



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

SEVERINO CAMPOS OLIVEIRA NETO

**EFICÁCIA DE ATRATIVOS ALIMENTARES NA PROMOÇÃO DO CONSUMO
ALIMENTAR E DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DO CAMARÃO
BRANCO, *Litopenaeus vannamei***

FORTALEZA

2019

SEVERINO CAMPOS OLIVEIRA NETO

EFICÁCIA DE ATRATIVOS ALIMENTARES NA PROMOÇÃO DO CONSUMO
ALIMENTAR E DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DO CAMARÃO

BRANCO, *Litopenaeus vannamei*

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O51e Oliveira Neto, Severino Campos.

Eficácia de atrativos alimentares na promoção do consumo alimentar e desempenho zootécnico de juvenis do camarão branco, *Litopenaeus vannamei* / Severino Campos Oliveira Neto. – 2019.

37 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes.

1. Químicoatratante. 2. Alimento. 3. Potenciador de Crescimento. I. Título.

CDD 639.2

SEVERINO CAMPOS OLIVEIRA NETO

EFICÁCIA DE ATRATIVOS ALIMENTARES NA PROMOÇÃO DO CONSUMO
ALIMENTAR E DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DO CAMARÃO
BRANCO, *Litopenaeus vannamei*

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Pesca do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Pesca.

Aprovada em: 25 / 06 / 2019 .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho (Presidente)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.a Dr.a Elenise Gonçalves de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Ricardo Camurça Correia Pinto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ao meu Senhor e Salvador, Jesus Cristo.

A minha esposa, Odaila Campos e meus
pais, Manoel e Regina Campos.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura, pela bolsa de pesquisa, sem qual não seria possível a sua execução desse trabalho.

Ao professor doutor Alberto Jorge Pinto Nunes, pela valorosa orientação e estímulo para enriquecimento da minha vida profissional.

A Banca Examinadora, pelas sugestões para o melhoramento do trabalho.

Aos Bolsistas e Estagiários do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos – LANOA, pela ajuda constante, amizade e incentivo constante durante minha permanência no laboratório.

Aos funcionários do LANOA por todo apoio durante a execução da pesquisa.

Aos meus amigos de faculdade, pela amizade e enriquecimento acadêmico.

A toda minha família, em especial, meus pais Manoel Campos e Regina Campos, que me deram apoio e educação para a minha formação como cidadão.

A minha esposa, Odaila Campos, que me estimulou durante todo o curso e sempre me ajudou nas dificuldades.

RESUMO

O estudo comparou a preferência alimentar e a resposta de crescimento do *L. vannamei* a quimioatratantes. Uma dieta com farinha de peixe foi suplementada com aditivos em 3% - farinha de krill (FKR), farinha de lula (FL), farinha de cabeça de camarão (FCC), farinha de camarão (FC), farinha de fígado de lula (FFL), farinha de salmão (POS), concentrado proteico de soja (NEG) e 5% de hidrolisado de sardinha (HS). Camarões de 0.99 ± 0.08 g foram povoados com densidade de 100 animais/m² em cinquenta e seis tanques de 1m³ e alimentados 10 vezes ao dia, durante 74 dias de cultivo. A preferência alimentar foi avaliada por meio da alimentação dos camarões com $10,85 \pm 1.82$ g de peso, em excesso duas vezes por dia, durante 10 dias em duas bandejas de alimentação separadas, alocadas em tanques de 0,5 m³. A sobrevivência foi de $93.3 \pm 5.80\%$. O peso corporal final (PC) foi maior para camarões alimentados com a dieta FKR (11.97 ± 0.93 g), seguido pela ração POS (11.11 ± 0.77 g), e FL (11.01 ± 1.17 g). As dietas FCC, FC, FFL e NEG mostraram um (PC) baixo comparado com POS, mas não foram estatisticamente diferentes entre si. Camarões alimentados com HS demonstraram o menor (PC) (10.06 ± 1.02 g). O maior ganho de produção foi obtido com as dietas FKR e POS. Não foi observada nenhuma diferença estatística no ganho de produção do camarão com outras dietas. O FCR mais baixo foi observado na dieta FKR (1.31 ± 0.05) quando comparado com a dieta FCC (1.47 ± 0.05), HS (1.47 ± 0.07), e FFL (1.45 ± 0.17). Quando as dietas foram confrontadas umas com as outras, os camarões preferiram FCC e FKR, houve exceção quando comparados a FL e FFL. Não foi achado nenhuma diferença na preferência alimentar das dietas com FL e FFL. A HS foi a ração menos preferida em todas as comparações. No geral, o FKR mostrou-se como um poderoso atrativo alimentar e potenciador de crescimento no desafio de dietas de farinha de peixe para o camarão branco do pacífico. Uma suplementação dietética com 3% de FKR é mais efetiva do que a meFCa dose de qualquer outro quimioatratante avaliado.

Palavra-chave: Quimioatratante. Alimento. Potenciador de Crescimento.

ABSTRACT

This study compared the feed preference and growth response of *L. vannamei* to chemoattractants. A diet with 3% fishmeal was supplemented with either 3% krill meal (KRM), squid meal (SQM), shrimp head meal (SHM), shrimp meal (SM), squid liver meal (SLM), salmon meal (POS), soy protein concentrate (NEG) or 5% liquid sardine hydrolysate (SAH). Shrimp of 0.99 ± 0.08 g were stocked under 100 animals/m² in fifty-six 1-m³ tanks and fed 10 times daily for 74 days. Feed preference was evaluated by feeding shrimp of 10.87 ± 1.82 g in excess twice a day for 10 days in two separate feeding trays allocated in fifty 0.5-m³ tanks. Survival reached $93.3 \pm 5.80\%$. Final body weight (BW) was highest for shrimp fed KRM-supplemented diet (11.97 ± 0.93 g), followed by POS (11.11 ± 0.77 g), and SQM (11.01 ± 1.17 g). Diets SHM, SM, SLM, and NEG showed a lower shrimp BW compared to POS, but were not statistically different among them. Shrimp fed SAH diet achieved the lowest BW (10.06 ± 1.02 g). The highest gained yield was obtained with diets KRM and POS. No statistical difference was observed in shrimp yield among other diets. The lowest FCR was achieved with shrimp fed KRM (1.31 ± 0.05) when compared to diets SHM (1.47 ± 0.05), SAH (1.47 ± 0.07), and SLM (1.45 ± 0.17). When diets were confronted with each other, shrimp preferred SHM and KRM, but except when these were compared to SQM and SLM. No difference in feed preference was found between diets with SQM and SLM. SAH was the least preferred raw material in all comparisons. Results indicated that KRM acts as a powerful feeding effector and growth enhancer in fishmeal-challenged diets for whiteleg shrimp. A dietary supplementation with 3% KRM is more effective than the same dose of any other chemoattractant evaluated.

Keywords: Chemoattractants, Feed. Growth Enhancement

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Média (\pm erro padrão) do peso corporal (g) de *L. vannamei* após 74 dias sob o cultivo em água verde de 1m³. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as dietas ao nível $\alpha = 0,05$ pelo HSD de Tukey. FKR, farinha de krill; FL, farinha de lula; POS, farinha de salmão; FCC, farinha de cabeça de camarão; HS, hidrolisado de sardinha; FC, farinha de camarão; FFL, farinha de fígado de lula; NEG, concentrado proteico de soja.24

Figura 2. - Comparação dois a dois do consumo aparente de ração (CAR,%) para juvenis de *L. vannamei* alimentados com dietas contendo diferentes quimioatratores. As dietas foram confrontadas entre si durante um período de 10 dias usando duas bandejas de alimentação por tanque. Cada barra representa a média (\pm erro padrão) de 60 observações, exceto NEG vs. POS (n = 80). Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significantes no FCA entre dietas ao nível $\alpha = 0,05$ de acordo com o teste t de Student. FKR, farinha de krill; FL, farinha de lula; POS, farinha de salmão; FCC, farinha de cabeça de camarão; HS, hidrolisado de sardinha; FC, farinha de camarão; FFL, farinha de fígado de lula; NEG, concentrado proteico de soja.25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal dos atrativos utilizados neste estudo.....	15
Tabela 2 - Perfil de ácidos graxos dos atrativos utilizados neste estudo.....	16
Tabela 3. Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais.....	18
Tabela 4 - Composição de aminoácidos das dietas experimentais.	20
Tabela 5 - Desempenho zootécnico (media \pm s.d.) do L. vannamei após 74 dias de cultivo.	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 Local de Estudo e desenho experimental.....	13
2.2 Matéria-prima e dietas.....	14
2.3 Desempenho zootécnico do camarão	20
2.4 Preferência alimentar	21
2.5 Análises Estatísticas.....	22
4 DISCUSSÃO	27
5 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O crescimento rápido é um dos parâmetros mais desejados no cultivo de camarões. Um rápido crescimento pode melhorar a eficiência na produção, pois reduz os custos operacionais e os riscos econômicos da fazenda resultando em um aumento na produtividade anual. Isso é alcançado através de cultivos mais curtos e em menor tempo. A proteína é o principal nutriente associado à síntese dos tecidos em animais. Em rações para camarão, a quantidade e a qualidade da proteína são indispensáveis para otimizar a digestão, assimilação e assim seu crescimento.

