



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**FARINHA DE SPIRULINA COMO ADITIVO ATRATO-PALATABILIZANTE EM
DIETAS BALANCEADAS PARA O CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus
vannamei***

JOSÉ FERNANDES DA SILVA NETO

**FORTALEZA-CEARÁ-BRASIL
FEVEREIRO / 2010**

**FARINHA DE SPIRULINA COMO ADITIVO ATRATO-PALATABILIZANTE EM
DIETAS BALANCEADAS PARA O CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus
vannamei***

JOSÉ FERNANDES DA SILVA NETO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO
DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PESCA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM ENGENHARIA DE PESCA.**

**FORTALEZA-CEARÁ-BRASIL
FEVEREIRO / 2010**

S580f Silva Neto, José Fernandes da
Farinha de spirulina como aditivo atrato-palatabilizante em dietas balanceadas para o camarão marinho *litopenaeus vannamei* /José Fernandes da Silva Neto, 2010.
55 f. ; il. enc.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Vinicius do Carmo e Sá
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará,
Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia de Pesca, 2010.

1. Aqüicultura 2. Camarão – cultivo 3. Camarão - nutrição 4. Camarão – alimentos e ração I . Carmo e Sá, Marcelo Vinicius do (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca III. Título

CDD 639.2

Esta dissertação foi submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Pesca, outorgado pela Universidade Federal do Ceará e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

A transcrição de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de acordo com as normas da ética científica.

José Fernandes da Silva Neto

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ____/____/____

Prof. Marcelo Vinícius do Carmo e Sá, D.Sc.
Orientador da Dissertação
Presidente

Prof. Alberto Jorge Pinto Nunes, Ph.D.
Conselheiro

Prof. Wladimir Ronald Lobo Farias, D.Sc.
Conselheiro

A Deus por me amar incondicionalmente e pelos seus ricos ensinamentos, retirados da Sagrada Escritura.

Aos meus pais, Jefferson e Elizabete, e aos meus irmãos, Tiago e Ana Paula, pelo amor, amizade, apoio, motivação e incentivo.

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua fidelidade e soberania, e por seu imenso amor por mim.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro concedido, com a manutenção da bolsa de auxílio e o fomento à pesquisa nacional.

Ao Departamento de Engenharia de Pesca (Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil), pela oportunidade outorgada a mim de obter o título de Mestre em Engenharia de Pesca.

Ao professor Marcelo Vinícius do Carmo e Sá, meu orientador, pelo tempo despendido nas reuniões realizadas e pelas valiosas sugestões ao trabalho.

Ao professor Alberto Jorge Pinto Nunes, por ter cedido parte do seu laboratório para a realização deste trabalho, bem como boa parte dos insumos utilizados durante o experimento.

Ao professor Wladimir Ronald Lobo Farias, pela sua dedicação à docência e à pesquisa, pela sua atenção e profissionalismo.

Às minhas colegas de trabalho, Sandra, Jordivânia e Josivânia, que muito me ajudaram na execução do experimento, e por sua amizade e companheirismo.

Aos meus colegas de laboratório, Hassan Sabry e Leandro Fonseca, pela sua participação e ajuda durante todo o experimento.

Aos colegas da turma de mestrado e doutorado, pela amizade e pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

À Parry Nutraceuticals Inc. (Chennai, India), pela doação da farinha de Spirulina usada no presente trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1. Uso de aditivos atrato-palatabilizantes em dietas artificiais para organismos aquáticos cultivados	03
2.2. Uso de farinha de <i>Spirulina</i> com aditivo atrato-palatabilizante promotor do crescimento em dietas aquícolas	07
3. MATERIAL E MÉTODOS	09
3.1. Uso de farinha de <i>Spirulina platensis</i> como aditivo atrato-palatabilizante promotor do crescimento em dietas balanceadas para o cultivo de juvenis do camarão marinho, <i>Litopenaeus vannamei</i> , em condições controladas (1º estudo)	09
3.1.1. Camarões e sistema de cultivo experimental	09
3.1.2. Delineamento e dietas experimentais	10
3.1.3. Manejo alimentar	15
3.1.4. Monitoramento da qualidade da água dos tanques	16
3.1.5. Indicadores de desempenho zootécnico	16
3.1.6. Estabilidade do pélete na água	17
3.2. Avaliação da atrato-palatabilidade da farinha de <i>Spirulina platensis</i> em dietas balanceadas para camarão marinho, <i>Litopenaeus vannamei</i> (2º Estudo)	18
3.2.1. Validação (fase 1)	18
3.2.2. Experimentação (fase 2)	19
3.3. Análise estatística	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Uso de farinha de <i>Spirulina platensis</i> como aditivo atrato-palatabilizante promotor do crescimento em dietas balanceadas para o cultivo de juvenis do camarão marinho, <i>Litopenaeus vannamei</i> , em condições controladas (1º estudo)	21
4.1.1. Qualidade da água	21
4.1.2. Indicadores de desempenho zootécnico	21
4.1.2.1. Ganho em peso semanal	21
4.1.2.2. Fator de conversão alimentar	24
4.1.2.3. Taxa de sobrevivência	25

4.1.2.4. Taxa de eficiência protéica	26
4.1.2.5. Consumo alimentar aparente	27
4.1.2.6. Índice de desempenho	28
4.2. Avaliação da atrato-palatabilidade da farinha de <i>Spirulina platensis</i> em dietas balanceadas para camarão marinho, <i>Litopenaeus vannamei</i> (2º Estudo)	31
4.2.1. Validação (fase 1)	31
4.2.2. Experimentação (fase 2)	31
5. CONCLUSÕES	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Dietas experimentais isoprotéicas e isocalóricas com redução moderada de farinha de peixe (-25%), suplementadas com 0,5% de atrativo comercial ou de farinha de Spirulina (ANOVA P = 0,041; n = 7; α = 0,05).	37
Figura 2. Dietas experimentais isoprotéicas e isocalóricas com redução acentuada de farinha de peixe (-50%), suplementadas com 0,5% de atrativo comercial ou de farinha de Spirulina (ANOVA P = 0,313; n = 7; α = 0,05).	37
Figura 3. Dieta Padrão com nível regular de farinha de peixe (18,5%) e inclusão de 0,5% de atrativo comercial; dieta experimental com redução moderada de farinha de peixe (-25%) e inclusão de 0,5% de farinha de Spirulina (ANOVA P = 0,163; n = 7; α = 0,05).	37
Figura 4. Dieta Padrão com nível regular de farinha de peixe (18,5%) e inclusão de 0,5% de atrativo comercial; dieta experimental com redução acentuada de farinha de peixe (-50%) e inclusão de 0,5% de farinha de Spirulina (ANOVA P = 0,023; n = 7; α = 0,05).	37
Figura 5. Dieta Controle Negativo 1 com redução moderada de farinha de peixe (-25%) e sem inclusão de atrativo comercial ou farinha de Spirulina; dieta experimental com redução moderada de farinha de peixe (-25%) e inclusão de 0,5% de farinha de Spirulina (ANOVA P = 0,121; n = 7; α = 0,05).	38
Figura 6. Dieta Controle Negativo 2 com redução acentuada de farinha de peixe (-50%) e sem inclusão de atrativo comercial ou farinha de Spirulina; dieta experimental com redução acentuada de farinha de peixe (-50%) e inclusão de 0,5% de farinha de Spirulina (ANOVA P = 0,037; n = 7; α = 0,05).	38

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição nutricional e de ingredientes das dietas-controles e experimentais (1º estudo), expressados em g 100 g ⁻¹	12
Tabela 2. Especificações da farinha de Spirulina (Parry Nutraceuticals)	14
Tabela 3. Indicadores de Desempenho Zootécnico	30

RESUMO

Há, presentemente, grande esforço de pesquisa no sentido de se substituir, parcial ou totalmente, a farinha de peixe das dietas artificiais por fontes protéicas vegetais, de menor custo e maior previsibilidade de produção. Os resultados experimentais obtidos em alguns trabalhos evidenciam o bom potencial da farinha de Spirulina como aditivo impulsor do crescimento em dietas para camarões marinhos. Apesar de sua qualidade nutricional, nenhum trabalho foi conduzido até agora sobre o uso da farinha de Spirulina como aditivo em dietas completas para *L. vannamei*. O presente trabalho objetivou o estudo do desempenho zootécnico e da preferência alimentar de juvenis de *Litopenaeus vannamei* criados em laboratório sob condições controladas alimentados com diferentes dietas suplementadas ou não com farinha de Spirulina. Juvenis de *L. vannamei* ($3,89 \pm 0,25$ g) foram estocados intensivamente em 28 tanques circulares de polietileno de 500 L, na densidade de 44 camarões/tanque (64 juvenis/m²) por 71 dias. As dietas foram suplementadas com 0,5% de um atrativo comercial para rações de camarão (MAC e BAC) ou com 0,5% de farinha de Spirulina (MSP e BSP). Em MAC e MSP e em BAC e BSP houve reduções de 25% e 50% do nível de inclusão de farinha de peixe, respectivamente. No segundo experimento, as dietas foram oferecidas aos animais em duas bandejas claramente identificadas, em quantidades iguais, colocadas no mesmo momento, em lados opostos dentro de cada tanque e foram recolhidas no mesmo instante. A ração remanescente em cada bandeja de alimentação foi coletada e pesada para calcular o peso seco posteriormente. O ganho em peso semanal dos camarões alimentados com a ração MSP ($0,89 \pm 0,03$ g) não foi significativamente diferente daqueles que se alimentaram com a dieta MAC ($0,89 \pm 0,01$ g) e P ($0,95 \pm 0,08$ g). O fator de conversão alimentar e a taxa de eficiência protéica dos camarões alimentados com MSP não foram estatisticamente diferentes daqueles observados em CN1 e P. O peso corporal final e a sobrevivência dos camarões alimentados com MSP não foram significativamente diferentes daqueles observados em CN1 e P. O estudo da atratividade mostrou que MSP teve preferência significativamente maior pelos camarões do que a dieta MAC. Pode ser concluído que a farinha de Spirulina adicionada a 0,5% em uma dieta completa para juvenis de *L. vannamei* atuou como um atrativo alimentar, e foi capaz de promover os mesmos efeitos de um aditivo comercial. Trabalhos futuros são requeridos para avaliar outros níveis de inclusão, técnicas de produção baratas, compostos responsáveis pela atratividade da farinha de Spirulina etc.

