítico em água doce e com alcalinidade e dureza extremamente baixas, para adequação ao cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. Recife, 2010. 59p. Dissertação (Mestrado em

SOWRES, A.D.; GATLIN, D.M.; YOUNG, S.P.; ISLEY, J.J.; BROWDY, C.L.; TOMASSO, J.R. Responses of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in water containing low concentrations of total dissolved solids. *Aquaculture Research*, v.36, p.819-823, 2005.

TACON, A.G.J., METIAN, M., HASAN, M.R. **Feed ingredients and fertilizers for farmed aquatic animals sources and composition**. Roma: Fisheries and Aquaculture Technical, FAO, 2009. N°. 540, 209p.

TERRAZAS-FIERRO, M.M.; CIVERA-CERECEDO, R.; IBARRA-MARTÍNEZ, L.; GOYTORTÚA-BORES, E.; HERRERA-ANDRADE, M.; REYES-BECERRA, A. Apparent digestibility of dry matter, protein, and essential amino acid in marine

feedstuffs for juvenile whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v.308, p.166-173, 2010.

WARD, L.R.; CARTER, C.G.; CREAR, B.J.; SMITH, D.M. Optimal dietary protein level for juvenile southern rock lobster, *Jasus edwardsii*, at two lipid levels. **Aquaculture**, v.217, p.483–500, 2003.

Capítulo 3

Inclusão da levedura de cana-de-açúcar em dietas para o camarão marinho

*(Litopenaeus vannamei)*¹

¹Artigo a ser submetido à avaliação e publicação da Revista Caatinga

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do camarão *Litopenaeus vannamei* alimentados com rações com níveis crescentes de levedura de cana-de-açúcar. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com tratamentos que consistiram de uma dieta referência com 0% e três dietas teste com 10%, 20% e 30% de inclusão da levedura de cana-de-açúcar. Foram utilizados camarões com peso médio de 2g em uma densidade de sete camarões por tanque (0,5 m²). Não houve diferença significativa entre as variáveis de qualidade de água, e para as variáveis de sobrevivência, peso final, biomassa, produtividade e taxa de crescimento específico ($P > 0,05$). O nível de inclusão de 19,47% promoveu o maior ganho de peso, enquanto a conversão alimentar foi reduzindo linearmente. A inclusão da levedura de cana-de-açúcar até 20% em dietas para juvenis de *Litopenaeus vannamei* proporcionou melhor desenvolvimento zootécnico.

Palavras-chave: desempenho, água oligohalina, *L. vannamei*, subprodutos de origem animal.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance of *Litopenaeus vannamei* fed diets with increasing levels of yeast cane sugar. The experimental design was completely randomized with treatments that consisted of a reference diet with 0% and three test diets with 10%, 20% and 30% inclusion of yeast cane sugar. Shrimps with an average weight of 2 g were used in a density seven shrimp per tank (0.5 m²). There was no significant difference between the variables of water quality variables and survival, final weight, biomass, productivity and specific growth rate ($P > 0.05$). The inclusion level of 19.47% promoted the highest weight gain while feed conversion was reduced linearly. The inclusion of yeast cane sugar to 20% in diets for juvenile *Litopenaeus vannamei* provided better livestock development.

Keywords: performance, oligohaline water, protein ingredient, *L. vannamei*, feed.

INTRODUÇÃO

A espécie *Litopenaeus vannamei*, originária do Pacífico, está entre as espécies de camarões marinhos mais cultivados mundialmente. Detém mais de 90% do cultivo de camarões no ocidente e domina a carcinicultura brasileira, representando 95% da produção nacional (Marquez et al., 2012).

Por tratar-se de uma espécie eurihalina o *L. vannamei* pode ser cultivado em águas com diferentes salinidades (Fonseca et al., 2009), porém o pacote tecnológico desenvolvido para esta espécie torna-se inadequado quando em ambientes de baixa salinidade, muito em função do gasto de energia necessário para manter o equilíbrio osmótico, justificando a necessidade de desenvolver tecnologias adaptadas a estas condições de cultivo.

Dentre estas tecnologias a nutrição é a que vem despertando maior interesse, pois as dietas são uma das principais variáveis de custo para a maioria das espécies aquícolas, representando cerca de 70% das despesas de produção (Soares Júnior et al., 2004).

O farelo de soja é o segundo componente, em quantidade, mais utilizado nas rações animais, perdendo apenas para o milho que representa aproximadamente 19,7%, de todas as matérias primas utilizadas (Cummins et al., 2013). A soja por ser uma “commodity”, apresenta interferência de preços internacionais é utilizada na alimentação humana, influenciando diretamente nos preços de mercado (FAO, 2012).

A busca por dietas economicamente viáveis, com formulações que têm ingredientes não oriundos de ambientes aquáticos, deve ser contínua para garantir e estabelecer o desenvolvimento de setores produtivos como a aquicultura, tornando-os sustentáveis e rentáveis (Liu et al., 2012).

A levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) se apresenta como um alimento alternativo viável para uso em rações de organismos aquáticos, pois é um subproduto da indústria alcooleira, setor onde o Brasil desponta como maior produtor mundial, apresenta níveis de proteína bruta que variam de 22,41 a 40,18% (Longo et al., 2005; Rostagno et al., 2011), possuindo um ótimo balanço de aminoácidos essenciais, principalmente lisina (Rostagno et al., 2011).

Não existem estudos sobre o uso da levedura de cana-de-açúcar na alimentação de camarões marinhos criados em águas de baixa salinidade. Por ser um resíduo da agroindústria, apresentando qualidade nutricional e de baixo custo, justificando o uso desse alimento em pesquisas sobre o desempenho dos camarões.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o desempenho do camarão *L. vannamei* alimentados com rações contendo níveis crescentes de levedura de cana-de-açúcar, como componente da ração.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Pesca e Aquicultura (NEPA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) no período de agosto a setembro de 2012. Foram utilizados camarões da espécie *L. vannamei*, fornecidos pela Fazenda Experimental Oruabo, Bahia Pesca, localizada na cidade de Santo Amaro, estado da Bahia, Brasil.

Os camarões foram aclimatados à salinidade de 0,8 g/L em tanques tipo caixa d'água de polietileno de 100 litros durante 15 dias. O sistema de recirculação de água foi composto de tanques de polietileno (100 L), com filtro biológico, aeração constante e sem uso de termostato.

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos que consistiram em uma dieta referência com 0% e três dietas testes

com a inclusão de 10, 20 e 30% de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e cinco repetições.

As rações foram estão apresentadas na Tabela 1 e foram elaboradas de acordo com a exigência preconizadas pelo NRC (2011) para os teores de proteína bruta, energia digestível e segundo Tacon et al. (2009) para aminoácidos, vitaminas e minerais. Os ingredientes foram moídos, homogeneizados, umedecidos com água a 70°C, peletizados em moinho de carne e acondicionados em bandejas para secagem em estufa a 55 ±5°C, até peso constante.

A sifonagem foi realizada duas vezes por dia, antes dos arraçoamentos, retirando cerca de 5 a 10% do volume do tanque, repondo com água proveniente da rede pública, acrescida de água do mar até a salinidade de 0,8 g/L, em dois tanques de polietileno de 1.500 L para reserva de água. Após a mistura da água doce e do mar, foi feita a adição de calcário dolomítico em uma proporção de 1 kg/m² aplicando 50% na primeira calagem e o restante de forma fracionada (12,5%), semanalmente, no decorrer do cultivo (Silva, 2010). Esta água de 0,8 g/L de salinidade permanecia por 24 h nestes reservatórios em aeração constante para volatilização do cloro e diluição do calcário dolomítico.

Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais com diferentes níveis de levedura de cana-de-açúcar para o *L. vannamei* (Base na matéria natural).