Nos últimos anos, houve um forte esforço para a redução do uso de farinha de peixe nas rações para camarões (TACON; METIEN 2008), resultando em uma maior inclusão dietética de subprodutos de origem animal e vegetal (MALCORPS *et al.*, 2019; SURESH *et al.*, 2011;). Tais mudanças podem afetar severamente o crescimento do camarão, pois essas proteínas alternativas são frequentemente deficientes em um ou mais nutrientes essenciais (SÁ *et al.* 2013; NUNES *et al.* 2014) e contêm fatores antinutricionais, que podem diminuir o estímulo alimentar e reduzir a biodisponibilidade de nutrientes (GATLIN *et al.*, 2007; NUNES *et al.*, 2006; SABRY-NETO *et al.*, 2017).

As formulações de ração para camarões tem feito o uso de farinhas, solúveis e hidrolisados preparadas a partir de peixes, lulas, camarões, krill e moluscos para atuarem como quimioatratadores e estimulantes alimentares (CRUZ-RICQUE *et al.*, 1987; CRUZ-SUÁREZ; GUILLAUME; WORMHOUDT, 1987; DERBY *et al.*, 2016; GRAY *et al.*, 2009; GUILLAUME *et al.*, 1989; LEE; MEYERS, 1997; NUNES *et al.*, 2006; FCITH *et al.*, 2005, SURESH *et al.*, 2011). Essas matérias-primas contêm fatores químicos naturais, que ativam o comportamento alimentar, promovendo a detecção, a procura e a orientação do animal pela fonte alimentar. Alguns também podem estimular a atividade de consumo através da iniciação e continuação da alimentação (COSTERO; MEYERS, 1993; LEE; DERBY *et al.*, 2016; MEYERS, 1996, 1997; NUNES *et al.*, 2006).

Respostas positivas sobre o comportamento alimentar parecem, em última análise, levar a um efeito no aumento do crescimento dos camarões peneídeos (CÓRDOVA-MURUETA; GARCÍA-CARREÑO, 2002; CRUZ-RICQUE *et al.*, 1987; CRUZ-SUAREZ *et al.*, 1987a, b; GUILLAUME *et al.* 1989; FCITH *et al.*, 2005; SURESH *et al.*, 2011; WILLIAMS *et al.*, 2005). No camarão-tigre, *Penaeus monodon*, Williams *et al.* (2005) demonstraram que o componente proteico insolúvel de ingredientes à base de crustáceos tem a capacidade de incrementar o crescimento dos animais. Os autores descobriram que o crescimento do camarão aumentou curvilinearmente de 0,95% ao dia com uma dieta basal para 1,66% e 1,68% em dietas que continham 15% de farinha de cabeça de camarão e 15% de farinha de krill respectivamente. Da meFCa forma, FCith *et al.* (2005) relataram que o camarão tigre juvenil cresce cerca de 20% mais rápido com rações contendo farinha de crustáceos ou farinha de krill. No camarão branco, *Litopenaeus vannamei*, Córdova-Murueta e García-Carreño (2002) descobriram que um hidrolisado de krill aumenta o crescimento do camarão, quando substituído em níveis progressivos 3, 5 e 15% do total da proteína bruta (PB) de uma ração comercial.

Os quimioatratadores marinhos também foram capazes de compensar os efeitos da substituição da farinha de peixe quando utilizados em níveis suplementares na dieta entre 1 e 3%. Suresh *et al.* (2011) alimentou o camarão azul, *Litopenaeus stylirostris*, com uma dieta pobre em farinha de peixe contendo 20% de farinha de vísceras de frango. Os autores relataram que a capacidade de atração da ração foi melhorada com 3% de farinha de fígado de lula ou farinha de krill, mas a palatabilidade da ração e o crescimento do camarão só foram aumentados com farinha de krill.

Em uma dieta à base de soja com 5% de farinha de peixe e 1% de óleo de peixe, Sá *et al.* (2013) descobriram que uma combinação de krill e lula a 2% da dieta aumenta significativamente o peso final do camarão. Sabry-Neto *et al.* (2016) trabalhando com dietas contendo apenas fontes de proteína vegetal foi capaz de estimular o consumo de ração do *L. vannamei* com apenas 1% de farinha de krill. Com uma inclusão dietética de 2%, a farinha de krill acelerou o crescimento do camarão, aumentou a produtividade e reduziu a taxa de conversão alimentar.

Em um estudo anterior, Nunes *et al.* (2006) avaliaram nove estimulantes e atrativos comerciais utilizados em rações para juvenis do *L. vannamei* utilizando um aquário em forma de Y. Os autores foram capazes de discriminar a eficácia dos atrativos em termos de resposta alimentar estimulatória (*i.e.*, o tempo gasto na detecção do alimento, orientação, locomoção e atividade alimentar).

O presente estudo objetivou comparar a preferência alimentar e a habilidade de quimioatratores marinhos selecionados em aumentar o crescimento de juvenis do *L. vannamei* alimentados com uma dieta com baixa inclusão de farinha de peixe.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de Estudo e desenho experimental

O estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC). O laboratório está localizado no Centro de Estudos em Aquicultura Costeira (CEAC) as margens do Estuário do Rio Pacoti, no município de Eusébio, Estado do Ceará, a 20 km da capital Fortaleza. O presente estudo foi conduzido entre maio de 2018 e julho de 2018.

Uma dieta basal contendo 3,00% de farinha de peixe foi suplementada com 3,00% de farinha de krill (FKR), farinha de lula (FL), farinha de cabeça de camarão (FCC), farinha de camarão (FC, *Acetes* spp. seco ao sol) ou farinha de fígado de lula (FFL). Outra dieta foi suplementada com 5,00% de hidrolisado de sardinha líquida (HS). Farinha de salmão, controle positivo (POS) e concentrado de proteína de soja, controle negativo (NEG) foram utilizados em 3,00% como controles positivo e negativo, respectivamente. Camarões entre 0,90 e 1,20 g de peso corporal foram estocados em tanques externos de 1 m³ e cultivados por 74 dias. Na despesca, os camarões foram contados, pesados e seu desempenho zootécnico e eficiência alimentar determinados. Para avaliar a preferência alimentar, comparações entre duas dietas foram realizadas. Dietas suplementadas com diferentes quimioatratores foram comparadas entre si pelo seu fornecimento simultâneo em duas bandejas de alimentação mantidas equidistantes, porém alocadas no mesmo tanque. O camarão foi alimentado em excesso duas vezes por dia durante um período de 10 dias. As sobras de ração foram coletadas das bandejas de alimentação após 1 h de imersão na água, secas e pesadas para determinar seu consumo aparente relativo de ração (%).