ABSTRACT

At present, there is a great effort to partially or completely replace fishmeal in artificial diets for less costly and more predictable vegetable protein ingredients. Experimental results of some studies indicate the potential of the Spirulina meal as a growth impeller in diets for marine shrimp. Despite its nutritional quality, no work has been conducted so far about the use of Spirulina meal as an additive in complete diets for *Litopenaeus vannamei*. The present work aimed at investigating the growth performance and feeding preference of *L. vannamei* raised under controlled laboratory conditions fed diets supplemented or deprived with Spirulina meal. Juveniles of *L. vannamei* (3.89 ± 0.25 g) were stocked under intensive conditions at 44 shrimp/tank (64 juveniles/m²) in 28 polyethylene tanks of 500 L and raised for 71 days. Diets were supplemented with 0.5% of a commercial feed attractant for marine shrimp (MAC and BAC) or with 0.5% of Spirulina meal (MSP and BSP). In MAC and MSP and BAC and BSP, inclusion of fishmeal was reduced at 25% and 50%, respectively. In a second study, diets were offered to animals in a two feeding trays clearly identified, in equal amounts, delivered at the same time in the opposite sides of each tank and simultaneously recovered. Feed remaining in each feeding tray was collected and weighted to calculate the dry weight. Weekly shrimp weight gain fed diet MSP (0.89 ± 0.03 g) was not significantly different from those fed diet MAC (0.89 ± 0.01 g). Feed conversion rate and protein efficiency rate for shrimp fed diet MSP were not significantly different from those seen for CN1 and P. Final body weight and survival of shrimp fed diet MSP were not significantly different from those observed for CN1 and P. The attractability study demonstrated that MSP showed a significantly higher preference compared to MAC diet. It can be concluded that Spirulina meal added at 0.5% in a complete diet for juveniles of *L. vannamei* acted as a feeding attractant capable of promoting the same effects of a commercial additive. Further work is required to evaluate others inclusion levels, cheap production techniques, compounds responsible for attractability's Spirulina meal etc.

FARINHA DE SPIRULINA COMO ADITIVO ATRATO-PALATABILIZANTE EM DIETAS BALANCEADAS PARA O CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura mundial tem crescido bastante nos últimos 50 anos, passando de menos de 1 milhão de toneladas, no início da década de 50, para 51,7 milhões de toneladas em 2006 (FAO, 2008). Com o crescimento da atividade, houve grande aumento na demanda por rações balanceadas de qualidade, nas quais a farinha de peixe é o seu principal ingrediente. A farinha de peixe inteiro é rica em aminoácidos, ácidos graxos essenciais, minerais, vitaminas e energia, sendo considerada o ingrediente padrão em rações para aquicultura (SAMOCHA et al., 2004).

A farinha de peixe, entretanto, nem sempre está disponível na quantidade requerida pelo mercado consumidor, representando uma das principais preocupações dos compradores de matérias-primas nas plantas de fabricação de rações (CRUZ-SUAREZ et al., 2004; AMAYA et al., 2007). Nos últimos anos, a pressão sobre os estoques de peixes oceânicos que dão origem a farinha de peixe, como a anchoveta, tem aumentado muito, sendo motivo de preocupação para ambientalistas, pois esses peixes fazem parte da cadeia trófica de muitos organismos aquáticos. Para produção de um quilograma de camarão ou salmão cultivado são necessários de dois a cinco

quilos de anchoveta, havendo, portanto, claro desequilíbrio entre o consumo de matérias-primas e a oferta de produtos acabados (NAYLOR et al., 2001). Como consequência, o preço da farinha de peixe no mercado internacional sobe ano a ano, sendo um dos grandes obstáculos para a sustentabilidade da aquicultura mundial (YU, 2004).

Há, presentemente, grande esforço de pesquisa no sentido de se substituir, parcial ou totalmente, a farinha de peixe das dietas artificiais por fontes protéicas vegetais, de menor custo e maior previsibilidade de produção (DAVIS; ARNOLD, 2000; CABANILLAS-BÉLTRAN et al., 2001; BROWDY et al., 2006).

As dietas artificiais para crustáceos devem ser quimicamente atrativas para induzir sua rápida localização e consumo. A adição de pequenas quantidades de compostos estimulantes pode aumentar o consumo alimentar e, com isso, elevar o crescimento, sobrevivência e eficiência alimentar dos animais cultivados (CARR, 1988). No entanto, há escassa literatura especializada sobre atrativos e estimulantes para camarões marinhos.

Dentre os organismos fitoplanctônicos alvo de estudos em nutrição aquícola, destaca-se a cianobactéria filamentosa *Spirulina platensis*, que é consensualmente considerada riquíssima fonte de aminoácidos essenciais, minerais, vitaminas, ácidos graxos e pigmentos antioxidantes, apresentando ainda alta digestibilidade (DE LARA ANDRADE et al., 2005).

Spirulina é encontrada em vários ambientes, como: solo, água doce, água salobra, mar e fontes termais. Água salina (>30 g/l) alcalina, com pH elevado (8,5 - 11,0) favorece uma boa produção de *Spirulina*, especialmente onde existe um elevado nível de radiação solar, na altura dos trópicos. Esta

cianobactéria apresenta inúmeras aplicações para o homem (melhorar o sistema imunológico, servir como suplemento nutricional, fonte de alimento), para a agricultura (fertilizante, suplemento protéico em rações de aves e gado, corante em produtos para aves e gado) e para a aquicultura, como: suplemento nutricional, corante etc. (HABIB et al., 2008).

Em dietas para aquicultura, a farinha desidratada de *Spirulina* tem sido testada como aditivo atrato-palatabilizante (JAIME-CEBALLOS et al., 2005; 2007) ou como macro-ingrediente substitutivo da farinha de peixe (NANDEESHA et al., 1998; OLVERA-NOVOA et al., 1998; MU et al., 2000; NANDEESHA et al., 2001; PALMEGIANO et al., 2005). Não há, entretanto, até o presente momento, nenhum trabalho realizado sobre o uso da farinha de *Spirulina* em dietas completas para juvenis de *L. vannamei*, principal espécie de camarão marinho cultivado no Brasil.

O presente estudo objetivou avaliar a farinha de *Spirulina platensis* como aditivo atrato-palatabilizante em dietas balanceadas para o cultivo de juvenis do camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, em condições controladas, além de verificar a preferência alimentar dos indivíduos pelas dietas testadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Uso de aditivos atrato-palatabilizantes em dietas artificiais para organismos aquáticos cultivados

Exemplares do peixe marinho dentão (*Dentex dentex*) foram alimentados com seis rações isoprotéicas e isoenergéticas para investigar o efeito da substituição parcial da farinha de peixe pelo concentrado protéico de

soja nas proporções de 0, 20 e 40% de inclusão, na presença ou na ausência de taurina (2 g Kg^{-1} , no peso seco) como estimulante. Ao final de 12 semanas, os autores verificaram o aumento na taxa de crescimento específico e no consumo alimentar diário dos peixes alimentados com as dietas suplementadas com o aditivo usado, além da redução da taxa de conversão alimentar dos organismos experimentados (CHATZIFOTIS et al., 2008).

Kofugi et al. (2006) conduziram um experimento no qual eles examinaram quais substâncias poderiam ser usadas como aditivos para melhorar a digestão de proteína em “yellowtails” (*Seriola quinqueradiata*) alimentados com uma dieta com baixo conteúdo protéico e elevado nível de lipídios durante o inverno. A suplementação com estimulantes sintéticos ou naturais melhorou o consumo alimentar e o crescimento dos peixes. Além disso, o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e as secreções de pepsina, tripsina e quimiotripsina foram superiores nos indivíduos alimentados com as dietas suplementadas em relação aos que não receberam ração aditivada, sugerindo que esses suplementos são uma importante ferramenta no cultivo desses peixes durante o inverno.

Xue e Cui (2001) estudaram os efeitos de vários estimulantes em carpas douradas alimentadas com duas dietas, com ou sem substituição de farinha de peixe por farinha de carne e ossos. Os estimulantes testados foram betaína, glicina, L-lisina, L-metionina, L-fenilalanina e extrato comercial de lula. Três níveis de inclusão foram testados: 0,1%; 0,5% e 1% para betaína e 0,1%; 0,25% e 0,5% para os demais estimulantes. Após o período de cultivo experimental, os pesquisadores verificaram que todos os estimulantes melhoraram os efeitos das rações à base de farinha de carne e ossos. O

extrato comercial de lula foi o que apresentou o melhor resultado dentre todos os atrativos experimentados.

Lunger et al. (2007) conduziram dois experimentos de oito semanas cada, com a finalidade de examinar os impactos causados pela substituição da farinha de peixe por uma fonte protéica à base de levedura e outra vegetal, com e sem suplementação de metionina, triptofano e taurina em dietas para juvenis de beijupirá (*Rachycentron canadum*). A proteína à base de levedura substituiu a farinha de peixe nas dietas experimentais, com e sem inclusão de taurina (0,5 g / 100 g, peso seco). Em ambos os testes, a suplementação com taurina teve um significativo impacto no crescimento e na eficiência alimentar dos juvenis quando alimentados com dietas contendo altos níveis de substituição da farinha de peixe.

O uso de atrativos comerciais pode conferir algumas vantagens, como descrito acima, mas em contrapartida eles também apresentam muitos fatores negativos. O nível de inclusão destas substâncias deve ser precisamente mensurado, pois do contrário poderão gerar efeitos diversos dos esperados, como, por exemplo, antinutricionais e anti-palatabilizantes. O tipo de processamento também é um fator decisivo para o sucesso no uso destes estimulantes, pois, se o mesmo for realizado inadequadamente, pode alterar a composição química destas substâncias, prejudicando suas propriedades estimulatórias. Além disso, algumas destas substâncias têm limitada disponibilidade, fornecimento variável e preços cada vez mais elevados (GLENCROSS et al., 2006; NUNES et al., 2006; AMAYA et al., 2007).

Há escassa literatura especializada sobre atrativos e estimulantes para camarões marinhos. Smith et al. (2005) avaliaram as farinhas de lula, de

camarão e de krill; os hidrolisados de peixe e de krill; e a betaína como produtos estimulantes para o camarão tigre, *Penaeus monodon*. Esses autores concluíram que o *P. monodon* apresentou preferência alimentar significativamente maior para as dietas que continham farinha de camarão ou de krill. Huang et al. (2003) conduziram trabalho com o objetivo de investigar a seletividade alimentar de juvenis do camarão chinês, *Fenneropenaeus chinensis*. As dietas experimentais continham um dos seguintes ingredientes: carne de peixe, carne de camarão, pé de vieira ou biomassa de poliqueta. Nesse trabalho, verificou-se que as maiores taxas de eficiência alimentar foram obtidas para os juvenis alimentados com a dieta contendo biomassa de poliqueta.