Ingredientes	Níveis de inclusão de levedura de cana-de-açúcar			
	0%	10%	20%	30%
Farinha de Peixe	20,00	20,00	20,00	20,00
Farelo de Soja	48,12	35,20	22,27	11,79
Farinha de Trigo	26,58	28,87	31,16	29,73
Levedura de cana-de-açúcar	-	10,00	20,00	30,00
Óleo de Soja	1,84	2,48	3,12	4,10
Premix vit/min ¹	1,50	1,50	1,50	1,50
Calcario	0,91	0,90	0,90	1,77
Lecitina de soja	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
Fosfato Bicalcico	-	-	-	0,06
BHT	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Analisada e calculada				
Energia Digestível (kcal/kg)	3.964	4.029	4.441	3.985
Proteína Bruta (%)*	33,86	33,21	33,10	32,85
Extrato Etéreo (%)*	5,49	6,81	6,87	6,80
Fibra Bruta (%)	2,72	2,18	4,33	2,97
Matéria mineral (%)*	7,13	7,08	7,07	7,88
Calcio (%)	1,40	1,40	1,40	1,40
Fósforo Total (%)	0,77	0,79	0,81	0,70
Arginina Total (%)	2,38	2,48	2,59	2,70
Fenilalanina Total (%)	1,77	1,72	1,67	1,62
Histidina Total (%)	0,93	0,87	0,81	0,75
Leucina Total (%)	2,83	2,79	2,74	2,70
Lisina Total (%)	2,09	2,08	2,07	2,07
Met + Cistina Total (%)	1,17	1,17	1,17	1,17
Treonina Total (%)	1,40	1,36	1,32	1,29
Triptofano Total (%)	0,44	0,37	0,35	0,36

¹ Quantidade kg⁻¹ de produto: Ácido fólico (min) 500 mg/kg; Ácido Pantotênico (min) 6.500 mg/kg; B.H.T (min) 5.000 mg/kg. Biotina (min) 21 mg/kg; Cobre (min) 1.000 mg/kg; Colina (min) 140 g/kg. Ferro (min) 1.000 mg/kg; Iodo (min) 50 mg/kg. Manganês (min) 5.000 mg/kg; Niacina (min) 10 g/kg; Selênio (min) 20 mg/kg; Zinco (min) 10 g/kg; Vitamina A (min) 500.000 UI/kg; Vitamina B₁ (min) 2.600 mg/kg; Vitamina B₁₂ (min) 10.000 mcg; Vitamina B₂ (min) 2.600 mg/kg; Vitamina B₆ (min) mg/kg; Vitamina C (min) 40 g/kg; Vitamina D₃ (min) 160.000 UI/kg; Vitamina E (min) 16.000 UI/kg; Vitamina K₃ (min) 1.000 mg/kg; -: ingrediente não adicionado na ração; * Composição analisada.

Diariamente foram mensuradas as variáveis de qualidade de água: pH, oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade, condutividade e sólidos totais através da sonda multiparâmetro HANNA HI 9828. Semanalmente foi realizada análise da alcalinidade total pelo método titulométrico descrito por Golterman et al. (1978) realizado no Laboratório de Qualidade de Água da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. A

dureza total e amônia tóxica foram analisadas através do kit de análise de água colorimétrico da Alfakit.

A levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) avaliada nesta pesquisa foi doada pela Destilaria Miriri, localizada no município de Santa Rita, Estado da Paraíba, recuperada do processo de fermentação alcoólica para produção de etanol e seca pelo método de rolagem. A composição química, energia bruta e energia digestível da levedura de cana-de-açúcar estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química e coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes expressas na matéria natural.

Nutrientes	Ingredientes				
	LC	FP	FS	FT	OS
MS (%)	89,18	91,63	88,39	88,84	99,60
PB (%)	30,29	53,97	44,98	9,64	-
EE (%)	0,69	10,13	1,65	1,14	99,60
MM(%)	13,76	21,07	5,57	4,23	-
EB (kcal/kg)	3.883	3.887	4.090	3.775	9.333
CDAMS (%)	90,10	-	-	-	-
CDAPB (%)	78,29	-	-	-	-
CDAEB (%)	78,05	90,04	78,50	52,00	95,68
CDAEE (%)	74,08	-	-	-	-
PD (%)	23,71	-	-	-	-
ED (kcal/kg)*	3.030 ¹	3.500 ²	3.210 ³	1.963 ⁴	8.930 ⁵

MS – matéria seca; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; MM – matéria mineral; CDAMS = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca; CDAEB = coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta; CDAPB = coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta; CDAEE = coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo; ED = energia digestível; PD = proteína digestível; - não foi analisado; * Com base nas análises do Laboratório de Alimentação e Nutrição de Peixes/UESC.

No início do experimento, os camarões foram selecionados com peso médio de 2,0± 0,25g, utilizando uma densidade de sete camarões por tanque (0,5 m²), os quais foram alimentados com as rações-teste durante sete dias antes do início da coleta de dados, para adaptação às rações e ao manejo experimental. O arraçamento foi realizado duas vezes por dia, nos horários de 08:00h e 14:00h, durante o período de 30 dias.

As biometrias foram feitas semanalmente, pesando (peso úmido) 100% do lote em balança eletrônica de precisão (0,01g), obtendo sua biomassa e peso médio. Logo

após a pesagem, os camarões eram devolvidos aos seus tanques de origem. As dietas foram fornecidas, inicialmente, numa taxa de 4% da biomassa de camarões, sendo este valor ajustado de acordo com o consumo.

A análise química dos ingredientes das rações, referente à matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. A energia bruta (EB) foi analisada no Laboratório de Alimentação e Nutrição de Peixes da Universidade Estadual de Santa Cruz. A análise proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB) foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Federal da Bahia (Tabela 2), segundo a metodologia da AOAC (2005).

No final do período experimental, os camarões foram contados e pesados para avaliar os parâmetros de sobrevivência ($Sob\% = n^{\circ} \text{ final de camarões} \times 100/n^{\circ} \text{ inicial de camarões}$); ganho de peso ($GP = (\text{peso final} - \text{peso inicial})$); biomassa ($B = \text{Peso médio} \times n^{\circ} \text{ camarões}$); produtividade ($Prod = \text{peso g camarão}/m^2$); conversão alimentar ($CA = \text{g de ração consumida}/\text{ganho de peso}$); taxa de crescimento específico ($TCE = 100 \times (\text{Ln peso final} - \text{Ln peso inicial})/n^{\circ} \text{ dias}$).

Os resultados foram submetidos à ANOVA e em caso de diferença significativa ($P < 0,05$) realizou-se análise de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira & Furtado, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos e os valores encontrados dos parâmetros de qualidade de água analisados (Tabela 3). O valor médios de salinidade foi de 0,8 g/L.

Tabela 3. Variáveis físico-químicas da água no cultivo de *L. vannamei* em água de baixa salinidade

Parâmetros	Nível de inclusão da Levedura de cana-de açúcar (%)					
	0	10	20	30	CV	DP
OD (mg/L)	6,94	6,98	6,99	7,00	1,34	0,09
Temp. (°C)	25,37	25,32	25,35	25,48	1,05	0,25
pH	7,95	7,97	7,95	7,94	0,48	0,04
Cond ($\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$)	1.734	1.736	1.735	1.771	2,36	41,01
STD (mg/L)	861,69	863,73	861,39	861,71	0,27	2,31
NH ₃ (mg/L)	0,06	0,06	0,09	0,09	20,51	0,02

OD – oxigênio dissolvido; Temp – temperatura; pH – potencial hidrogênico; Cond – condutividade; STD – sólidos totais dissolvidos; NH₃ – amônia; CV – coeficiente de variação; DP – desvio padrão.