2.2 Matéria-prima e dietas

Os quimioatratores marinhos selecionados para este estudo foram escolhidos com base em estudos anteriores, que mostraram sua capacidade de induzir uma resposta alimentar positiva em camarões marinhos (*Penaeus monodon* - AQUACOP; CUZON, 1989; CRUZ-SUÁREZ; GUILLAUME; WORMHOUDT, 1987; FOX *et al.*, 1994; FCITH *et al.*, 2005, WILLIAMS *et al.*, 2005; *L. vannamei* - CRUZ-SUÁREZ; GUILLAUME; WORMHOUDT, 1987; CÓRDOVA; MURUETA; GARCIA-CARREÑO, 2002; NUNES *et al.*, 2006; *L. stylirostris* - AQUACOP E CUZON, 1989; CRUZ-SUÁREZ; GUILLAUME; WORMHOUDT, 1987; GRAY *et al.*, 2009; SURESH *et al.*, 2011; *Marsupenaeus japonicus* - CRUZ-RICQUE *et al.*, 1987; CRUZ-SUÁREZ; GUILLAUME; WORMHOUDT, 1987; *Fenneropenaeus indicus* - CRUZ-SUÁREZ; GUILLAUME; WORMHOUDT, 1987). Foram cortesia de um fabricante de ração os quimioatratores: FL, FCC, FC e FFL HS. Já POS e NEG foram obtidos no Brasil diretamente de fornecedores e, FKR da empresa Aker BioMarine Antarctic SA localizada na Noruega.

Todos os quimioatratores (exceto FC) e as dietas finais foram quimicamente analisados (AOAC, 2005). A matéria seca (MS) foi determinada por secagem das amostras em estufa por 24 h a 105 °C. O método de combustão de Dumas foi aplicado para análise da proteína bruta (AOAC 968.06), enquanto o lipídeo foi determinado por hidrólise ácida (AOAC 954.02). O teor de cinzas foi determinado pela queima de amostras em mufla a 600 °C por 2 h (AOAC 942.05) e a fibra bruta por determinação enzimático-gravimétrica (AOAC 992.16). O cálcio e o fósforo foram analisados por espectrometria de absorção atômica e pelo método de molibdofosfato de amônio alcalimétrico (AOAC 964.06), respectivamente. As composições de aminoácidos e ácidos graxos foram determinadas usando cromatografia líquida de alto desempenho (WHITE *et al.*, 1986; HAGEN *et al.*, 1989) e cromatografia gasosa de alta resolução (GC) com detecção de ionização de chama equipada com uma coluna capilar de GC, respectivamente. O valor de peróxido da gordura foi analisado através de titulação (AOAC 965.33). As aminas biogênicas foram quantificadas por um método cromatográfico rápido e seletivo de troca catiônica acoplado à detecção de amperometria pulsada integrada de acordo com Pastore *et al.* (2005).

As matérias-primas apresentaram teor de matéria seca variando de 7,20 (HS) a 91,63% (FKR, Tabela 1). O FL continha o maior nível de proteína bruta (75,22%, com base na MS) em contraste com a SHA que apresentou o menor valor (17,62%). O conteúdo lipídico foi maior no FKR (25,16%) e menor na HS (2,26%). Em termos do perfil de ácidos graxos (% do total de ácidos graxos, com base na MS), a maior porcentagem de ácidos graxos altamente insaturados (AGAI, com base na matéria seca) foi observada na HS (45,52% do total de ácidos graxos), seguida por FKR (26,23%). Em comparação, o FL continha o menor nível desses ácidos graxos (Tabela 2).

Tabela 1 - Composição centesimal dos atrativos utilizados neste estudo.

Nutriente ^a	Composição centesimal e aminoácidos (% , com base seca).						
	FKR	FL	POS	FCC	HS	FC	FFL
Materia seca	91.63	89.00	89.11	90.23	27.20	Na ^b	89.39
Proteína bruta	55.00	75.22	64.44	52.95	17.62	na	48.74
Gordura bruta	25.16	4.06	8.71	6.43	2.26	na	6.02
Fibras totais	3.06	1.31	0.21	14.37	0.08	na	5.68
Cinzas	8.55	14.89	16.12	21.81	7.83	na	7.86
Cálcio	1.25	4.36	3.33	5.75	0.53	na	0.51
Fósforo	1.23	1.14	2.52	1.39	1.81	na	0.56
Aminoácidos Essenciais (AAE)							
Arginina	3.34	4.56	3.91	3.55	0.93	na	3.29
Histidina	1,31	2.73	1.77	1.43	0.58	na	1.24
Isoleucina	2.73	4.27	2.67	2.39	0.69	na	2.31
Leucina	4.22	5.96	4.36	3.90	1.14	na	3.49
Lisina	3.86	6.24	4.97	3.57	1.41	na	3.28
Metionina	1.54	2.18	1.87	1.29	0.46	na	0.67
Met + Cis ^d	1.95	3.04	2.70	1.81	0.88	na	1.27
Fenilalanina	2.90	3.51	2.51	2.14	0.67	na	2.49
Treonina	2.38	3.28	2.76	2.31	0.62	na	1.83
Tirosina	3.25	3.12	1.91	1.78	0.50	na	1.70
Valina	2.83	3.90	3.06	2.66	0.79	na	2.16

Tabela 1 - Continuação.

Amino Ácidos não essenciais (AANE)	Composição centesimal e aminoácidos (% , com base seca).						
	FKR	FL	POS	FCC	HS	FC	FFL
Alanina	2.99	4.08	4.25	3.45	1.07	na	2.18
Ácido aspártico	5.73	8.45	4.82	5.44	1.72	na	6.26
Cistina	0.41	0.86	0.83	0.52	0.42	na	0.60
Glicina	2.58	3.39	5.75	4.32	1.10	na	2.34
Ácido glutâmico	7.05	9.17	7.37	7.11	2.31	na	8.08
Prolina	2.18	2.93	3.34	3.05	0.69	na	2.43
Serina	2.22	3.13	2.95	2.41	0.66	na	2.47
Taurina	0.14	0.57	0.91	0.47	0.18	na	0.11
Soma AAE	28.37	39.75	29.79	25.02	7.79	na	22.46
Soma AANE	23.29	32.58	30.22	26.77	8.15	na	24.47
AAE + AANE	51.66	72.33	60.01	51.79	15.94	na	46.93

^aFKR, farinha de krill; FL, farinha de lula; POS, farinha de salmão; FCC, farinha de cabeça de camarão; HS, hidrolisado de sardinha; FC, farinha de camarão; FFL, farinha de fígado de lula.

^bNão analisado.

^cTodos AAE relatados, exceto triptofano.

^dAAST, aminoácidos sulfurados totais.

Tabela 2 - Perfil de ácidos graxos dos atrativos utilizados neste estudo.

Ácidos graxos	Perfil de ácidos graxos (% do total de ácidos graxos da dieta, base seca)						
	FKR	FL	POS	FCC	HS	FC	FFL
12:0	0.24	0.25	0.11	0.02	0.04	na ^a	0.17
14:0	14.19	4.43	2.87	1.56	6.64	na	6.48
15:0	0.48	1.48	0.23	0.78	1.77	na	0.83
16:0	26.75	38.67	18.14	23.79	26.99	na	25.25
17:0	0.12	2.96	0.34	1.56	2.21	na	1.16
18:0	1.35	16.01	4.94	8.09	7.52	na	6.31
14:1	0.48	0.25	0.11	0.31	0.44	na	0.17
15:1	0.08	0.25	0.01	0.16	0.04	na	0.17
16:1n-7	9.66	5.91	3.67	3.27	3.54	na	6.15
18:1n-9 _t	0.87	0.49	0.57	0.16	0.04	na	0.02
18:1n-9	14.11	18.23	27.90	17.88	0.04	na	11.30
20:1n-9	0.99	-	1.84	-	0.44	na	0.50
22:1n-9	0.00	-	-	-	0.44	na	-
24:1n-9	-	-	-	0.78	0.44	na	-
18:2n-6 _t	0.24	-	-	-	0.04	na	-
18:2n-6	1.99	1.48	12.97	19.60	2.21	na	12.62
20:2n-6	0.08	0.49	0.80	2.02	0.44	na	0.33
18:3n-6	0.28	-	0.23	-	0.04	na	0.33
20:3n-6	0.12	0.25	0.57	0.31	0.44	na	0.33
18:3n-3	1.59	0.25	3.67	1.56	1.33	na	1.83
20:3n-3	0.12	-	0.34	0.47	0.04	na	0.17

Tabela 2 - Continuação.