Nunes et al. (2006) avaliaram nove atrativos e estimulantes comerciais em dietas para juvenis de *L. vannamei*, utilizando-se de observações comportamentais. Os animais foram observados em um aquário de dupla escolha. Duas diferentes dietas eram oferecidas ao mesmo tempo e em quantidades iguais ao camarão observado, sendo colocadas nas extremidades dos braços em Y do aquário. Os atrativos comerciais testados foram os seguintes: biomassa vegetal seca com 80% de proteína bruta, biomassa vegetal seca com 68% de proteína bruta, suplementada com glutamato e betaína; biomassa de molusco bivalve digerida enzimaticamente, suplementada com complexo de aminoácidos cristalinos; condensado protéico de solúvel de pescado, farinha de fígado de lula, betaína, solúveis de pescado em pó, com baixa concentração de amins biogênicas; solúveis de pescado em pó, com alta concentração de amins biogênicas e hidrolisado protéico de lula. Os atrativos foram incluídos a 3% na dieta basal de gelatina neutra. Em

seguida, os melhores atrativos comerciais foram comparados entre si, sendo incluídos na dieta a 0,5 ou 1,0%. Os piores resultados de escolha alimentar recaíram sobre as biomassas vegetais. Já os melhores atrativos comerciais avaliados foram a proteína de solúvel de pescado e a biomassa de molusco bivalve suplementada com aminoácidos.

Portanto, os melhores resultados de atratividade nos trabalhos já realizados com camarões marinhos foram obtidos com produtos de origem animal (farinha de camarão, farinha de krill, biomassa de poliqueta, solúvel de pescado e biomassa de molusco bivalve). Entretanto, como discutido a seguir, existem promissores resultados que sugerem o elevado poder estimulante alimentar da Spirulina em dietas para camarões peneídeos.

2.2. Uso de farinha de Spirulina com aditivo atrato-palatabilizante impulsor do crescimento em dietas aquícolas

Poucos trabalhos foram realizados até o presente sobre o uso de farinha de Spirulina em dietas aquícolas como aditivo atrato-palatabilizante impulsor do crescimento (JAIME-CEBALLOS et al., 2005; JAIME-CEBALLOS et al., 2007). Nesse caso, a farinha de Spirulina teve a finalidade de melhorar a resposta alimentar dos animais cultivados, melhorando o desempenho zootécnico.

Jaime-Ceballos et al. (2005) realizaram estudo para avaliar o efeito da inclusão de *S. platensis* em micro-dietas para larvas do camarão branco, *Litopenaeus schmitti*. Foram preparadas duas dietas com níveis de inclusão de farinha de Spirulina de 2,5% ou 5,0%. Havia, ainda, uma dieta sem farinha de Spirulina. Como controle experimental, utilizou-se náuplios de Artemia para

alimentação das larvas. As larvas foram alimentadas por 120 horas, de mysis I até pós-larva I, a cada 4 horas. Ao final, observou-se taxa de sobrevivência de cerca de 80% para todos os tratamentos. Quando comparados com o controle (Artemia), o tamanho corporal das pós-larvas alimentadas com as dietas artificiais foi significativamente menor. Por outro lado, a análise dos resultados de índice de desenvolvimento (ID), variável que relaciona o ganho em peso ou comprimento com a sobrevivência, mostrou que as larvas alimentadas com a dieta contendo 5% de farinha de *S. platensis* apresentaram ID significativamente superior aos demais. Não houve diferença significativa entre o ID das larvas alimentadas com a dieta contendo 5% de farinha de Spirulina e o ID das larvas alimentadas com Artemia.

Jaime-Ceballos et al. (2007), em novo trabalho com *L. schmitti*, observaram que 68% dos juvenis dessa espécie de camarão se deslocaram para o ponto do aquário que continha a ração com farinha de Spirulina. Nesse estudo, os autores concluíram que 5% de inclusão de farinha de Spirulina na dieta melhorou significativamente a atratividade da dieta para essa espécie de camarão.

Os resultados experimentais obtidos, portanto, evidenciam o bom potencial da farinha de Spirulina como aditivo impulsor do crescimento em dietas para camarões marinhos. Essa hipótese, entretanto, ainda não foi testada para o *L. vannamei*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Uso de farinha de *Spirulina platensis* como aditivo atratopalatabilizante impulsor do crescimento em dietas balanceadas para o cultivo de juvenis do camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, em condições controladas (1º estudo)

3.1.1. Camarões e sistema de cultivo experimental

Pós-larvas do camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) com peso corporal aproximado de 0,01 g foram obtidas no laboratório de camarão marinho “Sea Life” (Cajueiro da Praia, Piauí), sendo transportadas em sacos plásticos com $\frac{1}{3}$ de água e $\frac{2}{3}$ de oxigênio até as instalações do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), laboratório de pesquisa do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, localizado no Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC), no município de Eusébio, Ceará. No laboratório, após fase de berçário, os juvenis (peso corporal entre 3,5 - 4,6 g) foram estocados sob condições intensivas em 28 tanques circulares de polietileno de 500 L, na densidade de 64 juvenis/m² (44 camarões/tanque).

O sistema de cultivo experimental consistiu de seis células de tanques, com cinco tanques interligados entre si, formando unidades de recirculação contínua de água. Cada célula foi equipada com bomba d'água de $\frac{1}{4}$ HP e filtro de areia de 45 kg. A água dos tanques foi submetida à aeração constante, fornecida por soprador de 2,5 HP, conectado a mangueiras de silicone e pedras porosas. A água do cultivo foi captada diretamente do estuário do Rio

Pacoti (03°50'01,55"S e 38°25'22,74"W), distante cerca de 300 m do laboratório, através de moto-bomba, sendo armazenada em caixa d'água de 20.000 L. Antes do uso, a água era desinfetada com hipoclorito de sódio, para eliminar possíveis agentes transmissores de doenças. O cultivo experimental teve duração de 71 dias, a contar após o período de adaptação dos organismos às condições de laboratório.

3.1.2. Delineamento e dietas experimentais

Sete dietas balanceadas isoprotéicas (35% PB), isocalóricas (15,92 kJ ED/g), isofosfóricas (1,38%), isocálcicas (2,1%) e isoaminoacídicas para metionina (0,7%) e lisina (2,0%) foram formuladas e fabricadas no LANOA. Houve três dietas-controles (P, CN₁ e CN₂) e quatro dietas experimentais (MAC, MSP, BAC e BSP; Tabela 1). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, havendo quatro repetições/tratamento ou grupo-controle.

A dieta P foi o controle-positivo do experimento. Na mesma, foram empregados os níveis usuais de inclusão de farinha de peixe e farelo de soja. Em P, além disso, foi utilizado produto comercial de eficácia comprovada como ingrediente atrato-palatabilizante. As dietas CN₁ e CN₂ foram os controles-negativos do experimento. Em CN₁, houve redução de 25% da proteína originada da farinha de peixe e ausência de qualquer ingrediente atrato-palatabilizante (comercial ou experimental). Em CN₂, a redução da proteína originada da farinha de peixe foi de 50% com nenhuma inclusão de atrato-palatabilizantes.

As dietas MAC e MSP continham níveis moderados de redução da farinha de peixe (-25% em relação à P) e 0,5% de produto comercial ou farinha de *Spirulina platensis* (Tabela 2) como ingrediente atrato-palatabilizante, respectivamente. As dietas BAC e BSP continham acentuados níveis de redução da farinha de peixe (-50% em relação à P) e 0,5% de produto comercial ou farinha de *Spirulina platensis* (Tabela 2) como ingrediente atrato-palatabilizante, respectivamente.

Todas as dietas foram fabricadas no LANOA. Inicialmente, os ingredientes secos, finamente moídos, e o óleo foram misturados em batedeira planetária industrial por 15 minutos. Em seguida, um volume adequado de água com temperatura de 60°C foi adicionado à massa até a obtenção do ponto de peletização. Logo após, a mistura foi submetida a cozimento por vapor durante 25 minutos. A massa foi processada em moedor de carne de 1,5 HP, equipado com matriz com orifícios de 2 mm de diâmetro, para a produção dos filamentos de ração. Estes filamentos foram colocados em estufa com circulação e renovação de ar a 75°C, até apresentarem teor de umidade inferior a 10%. Finalmente, os filamentos secos foram cortados para a produção dos péletes desejados, com o auxílio de aparelho multiprocessador de alimentos. Uma vez prontas, as dietas foram colocados em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer a uma temperatura de -20°C. No final do experimento foi realizada análise nutricional para ratificar os níveis nutricionais calculados, que tiveram pequenas variações (Tabela 1).

TABELA 1 - Composição nutricional e de ingredientes das dietas-controles e experimentais (1º estudo), expressados em g 100 g⁻¹

Ingrediente	Dieta ¹						
	P	CN ₁	CN ₂	MAC	MSP	BAC	BSP
Farinha de trigo	13,26	17,45	15,22	17,65	17,41	15,22	15,17
Farelo de soja	25,00	27,47	35,44	27,86	27,08	35,44	35,02
Farinha de peixe (Anchova)	18,50	13,87	9,24	13,87	13,87	9,24	9,24
Quirera de arroz	15,27	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de vísceras de aves	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de Spirulina ⁵	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50
Atrativo comercial ⁴	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00
Óleo de peixe	4,18	4,14	4,41	4,18	4,15	4,41	4,41
Glúten de milho 60	4,00	4,91	3,00	3,78	4,84	3,00	3,00
Lecitina de soja	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Colesterol	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix mineral-vitamínico ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Aglutinante ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fosfato bicálcico	2,71	3,01	3,55	3,01	3,00	3,55	3,54
Bentonita	4,43	5,00	4,99	5,00	5,00	4,49	4,97
Composição nutricional ⁶							
Proteína bruta (PB) ⁷	36,56	36,34	35,34	35,86	36,13	36,10	35,93
Extrato etéreo ⁷	9,80	9,87	9,56	9,56	9,57	9,66	9,89
Fibra em detergente ácido ⁷	3,90	4,43	4,51	3,57	3,49	3,85	3,91
Cinzas ⁷	14,08	14,57	14,64	14,34	14,27	14,11	14,47
Extrato não-nitrogenado ⁸	36,66	34,79	35,95	36,67	36,54	36,28	35,80
Cálcio ⁶	2,17	2,13	2,07	2,13	2,13	2,07	2,07
Fósforo disponível ⁶	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
Lisina ⁶	2,05	1,99	1,99	1,98	1,98	1,99	1,99
Metionina ⁶	0,76	0,72	0,66	0,71	0,73	0,66	0,66
Energia bruta (kJ g ⁻¹) ⁷	17,43	17,25	17,97	18,04	18,05	17,86	17,80
Energia digestível (ED, kJ g ⁻¹) ⁹	15,91	15,92	15,93	15,92	15,91	15,93	15,93
Relação ED:PB (kJ g ⁻¹)	43,5	43,8	45,1	44,4	44,0	44,1	44,3

1 P: controle positivo, nível regular de farinha de peixe; CN₁: controle negativo 1, menos 25% de proteína da farinha de peixe, sem inclusão de farinha de Spirulina e atrativo comercial; CN₂: controle negativo 2, menos 50% da proteína da farinha de peixe, sem inclusão de farinha de Spirulina e atrativo comercial; MAC: nível moderado de farinha de peixe (-25%), sem farinha de Spirulina, com atrativo comercial; MSP: nível moderado de farinha de peixe (-25%), com farinha de Spirulina, sem atrativo comercial; BAC: nível baixo de farinha de peixe (-50%), sem farinha de Spirulina, com atrativo comercial; BSP: nível baixo de farinha de peixe (-50%), com farinha de Spirulina, sem atrativo comercial.