A alcalinidade (60 mg/L CaCO₃) e dureza (150 mg/L CaCO₃) mantiveram-se estáveis durante o experimento, não apresentando variação entre os tratamentos. Os dados deste estudo, em relação à qualidade de água, estiveram dentro da recomendação para a espécie *L.vannamei* conforme Davis et al., (2005) e Lourenço et al., (2009).

Quanto as variáveis de desempenho, verificou-se que não houve diferença significativa para sobrevivência, peso final, biomassa, produtividade e taxa de crescimento específico (Tabela 4).

Tabela 4 Médias dos resultados de desempenho zootécnico do camarão *L.vannamei* criados em água de baixa salinidade

Parâmetros	Nível de inclusão da Levedura de cana-de açúcar (%)							
	0	10	20	30	CV	DP	ER	P
Sob (%)	62,86	62,86	60,00	71,43	23,04	0,22	NS	0,65
PF (g)	5,0	5,4	5,52	5,21	6,02	0,67	NS	0,09
GP (g)	2,64	2,99	3,23	2,97	9,20	0,11	Q	0,02
Biom (g)	21,84	23,70	22,98	25,91	21,02	4,80	NS	0,62
Prod (g/m ²)	150,6	163,4	158,5	178,7	20,00	33,11	NS	0,62
CA	1,52	1,61	1,63	1,69	1,30	0,04	L	0,00
TCE (%/dia)	1,08	1,17	1,27	1,22	8,00	0,10	NS	0,36

Sob – sobrevivência; PF – peso final; GP – ganho de peso; Biom – biomassa; Prod – produtividade; CA – conversão alimentar; TCE – Taxa de crescimento específico; Q – equação de regressão quadrática; L – equação de regressão linear; CV - coeficiente de variação; DP - desvio padrão; ER - equação de regressão; P - valor de probabilidade.

Os resultados de sobrevivência neste estudo são inferiores aos encontrados por Roy et al. (2009) em experimentos com o *L.vannamei* em baixa salinidade apresentando percentuais de 91,0 a 98,0 e 81,3 a 100%, respectivamente. Os resultados de

sobrevivência de nosso estudo, podem ter sido influenciados pelo nível de salinidade utilizado (0,8 g/L), caracterizado por perfis iônicos abaixo do ideal.

Observou-se que somente os camarões alimentados com ração contendo 20% de inclusão da levedura de cana-de-açúcar apresentaram ganho de peso melhor em relação ao controle. No qual ao realizar a regressão foi observado um comportamento quadrático ($p < 0,05$), com maior valor para um nível ajustado de 19,47% (Figura 1), indicando que mesmo havendo um maior consumo de alimento no tratamento com 30%, não foi suficiente para aumentar o peso dos animais. Além disso, a levedura de cana-de-açúcar íntegra é composta por heteropolissacarídeos estruturados em complexos de carboidratos e proteínas, tais como mananoproteínas e glucano (Johnson et al., 1980), que podem comprometer a sua eficiência de utilização, assim como de outros nutrientes (Butolo, 1997).

Segundo Champe & Harvey (1996), leveduras de cana-de-açúcar oriundas de destilarias de álcool e que são beneficiadas através do método de rolagem, passam por temperaturas acima de 200 °C por mais de 1 minuto, promovendo a desnaturação das proteínas, que por sua vez pode modificar a digestibilidade dos aminoácidos, desbalanceado os aminoácidos digestíveis da dieta e diminuindo o aproveitamento do ingrediente pelo camarão.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (78,29%), energia bruta (78,05%) e extrato etéreo (74,08%) da levedura de cana-de-açúcar, apresentados na Tabela 2, podem também ter limitado o ganho de peso quando o nível de inclusão foi acima de 20%.

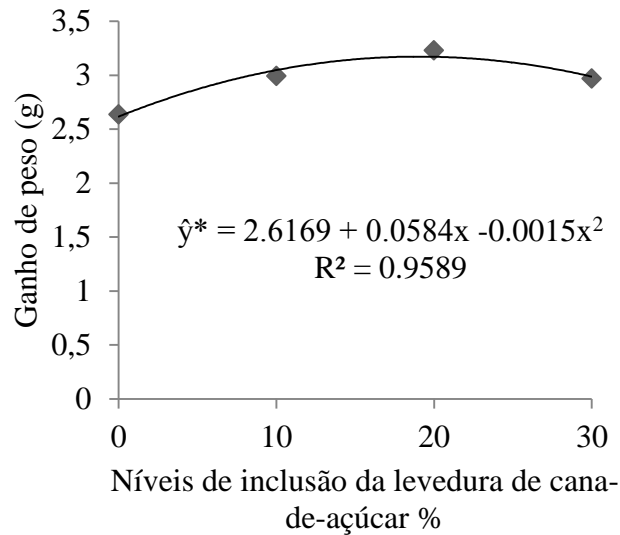


Figura 1. Efeito dos níveis de inclusão da levedura de cana-de-açúcar sobre o ganho de peso dos camarões.

Para a conversão alimentar, os valores foram aumentando, sendo linear crescente ($p < 0,01$) aos níveis de inclusão da levedura de cana-de-açúcar nas dietas (Figura 2).

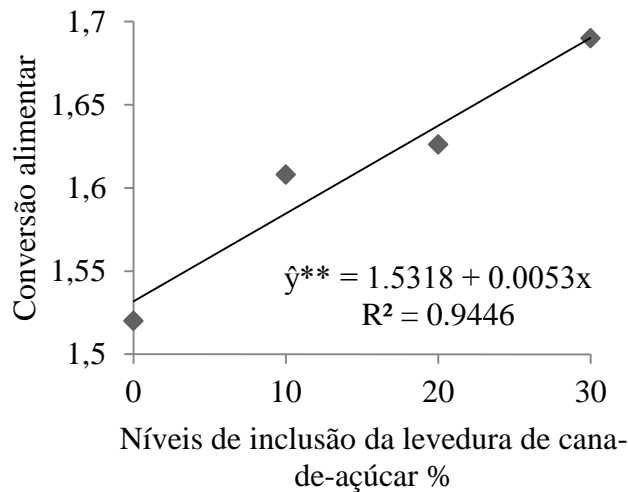


Figura 2. Efeito dos níveis de inclusão da levedura de cana-de-açúcar sobre a conversão alimentar dos camarões.

Scholz et al. (1999) relatou resultados de juvenis *L. vannamei*, com peso inicial de 0,45g, testando cinco dietas com inclusão de *Saccharomyces cerevisiae* (1%), β - glucano, extraída a partir da levedura (0,1%), *Phaffia rhodozyma* (1%), levedura

experimental (HPPR1) a 1 % e uma dieta controle, durante 7 semanas, não havendo diferença significativa para ganho de peso ($P = 0,196$).

No entanto, Hisano et al. (2007), em estudos com alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com levedura íntegra e seus derivados (levedura autolisada e parede celular), apresentaram resultados melhores com a suplementação de levedura autolisada, proporcionando maior de ganho de peso (93,01 e 89,55g) com o melhor nível estimado próximo entre 1 e 2% de inclusão.

Hisano et al. (2008), em pesquisas testando a composição nutricional e digestibilidade da levedura íntegra de cana-de-açúcar e seus derivados, parede celular e levedura autolisada, para a tilápia-do-Nilo, concluíram que o processo de autólise da levedura melhora a digestibilidade da matéria seca (85,9%), proteína bruta (72,20%), energia bruta (86,53%) e da maior parte dos aminoácidos, portanto é fundamental o processamento da levedura íntegra para poder favorecer o melhor aproveitamento dos nutrientes. Ainda segundo o mesmo autor, a complexa estrutura de carboidratos e proteínas da levedura de cana-de-açúcar pode comprometer a utilização da proteína, diminuindo sua biodisponibilidade.