Ácidos graxos	Perfil de ácidos graxos (% do total de ácidos graxos da dieta, base seca)						
	FKR	FL	POS	FCC	HS	FC	FFL
20:4n-6	0.32	0.25	1.38	3.27	2.65	na	2.49
20:5n-3	17.17	2.22	7.69	7.47	8.41	na	10.30
22:2n-6	-	0.25	0.01	-	0.04	na	0.17
22:6n-3	8.74	3.94	11.37	7.47	31.42	na	12.79
n-3 ^b	27.62	6.40	23.08	16.95	41.19	na	25.08
n-6 ^c	3.02	2.71	15.97	25.19	5.88	na	16.28
n-9 ^d	15.98	18.72	30.31	18.82	1.42	na	11.81
AGS ^e	43.12	63.79	26.64	35.79	45.18	na	40.20
AGM ^f	26.19	25.12	34.11	22.55	5.44	na	18.44
AGP ^g	4.41	2.46	18.60	23.95	4.56	na	15.61
AGAI ^h	26.23	6.65	20.45	18.20	42.52	na	25.75
AGE ⁱ	29.49	7.88	35.71	36.08	43.36	na	37.54

^aNão analisado.

^bn-3, 18:3n-3, 20:3n-3, 20:5n-3, 22:6n-3.

^cn-6, 18:2n-6t, 18:2n-6, 18:3n-6, 20:2n-6, 20:3n-6, 20:4n-6, 22:2n-6.

^dn-9, 18:1n-9t, 18:1n-9, 20:1n-9, 22:1n-9, 24:1n-9.

^eAGS, ácidos graxos saturados, 12:0, 14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0.

^fAGM, ácidos graxos monoinsaturados, 14:1, 15:1, 16:1, 18:1, 20:1, 22:1, 24:1.

^gAGPI, ácidos graxos poliinsaturados, 18:2, 18:3, 20:2, 20:3.

^hAGAI, ácidos graxos altamente insaturados, 20:4, 20:5, 22:2, 22:6.

ⁱAGE, ácidos graxos essenciais, 18:2n-6, 18:3n-3, 20:5n-3, 22:6n-3.

A formulação das rações consistiu primeiramente em preparar uma dieta prática com farinha de peixe a 3,00%, sem quimioatratores e com uma alta inclusão dietética de ingredientes de origem vegetal. Proteínas da soja foram utilizadas em excesso, correspondendo a mais de 50% da dieta (43,54% de farelo de soja e 9,00% de concentrado proteico de soja), enquanto a inclusão dietética de farinha de trigo e farelo de glúten de trigo atingiu 29,39% (Tabela 3). A dieta basal foi suplementada com os seguintes aminoácidos livres: DL-Metionina, L-Lisina e L-Treonina. A partir desta dieta prática, outras oito dietas foram preparadas, suplementadas com 3,00% de cada matéria-prima. A exceção foi HS, que foi adicionado em 5,00%. Todos os quimioatratores foram incluídos durante a mistura dos ingredientes da ração, antes da peletização. As dietas foram fabricadas com equipamento laboratorial, como descrito em Nunes *et al.* (2011).

Tabela 3. Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais.

Ingrediente	Composição dos ingredientes (% da dieta, base natural)						
	FKR	FL	POS	FCC	HS	FC	FFL
Farinha de soja ^a	43.54	43.54	43.54	43.54	43.54	43.54	43.54
Farinha de trigo	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
SPC ^b	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Glúten de trigo ^c	4.39	4.39	4.39	4.39	4.39	4.39	4.39
Lecitina de soja	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36
Farinha de salmão ^d	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Oleo de salmão	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66	2.66
Carbonato de cálcio	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59
MSP ^e	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
Sal	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Sulfato de magnésio	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
Cloreto de potássio	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
Premix ^f	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Binder ^g	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
L-Lysine ^h	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
DL-Methionine ⁱ	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Colesterol ^j	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Ácido ascórbico ^k	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
L-Threonine ^l	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Suplementação das dietas (% , as is)							
Farinha de Krill ^m	3.00	-	-	-	-	-	-
Farinha de lula	-	3.00	-	-	-	-	-
Farinha de salmão	-	-	3.00	-	-	-	-
Farinha de cabeça de camarão	-	-	-	3.00	-	-	-
Hidrolisado de sardinha	-	-	-	-	5.00	-	-
Farinha de camarão ⁿ	-	-	-	-	-	3.00	-
Farinha de fígado de lula	-	-	-	-	-	-	3.00
Composição centesimal (% da dieta, base natural)							
Materia seca	89.98	90.37	89.12	90.06	88.01	90.75	89.34
Proteína bruta	35.99	36.36	36.08	35.55	35.04	35.90	35.15

Tabela 3 - Continuação.

Ingrediente	Composição dos ingredientes (% da dieta, base natural).						
	FKR	FL	POS	FCC	HS	FC	FFL
Gordura bruta	7.27	7.26	7.34	7.19	6.99	7.12	7.13
Fibras	3.40	3.56	3.41	4.21	3.09	3.63	3.78
Cinzas	9.56	9.56	9.69	9.62	9.50	9.88	9.09
Cálcio	1.30	1.43	1.36	1.42	1.30	1.33	1.24
Fósforo	0.85	0.86	0.88	0.86	0.92	0.86	0.84
NFEo	33.76	33.63	32.60	33.49	28.39	34.22	34.19

aBunge Alimentos S.A. (Luiz Eduardo Magalhães, Brazil).

bSementes Selecta S.A. (Araguari, Goiás, Brazil).

cAmytex 100. Tereos Syral S.A.S. (Marckolsheim, France).

dPesquera Pacific-Star (Puerto Montt, Chile).

eMonosodium phosphate.

fVaccinar Industria e Comercio Ltda. (Pinhais, Paraná, Brazil). Guarantee levels per kg of product: vitamin A, 1,200,000 IU; vit. D3, 200,000 IU; vit. E, 60,000 mg; vit. K3, 1,000 mg; vit. B1, 2,400 mg; vit. B2, 2,400 mg; vit. B6, 6,000 mg; vit. B12, 4 mg; nicotinic acid, 10,000 mg; pantothenic acid, 5,200 mg; biotin, 20 mg; folic acid, 400 mg; vit. C, 30,000 mg; choline, 50,000 mg; inositol, 80,000 mg; Fe 26,000 mg; Cu, 2,000 mg; Zn, 20,000 mg; Mn, 5,000 mg; Se, 100 mg; I, 600 mg; Co, 105 mg; Cr, 60 mg.

gNutri-Bind Aqua Veg Dry, Nutri-Ad International NV (Dendermonde, Belgium). Synthetic pellet binder consisting of calcium lignosulfonate (94.00%) and guar gum (6.00%).

hBiolys®, L-Lysine 54.6 %. Evonik Nutrition and Care GmbH (Hanau, Germany).

iDL-Methionine 99%. Evonik Nutrition and Care GmbH (Hanau, Germany).

jCholesterol SF, minimum of 91% of active cholesterol; Dishman Netherlands B.V. (Veenendaal, Netherlands)

kRovimix® Stay C® 35. Minimum of 35% of phosphorylated vitamin C activity. DFC Nutritional Products AG (Schweiz, Switzerland).

lThreAMINO®, L-Threonine, Feed Grade 98.5%. Evonik Nutrition and Care GmbH (Hanau, Germany).

mQrill™ Antarctic krill meal (full fat), Aker Biomarine Antarctic AS (Oslo, Norway).

nSun-dried Acetes spp.

oNitrogen-free extract. Calculated by difference [dry matter – (crude protein + fat + crude fiber + ash)].

Os níveis dietéticos de PB, lipídios, fibras e cinzas (% da dieta, base natural; média ± desvio padrão, d.p.) atingiram $35,72 \pm 0,49$, $7,79 \pm 1,81$, $3,58 \pm 0,35$ e $9,56 \pm 0,24\%$, respectivamente (Tabela 3). A composição de aminoácidos essenciais (AAE) variou em média 5,4% (CV, coeficiente de variação) entre as dietas acabadas. A lisina total, metionina (Met) e Met + Cis (cisteína) atingiram $2,11 \pm 0,09$, $0,74 \pm 0,04$ e $1,17 \pm 0,08\%$ (% da dieta, base natural), respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 - Composição de aminoácidos das dietas experimentais.