2 Níveis de garantia por kg de produto: vitamina A 1.250.000 UI, vitamina D3 350.000 UI, vitamina E 25.000 UI, vitamina K3 500 mg, vitamina B1 5.000 mg, vitamina B2 4000 mg, vitamina B6 5000 mg, vitamina B12 10 mg, ácido nicotínico 15.000 mg, ácido pantotênico 10.000 mg, biotina 150 mg, ácido fólico 1,250 mg, vitamina C 25.000 mg, colina 50.000 mg, inositol 30.000 mg, ferro 2.000 mg, cobre 3.500 mg, cobre quelatado 1.500 mg, zinco 10.500 mg, zinco quelatado 4.500 mg, manganês 4.000 mg, selênio 15 mg, selênio quelatado 15 mg, iodo 150 mg, cobre 30 mg, cromo 80 mg e veículo (Rovimix Camarões Intensivo, DSM Produtos Nutricionais, São Paulo, Brasil);

3 Aglutinante comercial;

4 Aditivo comercial: AquaSavor® (Bentoli Agrinutrition, FL, EUA), complexo de aminoácidos (alanina, valina, glicina, prolina, serina, histidina, ácido glutâmico, tirosina e betaina) com molusco bivalve digerido enzimaticamente;

5 Farinha de Spirulina orgânica doada pela Parry Nutraceuticals Inc. (Chennai, Índia);

6 Composição nutricional calculada a partir de dados tabelados por Rostagno (2000) com base na matéria seca;

7 Composição nutricional determinada pelos métodos padrão (AOAC, 2000);

8 Extrativo não-nitrogenado calculado pela diferença (matéria seca - proteína bruta - extrato etéreo - cinzas - fibra);

9 Energia digestível para farinha de trigo, farelo de soja, farinha de peixe (anchova) e farinha de vísceras de aves foram calculados de acordo com Siccardi III; Lawrence; Gatlin III; Fox; Castille; Perez-Velazquez; González-Félix (2006); Energia digestível para a quirera de arroz foi calculada usando os seguintes coeficientes: 16,74 kJ g⁻¹ para a proteína bruta, 12,55 kJ g⁻¹ para o extrativo não-nitrogenado e 33,47 kJ g⁻¹ para o extrato etéreo (HERTRAMPH; PIEDAD-PASCUAL, 2000); energia do óleo de peixe foi considerada 100% digestível.

TABELA 2 - Especificações da farinha de Spirulina (Parry nutraceuticals)

Especificações	Quantidade
Composição Geral	(%)
Proteína	56 - 69
Carboidratos	15 - 25
Lipídios	5 - 6
Cinzas	6 - 9
Umidade	2,5 - 4,5
Ácidos Graxos	(g / 100g)
Ácido Mirístico	0,05 - 0,10
Ácido Palmítico	1,0 - 2,0
Ácido Esteárico	0,10 - 0,20
Ácido Oléico	0,10 - 0,20
Ácido Linoléico	0,50 - 0,90
Ácido Gama-linoléico	1,00 - 1,50
Aminoácidos	(g / 100g)
Alanina	4,0 - 5,0
Arginina	3,0 - 5,0
Ácido Aspártico	1,50 - 3,0
Cistina	0,50 - 0,75
Ácido Glutâmico	6,0 - 9,0
Glicina	2,0 - 4,0
Histidina	0,5 - 1,5
Isoleucina	3,0 - 4,0
Leucina	3,0 - 5,0
Lisina	3,0 - 6,0
Metionina	1,0 - 6,0
Fenilalanina	2,5 - 3,5
Prolina	2,0 - 3,0
Serina	3,0 - 4,5
Treonina	1,5 - 3,0
Triptofano	1,0 - 2,0
Tirosina	1,0 - 3,0
Valina	1,0 - 3,5
Fitopigmentos	(mg / 100g)
Carotenóides totais	400 - 500
Carotenos	160 - 260
Xantofilas	170 - 240
Clorofila	1300 - 1700
Ficocianina	15000 - 19000

3.1.3. Manejo alimentar

Após a estocagem inicial, os camarões foram submetidos a um período de adaptação às condições experimentais, durante 10 dias. Nessa fase, os animais foram alimentados com ração comercial para camarões (Camaronina 35hp, Evalis do Brasil Nutrição Animal Ltda., São Lourenço da Mata, PE). Os camarões encontrados mortos durante esse período foram substituídos por outros de peso similar, a partir do estoque de reserva. Terminada essa fase, foi iniciado o fornecimento das dietas descritas anteriormente.

Os camarões foram alimentados duas vezes por dia (7h30min e 15h30min). O alimento foi fornecido em bandejas apropriadas, havendo uma por tanque. Cada bandeja apresentava 150 mm de diâmetro e 30 mm de borda. As bandejas com as rações ficaram submersas nos tanques por 8 e 16 horas, na primeira e última refeição, respectivamente. Portanto, os animais tiveram acesso ao alimento 24 horas/dia. Ao final de cada refeição, as bandejas eram recolhidas e as eventuais sobras de ração eram pesadas em balança de precisão. A taxa de arraçoamento obedeceu à tabela de alimentação do LANOA, que é baseada em Nunes e Parsons (2000). A cada semana, era feito um reajuste com base no crescimento estimado dos indivíduos, sendo acrescentado 0,6 g ao peso médio dos camarões, e então era feito o ajuste necessário da quantidade de ração a ser ofertada.

Biometrias parciais foram realizadas a cada três semanas, ocasião em que a quantidade de ração ofertada sofreu reajuste, em conformidade com o peso corporal médio dos animais e respectiva biomassa estocada.

3.1.4. Monitoramento da qualidade da água dos tanques

Diariamente, às nove horas, era determinada a temperatura e era feita a leitura do pH da água dos tanques de cultivo, com o auxílio de medidor eletrônico portátil. No mesmo horário, a salinidade da água dos tanques era verificada com o auxílio de refratômetro manual.

Diariamente, das 17h às 7h do outro dia, os filtros de areia de cada bateria eram ligados para realizarem a filtração da água e, periodicamente, para evitar o aumento da concentração de compostos nitrogenados na água, era feita uma retrolavagem em cada bateria, retirando-se 25%, em média, de água de cada tanque e, logo após, completando-se o volume de água retirado.

3.1.5. Indicadores de desempenho zootécnico

Por ocasião das biometrias parciais, dez camarões de cada tanque eram capturados aleatoriamente e pesados individualmente. Na biometria final, todos os camarões de cada tanque foram individualmente pesados. De posse dos resultados de peso corporal, consumo alimentar e número de indivíduos por tanque, os seguintes indicadores de desempenho zootécnico foram calculados e avaliados:

1. **Ganho em peso semanal** = $(\text{peso final} - \text{peso inicial}) / N^{\circ}$
semanas de cultivo;
2. **Fator de conversão alimentar** = Consumo alimentar aparente /
ganho em peso;

3. **Taxa de sobrevivência** = $(N^{\circ} \text{ final de indivíduos} / N^{\circ} \text{ inicial de indivíduos}) * 100$;
4. **Taxa de eficiência protéica (TEP)** = $\text{ganho de peso} / \text{proteína consumida}$;
5. **Consumo alimentar aparente** = $\text{ração ofertada} - \text{ração ingerida}$;
6. **Índice de desempenho** = $\text{ganho de peso} * \text{sobrevivência}$.

3.1.6. Estabilidade do pélete na água

A determinação da estabilidade das dietas na água foi realizada através da imersão de dois gramas de cada dieta, com três repetições cada, sendo colocados em bandejas dentro de tanques (500 L) com água salgada (35 ppm) e aeração reduzida. Os períodos de imersão corresponderam aos mesmos intervalos de arraçamento do primeiro estudo (16 e 8 h). A quantidade de alimento lixiviado no período de imersão em água foi calculada com base no peso inicial ofertado subtraído do peso úmido recuperado após o período de imersão. O peso inicial e o peso úmido correspondem ao peso seco da ração após secagem em estufa a 105 °C por 24 h. Em seguida, as amostras foram pesadas em balança analítica. A estabilidade do pélete na água (retenção de matéria seca) foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Estabilidade na água (\%)} = (\text{matéria seca recuperada após lixiviação} / \text{matéria seca da amostra original}) * 100.$$

3.2. Avaliação da atrato-palatabilidade da farinha de *Spirulina platensis* em dietas balanceadas para camarão marinho, *Litopenaeus vannamei* (2º Estudo)

3.2.1. Validação (fase 1)

Vinte sub-adultos de *L. vannamei* foram colocados em cada tanque experimental (500 L), sendo que a quantidade de ração fornecida por dia foi calculada de acordo com a biomassa estocada no tanque, seguindo-se a tabela-padrão do laboratório. Essa ração diária foi oferecida aos animais em duas bandejas de alimentação claramente identificadas, em quantidades iguais. As duas bandejas foram preenchidas com ração no mesmo momento, colocadas em lados opostos dentro de cada tanque e foram recolhidas no mesmo instante. A cada dia, as bandejas tinham suas posições modificadas, para evitar vício experimental.

A ração foi ofertada às 7h30min, recolhendo-se as bandejas às 15h30min, portanto, era ofertada em refeição única. As sobras de ração em cada bandeja foram pesadas e os resultados devidamente anotados em planilha apropriada.

Nesta fase, as rações confrontadas foram Comercial x Comercial. Foram utilizados 24 tanques de 500 L (total de 480 animais). A fase de validação teve a duração de 1 semana. Em cada tanque foram feitas 7 observações.

3.2.2. Experimentação (fase 2)

Essa fase foi montada porque não houve diferença significativa entre os consumos para as bandejas descritas na fase 1, exceto em alguns tanques que foram previamente removidos, e para verificar a preferência alimentar dos camarões experimentados por uma das rações testadas em cada confronto. Foram utilizados os mesmos camarões e a mesma metodologia empregada na fase anterior, porém, nesta foram realizados os seguintes confrontos:

C1) MAC x MSP;

C2) BAC x BSP;

C3) P x MSP;

C4) P x BSP;

C5) CN1 x MSP;

C6) CN2 x BSP.

As justificativas para cada confronto são as seguintes:

MAC x MSP: comparação direta entre aditivo comercial (AC) e farinha de *Spirulina platensis* (SP), em dietas com redução moderada da farinha de peixe.

BAC x BSP: comparação direta entre AC e SP, em dietas com redução acentuada da farinha de peixe.

P x MSP: comparação entre o poder atrato-palatabilizante da SP, em dieta com redução moderada da farinha de peixe, e o poder atrato-palatabilizante da farinha de peixe + AC.