Processos de beneficiamento da levedura de cana-de-açúcar como a autólise, podem aumentar a digestibilidade da fração protéica beneficiando a população de bactérias probióticas, influenciando em uma resposta melhor do sistema imunológico dos camarões.

CONCLUSÃO

A levedura de cana-de-açúcar nas dietas para *L.vannamei* apresentou melhores resultados de desempenho foram obtidos com inclusão de até o nível de 20%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC, 2005. **Official Methods of Analysis**, 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland.

BUTOLO, J. E. Uso da levedura desidratada na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DA LEVEDURA DESIDRATADA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1997, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 1997. p. 51-83.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1996. p. 237-241.

CRUZ-SUÁREZ, L.E., NIETO-LOPEZ, M., GUAJARDO-BARBOSA, CLAUDIO., TAPIA-SALAZAR, MIREYA., SCOLZ, U., RICQUE-MARIE, D. Replacement of fish meal with poultry by-product meal in practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets. **Aquaculture**, v. p.272:466-476, 2007.

CUMMINS,V.C.; WEBSTER1 C.D.;THOMPSON, K.R.; VELASQUEZ, A. Replacement of fish meal with soybean meal, alone or in combination with distiller's dried grains with solubles in practical diets for pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, grown in a clear-water culture system. **Journal of the world aquaculture society**, v. 44 (6), p.775-785, 2013.

DAVIS, D.A.; BOYD, C.E.; ROUSE, D.B.; SAOUD, I.P. Effects of potassium, magnesium and age on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* post-larvae reared in inland low salinity well waters in west alabama. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 36(3), p.416-419, 2005.

FAO. 2012. State of World Fisheries and Aquaculture 2012. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Fisheries and Aquaculture Department, Rome.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FONSECA, S.B.; MENDES, P.P.; ALBERTIM, C.J.L.; BITTENCOURT, C.F.; SILVA, J.H.V. Cultivo do camarão marinho em água doce em diferentes densidades de estocagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44(10), p.1352-1358, 2009.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978, 213 p.

HISANO, H.; NARVÁEZ-SOLARTE, W.V.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com levedura e derivados. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.42, n.7, p.1035-1042, 2007.

HISANO, H.; SAMPAIO, F.G.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-nilo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 43-49, 2008.

JOHNSON, E. A.; VILLA, T. G.; LEWIS, M. J. Phaffia rhodozyma as an astaxanthin source in salmonid diets. **Aquaculture**, v. 20, p. 123-134, 1980.

LIU, X.; YE, J.D.; WANG, K.; KONG, J.H.; YANG, W.; ZHOU, L. Partial replacement of fish meal with peanut meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Research**, v. 43(5), p.745-755, 2012.

LONGO, F. L.; MENTEN, J. F. M.; PEDROSO, A. A.; FIGUEIREDO, A. N.; RACANICCI, A. M. C.; GAIOTTO, J. B.; SORBARA, J. O. B. Diferentes fontes de proteína na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 112-122, 2005.

LOURENÇO, J. A., SANTOS, C. H. A., BRAGA NETO, F. H. F., ARENA, M. L., IGARASHI, M. A. Influência de diferentes dietas no desenvolvimento do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em berçários intensivos. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 31, n. 1, p. 1-7, 2009.

MÁRQUEZ, J.E.Q.; ANDREATTA, E.R.; VINATEA, L.; OLIVERA, A.; BRITO, L.O. Efeito da densidade de estocagem nos parâmetros zootécnicos da criação de camarões *Litopenaeus schmitti*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, m.2, p. 145–153, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC): **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National Academy Press, Washington, DC.2011, 432p.

PEREIRA, M.V.; CAVALHEIRO, J.M.O.C.; BRASILEIRO, O.L.; NETO, V.Q.; PEREIRA, A.V.; TREVISAN, L.F.A. Estudo das exigências proteicas para juvenis de camarões marinho da espécie *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931). **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 04, p.1983-4209, 2010.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2011. 256p.

ROY, L.A.; BORDINHON, A.; SOOKYING, D.; DAVIS, D.A.; BROWN, T.W.; WHITIS, G.N. Demonstration of alternative feeds for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters of west Alabama. **Aquaculture Research**, v. 40, p. 496-503, 2009.

SCHOLZ, U.; DIAZ, G.G.; RICQUE, D.; CRUZ SUAREZ, L.E.; ALBORES, F.V.; LATCHFORD, J. Enhancement of vibriosis resistance in juvenile *Penaeus vannamei* by supplementation of diets with different yeast products. **Aquaculture**, v.176, p. 271–283, 1999.

SICCARDI, A.J., LAWRENCE, A.L., GATLIN, D.M., FOX, J.M., CASTILLE, F.L., PEREZ-VELASQUEZ, M., GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L. **Digestibilidad aparente de energía, proteína y material seca de ingredientes utilizados en alimentos balanceados para El camarón Blanco Del pacífico *Litopenaeus vannamei***. In: CRUZ-SUÁREZ, L.E., RIQUE-MARIE, D.A., PUELLO-CRUZ, A.C., GARCIA-ORTEGA, A. (Eds.), Avances em nutrición acuícola VIII. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Mexico, p. 213-237, 2006.

SILVA, A.D.R. **Utilização do calcário dolomítico em água doce e com alcalinidade e dureza extremamente baixas, para adequação ao cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. 2010. 58p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SPANGHERO, D.B.N.; SILVA¹, U.L.; PESSOA, M.N.C.;MEDEIOS, E.C.A.;OLVEIRA, I.R.;MENDES, P.P. Utilização de modelos estatísticos para avaliar dados de produção do camarão *Litopenaeus vannamei* cultivados em água oligohalina e salgada. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, n. 4, p. 451-458, 2008.

SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; CHANG, Y.K. Substituição de farelo de soja por soja integral em rações extrusadas para aqüicultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34 (1), p. 29-37, 2004.

TACON, A.G.J., METIAN, M., HASAN, M.R. **Feed ingredients and fertilizers for farmed aquatic animals sources and composition**. Roma: Fisheries and Aquaculture Technical, FAO, 2009. N°. 540, 209p.

TURCHINI, G.M. **Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds**. Wing-Keong Ng, Douglas Redford Tocher. CRC Press, 2010.551p.

Capítulo 4

Inclusão da farinha de cabeça de camarão em dietas para o camarão marinho

*Litopenaeus vannamei*¹

¹Artigo a ser submetido à avaliação e publicação da Revista Caatinga

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do camarão *Litopenaeus vannamei* alimentados com dietas contendo a inclusão de níveis crescentes de farinha de cabeça de camarão. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com tratamentos que consistiram de uma dieta controle com 0% e três dietas teste com a inclusão de 10%, 20% e 30% de farinha de cabeça de camarão. Foram utilizados camarões com peso médio de 1,78g e uma densidade de sete camarões por tanque (0,5 m²). Não houve diferença significativa entre as variáveis de qualidade de água. Sobrevivência e conversão alimentar não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). Os maiores peso final e ganho de peso (4,53g e 2,75g) foram obtidos com os camarões alimentados com dietas contendo 20% farinha de cabeça de camarão ($P < 0,05$), apresentando o melhor nível ajustado de 25,61% e 25,92%, respectivamente. A maior biomassa e produtividade (27,84g e 55,68 g/m²) foram obtidas com os animais alimentados com o tratamento contendo 30% de farinha de cabeça de camarão. Os resultados indicam que a farinha de cabeça de camarão pode ser utilizada na ração de camarões em até 30%.

Palavras-chave: conversão alimentar, desempenho, ingrediente de origem animal, organismos aquáticos, produtividade.