Nutriente	Composição de aminoácidos (% , com base seca).						
	FKR	FL	POS	FCC	HS	FC	FFL
Amino Ácidos Essenciais (AAE)							
Arginina	2.27	2.33	2.29	2.25	2.21	2.03	2.11
Histidina	1.05	0.97	1.00	0.98	0.99	0.89	0.94
Isoleucina	1.64	1.70	1.71	1.69	1.61	1.47	1.55
Leucina	2.59	2.67	2.67	2.58	2.59	2.41	2.49
Lisina	2.13	2.18	2.22	2.15	2.12	1.96	2.01
Metionina	0.79	0.68	0.77	0.71	0.75	0.73	0.73
Met + Cis ^b	1.15	1.28	1.25	1.16	1.19	1.03	1.13
Fenilalanina	1.67	1.84	1.84	1.81	1.80	1.63	1.71
Treonina	1.30	1.31	1.34	1.27	1.28	1.14	1.19
Tirosina	1.20	1.23	1.23	1.20	1.18	1.05	1.11
Valina	1.63	1.72	1.69	1.66	1.56	1.44	1.53
Amino Ácidos não essenciais (AANE)							
Alanina	1.58	1.6	1.61	1.56	1.55	1.43	1.45
Ácido aspártico	0.36	0.6	0.48	0.45	0.44	0.3	0.40
Cistina	1.57	1.64	1.66	1.58	1.55	1.43	1.46
Glicina	1.79	1.78	1.77	1.7	1.77	1.6	1.66
Ácido glutâmico	2.22	2.24	2.25	2.19	2.18	1.99	2.06
Prolina	3.78	3.66	3.44	3.59	3.62	3.29	3.48
Serina	7.14	7.1	7.18	7.08	7.07	6.42	6.71
Taurina	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.07	0.04
Soma AAE	16.27	16.63	16.76	16.30	16.09	14.75	15.37
Soma AANE	18.49	18.67	18.45	18.21	18.23	16.53	17.26
AAE + AANE	34.76	35.30	35.21	34.51	34.32	31.28	32.63

^acada dieta contém 3.00% FKR (farinha de krill), 3.00% FL (farinha de lula), 3.00% POS (farinha de salmão), 3.00% FCC (farinha de cabeça de camarão), 5.00% HS (hidrolisado de sardinha), 3.00% FC (farinha de camarão) e 3.00% FFL (farinha de fígado de lula).

^bAATS, aminoácidos sulfurados totais.

2.3 Desempenho zootécnico do camarão

O desempenho zootécnico foi avaliado em 56 tanques de 1 m³ (área superficial de 1,02 m², 0,74 m de altura e 1,14 m de diâmetro), circulares mantidos em área aberta permitindo sete repetições para cada dieta experimental. Camarões com peso corporal de 0,99 ± 0,08 g ($n = 5.712$) foram estocados sob 100 animais/m² e alimentados 10 vezes durante o dia, usando um alimentador automático (NUNES *et al.*, 2019a). As taxas de alimentação variaram diariamente com base no ganho de peso corporal e sobrevivência dos camarões (FAÇANHA *et al.*, 2018; NUNES; PARSONS, 2000; NUNES *et al.*, 2006). A partir do 10^o dia, as refeições foram

corrigidas semanalmente a partir de biometrias semanais pesando 10 camarões por tanque. O sistema de cultivo operou com um mínimo de troca de água e aeração contínua para alcançar a saturação do oxigênio dissolvido. Os compostos nitrogenados foram controlados pela aplicação semanal de melaço de cana-de-açúcar seco na água de cultivo a 5 g/m^3 . A água doce foi adicionada sempre que necessário para compensar as perdas de água devido à evaporação e para controlar o aumento da salinidade da água. A temperatura da água, salinidade e pH permaneceram estáveis durante o cultivo, alcançando médias de $30,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$ ($n = 3.077$), $34 \pm 2 \text{ g/L}$ ($n = 3.078$) e $7,9 \pm 0,2$ ($n = 3.079$), respectivamente.

Na despesca, o desempenho zootécnico do camarão foi determinado pela contagem e pesagem dos animais em balança eletrônica de precisão de 0,01 g. A sobrevivência final do camarão (%) foi calculada pela equação: $S = (\text{POPf}/\text{POPi}) \times 100$, onde POPi = número de camarões inicial e POPf = número de camarões na despesca. O ganho de peso semanal (GPS, g/semana) foi determinado pela fórmula: $\text{GPS} = [(\text{Pf} - \text{Pi}) \div t] \times 7$, em que Pi = peso corporal inicial do camarão (g), Pf = peso corporal do camarão na despesca, e t = número de dias de cultivo. O ganho de produtividade (ganho de biomassa/ m^2) foi determinada como $\text{PRDT} = (\text{BIOf} - \text{BIOi})/\text{área do tanque} (\text{m}^2)$, onde BIOi = biomassa inicial (g), BIOf = biomassa final (g) e área do tanque = $1,02 \text{ m}^2$. O FCA foi calculada com base na MS, dividindo a quantidade total de alimento fornecido (g) durante o cultivo pelo ganho de biomassa de camarão (g) em cada tanque. O consumo aparente de ração (CAR) foi calculado com base na ração total oferecida dividido pelo número de camarões estocados e também foi expresso com base na MS.

2.4 Preferência alimentar

A preferência alimentar foi avaliada seguindo o método descrito em Browdy *et al.* (2012) com pequenas modificações. O método consistiu em confrontar simultaneamente duas dietas similares suplementadas com diferentes quimioatratores e medir o respectivo consumo aparente de ração (CAR). O CAR relativo (%) foi calculado dividindo-se a quantidade de ração seca não consumida (g) recuperada de bandejas de alimentação após 1 h de exposição à água pela quantidade de ração seca oferecida (g) multiplicada por 100.

Camarões com peso de $10,87 \pm 1,82 \text{ g}$ ($n = 2.000$) foram estocados em

50 tanques de 0,5 m³ sob 70 animais/m² (40 camarões por tanque). Os tanques foram operados sem troca de água e equipados com duas bandejas de alimentação redondas (141 mm² de área cada) foram repousados no fundo do tanque, mantidas opostas uma da outra. Os animais foram alimentados em excesso exclusivamente em bandejas de alimentação duas vezes ao dia, às 07:30 e 13:30 h. Foi realizado um período de aclimação de três dias sendo oferecida uma ração comercial antes de iniciar o período de avaliação com as dietas experimentais. Após cada tempo de alimentação, as sobras de ração foram recolhidas das bandejas, secas em estufa a 105 °C por 24 h para o cálculo do CAR.

Para fins de validação, as dietas controle positivo (POS) e negativo (NEG) foram confrontadas entre si e contra dietas individuais suplementadas com os quimioatratores FKR, FL, FCC, FC, FFL e HS. Outro conjunto de 16 comparações com quimioatratores selecionados foram realizadas: FKR versus FC, HS, FCC, FFL e FL; FC versus HS, FCC, FFL e FL; FFL versus FC, HS, FCC e FL; FL versus FCC e HS e; HS versus FCC. Três tanques foram designados para cada conjunto de comparação, exceto POS versus NEG, que usou quatro replicações.

2.5 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o pacote estatístico Statistical Package for Social Sciences, pacote 23 (IBM® SPSS® Statistics, Chicago, Illinois, EUA). O efeito da suplementação dietética de cada quimioatratador sobre o desempenho zootécnico do camarão foi analisado por meio da ANOVA unidirecional. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram comparadas duas a duas com o teste de Tukey-HSD. O teste *t* de *Student* foi aplicado para comparar as diferenças no CAR (consumo aparente de ração) quando as dietas foram confrontadas durante o ensaio de preferência alimentar.

3 RESULTADOS

No final do cultivo, a sobrevivência dos animais foi alta, atingindo uma média de $93,3 \pm 5,80\%$. A sobrevivência não foi afetada pela suplementação dietética das matérias-primas ($p > 0,05$, Tabela 5). No entanto, o peso corporal final do camarão, o crescimento semanal, o ganho de produtividade, o CAR e o FCA foram significativamente diferentes entre os tratamentos dietéticos ($p \leq 0,05$). O peso corporal final dos camarões foi estatisticamente maior para as dietas suplementadas com FKR ($11,97 \pm 0,93$ g), seguida pelas dietas POS ($11,11 \pm 0,77$ g) e FL ($11,01 \pm 1,17$ g).

Tabela 5 - Desempenho zootécnico (media \pm s.d.) do *L. vannamei* após 74 dias de cultivo.