P x BSP: comparação entre o poder atrato-palatabilizante da SP, em dieta com redução acentuada da farinha de peixe, e o poder atrato-palatabilizante da farinha de peixe + AC.

CN1 x MSP: Avaliação do poder atrato-palatabilizante da SP, em dietas com redução moderada da farinha de peixe sem qualquer aditivo.

CN2 x BSP: Avaliação do poder atrato-palatabilizante da SP, em dietas com redução acentuada da farinha de peixe sem nenhum aditivo.

Cada três tanques receberam um dos seis confrontos relacionados acima. Essa fase teve a duração de 1 semana. Em cada tanque foram feitas 7 observações que se repetiram 3 vezes (3 tanques), sendo utilizados 18 tanques. Nos casos em que a resposta se confirmou nos três tanques, considerou-se a mesma como válida.

3.3. Análise estatística

Os indicadores experimentais de desempenho produtivo e de estabilidade da ração foram analisados através de análise de variância (ANOVA) para delineamentos inteiramente casualizados (DIC), através do software estatístico SPSS, versão 7.5.1 (Chicago, EUA). Em virtude da ocorrência de diferenças significativas entre as médias, foi aplicado o teste de Tukey para compará-las duas a duas. Os resultados de escolha positiva e rejeição do experimento da avaliação da atrato-palatabilidade da farinha de *Spirulina platensis* foram submetidos ao teste do qui-quadrado para detecção de significância estatística. Adotou-se o nível de significância de 5% em todas as análises estatísticas realizadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Uso de farinha de *Spirulina platensis* como aditivo atratopalatabilizante impulsor do crescimento em dietas balanceadas para o cultivo de juvenis do camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, em condições controladas (1º estudo)

4.1.1. Qualidade da água

Não houve diferença estatística com relação às médias das variáveis temperatura, pH e salinidade da água entre todos os tratamentos testados durante o primeiro estudo, sendo que a temperatura apresentou uma variação de 28,2 a 28,3 °C (ANOVA P=0,962; N=204), o pH teve valor médio igual a 7,4 (ANOVA P=0,999; N=204) e a salinidade da água 29,8 (ANOVA P=1,000; N=204). Os parâmetros de qualidade da água estão compatíveis com os requeridos pela espécie (BARBIERE JUNIOR; OSTRENSKI NETO, 2002), podendo-se afirmar que não influenciaram, negativamente, nos resultados finais da pesquisa, e não diferiram muito do que se tem observado em outros trabalhos como, por exemplo, Jaime-Ceballos et al. (2005 e 2007).

4.1.2. Indicadores de desempenho zootécnico

4.1.2.1. Ganho em peso semanal

Houve diferença significativa no ganho em peso semanal (g/sem) entre as dietas P (padrão), que promoveu o melhor incremento semanal (Tabela 3) e CN1 (redução de 25% de farinha de peixe, sem nenhum aditivo), sendo que a

ração padrão também apresentou diferença significativa com relação à ração CN2 (redução de 50% de farinha de peixe, sem nenhum aditivo).

Tendo em vista que a ração padrão foi produzida com nível regular de farinha de peixe, aditivo comercial e os demais ingredientes necessários a uma dieta completa para camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, e que tanto na dieta CN1 como na CN2 houve redução de farinha de peixe, 25% e 50%, respectivamente, ambas sem nenhum aditivo, fica evidente que o resultado obtido na dieta P era esperado, pois a proteína de origem animal, contida na farinha de peixe, é um dos requerimentos fundamentais para o incremento do ganho de peso em camarões (AMAYA et al., 2007). Além disso, a inexistência de aditivo nas rações CN1 e CN2 também contribuiu para o resultado inferior promovido por essas dietas, visto que os crustáceos se alimentam primariamente através de suas funções quimiorreceptoras e, desta forma, os suplementos são indispensáveis nas formulações de dietas para camarões (SMITH et al., 2005).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos P (padrão) e MAC (redução de 25% de farinha de peixe, com aditivo comercial e sem farinha de Spirulina). Semelhantemente, não houve diferença significativa entre a dieta padrão e a dieta MSP (redução de 25% de farinha de peixe, com farinha de Spirulina e sem aditivo comercial). Também não houve diferença significativa entre P (padrão) e BAC (redução de 50% de farinha de peixe, com aditivo comercial e sem farinha de Spirulina).

Mesmo havendo redução de farinha de peixe nas dietas MAC e MSP, 25% em cada, a presença de aditivos comercial e natural (farinha de Spirulina), respectivamente, conferiu um maior efeito atrato-palatabilizante às rações,

tendo como consequência um ganho de peso semelhante ao observado na dieta padrão, que foi também observado por Xue e Cui (2001), usando, entre outros aditivos, extrato comercial de lula. Dessa forma, pode-se sugerir que é possível reduzir em 25% a farinha de peixe sem prejuízo no crescimento, desde que se mantenha o atrativo comercial ou a farinha de Spirulina na dieta, ambos acrescentados na ordem de 0,5%. Esse resultado indica que a farinha de Spirulina tem o mesmo efeito atrato-palatabilizante que o atrativo comercial e que, devido ao seu elevado conteúdo de proteína e presença de aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais, foi capaz de manter também o bom ganho de peso semanal dos camarões, sendo estas características nutricionais já mencionadas por Nandeesha et al. (2001), quando relataram que esta cianobactéria é uma fonte potencial de proteína para rações animais.

Houve diferença significativa entre os tratamentos P (padrão) e BSP (redução de 50% de farinha de peixe, com farinha de Spirulina e sem aditivo comercial) e entre as dietas BAC e CN1/CN2. Não houve diferença significativa entre os tratamentos CN1, CN2, MAC, MSP e BSP no que diz respeito ao ganho de peso semanal.

O baixo desempenho promovido pela dieta BSP pode ser explicado pela acentuada redução da farinha de peixe (50%), já que o consumo alimentar não foi diferente do observado na dieta P (Tabela 3). A farinha de Spirulina incluída à base de 0,5% na dieta não foi capaz de manter o crescimento semanal quando se reduziu a farinha de peixe em 50%, apesar de não ter afetado o consumo alimentar. Semelhante resultado foi encontrado por Smith et al. (2005) nas dietas basal, com baixo nível de inclusão de farinha de peixe, e nas que continham hidrolisados de krill e de peixe, como aditivos. No que se refere

aos controles negativos (CN1 e CN2), há uma exceção que pode ser explicada pela redução da farinha de peixe nas dietas MAC, MSP e BSP, que mesmo com a inclusão de atrativo comercial (MAC) e farinha de Spirulina (MSP e BSP) não foram capazes de promover um ganho de peso semanal estatisticamente distinto do observado nos controles negativos.

4.1.2.2. Fator de conversão alimentar

Não houve diferença significativa entre as dietas testadas quanto ao fator de conversão alimentar (FCA), com exceção da dieta CN2 que apresentou o pior FCA. As dietas MAC, MSP e P tiveram índices ligeiramente melhores do que as demais (Tabela 3).

A redução de 50% no nível de inclusão da farinha de peixe e/ou a exclusão do atrativo comercial da dieta CN2 promoveu uma menor taxa de sobrevivência e um menor peso corporal dos camarões, prejudicando significativamente o FCA, o que pode ser facilmente compreendido, tendo em vista que a dieta em questão foi a mais desafiadora para os camarões que dela fizeram uso. Esse elevado índice de conversão alimentar também pode ser explicado pela baixa produtividade promovida pela ração CN2. O FCA promovido pela ração CN1 não foi tão prejudicado pela redução da farinha de peixe e/ou ausência de atrativo comercial, pois o nível de inclusão da farinha de peixe, mesmo reduzido, foi capaz de manter a atratividade da dieta, tendo em vista as propriedades atrato-palatabilizantes desse ingrediente, relatadas por Fox et al. (2004). As demais dietas tiveram resultados regulares, pois, mesmo com redução da farinha de peixe (-50%) nas dietas BAC e BSP os

aditivos utilizados (comercial em BAC e farinha de Spirulina em BSP) foram capazes de manter a atratividade das mesmas, o que foi também observado por Kofugi et al. (2006), com a utilização de atrativos comerciais e naturais. Vale ressaltar o excelente resultado obtido pela dieta MSP, embora não diferente estatisticamente das outras dietas, com exceção da CN2, que sugere que a farinha Spirulina tem o mesmo efeito atrato-palatabilizante do atrativo comercial usado na ração MAC, visto que não houve diferença significativa entre elas.

4.1.2.3. Taxa de sobrevivência

Houve diferença significativa na sobrevivência final entre as dietas MAC e BAC. Entretanto, não houve diferença significativa entre os demais tratamentos testados, sendo que os camarões alimentados com as dietas MAC, MSP e CN1 apresentaram níveis ligeiramente melhores (95,5%; 94,9%; e 93,8%, respectivamente) do que os outros tratamentos (Tabela 3).

O índice de sobrevivência observado nos camarões alimentados com a ração BAC pode ser explicado pelo reduzido nível de inclusão de farinha de peixe, pelo fato do atrativo comercial não ter suprido a deficiência da dieta ou mesmo por algum fator externo durante o experimento. Chatzifotis et al. (2008) observaram um resultado semelhante quando substituíram parcialmente a farinha de peixe por concentrado protéico de soja na base de 40%, suplementada com taurina. É importante destacar o papel da farinha de Spirulina como aditivo atrato-palatabilizante na dieta MSP e BSP, melhorando tanto a atratividade da ração como também a sobrevivência dos organismos,

que mesmo submetidos a uma dieta com reduzida inclusão de farinha de peixe apresentaram elevada taxa de sobrevivência, ainda que não estatisticamente distinta das demais, também verificada por Jaime-Ceballos et al. (2005). Os resultados obtidos com o uso das rações MAC e MSP foram bastante semelhantes, sugerindo que a farinha de Spirulina tem o mesmo efeito atrato-palatabilizante do atrativo comercial utilizado na dieta MAC, com a vantagem de melhorar também a taxa de sobrevivência dos camarões, podendo ser utilizada em rações para camarões *L. vannamei* com redução de 25% de farinha de peixe.

4.1.2.4. Taxa de eficiência protéica

No que diz respeito a esta variável, não houve diferença significativa entre as dietas testadas, com exceção dos tratamentos CN2 e MAC e CN2 e MSP, sendo que tanto os camarões alimentados com a dieta MAC como os que receberam a ração MSP aproveitaram de forma mais eficiente a proteína fornecida por estas composições (Tabela 3).

Diferentemente do que Lim e Lee (2009) encontraram em experimento realizado com o peixe papagaio (*Oplegnathus fasciatus*), usando ração com diferentes níveis de substituição de farinha de peixe por semente de algodão suplementada ou não com ferro e/ou fitase, no presente estudo não foram observadas diferenças no que diz respeito à taxa de eficiência protéica, com exceção dos tratamentos CN2 e MAC. Vale salientar o ótimo resultado obtido pelas rações MAC e MSP que continham um mesmo nível de redução de farinha de peixe (25%), mas com aditivos diferentes. Dessa forma, podemos

sugerir a utilização da farinha de Spirulina, como aditivo atrato-palatabilizante, tendo em vista que não houve diferença significativa entre as duas dietas.