ABSTRACT

The objective of this work the performance of *Litopenaeus vannamei* fed diets containing was to evaluate the inclusion of increasing levels of shrimp head meal. The experimental design was completely randomized with treatments consisting of a control diet with 0 % and three test diets with the inclusion of 10 %, 20 % and 30% of shrimp head meal. Shrimps with an average weight of 1.78 g and a density of seven shrimp per tank (0.5 m²) were used. There was no significant difference between the variables of water quality. Survival and feed conversion did not differ significantly ($p > 0.05$). The highest final weight and weight gain (4.53 g and 2.75 g) were obtained with shrimps fed diets containing 20 % of shrimp head (P < 0.05) flour, with the best level of 25.61 set % and 25.92 %, respectively. The highest biomass and productivity (27.84 g and 55.68 g/m²) were obtained from animals fed with the treatment containing 30% of shrimp head meal. The results indicate that the flour of shrimp head can be used to feed shrimp up to 30%.

Keywords: feed efficiency, performance, animal ingredients, aquatic organisms, productivity.

INTRODUÇÃO

A produção da carcinicultura brasileira no ano de 2011 foi de 69.571 t, sendo concentrada na região Nordeste do país, onde os principais estados produtores são Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia que detém 81,6% da produção total (ABCC, 2013).

O *Litopenaeus vannamei* está entre as espécies de camarões marinhos mais cultivadas mundialmente, com mais de 90% do cultivo no ocidente (FAO, 2012) e no Brasil representa cerca de 95% da produção nacional (ABCC, 2013).

A alimentação de camarões representa cerca de 70% dos custos de produção e os estudos sobre a influência de ingredientes convencionais e novos alimentos no desempenho destes animais têm sido intensificados nos últimos anos, promovendo a substituição por ingredientes mais digestíveis e de menor custo (Zhu et al., 2013).

A carcinicultura vem utilizando o farelo de soja como ingrediente proteico nas rações para camarões, porém segundo a FAO (2012) este alimento apresenta influencia dos preços nos mercados internacionais, pois, também é utilizado na alimentação humana, com isso aumentando o valor do produto.

Assim uma alternativa de alimento protéico seria a farinha de cabeça de camarão, ingrediente que se origina a partir da desidratação de resíduos da indústria carcinícola e é basicamente composta por cabeças, exoesqueletos e pequenos camarões, sua composição é rica apresentando percentual de proteína bruta de 60,60% (Lima et al., 2007), além de apresentar bom perfil de aminoácidos essenciais (Bhaskar et al., 2010).

O beneficiamento do camarão gera resíduos que são sujeitos à putrefação rápida por causa de sua natureza alcalina (pH 7,5 – 8,0) e apenas 5% deste resíduo é usado na alimentação animal (Prameela et al., 2012). Segundo Sachindra & Mahendrakar (2005), o beneficiamento do camarão gera de 45 a 48% de resíduos em relação ao seu peso

total, podendo causar impacto muito grande no ambiente à medida que aumenta a produção de camarões.

São muito escassos estudos utilizando a farinha de cabeça de camarão em cultivos de *L. vannamei* em águas de baixa salinidade, fundamentando pesquisas que buscam novas alternativas proteicas em substituição às fontes convencionais na alimentação de organismos aquáticos, fortalecendo o desenvolvimento da carcinicultura litorânea e continental, pois além de reduzir os impactos ambientais, aumentam a renda líquida do produtor.

Neste sentido, a ração, como insumo que demanda grande parte da receita do carcinicultor e principal fornecedora de nutrientes em ambiente de cultivo, deverá utilizar no futuro ingredientes que sirvam como alternativa protéica ao uso das fontes alimentares convencionais (Terrazas-Fierro et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o desempenho do camarão *L.vannamei* alimentados com rações contendo a inclusão de diferentes percentuais de farinha de cabeça de camarão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Pesca e Aquicultura (NEPA) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) no período de fevereiro a março de 2013. Foram utilizados camarões da espécie *L. vannamei*, fornecidos pela Fazenda Experimental Oruabo, Bahia Pesca, localizada na cidade de Santo Amaro, estado da Bahia, Brasil.

Os camarões foram aclimatados à salinidade de 0,8 g/L em tanques tipo caixa d'água de polietileno de 100 litros durante 15 dias. O sistema de recirculação de água foi composto de tanques de polietileno (100 L), com filtro biológico, aeração constante e sem o uso de termostato.

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos que consistiram em uma dieta referência com 0% e três dietas teste com a inclusão de 10%, 20% e 30% de farinha de cabeça de camarão e cinco repetições.

As rações foram estão apresentadas na Tabela 1 e foram elaboradas de acordo com a exigência preconizadas pelo NRC (2011) para os teores de proteína bruta, energia digestível e segundo Tacon et al. (2009) para aminoácidos, vitaminas e minerais. Os ingredientes foram moídos, homogeneizados, umedecidos com água a 70°C, peletizados em moinho de carne e acondicionados em bandejas para secagem em estufa a 55 ±5°C, até peso constante.

A sifonagem foi realizada duas vezes por dia, antes dos arraçoamentos, retirando cerca de 5 a 10% do volume do tanque, repondo com água proveniente da rede pública, acrescida de água do mar até a salinidade de 0,8 g/L em dois tanques de polietileno de 1.500 L para reserva de água. Após a mistura da água doce e do mar, foi feita a adição de calcário dolomítico em uma proporção de 1 kg/m² aplicando 50% na primeira calagem e o restante de forma fracionada (12,5%),, semanalmente, no decorrer do cultivo (Silva, 2010). Esta água a 0,8 g/L de salinidade permanecia por 24 h nestes reservatórios em aeração constante para volatilização do cloro e diluição do calcário dolomítico.

Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais com diferentes níveis de farinha de cabeça de camarão para o *L. vannamei* (Base na matéria natural)

Ingredientes	Níveis de inclusão de farinha de cabeça de camarão			
	0%	10%	20%	30%
Farinha de Peixe	20,00	20,00	20,00	20,00
Farelo de Soja	48,12	34,95	22,09	9,23
Farinha de Trigo	26,58	31,35	34,72	38,08
Farinha de cabeça de camarão	-	10,00	20,00	30,00
Óleo de Soja	1,84	1,14	0,65	0,15
Premix vit/min ¹	1,50	1,50	1,50	1,50
Calcario	0,91	-	-	-
Lecitina de soja	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
BHT	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Composição Analisada e Calculada

Energia Digestível (kcal/kg)	3.999	3.966	4057	3884
Proteína Bruta (%)*	36,22	35,28	35,03	33,96
Extrato Etéreo (%)*	4,62	5,32	4,92	6,56
Fibra Bruta (%)	3,58	2,81	2,99	3,16
Matéria Mineral (%)*	9,44	12,24	10,63	12,40
Calcio (%)	1,40	1,45	1,85	2,24
Fósforo Total (%)	0,77	0,83	0,90	0,96
Arginina Total (%)	2,38	2,48	2,59	2,70
Fenilalanina Total (%)	1,77	1,72	1,67	1,62
Histidina Total (%)	0,93	0,87	0,81	0,75
Leucina Total (%)	2,83	2,79	2,75	2,70
Lisina Total (%)	2,09	2,08	2,08	2,07
Met + Cistina Total (%)	1,17	1,17	1,17	1,18
Treonina Total (%)	1,40	1,36	1,33	1,29
Triptofano Total (%)	0,44	0,37	0,36	0,36

¹ Quantidade kg⁻¹ de protudo: Ácido fólico (min) 500 mg/kg; Ácido Pantotênico (min) 6.500 mg/kg; B.H.T (min) 5.000 mg/kg; Biotina (min) 21 mg/kg; Cobre (min) 1.000 mg/kg; Colina (min) 140 g/kg; Ferro (min) 1.000 mg/kg; Iodo (min) 50 mg/kg; Manganês (min) 5.000 mg/kg; Niacina (min) 10 g/kg; Selênio (min) 20 mg/kg; Zinco (min) 10 g/kg; Vitamina A (min) 500.000 UI/kg; Vitamina B₁ (min) 2.600 mg/kg; Vitamina B₁₂ (min) 10.000 mcg; Vitamina B₂ (min) 2.600 mg/kg; Vitamina B₆ (min) mg/kg; Vitamina C (min) 40 g/kg; Vitamina D₃ (min) 160.000 UI/kg; Vitamina E (min) 16.000 UI/kg; Vitamina K₃ (min) 1.000 mg/kg; -: ingrediente não adicionado na ração; * Composição analisada.