Dieta ^a	Sobrevivência (%)	Crescimento (g/semana)	Ganho de produtividade (g/m ²)	CAR ^b (g/CAMARÃO)	FCA ^c
FKR	94.8 \pm 5.68	1.04 \pm 0.09b	1,037 \pm 73b	13.6 \pm 0.6b	1.31 \pm 0.05a
FL	91.7 \pm 8.84	0.96 \pm 0.11ab	911 \pm 53a	12.9 \pm 0.4ab	1.41 \pm 0.07ab
POS	92.4 \pm 7.24	0.96 \pm 0.07ab	928 \pm 40b	13.2 \pm 0.4ab	1.42 \pm 0.05ab
FCC	91.6 \pm 6.77	0.90 \pm 0.10ab	857 \pm 44a	12.6 \pm 0.6a	1.47 \pm 0.05b
HS	95.1 \pm 2.77	0.86 \pm 0.10a	858 \pm 90a	12.5 \pm 0.7a	1.47 \pm 0.07b
FC	95.2 \pm 4.44	0.90 \pm 0.07ab	899 \pm 40a	12.7 \pm 0.4ab	1.41 \pm 0.04ab
FFL	92.0 \pm 4.68	0.92 \pm 0.13ab	886 \pm 119a	12.7 \pm 0.7ab	1.45 \pm 0.17b
NEG	93.6 \pm 5.47	0.89 \pm 0.05ab	872 \pm 29a	12.6 \pm 0.3a	1.44 \pm 0.07ab
ANOVA <i>P</i>	0.848	0.026	< 0.0001	0.009	0.021

^acada dieta contem 3.00% FKR (farinha de krill), 3.00% FL (farinha de lula), 3.00% POS (farinha de salmão), 3.00% FCC (farinha de cabeça de camarão), 5.00% HS (hidrolisado de sardinha), 3.00% FC (farinha de camarão) e 3.00% FFL (farinha de fígado de lula).

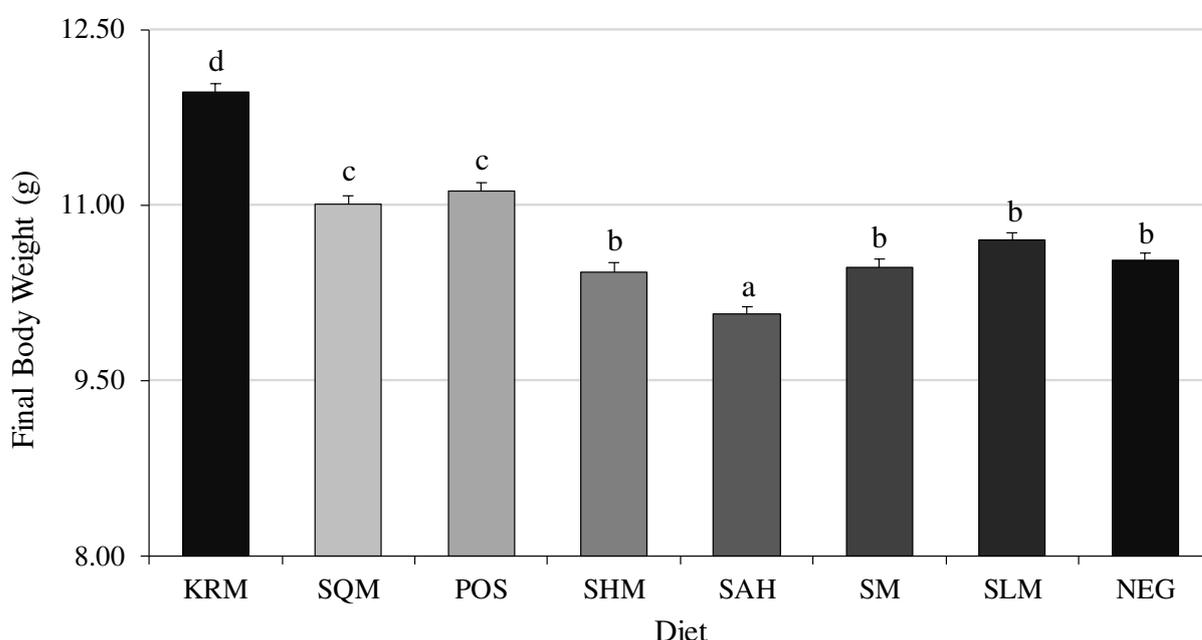
^bConsumo aparente de ração (CAR, g) é a quantidade de ração ofertada dividido pelo número de camarões estocados.

^cFator de conversão alimentar.

Os camarões alimentados com HS alcançaram o menor peso corporal ($10,06 \pm 1,02$ g) entre as dietas experimentais, meFCo quando comparado com o controle NEG ($10,52 \pm 0,58$ g). O camarão alimentado com as dietas FCC, FC, FFL e NEG apresentou um peso corporal mais baixo do que aqueles alimentados com POS, mas não foram estatisticamente diferentes entre si ($p > 0,05$). O camarão cresceu significativamente mais rápido quando alimentado com a dieta FKR em comparação com a HS, mas não se diferenciou quando comparado outras dietas. A maior produtividade foi obtida quando os camarões foram alimentados com as dietas

FKR e POS. Nenhuma diferença estatística foi observada no ganho de produtividade entre os demais tratamentos dietéticos ($p > 0,05$). Em comparação com o FKR, as dietas FCC, HS e NEG apresentaram uma menor resposta no consumo aparente de ração (CAR). O menor FCA foi obtido com a dieta FKR quando comparado às dietas FCC, HS e FFL (Figura 1).

Figura 1 - Média (\pm erro padrão) do peso corporal (g) de *L. vannamei* após 74 dias sob o cultivo em água verde de 1m^3 . Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as dietas ao nível $\alpha = 0,05$ pelo HSD de Tukey. FKR, farinha de krill; FL, farinha de lula; POS, farinha de salmão; FCC, farinha de cabeça de camarão; HS, hidrolisado de sardinha; FC, farinha de camarão; FFL, farinha de fígado de lula; NEG, concentrado proteico de soja.



Fonte: o Autor.

A validação do ensaio de preferência alimentar mostrou respostas consistentes quando a dieta NEG foi comparada com dietas suplementadas com os diferentes quimioatrativos. O CAR relativo foi estatisticamente inferior para a dieta NEG quando confrontado com dietas suplementadas com os quimioatrativos marinhos, incluindo POS ($p \leq 0,05$). A única exceção foi observada quando a dieta NEG foi confrontada com a dieta FFL e HS ($p > 0,05$). A dieta contendo FFL mostrou-se menos atrativa em comparação com a POS ($p \leq 0,05$). No entanto, quando a dieta POS foi confrontada com a dieta HS o camarão preferiu a primeira ($p \leq 0,05$). O CAR também foi significativamente maior para as dietas FKR, FC e FL em comparação com a POS. Nenhuma diferença pôde ser observada quando o POS foi comparado ao FCC ($p > 0,05$).

Quando o confronto foi realizado entre diferentes quimioatratores, um CAR acima de 80% foi detectado somente quando o FKR foi comparado com FC e HS. Em ambos os casos, o CAR foi estatisticamente mais elevado para a dieta FKR ($p \leq 0,05$). Nenhuma diferença no CAR pôde ser observada quando o FKR ou o FCC foram comparados ao FL e FFL ($p \leq 0,05$). No entanto, um CAR significativamente maior foi encontrado para a dieta FCC em comparação com FKR, FC e HS. O CAR relativo para FL e FFL não diferiram estatisticamente entre si, e apenas o primeiro foi maior que o FC ($p \leq 0,05$). A dieta HS foi o quimioatrativo menos preferido em todas as comparações, exceto quando confrontado com FFL ($p \leq 0,05$). Este foi semelhante ao FFL, mas inferior ao FKR, FC, FCC e FL (Figura 2).

Figura 2. - Comparação dois a dois do consumo aparente de ração (CAR,%) para juvenis de *L. vannamei* alimentados com dietas contendo diferentes quimioatratores. As dietas foram confrontadas entre si durante um período de 10 dias usando duas bandejas de alimentação por tanque. Cada barra representa a média (\pm erro padrão) de 60 observações, exceto NEG vs. POS ($n = 80$). Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significantes no FCA entre dietas ao nível $\alpha = 0,05$ de acordo com o teste t de Student. FKR, farinha de krill; FL, farinha de lula; POS, farinha de salmão; FCC, farinha de cabeça de camarão; HS, hidrolisado de sardinha; FC, farinha de camarão; FFL, farinha de fígado de lula; NEG, concentrado proteico de soja.