4.1.2.5. Consumo alimentar aparente

Houve diferença significativa entre os tratamentos BAC e MAC, sendo que os camarões alimentados com a dieta BAC tiveram um consumo maior do que os que receberam a ração MAC, e entre MAC e CN2. Não houve diferença significativa entre as demais dietas experimentadas, sendo que a ração CN2 promoveu o nível mais elevado de consumo alimentar aparente dentre todos os tratamentos (Tabela 3).

Mesmo tendo um nível elevado de redução da farinha de peixe em sua composição (50%), a ração BAC apresentou consumo alimentar aparente superior ao observado na dieta MAC que tinha redução de 25%. Esse resultado é diferente do que foi encontrado por Chatzifotis et al. (2008), pois em seu experimento, quando a farinha de peixe foi substituída na base de 40% por farinha de soja suplementada com 0,2% de taurina houve diminuição do consumo alimentar. É intrigante, mas tem de ser ressaltado que o melhor resultado em termos de consumo alimentar aparente foi promovido pela ração CN2 que teve redução de 50% sem nenhum aditivo atrato-palatabilizante. Podemos destacar também o resultado da ração BSP que mesmo com redução de 50% de farinha de peixe foi capaz de promover resultado estatisticamente igual ao observado nas rações CN2, P e BAC, podendo-se sugerir que a suplementação de 0,5% de farinha de Spirulina teve papel importante nesse resultado, melhorando a atratividade da ração e,

consequentemente, o consumo alimentar aparente, o que pode ter sido promovido pelo ácido glutâmico, presente em grande quantidade na composição da Spirulina, pois Lee e Meyers (1997) citaram que este aminoácido é um dos responsáveis pela quimioatração em camarões peneídeos. No entanto, são necessárias novas pesquisas para complementar os resultados obtidos e melhor entender a participação da farinha de Spirulina nas dietas para camarão *L. vannamei*.

4.1.2.6. Índice de desempenho

Houve diferença significativa com relação a esta variável entre as dietas P e CN2, sendo que os camarões do tratamento Padrão apresentaram maior índice de desempenho em relação aos do Controle Negativo 2, e entre as dietas CN2 e MAC e CN2 e MSP. Entre os demais tratamentos testados não houve diferença significativa e as dietas P, MSP e MAC promoveram índices um pouco melhores (Tabela 3).

Não é difícil entender por que a ração CN2 promoveu o pior resultado no que diz respeito ao Índice de Desempenho (ID), sobretudo quando comparada com a dieta P (padrão) que foi formulada para satisfazer de forma regular as necessidades dos camarões. Jaime-Ceballos et al. (2005) mostraram que as larvas de *L. vannamei* alimentadas com a dieta contendo 5% de farinha de *S. platensis* apresentaram ID significativamente superior as demais rações. Não houve, no entanto, diferença significativa entre o ID das larvas alimentadas com a dieta contendo 5% de farinha de Spirulina e o ID das larvas alimentadas com Artemia. No presente estudo foi verificado um bom resultado nos

camarões alimentados com as dietas MSP e MAC, sendo que na primeira foi utilizada a farinha de Spirulina como aditivo atrato-palatabilizante, o que sugere que este ingrediente tem efeito semelhante ao do aditivo comercial usado na ração MAC, e desta forma pode ser adicionado a 0,5% em dietas com redução de 25% de farinha de peixe sem causar prejuízo no ID de camarões *Litopenaeus vannamei*.

TABELA 3 - Indicadores de Desempenho Zootécnico

Variável	Aditivo atrato-palatabilizante						P ¹	ANOVA P
	Nenhum		Comercial		farinha de Spirulina			
	CN1 ²	CN2 ³	MAC	BAC	MSP	BSP		
Peso inicial (g)	4,02 ± 0,14	4,00 ± 0,44	3,95 ± 0,23	3,81 ± 0,24	3,86 ± 0,27	3,80 ± 0,12	3,82 ± 0,26	ns
Peso final (g) ⁴	12,25 ± 0,45 b	12,29 ± 0,32 b	12,83 ± 0,27 ab	13,05 ± 0,54 ab	13,05 ± 0,54 ab	12,30 ± 0,50 b	13,22 ± 0,90 a	0,007
Ganho em peso (g/sem)	0,82 ± 0,06 b	0,83 ± 0,02 b	0,89 ± 0,01 ab	0,92 ± 0,06 ac	0,89 ± 0,03 ab	0,85 ± 0,06 bc	0,95 ± 0,08 a	<0,001
Sobrevivência (%)	93,8 ± 1,14 ab	89,8 ± 2,27 ab	95,5 ± 4,15 a	87,5 ± 7,07 b	94,9 ± 2,86 ab	90,9 ± 4,15 ab	89,0 ± 0,00 ab	0,037
Índice de desempenho (g/sem)	0,77 ± 0,05 ab	0,74 ± 0,03 b	0,85 ± 0,03 a	0,80 ± 0,06 ab	0,85 ± 0,02 a	0,77 ± 0,04 ab	0,83 ± 0,07 a	0,019
Produtividade (g/m ²)	886,4 ± 30,7 ab	851,2 ± 24,5 b	944,6 ± 26,0 a	880,9 ± 74,7 ab	936,9 ± 35,0 ac	862,2 ± 25,3 bc	904,4 ± 61,7 ab	0,003
Consumo alimentar aparente (g/camarão/dia)	0,321 ± 0,01 ab	0,343 ± 0,01 a	0,310 ± 0,01 b	0,339 ± 0,02 a	0,318 ± 0,01 ab	0,328 ± 0,01 ab	0,331 ± 0,01 ab	0,007
FCA	2,83 ± 0,16 a	3,07 ± 0,21 b	2,50 ± 0,10 a	2,75 ± 0,28 a	2,55 ± 0,08 a	2,83 ± 0,19 a	2,61 ± 0,29 a	0,008
TEP	1,09 ± 0,06 ab	1,01 ± 0,07 b	1,23 ± 0,05 a	1,13 ± 0,10 ab	1,21 ± 0,04 a	1,09 ± 0,08 ab	1,10 ± 0,11 ab	0,006

¹ Ração balanceada completa para alimentação de camarões marinhos contendo 36% PB, 10% lipídios (base seca) e 0,5% de produto comercial como aditivo atrato-palatabilizante. Não houve a inclusão de farinha de Spirulina;

² Ração controle com redução de 25% na inclusão de farinha de peixe na fórmula;

³ Ração controle com redução de 50% na inclusão de farinha de peixe na fórmula;

⁴ Em uma mesma linha, médias com diferentes letras são estatisticamente diferentes entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

4.2. Avaliação da atrato-palatabilidade da farinha de *Spirulina platensis* em dietas balanceadas para camarão marinho, *Litopenaeus vannamei* (2º Estudo)

4.2.1. Validação (fase 1)

Não houve diferença significativa entre os consumos para as bandejas descritas nessa fase, com exceção dos tanques 1, 11, 12, 14, 15 e 17 que foram previamente removidos para a realização da segunda etapa desse estudo.

A presunção de que não haveria diferença significativa entre os consumos nas bandejas foi confirmada, tendo em vista que foi utilizada a mesma ração nas duas bandejas em cada tanque. As exceções descritas nos resultados desta fase podem ser explicadas pela existência de algum fator externo não observado durante esta etapa, que de qualquer forma foi eliminado com a retirada destes tanques para a realização de segunda etapa do experimento.

4.2.2. Experimentação (fase 2)

C1) MAC x MSP

Houve diferença significativa com relação à sobra de ração seca (g) entre as dietas MAC e MSP ($P=0,041$), sendo que os camarões que se alimentaram com a ração MSP produziram, significativamente, menos sobras

do que os que se alimentaram com a dieta MAC – 0,51 g e 1,72 g, respectivamente – (Figura 1).

A comparação direta entre MAC e MSP, com redução de 25% do nível de inclusão de farinha de peixe, em ambas, e a inclusão de 0,5% de aditivo comercial na ração MAC e 0,5% de farinha de Spirulina, como aditivo, na dieta MSP revelou uma excelente aceitação dos camarões pela ração MSP. Um resultado semelhante foi obtido no experimento realizado por Jaime-Ceballos et al. (2007), no qual eles observaram que 68% dos juvenis de camarão *L. schmitti* se deslocaram para o ponto do aquário que continha a ração com 5% de farinha de Spirulina como aditivo atrato-palatabilizante. O resultado do presente estudo revela que a farinha de Spirulina melhorou o desempenho da ração no que diz respeito à sua atratividade e que pode ser adicionada a 0,5% em dietas com redução de 25% de farinha de peixe sem causar prejuízo no consumo alimentar de camarões *Litopenaeus vannamei*.

C2) BAC x BSP

Não houve diferença significativa com relação à sobra de ração seca (g) entre as dietas BAC e BSP ($P=0,313$), sendo que os camarões que se alimentaram com a ração BSP produziram, em média, menos sobras do que os que se alimentaram com a dieta BAC – 0,56 g e 1,02 g, respectivamente – (Figura 2).

Os resultados deste confronto sugerem que a farinha de Spirulina foi capaz de promover um bom desempenho para a ração BSP, pois mesmo tendo redução de 50% de farinha de peixe em sua composição, foi capaz de

promover uma melhor aceitação dos camarões, embora não diferente estatisticamente, diante da ração BAC, podendo-se sugerir que a suplementação de 0,5% de farinha de Spirulina teve papel importante nesse resultado, já que ambas as dietas apresentavam a mesma composição, com exceção do aditivo atrato-palatabilizante. Diante disso, podemos sugerir que é possível a redução de 50% da farinha de peixe sem causar prejuízo na atratividade da ração, e conseqüentemente no consumo alimentar de camarões *L. vannamei*, desde que se mantenha a farinha de Spirulina a 0,5% de inclusão como aditivo atrato-palatabilizante, sendo uma boa alternativa para a fabricação de rações mais baratas para esta espécie.

C3) P x MSP

Não houve diferença significativa com relação à sobra de ração seca (g) entre as dietas P e MSP ($P=0,163$), sendo que a sobra da ração MSP foi, em média, menor do que a da dieta P – 0,92 g e 1,57 g, respectivamente – (Figura 3).