Diariamente foram mensuradas as variáveis de qualidade de água pH, oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade, condutividade e sólidos totais através da sonda multiparâmetro HANNA HI 9828. Semanalmente foi realizada análise da alcalinidade total pelo método titulométrico descrito por Golterman et al., (1978) realizado no

Laboratório de qualidade de água da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, a dureza foi feita com o Kit Dureza Total GH e amônia realizada através do kit de amônia tóxica para monitoramento da qualidade de água.

Foram utilizados resíduos do processamento de camarão da unidade de beneficiamento da Valença da Bahia Maricultura S/A, onde a cabeça de camarão (cefalotórax) foi secada em estufa de circulação forçada de ar a 65° C até peso constante. Logo após foi moída em moinho de faca até atingir aproximadamente 2 mm de diâmetro. Foi realizada a análise química da farinha de cabeça de camarão e demais ingredientes da ração referência e testes, apresentados na Tabela 2.

A análise química dos ingredientes das rações, referente à matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, a energia bruta (EB) foi analisada no Laboratório de Alimentação e Nutrição de Peixes da Universidade Estadual de Santa Cruz e proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Universidade Federal da Bahia (Tabela 2), segundo a metodologia da AOAC (2005).

Tabela 2. Composição química e coeficiente de digestibilidade aparente dos ingredientes expressas na matéria natural.

	Ingredientes			
	FCC	FP	FS	FT
MS (%)	91,27	91,63	88,39	88,84
PB (%)	55,92	53,97	44,98	9,64
EE (%)	7,24	10,13	1,65	1,14
MM(%)	14,03	21,07	5,57	4,23
EB (kcal/kg)	4.316	3.887	4.090	3.775
CDAMS (%)	77,78	-	-	-
CDAPB (%)	97,67	-	-	-
CDAEB (%)	90,70	90,04	78,50	52,00
CDAEE (%)	93,97	-	-	-
PD (%)	54,62	-	-	-
ED (kcal/kg)*	3.914 ¹	3.500 ²	3.210 ³	1.963 ⁴

MS – matéria seca; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; MM – matéria mineral; CDAMS = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca; CDAEB = coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta; CDAPB = coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta; CDAEE = coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo; ED = energia digestível; PD = proteína digestível; - não foi analisado; * Com base nas análises do Laboratório de Alimentação e Nutrição de Peixes/UDESC.

No início do experimento, os camarões foram selecionados com peso médio de $2,0 \pm 0,25$ g, utilizando uma densidade de sete camarões por tanque ($0,5 \text{ m}^2$), os quais foram alimentados com as rações-teste durante sete dias antes do início da coleta de dados, para adaptação às rações e ao manejo experimental. O arraçoamento foi realizado duas vezes por dia, nos horários de 08:00h e 14:00h, durante o período de 30 dias

As biometrias foram feitas semanalmente, pesando (peso úmido) 100% do lote em balança eletrônica de precisão (0,01g), obtendo o peso médio das repetições e sua biomassa. As dietas foram fornecidas, inicialmente, numa taxa de 4% da biomassa de camarões de cada repetição, sendo este valor ajustado de acordo com o consumo. Logo após a pesagem, os camarões eram devolvidos aos seus tanques de origem.

No final do período experimental, os camarões foram contados e pesados para avaliar os parâmetros de sobrevivência ($\text{Sob}\% = \frac{n^\circ \text{ final de camarões}}{n^\circ \text{ inicial de camarões}} \times 100$); ganho de peso ($\text{GP} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$); biomassa ($\text{B} = \text{Peso médio} \times n^\circ \text{ camarões}$); produtividade ($\text{Prod} = \text{peso g camarão}/\text{m}^2$); conversão alimentar ($\text{CA} = \text{g}$

de ração consumida/ganho de peso); taxa de crescimento específico (TCE = 100 x (Ln peso final – Ln peso inicial)/n^o dias).

Os resultados foram submetidos à ANOVA e em caso de diferença significativa (P<0,05) realizou-se análise de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira & Furtado, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis de qualidade de água, oxigênio, temperatura, pH, condutividade, sólidos totais dissolvidos e amônia (Tabela 3) estão de acordo com as recomendações para a espécie *L.vannamei* de acordo com Lourenço et al.,(2009).

Os valores de salinidade não variaram e ficaram em todos os tratamentos com 0,8 g L⁻¹. A alcalinidade (60 mg/L/CaCO₃) e dureza (150 mg/L/CaCO₃) mantiveram-se estáveis durante o experimento, não apresentando variação entre os tratamentos.

Tabela 3. Variáveis físico-químicas da água no cultivo de *L. vannamei* em água de baixa salinidade

Parâmetros	Nível de inclusão da Farinha de cabeça de camarão (%)					CV	DP
	0	10	20	30			
OD (mg/L)	6,88	6,99	6,84	6,88	1,53	0,11	
Temp (°C)	27,23	27,38	27,25	27,23	0,65	0,17	
pH	7,96	7,95	7,96	7,96	0,37	0,03	
Cond (µs.cm ⁻¹)	1.832,08	1.817,85	1.794,66	1.1796,08	2,57	45,54	
STD (mg/L)	860,50	860,70	859,60	860,50	0,12	1,08	
NH ₃ (mg/L)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0	

OD – oxigênio dissolvido; Temp – temperatura; pH – potencial hidrogênico; Cond – condutividade; STD – sólidos totais dissolvidos; NH₃ – amônia; CV – coeficiente de variação; DP – desvio padrão.

Não foi encontrada diferença significativa (P > 0,05) na sobrevivência entre as médias dos tratamentos, embora tenha sido observada, em valores absolutos, no tratamento com 30% de farinha de cabeça de camarão, maior sobrevivência (91,43%), de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 Médias dos resultados de desempenho zootécnico do camarão *L.vannamei* criados em água de baixa salinidade

Parâmetros	Nível de inclusão da Farinha de cabeça de camarão (%)							
	0	10	20	30	CV	DP	ER	P
Sob (%)	82,85	80,00	85,71	91,43	16,38	13,49	0,61	NS
PF (g)	3,12	3,80	4,53	4,36	8,51	0,65	0,00	Q
GP (g)	1,32	2,01	2,75	2,59	15,92	0,66	0,00	Q
Biom (g)	17,91	21,06	27,14	27,84	13,25	5,14	0,02	L
Prod (g/m ²)	123,53	145,24	187,2	191,97	21,02	35,42	0,02	L
CA	1,03	0,78	0,70	0,95	27,46	0,25	0,15	NS
TCE (%/dia)	0,80	1,09	1,35	1,30	23,00	0,26	0,19	NS

Sob – sobrevivência; PF – peso final; GP – ganho de peso; Biom – biomassa; Prod – produtividade; CA – conversão alimentar; TCE – Taxa de crescimento específico; Q – equação de regressão quadrática; L – equação de regressão linear; CV - coeficiente de variação; DP - desvio padrão; ER - equação de regressão; P - valor de probabilidade.