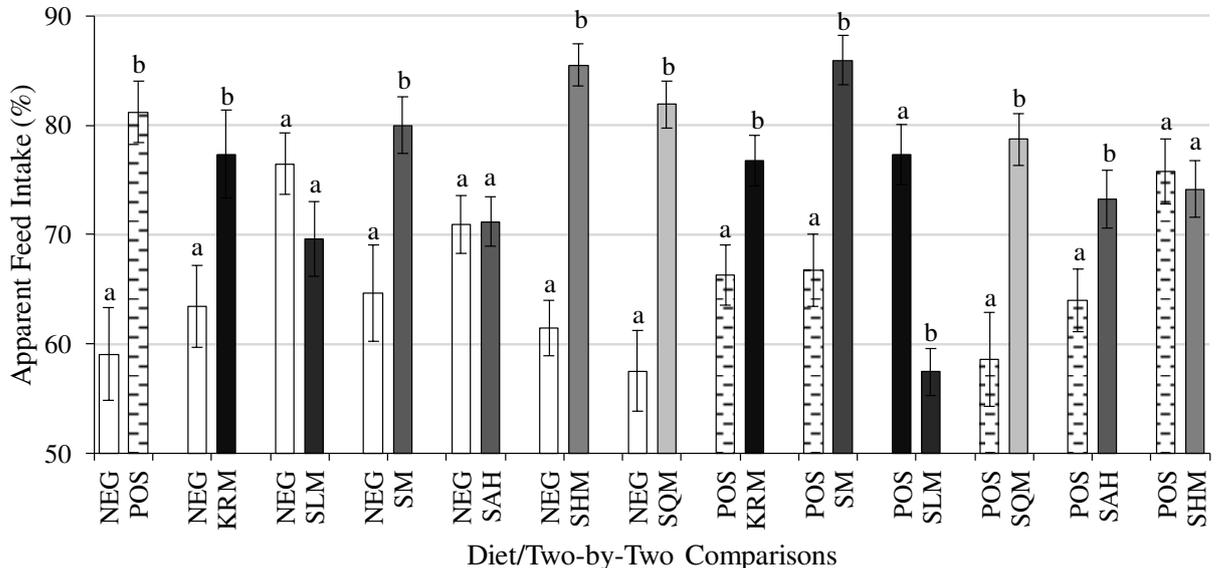
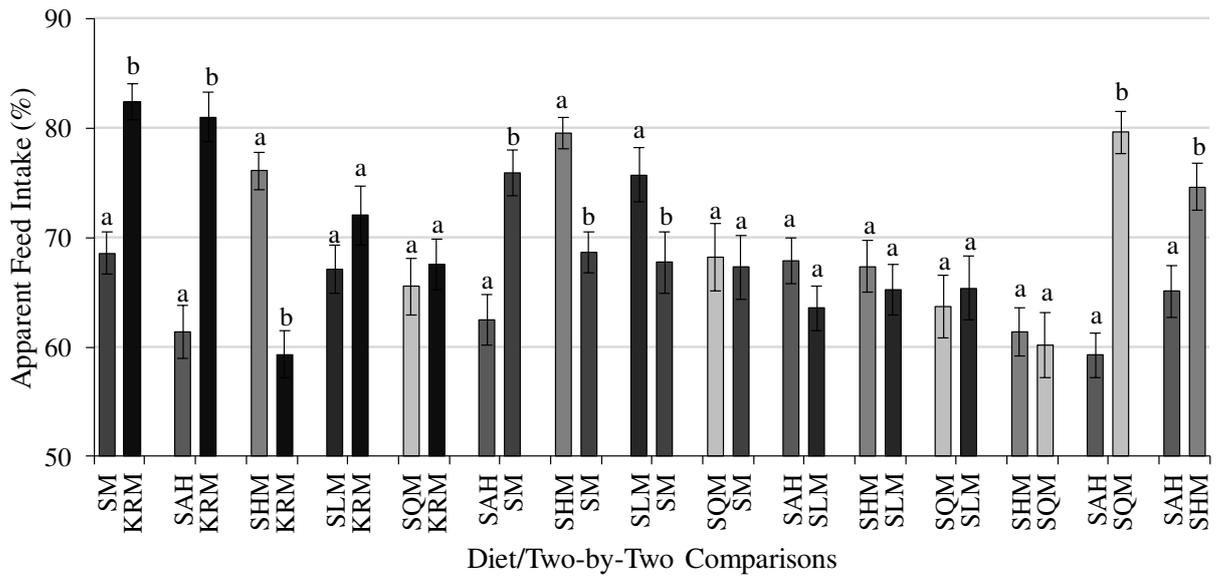


Figura 2 – Continuação.



Fonte: o Autor.

A análise de aminas biogênicas em quimioatratadores selecionados mostrou níveis indetectáveis de cadaverina, putrescina, tiramina e histamina em FKR e HS. No entanto, FCC e FFL atingiram 90,80 e 33,30 mg/kg para a cadaverina, 271,87 e 48,19 mg/kg para a putrescina e 59,80 e 32,69 mg/kg para a tiramina. A histamina não pôde ser detectada no FCC e FFL.

4 DISCUSSÃO

Os resultados do estudo demonstraram que nem todos os quimioatratores marinhos examinados têm a capacidade de promover o consumo de ração e o crescimento de juvenis de *L. vannamei* quando utilizados em níveis dietéticos suplementares (entre 3 e 5%, base natural) em uma dieta com baixa inclusão de farinha de peixe. A dieta com 3% de farinha de krill (FKR) permaneceu como a mais efetiva no aumento do peso corporal e no ganho de produtividade do camarão, e na redução do FCA. A capacidade da dieta FKR em estimular a ingestão alimentar e o desempenho zootécnico em camarões peneídeos é corroborada por outros estudos realizados com o *P. monodon* e o *L. vannamei* (SÁ *et al.*, 2013; SABRY-NETO *et al.*, 2017; FCITH *et al.*, 2005; WILLIAMS *et al.*, 2005;). No entanto, havia pouca informação sobre seu desempenho zootécnico em relação a outras matérias-primas marinhas com propriedades estimuladoras do consumo alimentar.

Suresh *et al.* (2011) compararam o desempenho zootécnico do *L. stylirostris* com 1,5 g alimentados por 42 dias utilizando 21 tanques autolimpantes de 1.827 L. Os autores formularam dietas contendo 20% de farinha de aves com 3% de farinha de anchova, fígado de lula (FFL), hidrolisado de peixe, farinha de sangue seca por pulverização ou FKR. Seus resultados indicaram que todos os ingredientes incluídos não fizeram diferença sobre o crescimento do camarão, com exceção do FKR. Enquanto o FFL atuou como um eficiente atrativo alimentar e palatilizante a 3%, este não promoveu o crescimento do camarão. Por outro lado, 3% de FKR atuou tanto como um forte atrativo, potencializador da palatabilidade e promotor de crescimento.

Os dados deste trabalho corroboram com os obtidos por Suresh *et al.* (2011). Observou-se que a preferência alimentar de juvenis do *L. vannamei* é a meFCa quando dietas com 3% de FFL e 3% de FKR foram confrontadas entre si. No entanto, apenas o uso de FKR resultou em um maior peso corporal do camarão. Neste estudo, o camarão alimentado com a dieta FFL apresentou um desempenho zootécnico similar aqueles alimentados com a dieta NEG. Isso, além do fato de que a dieta POS foi mais atrativa do que a FFL, indicando que houve valor questionável na suplementação de 3% de FFL. Em comparação, os camarões alimentados com FKR alcançaram um peso corporal final e produtividade 13,7 e 18,9% maior do que o controle NEG, respectivamente, enquanto o FCA foi reduzido em 9,3%. O camarão

também se alimentou mais com a dieta suplementada com 3% de FKR do que com a POS. É importante notar que o perfil químico do FFL utilizado no presente estudo foi diferente daquele utilizado por Suresh *et al.* (2011), uma vez que continha níveis mais baixos de proteína bruta e AAE.