Confrontado as rações P (com atrativo comercial) e MSP (redução de 25% de farinha de peixe, com inclusão de 0,5% de farinha de Spirulina, como aditivo), podemos ratificar o excelente desempenho da farinha de Spirulina como aditivo atrato-palatabilizante, mesmo não apresentando diferença estatística. Embora tendo redução no nível de inclusão de farinha de peixe e sendo comparada com uma ração completa para camarões *L. vannamei*, a farinha de Spirulina foi capaz de manter o desempenho da ração quanto à sua atratividade, sendo observado mesmo poder atrativo por Jaime-Ceballos et

al. (2007). Dessa forma, é conveniente sugerir que a ração MSP pode ser usada sem prejuízo para o consumo alimentar desta espécie e, assim, ser excelente uma alternativa para a redução dos custos com rações, tendo em vista o crescente aumento do preço da farinha de peixe dentre outros fatores negativos descritos por Amaya et al. (2007).

C4) P x BSP

Houve diferença significativa com relação à sobra de ração seca (g) entre as dietas P e BSP ($P=0,023$), sendo que os camarões que se alimentaram com a ração P produziram, em média, menos sobras do que os que se alimentaram com a dieta BSP – 1,32 g e 1,67 g, respectivamente – (Figura 4).

Neste confronto, a farinha de Spirulina não foi capaz de manter o desempenho da ração BSP quando comparada com a ração padrão, sendo provável que isso tenha ocorrido devido à acentuada redução da farinha de peixe (50%) na dieta. É necessária a realização de outro estudo para se verificar diferentes níveis de inclusão da farinha de Spirulina, que poderão promover melhores resultados para a utilização de uma ração com redução de 50% de farinha de peixe.

C5) CN1 x MSP

Não houve diferença significativa com relação à sobra de ração seca (g) entre as dietas CN1 e MSP ($P=0,121$), sendo que a sobra da ração MSP foi,

em média, menor do que a da dieta CN1 – 0,59 g e 1,13 g, respectivamente – (Figura 5).

Mesmo não havendo diferença significativa, os resultados referentes a sobra de ração para as duas dietas sugerem que a farinha de Spirulina proporcionou uma melhor aceitação dos camarões pela ração MSP em relação à dieta CN1 (redução de 25% de farinha de peixe e ausência de atrativo comercial), que de certa forma já era esperada, devido à ausência de atrativo comercial e também porque a farinha de peixe por si só não foi capaz de manter o desempenho da dieta Controle Negativo 1.

C6) CN2 x BSP

Houve diferença significativa com relação à sobra de ração seca (g) entre as dietas CN2 e BSP ($P=0,037$), sendo que os camarões que se alimentaram com a ração BSP produziram, significativamente, menos sobras do que os que se alimentaram com a dieta CN2 – 0,45 g e 1,40 g, respectivamente – (Figura 6).

A redução acentuada da farinha de peixe e a ausência de atrativo comercial na dieta CN2 explicam a sua elevada rejeição pelos camarões e a proeminente preferência pela ração BSP que mesmo com redução de 50% de farinha de peixe foi capaz de manter o desempenho da dieta quanto ao consumo alimentar não prejudicado pela deficiência da proteína animal.

Fica evidente que a farinha de Spirulina pode ser utilizada como aditivo atrato-palatabilizante em dietas para camarões *Litopenaeus vannamei*, sendo

bastante relevante a sua aplicação na fabricação de rações com reduzidos níveis de inclusão de farinha de peixe sem prejuízo no consumo alimentar.

São necessárias novas pesquisas, visando à complementação do presente estudo, com a finalidade de se testar outros níveis de inclusão da farinha de Spirulina, até maiores do que os utilizados neste experimento, estudar técnicas mais baratas de produção deste insumo etc.

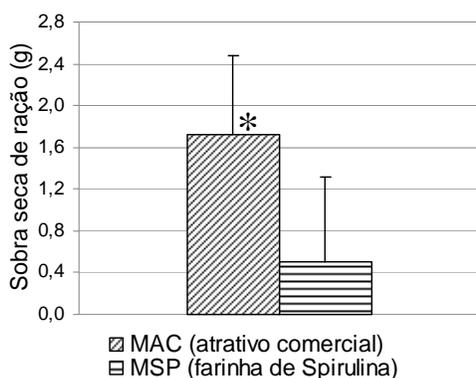


Figura 1 - Dietas experimentais isotrópicas e isocalóricas com redução moderada de farinha de peixe (-25%), suplementadas com 0,5% de atrativo comercial ou de farinha de Spirulina (ANOVA $P = 0,041$; $n = 7$; $\alpha = 0,05$).

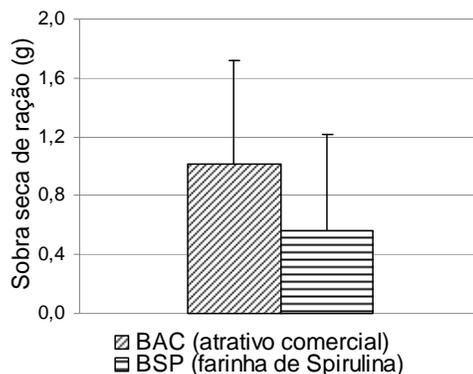


Figura 2 - Dietas experimentais isotrópicas e isocalóricas com redução acentuada de farinha de peixe (-50%), suplementadas com 0,5% de atrativo comercial ou de farinha de Spirulina (ANOVA $P = 0,313$; $n = 7$; $\alpha = 0,05$).

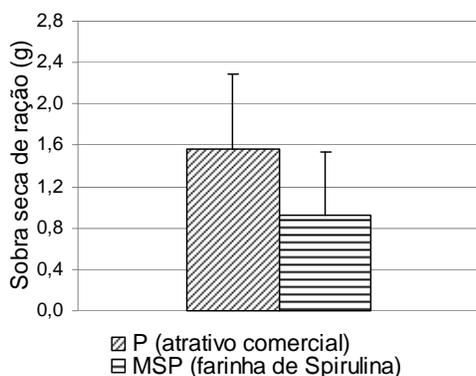


Figura 3 - Dieta Padrão com nível regular de farinha de peixe (18,5%) e inclusão de 0,5% de atrativo comercial; dieta experimental com redução moderada de farinha de peixe (-25%) e inclusão de 0,5% de farinha de Spirulina (ANOVA $P = 0,163$; $n = 7$; $\alpha = 0,05$).

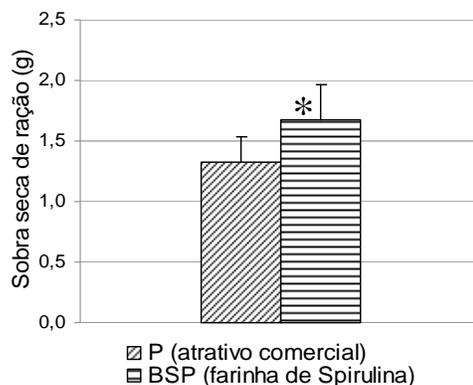


Figura 4 - Dieta Padrão com nível regular de farinha de peixe (18,5%) e inclusão de 0,5% de atrativo comercial; dieta experimental com redução acentuada de farinha de peixe (-50%) e inclusão de 0,5% de farinha de Spirulina (ANOVA $P = 0,023$; $n = 7$; $\alpha = 0,05$).

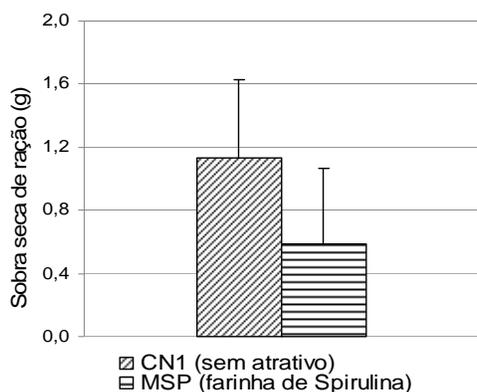


Figura 5 - Dieta Controle Negativo 1 com redução moderada de farinha de peixe (-25%) e sem inclusão de atrativo comercial ou farinha de Spirulina; dieta experimental com redução moderada de farinha de peixe (-25%) e inclusão de 0,5% de farinha de Spirulina (ANOVA $P = 0,121$; $n = 7$; $\alpha = 0,05$).

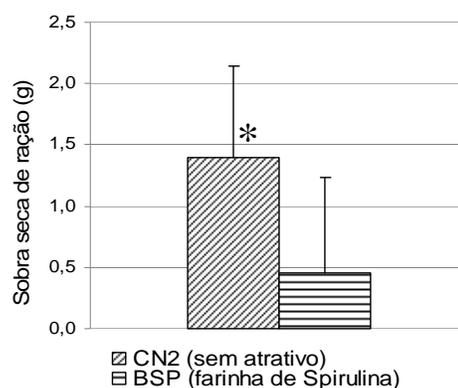


Figura 6 - Dieta Controle Negativo 2 com redução acentuada de farinha de peixe (-50%) e sem inclusão de atrativo comercial ou farinha de Spirulina; dieta experimental com redução acentuada de farinha de peixe (-50%) e inclusão de 0,5% de farinha de Spirulina (ANOVA $P = 0,037$; $n = 7$; $\alpha = 0,05$).

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos em ambos os estudos, podemos concluir que:

1. É possível reduzir o nível de inclusão de farinha de peixe em 25% numa dieta completa para *Litopenaeus vannamei* sem comprometer o crescimento, desde que um efetivo atrativo alimentar a suplemente;

2. A farinha de Spirulina agiu tão eficientemente quanto o atrativo comercial usado para melhorar a resposta alimentar dos camarões, quando houve uma redução moderada de farinha de peixe, pois os animais escolheram significativamente mais a dieta suplementada com farinha de Spirulina do que a com atrativo comercial;

3. Na maior redução de farinha de peixe na dieta (50%), a adição de 0,5% de farinha de Spirulina não foi capaz de manter o consumo alimentar dos camarões;

4. No estudo de atratividade, a farinha de Spirulina agiu como um eficiente atrativo alimentar, com um nível de inclusão dez vezes menor do que o utilizado por alguns autores, sugerindo que a farinha de Spirulina tem a capacidade de estimular o consumo alimentar de camarões marinhos com um baixo nível de inclusão na dieta;

5. A farinha de Spirulina promoveu resultados estatisticamente iguais e até mesmo melhores do que os do atrativo alimentar comercial usado para estimular o consumo alimentar de *L. vannamei*, sendo notório que, enquanto o

produto comercial tem muitos compostos diferentes, a farinha de Spirulina é formada por um simples material seco de composição química conhecida;

6. A farinha de Spirulina adicionada a 0,5% em uma dieta completa para juvenis de *L. vannamei*, com 14% de farinha de peixe peruana, atuou como um atrativo alimentar tão eficientemente quanto um efetivo e tradicional produto comercial.

7. O ácido glutâmico pode ter sido o agente responsável pela maior atratividade das rações que continham farinha de Spirulina no estudo da avaliação da atrato-palatabilidade das dietas.