O tratamento com 20% de farinha de cabeça de camarão apresentou maior peso final (4,53g) e ganho de peso (2,75g) sendo superior ao controle com 3,12 e 1,32g, respectivamente (Tabela 4). A relação do peso final e ganho de peso é melhor visualizada através da função quadrática do nível de inclusão da farinha de cabeça de camarão nas dietas (Figuras 1 e 2), que apresenta o melhor nível ajustado para o peso final com 25,61% e para o ganho de peso com 25,92%.

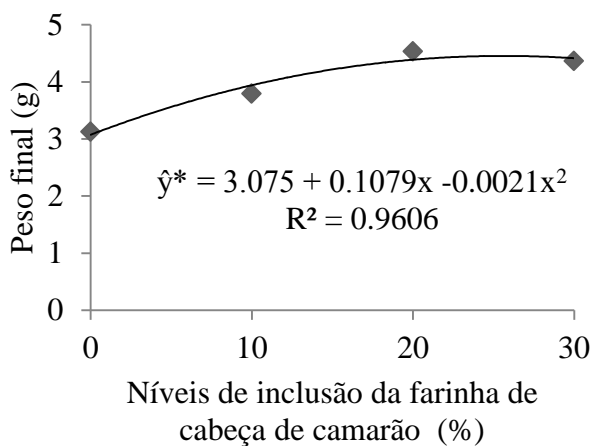


Figura 1. Efeito dos níveis de inclusão da farinha de cabeça de camarão sobre o peso final dos camarões.

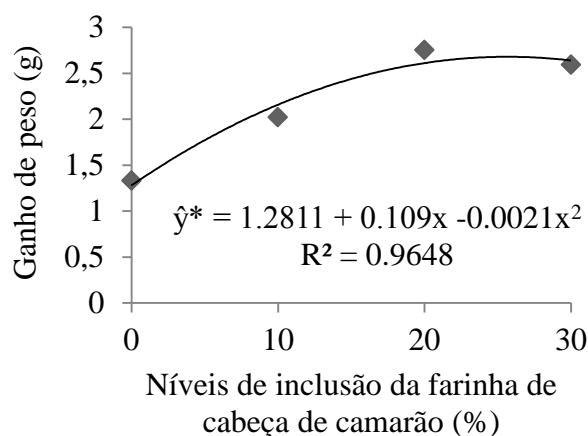


Figura 2. Efeito dos níveis de inclusão da farinha de cabeça de camarão sobre o ganho de peso dos camarões.

Provavelmente estes resultados podem ter ocorrido em função do bom coeficiente de digestibilidade aparente da PB (97,67%), portanto melhor aproveitamento proteico da farinha de cabeça de camarão (Tabela 2), que é semelhante ao resultado encontrado por Terrazas-Fierro et al. (2010), que apresentaram valor de 98,0%, em experimento realizado com a espécie *Litopenaeus vannamei*, com peso médio de 15-19g.

Willans et al. (2005) observaram que os melhores resultados de peso final e ganho de peso com juvenis de *Penaeus monodon*, alimentados com farinha de cabeça de camarão, foram observados quando o percentual de inclusão deste ingrediente foi de 15% na dieta.

Niu et al. (2011), testando os efeitos do quitosano, polímero de glucosamina obtido da quitina de carapaças de camarões marinhos, em pós larvas de *L. vannamei*, observaram sua influência positiva quando suplementada de forma moderada ou não inferior a 2g/kg de ração.

O quitosano é um material ativo dos crustáceos, participa na biossíntese do organismo, melhorando o desempenho à medida que na ecdise melhora a digestão e absorção dos nutrientes (Attasart et al., 2005). Esta influência do quitosano pode ter

contribuído no melhor desempenho dos animais, principalmente nas fases de pré e pós muda, acelerando o crescimento dos juvenis.

A farinha de cabeça de camarão por ter quitina em sua composição, também apresenta as características do quitosano, como a capacidade de interferir na digestão e absorção da gordura no trato intestinal e facilitar sua excreção (Deuchi et al., 1994). As características nutricionais da farinha de cabeça de camarão, como fonte de quitina, exerce influência positiva no peso final e ganho de peso do *L. vannamei* quando o percentual de inclusão deste ingrediente for moderado.

Para biomassa e produtividade, foi observado efeito linear crescente da farinha de cabeça de camarão, apresentando maior valor para o tratamento com 30%, enquanto o tratamento com 0% apresentou os menores resultados ($P < 0,05$) (Tabela 4), pois a medida que aumentou o nível de inclusão da farinha de cabeça de camarão, houve maior crescimento dos valores de biomassa e produtividade, como pode ser observado nas Figuras 3 e 4.

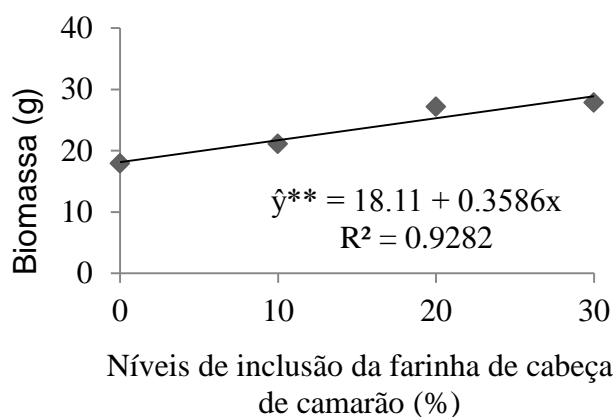


Figura 3. Efeito dos níveis de inclusão da farinha de cabeça de camarão sobre a Biomassa dos camarões.

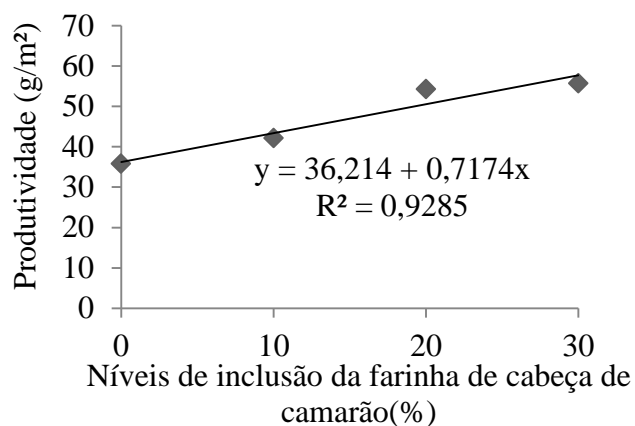


Figura 4. Efeito dos níveis de inclusão da farinha de cabeça de camarão sobre a produtividade dos camarões.

A diferença nutricional entre a farinha de cabeça de camarão e os demais ingredientes das rações não explica o crescimento diferenciado para biomassa e produtividade, porém a diferença no perfil de aminoácidos das dietas pode ter sido responsável pela melhoria no crescimento do camarão.

Terrazas-Fierro et al (2010), realizaram estudo com a espécie *L. Vannamei*, apresentando coeficientes de digestibilidade aparente dos aminoácidos para metionina (95,6%), cistina (93,7%), histidina (97,8%), treonina (93,7%), valina (94,7%), fenilalanina (89,8%), isoleucina (93,3%), leucina (97,4%) e lisina (105,4%). O bom valor da digestibilidade dos aminoácidos se baseia em proteínas solúveis da farinha de cabeça de camarão, que normalmente contêm quantidades elevadas de aminoácidos livres, facilitando a absorção no trato digestório.