8. São necessários outros trabalhos, visando à complementação do presente estudo, com a finalidade de se testar outros níveis de inclusão da farinha de Spirulina, até maiores do que os utilizados neste experimento, estudar técnicas mais baratas de produção deste insumo, possíveis fontes complementares à farinha de Spirulina etc.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAYA, E.; DAVIS, D. A.; ROUSE, D. B. Alternative diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, Netherlands, v. 262, p. 419 - 425, 2007.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis**. 17 ed., Washington, D.C., 2000.

BARBIERI JÚNIOR, R. C.; OSTRENSKY NETO, A. **Camarões Marinhos – Engorda**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 370 p.

BROWDY, C.; SEABORN, G.; ATWOOD, H.; DAVIS, D. A.; BULLIS, R. A.; SAMOCHA, T. M.; WIRTH, E.; LEFFLER, J. W. Comparison of pond production efficiency, fatty acid profiles, and contaminants in *Litopenaeus vannamei* fed organic plant-based and fish-meal-based diets. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 37, n. 4, p. 437 - 451, 2006.

CABANILLAS-BÉLTRAN, H.; PONCE-PALAFOX, J. T.; MARTÍNEZ-PALACIOS, C. A.; CHÁVEZ-SÁNCHEZ, M. C.; ROSS, L. G. Comparison of the digestibility of diets based on fish meal and soybean meal in *Litopenaeus vannamei* Boone 1931, using different temperatures and salinities for culture. **Ciencias Marinas**, Baja California, México, v. 27, n. 4, p. 577 - 593, 2001.

CARR, W. E. S. The molecular nature of chemical stimuli in the aquatic environment. In: ATEMA, J., FAY, R. R., POPPER, A. N., TAVOLGA, W. N. (Eds.). **Sensory Biology of Aquatic Animals**. Springer-Verlag, New York, USA: 1988. p. 3 - 27.

CHATZIFOTIS, S.; POLEMITOU, I.; DIVANACH, P.; ANTONOPOULOU, E. Effect of dietary taurine supplementation on growth performance and bile salt activated lipase activity of common dentex, *Dentex dentex*, fed a fish meal/soy protein concentrate-based diet. **Aquaculture**, Netherlands, v. 275, p. 201 - 208, 2008.

CRUZ-SUAREZ, L. E.; NIETO-LÓPEZ, M.; RICQUE-MARIE, D.; GUAJARDO-BARBOSA, C.; SCHOLZ, U. Uso de Harina de Subproductos Avícolas en Alimentos para *L. vannamei*. In: CRUZ-SUAREZ, L. E.; RICQUE-MARIE, D.; NIETO-LÓPEZ, M.; VILLARREAL, D.; SCHOLZ, U. SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA. 7., 2004, Hermosillo. **Anais...** Hermosillo: Sonora, México, 2004. p. 215 - 236.

DAVIS, D. A.; ARNOLD, C. R. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, Netherlands, v. 185, p. 291 - 298, 2000.

DE LARA ANDRADE, R.; BARRERA, T. C.; MEJÍA, J. C.; MEJÍA, G. C.; SÁNCHEZ, A. M.; CASTILLO, V. G. La importancia de *Spirulina* en la alimentación acuícola. **Contactos**, v. 57, p. 13 - 16, 2005.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. In:_____. **Examen mundial de la pesca y la acuicultura**. Roma: 2008. 178 p. cap. 1, p. 3 - 65.

FOX, J. M.; LAWRENCE, A. L.; SMITH, F. Development of a Low-fish Meal Feed Formulation for Commercial Production of *Litopenaeus vannamei*. In: CRUZ-SUÁREZ, L. E.; RICQUE-MARIE, D.; NIETO-LÓPEZ, M.; VILLARREAL, D.; SCHOLZ, U.; GONZÁLEZ, M. SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA. 7., 2004, Hermosillo. **Anais...** Hermosillo: Sonora, México, 2004. p. 238 - 258.

GLENCROSS, B.; EVANS, D.; RUTHERFORD, N.; HAWKINS, W.; MCCAFFERTY, P.; DODS, K.; JONES, B.; HARRIS, D.; MORTON, L.; SWEETINGHAM, M.; SIPSAS, S. The influence of the dietary inclusion of the alkaloid gramine, on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth, feed utilization and gastrointestinal histology. **Aquaculture**, Netherlands, v. 253, p. 512 - 522, 2006.

HABIB, M. A. B.; PARVIN, M.; HUNTINGTON, T. C.; HASAN, M. R. A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish. **FAO Fisheries and Aquaculture Circular**. No. 1034. Rome, FAO. 2008. 33 p.

HERTRAMPF, J. W.; PIEDAD-PASCUAL, F. **Handbook on ingredients for aquaculture feeds**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. 573 p.

HUANG, G. Q.; DONG, S. L.; WANG, F.; MA, S. Selection and use of different diets in a study on Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. **Journal of Shellfish Resources**, v. 22, p. 547 - 553, 2003.

JAIME-CEBALLOS, B.; VILLARREAL, H.; GARCIA, T.; PÉREZ-JAR, L.; ALFONSO, E. Effect of *Spirulina platensis* meal as feed additive on growth, survival and development in *Litopenaeus schmitti* shrimp larvae. **Revista de Investigaciones Marinas**, v. 26, n. 3, p. 235 - 241, 2005.

JAIME-CEBALLOS, B.; CERECEDO, R. C.; VILLARREAL, H.; LÓPEZ, J. G.; PÉREZ-JAR, L. Uso de la harina de *Spirulina platensis* como atrayente en el alimento para el camarón *Litopenaeus schmitti*. **Hidrobiológica**, UAM Iztapalapa, México, v. 17, n. 2, p. 113 - 117, 2007.

KOFUJI, P. Y. M.; HOSOKAWA H.; MASUMOTO, T. Effects of dietary supplementation with feeding stimulants on yellowtail *Seriola quinqueradiata* (Temminck & Schlegel; Carangidae) protein digestion at low water temperatures. **Aquaculture Research**, Malden, USA, v. 37, p. 366 - 373, 2006.

LEE, P. G.; MEYERS, S. P. Chemoattraction and feeding stimulation. In: D'ABRAMO, L. R.; CONKLIN, D. E.; AKIYAMA, D. M. Crustacean Nutrition.

Advances in World Aquaculture, vol. 6, The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, p. 292 - 352, 1997.

LIM, S.; LEE, K. Partial replacement of fish meal by cottonseed meal and soybean meal with iron and phytase supplementation for parrot fish *Oplegnathus fasciatus*. **Aquaculture**, Netherlands, v. 290, p. 283 - 289, 2009.

LUNGER, A. N.; MCLEAN, E.; GAYLORD, T. G.; KUHN, D.; CRAIG, S. R. Taurine supplementation to alternative dietary proteins used in fish meal replacement enhances growth of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). **Aquaculture**, Netherlands, v. 271, p. 401 - 410, 2007.

MU, Y. Y.; LAM, T. J.; GUO, J. Y.; SHIM, K. F. Protein digestibility and amino acid availability of several proyein sources for juvenile Chinese hairy crab *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards (Decapoda, Grapsidae). **Aquaculture Research**, Malden, USA, v. 31, p. 757 - 765, 2000.

NANDEESHA, M. C.; GANGADHAR, B.; MANISSERY, J. K.; VENKATARAMAN, L. V. Growth performance of two Indian major carps, catla (*Catla catla*) and rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing different levels of *Spirulina platensis*. **Bioresource Technology**, Oxford, England, v. 80, p. 117 - 120, 2001.

NANDEESHA, M. C.; GANGADHAR, B.; VARGHESE, T. J.; KESHAVANATH, P. Effect of feeding *Spirulina platensis* on the growth, proximate composition and organoleptic quality of common carp, *Cyprinus carpio* L. **Aquaculture Research**, Malden, USA, v. 29, p. 305 - 312, 1998.

NAYLOR, R. L.; GOLDBURG, R. J.; PRIMAVERA, J.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M. C. M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H.; TROELL, M. Effects of Aquaculture on World Fish Supplies. **Issues in Ecology**, Washington: 2001, n. 8, p. 1 - 12.

NUNES, A. J. P.; PARSONS, G. J. Size-related feeding and gastric evacuation measurements for the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis*. **Aquaculture**, Netherlands, v. 187, p. 133 - 151, 2000.

NUNES, A. J. P.; SÁ, M. V. C.; ANDRIOLA-NETO, F. F.; LEMOS, D. Behavioral responses to selected feed attractants and stimulants in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, Netherlands, v. 260, p. 244 - 254, 2006.

OLVERA-NOVOA, M. A.; DOMÍNGUEZ-CEN, L. J.; OLIVERA-CASTILLO, L. Effect of the use of the microalga *Spirulina maxima* as fish meal replacement in diets for tilapia *Oreochromis mossambicus* (Peters), fry. **Aquaculture Research**, Malden, USA, v. 29, p. 709 - 715, 1998.

PALMEGIANO, G. B.; AGRADI, E.; FORNERIS, G.; GAI, F.; GASCO, L.; RIGAMONTI, E.; SICURO, B.; ZOCCARATO, I. *Spirulina* as a nutrient source in diets for growing sturgeon (*Acipenser baeri*). **Aquaculture Research**, Malden, USA, v. 36, p. 188 - 195, 2005.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.

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

SICCARDI III, A. J.; LAWRENCE, A. L.; GATLIN III, D. M.; FOX, J. M.; CASTILLE, F. L.; PEREZ-VELAZQUEZ, M.; GONZALEZ-FELIX, M. L. Digestibilidad aparente de energía, proteína y materia seca de ingredientes utilizados en alimentos balanceados para el camarón blanco del pacífico *Litopenaeus vannamei*. In: CRUZ-SUÁREZ, L. E.; RICQUE-MARIE, D.; TAPIA-SALAZAR, M.; NIETO-LÓPEZ, M. G.; VILLARREAL-CAVAZOS, D. A.; PUELLO-CRUZ, A. C.; GARCÍA-ORTEGA, A. SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA. 8., 2006, Monterrey. **Anais...** Monterrey: Nuevo León, México, 2006. p. 213 - 237.

SMITH, D. M.; TABRETT, S. J.; BARCLAY, M. C.; IRVIN, S. J. The efficacy of ingredients included in shrimp feeds to stimulate intake. **Aquaculture Nutrition**, Malden, USA, v. 11, p. 263 - 271, 2005.

XUE, M.; CUI, Y. Effect of several feeding stimulants on diet preference by juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*), fed diets with or without partial replacement of fish meal by meat and bone meal. **Aquaculture**, Netherlands, v. 198, p. 281 - 292, 2001.

YU, Y. Replacement of Fishmeal with Poultry Byproduct Meal and Meat and Bone Meal in Shrimp, Tilapia and Trout Diets. In: CRUZ-SUAREZ, L. E.; RICQUE-MARIE, D.; NIETO-LÓPEZ, M.; VILLARREAL, D.; SCHOLZ, U. SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA. 7., 2004, Hermosillo. **Anais...** Hermosillo: Sonora, México, 2004. p. 182 - 201.