Um maior aproveitamento da proteína pode ainda ter sido decorrente da reduzida velocidade de trânsito intestinal, aumentando o contato do alimento com as enzimas específicas para a digestão. Este fato pode ser decorrente da melhor capacidade da espécie em utilizar proteína ou mesmo da diferença da qualidade proteica da farinha de cabeça de camarão em relação as demais fontes proteicas.

A farinha de cabeça de camarão também pode apresentar compostos bioativos, como pigmentos, aminoácidos e ácidos graxos essenciais (Prameela et al., 2012). Estes nutrientes, em função do aumento do nível de farinha de cabeça de camarão, também estarão disponíveis em maior quantidade na dieta, proporcionando uma melhoria nutricional e maior incremento no desempenho dos camarões.

A atividade da quitinase acompanha o aumento do nível dietético (Fox, 1993) e como existe grandes necessidades metabólicas de glucosamina, monossacarídeo que faz parte da estrutura da quitina e quitosano, com a baixa fosforilação da glicose nos camarões (Guo et al., 2006) as fontes dietéticas das rações com ingredientes convencionais não cumprem totalmente com as exigências dos camarões, com isso, as dietas ricas em maiores quantidades de cabeça de camarão tendem a ser mais consumidas em função do aumento da atividade na glândula digestiva, contribuindo para uma melhor conversão alimentar.

Os camarões desde a fase de protozoa tem a capacidade de modular a atividade enzimática em relação à natureza e concentração dos nutrientes. A utilização da proteína no metabolismo animal está também ligada ao seu conteúdo de carboidrato o que permite economizar proteína, principalmente pela presença de quitina na composição das dietas, sendo fundamental na fase de juvenil, etapa da vida destes crustáceos onde há maior disponibilidade de proteína permitirá um maior desempenho.

As características da farinha de cabeça de camarão aliadas a sua maior palatabilidade e atratividade, bem como suas combinações com outros ingredientes, são possíveis responsáveis pelo crescimento observado neste estudo.

CONCLUSÃO

A farinha de cabeça de camarão pode ser utilizada como fonte proteica em dietas para o camarão *L. vannamei* em níveis até 30%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Levantamento da infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da cacinicultura marinha no Brasil em 2011**. Rio Grande do Norte: Frutifer LT, 2013. 77p. (Convênio ABCC/MPA N° 756578/2011).
- AOAC, 2005. **Official Methods of Analysis**, 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland.
- ATTASART, S.; RUENGLERTPANYAKUL, W.; WANICHPONGPAN, P. Utilization of chitosan for organic shrimp production. **Journal Miiner Met. Matter**, v. 15, p. 37-43, 2005.
- BHASKAR, N.; SURESH, P.V.; SAKHARE P.Z.; SACHINDRA N.M.; LALITHA, R.G. Yield and chemical composition of fractions from fermented shrimp biowaste. **Waste Management & Research**, v. 28, p.64–70, 2010.
- DEUCHI, K.; KANAUCHI, O.; IMASATO, Y.; KOBAYASHI, E. Decreasing effect of chitosan on the apparent fat digestibility by rats high-fat diet. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v. 58, p. 1613-1616, 1994.
- FAO. 2012 Food Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture – Sofia; Fishery Information. Data and Statistics Unit. FishStat plus. Rome: Fisheries and Aquaculture Department. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em 06 de fevereiro 2014.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FOX, C.J. The effect of dietary chitin on the growth, survival and chitinase levels in the digestive gland of juvenile *Penaeus monodon* (Fab.). **Aquaculture**, v.109, p.39-49, 1993.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978, 213 p.

GUO, R.; LIU, Y.J.; TIAN, L.X.;HUANG, J.W. Effect of dietary cornstarch levels on growth performance, digestibility and microscopic structure in the white shrimp, *Litopenaeus vannamei* reared in brackish water. **Aquaculture Nutrition**, v.12, p. 83–88, 2006.

LIMA, S.B.P.; RABELLO, C.B.V.; JÚNIOR, W.M.D.; LUDKE, M.C.M.M.; COSTA, F.G.P. Valor nutricional da farinha de cabeça do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* para frangos de corte. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p. 38-41, 2007.

LOURENÇO, J. A., SANTOS, C. H. A., BRAGA NETO, F. H. F., ARENA, M. L., IGARASHI, M. A. Influência de diferentes dietas no desenvolvimento do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em berçários intensivos. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 31, n. 1, p. 1-7, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC): **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National Academy Press, Washington, DC.2011, 432p.

NIU, J.;LIU, Y.J.; LIN, H.Z.; MAI, K.S.; YANG, H.J.; LIANG, G.Y.; TIAN, L.X. Effects of dietary chitosan on growth, survival and stress tolerance of postlarval shrimp, *Litopenaues vannamei*. **Aquaculture nutrition**, v. 17, p. 406-412, 2011.

PRAMEELA, K.; CHALLA, M.M.; JYOTHI, H.K.P. Efficient use of shrimp waste: present and future trends. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 93, p.17–29, 2012.

SACHINDRA, N.M.; MAHENDRAKAR, N.S. Process optimization for extraction of carotenoids from shrimp waste with vegetable oil. **Bioresource Technology**, v. 96, p. 1195–1200, 2005.

SICCARDI, A.J., LAWRENCE, A.L., GATLIN, D.M., FOX, J.M., CASTILLE, F.L., PEREZ-VELASQUEZ, M., GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L. **Digestibilidad aparente de energía, proteína y material seca de ingredientes utilizados en alimentos balanceados para El camarón Blanco Del pacífico *Litopenaeus vannamei***. In: CRUZ-SUÁREZ, L.E., RIQUE-MARIE, D.A., PUELLO-CRUZ, A.C., GARCIA-ORTEGA, A. (Eds.), Avances em nutrición acuícola VIII. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Mexico, p. 213-237, 2006.

SILVA, A.D.R. **Utilização do calcário dolomítico em água doce e com alcalinidade e dureza extremamente baixas, para adequação ao cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei***. 2010. 58p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

TACON, A.G.J., METIAN, M., HASAN, M.R. **Feed ingredients and fertilizers for farmed aquatic animals sources and composition**. Roma: Fisheries and Aquaculture Technical, FAO, 2009. N°. 540, 209p.

TERRAZAS-FIERRO, M.M.; CIVERA-CERECEDO, R.; IBARRA-MARTÍNEZ, L.; GOYTORTÚA-BORES, E.; HERRERA-ANDRADE, M.; REYES-BECERRA, A. Apparent digestibility of dry matter, protein, and essential amino acid in marine feedstuffs for juvenile whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v.308, p.166-173, 2010.

WILLIAMS, K.C.; SMITH, D.S.; BARCLAY, M.C.; TABRETT, S.J.; RIDING, G. 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.

ZHU, X.Z.; DAVIS, D.A.; ROY, L.A.; SAMOCHA, T.M.; LAZO, J.P. Response of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to Three Sources of Solvent Extracted

Soybean Meal. **Journal of the World Aquaculture Society**, V.44 (3), p. 396-404,
2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de ingredientes alternativos proteicos como a levedura de cana-de-açúcar e a farinha de cabeça de camarão como substitutos das fontes proteicas convencionais utilizadas na carcinicultura implicaram em bons coeficientes de digestibilidade (MS, EB, PB e EE) com melhor aproveitamento energético e protéico da ração.

O experimento de desempenho zootécnico dos camarões apresentou melhores resultados com a inclusão de até 20% de Levedura de cana-de-açúcar, indicando que este ingrediente pode entrar nas dietas dos camarões sem haver prejuízo no seu desenvolvimento. A farinha de cabeça de camarão apresentou-se como um possível ingrediente há ser usado na formulação de rações para camarões, podendo ser utilizada em até 30% nas rações.

Mais pesquisas devem ser realizadas para melhor esclarecer os resultados encontrados na literatura com a utilização de alimentos alternativos na carcinicultura.