Um debate não resolvido ainda existe sobre o efeito de quimioatratadores marinhos na promoção do crescimento corporal dos camarões. Existem hipóteses de que o crescimento do camarão é promovido dado ao valor nutricional suplementar dessas matérias primas, a partir do aumento de estímulos alimentares e (ou) devido a fatores de crescimento ainda desconhecidos. Williams *et al.* (2005) trabalhando com o *P. monodon* argumentaram que o componente proteico insolúvel das farinhas de crustáceos continha um fator de crescimento não identificado. Eles realizaram uma série de experimentos e rejeitaram a possibilidade de uma melhoria paralela na composição nutricional de suas dietas e, em particular, no aumento de alguns nutrientes essenciais ao se realizar a suplementação com quimioatratadores.

Em contraste, Cruz-Suárez, Guillaume e Wormhoudt (1987) trabalharam com uma proteína extraída de lula congelada (fração proteica de lula, FPS). Eles relataram que as taxas de crescimento do *L. vannamei*, *L. stylirostris* e *F. indicus* foram significativamente incrementadas quando a suplementação dietética de FPS foi de apenas 1,5%, enquanto 6 e 16% foram necessários para a melhoria do crescimento no *P. monodon*. Os autores explicaram que o efeito do aumento no crescimento em 16% foi provavelmente devido ao melhor conteúdo dietético de aminoácidos (AA), mas relacionou o baixo efeito de inclusão alimentar a fatores de crescimento desconhecidos. Guillaume *et al.* (1989) usando FL ou seus extratos em uma dieta semi-purificada à base de caseína encontraram um efeito no crescimento mensal do camarão Kuruma, *M. japonicus*, da ordem de 30 a 50%. O estudo indicou que o camarão alimentado com dietas suplementadas com FL aumentou a hipertrofia celular e o nível pós-prandial de glicose e AA na hemolinfa. No entanto, eles recusaram a hipótese de um efeito no crescimento do camarão associado a uma melhor digestão quando o FL foi usado.

Neste estudo, embora os quimioatratadores avaliados apresentassem diferenças marcantes em sua composição nutricional, a suplementação resultou em quase os mesmos níveis de proteína bruta, AA e gordura nas dietas experimentais. Portanto, de acordo com estudos anteriores, não há uma indicação clara de que um aumento no crescimento dos camarões poderia ter sido impulsionado por um

incremento desses nutrientes nas dietas avaliadas.

A composição dietética de AAE neste estudo, incluindo Met+Cis, provavelmente atendeu a níveis mínimos para otimizar o crescimento do camarão branco sob o cultivo em água verde (Façanha *et al.*, 2016; Nunes *et al.*, 2019b). Por outro lado, restringir a inclusão de farinha de peixe a 3% com apenas 2,66% de óleo de peixe na dieta controle NEG pode ter impactado o fornecimento de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (LC-AGPI), particularmente os ácidos eicosapentaenoico (EPA, 20:5n-3) e docosaexaenoico (DHA, 22: 6n-3). O perfil de ácidos graxos das matérias-primas FKR, POS, HS e FFL continham as maiores concentrações de EPA e DHA.

Assim, dietas suplementadas com 3% de FKR ou POS podem ter fornecido níveis adicionais desses LC-AGPI, melhorando o desempenho zootécnico do camarão. Comparativamente, o alto teor de umidade na HS reduziu qualquer potencial efeito nos níveis dietéticos desses ácidos graxos. Um baixo frescor lipídico no FFL pode ter sido prejudicial para o camarão levando ao um menor desempenho zootécnico. Com base nisso, apoia-se a premissa de que o aumento do crescimento em dietas com baixo teor de farinha de peixe é impulsionado pelo frescor dos ingredientes, um efeito coletivo e estimulante no consumo de ração e uma maior oferta de nutrientes essenciais, possivelmente LC-AGPI. Isso é corroborado por um trabalho anterior.

Sá *et al.* (2013) mostraram que a redução dietética bem-sucedida da farinha de peixe para juvenis do camarão *L. vannamei* depende de um suprimento adequado de LC-AGPI. Os autores descobriram que em uma dieta com 12% de farinha de peixe, quase 1/3 pode ser substituída por concentrado proteico de soja (SPC) quando 2% de óleo de peixe é adotado comparado a nenhuma substituição quando apenas 1% de óleo de peixe é utilizado. Uma restrição adicional da farinha de peixe a 5% com 1% de óleo de peixe só foi alcançada quando se utilizou uma combinação 1:1 de FKR e FL. O peso corporal do camarão foi significativamente aumentado quando a incorporação de ambos os quimioatratadores totalizou 2% da dieta. Da meFCa forma, os autores especularam que o aumento do peso do camarão foi provavelmente impulsionado por um efeito positivo no consumo de ração e maior oferta de nutrientes.

O estudo mostrou que a capacidade de atratividade de matérias primas por si só não garante um melhor desempenho zootécnico do *L. vannamei*. Quando a farinha de cabeça de camarão (FCC) foi confrontada com a FKR, o camarão mostrou uma preferência maior pela primeira. No entanto, o peso corporal final dos camarões alimentados com a dieta suplementada com FCC não foi melhorado além do controle NEG ou quando comparado ao FKR. O fato da cadaverina, putrescina e tiramina terem sido detectadas na FCC e FFL pode ter resultado em um maior consumo de ração, mas comprometeu a qualidade dos nutrientes. As aminas biogênicas estão entre os compostos de baixo peso moleculares conhecidos por atuar como atrativos e estimulantes alimentares para o camarão (Lee e Meyers, 1997). No entanto, as concentrações observadas foram marginais (de 33 a 372 mg/kg na matéria-prima analisada) em comparação com os valores que induzem respostas positivas na alimentação do camarão.

Mendoza *et al.* (1977) avaliaram a eficácia da atratividade de duas aminas biogênicas (putrescina e cadaverina) com o camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*. Eles descobriram que a cadaverina a 2.000 mg/kg em uma dieta com 5% de farinha de peixe atua como um bom atrativo. Contrariando esses resultados, Tapia-Salazar *et al.* (2004) avaliaram a suplementação dietética de cadaverina (0, 500, 1100, 2.300, 3.500 e 4.600 mg/kg) para o camarão-azul, *L. stylirostris*. Camarões de 50 a 108 mg de peso vivo inicial foi alimentado durante 28 dias em tanques de fibra de vidro de 10 L. Os autores descobriram que a suplementação dietética de cadaverina não tem valor nutricional para o camarão e também não tem efeito sobre o consumo de ração e o crescimento do camarão. Nesse trabalho a dieta contendo farinha de cabeça de camarão foi a que teve o melhor resultado no ensaio de preferência alimentar, mas não teve nenhum efeito sobre o crescimento do meFCo.

Quanto ao hidrolisado de sardinha (HS) utilizado neste estudo, o meFCo apresentou um baixo desempenho, tanto em termos de preferência alimentar quanto em crescimento dos camarões. Este quimioatrativo era constituído por 72,80% de água. A fim de evitar níveis de umidade final na alimentação superior a 12%, a inclusão dietética dessa matéria-prima foi limitada a 5%. Essa inclusão é equivalente a 1,36% com base na matéria seca, quase metade da inclusão média de $2,70 \pm 0,03\%$ (com base na MS) adotada com outros quimioatrativos. Portanto, a suplementação com a HS conferiu pouco valor nutricional à ração final, o que pode

explicar seu baixo desempenho como um promotor de crescimento. Além disso, uma maior inclusão dietética da HS poderia ser necessária para promover uma resposta alimentar positiva.

A literatura apresenta poucas evidências substanciais para apoiar o uso de hidrolisados de peixe como um atrativo alimentar para o camarão. FCith *et al.* (2005) relataram que um hidrolisado de peixe seco (9% de umidade) incluído em 0,5, 1,0 e 2,0% em ração com 3,6% de farinha de peixe apenas apresentou efeito significativo no consumo diário de ração de juvenis de *P. monodon* em níveis mais elevados de inclusão. No entanto, após um cultivo de 6 semanas, eles não puderam demonstrar um benefício no aumento do crescimento dos camarões quando o hidrolisado de peixe foi incluído a 2,0% em uma ração com 17% de farinha de peixe. Da meFCa forma, Suresh *et al.* (2011) trabalhando com um hidrolisado seco de peixe (6,8% de umidade) incluído a 3% em uma dieta restrita em farinha de peixe, relataram uma baixa eficácia no aumento da atratividade e palatabilidade de dietas para juvenis do *L. stylirostris*. Os autores concluíram que o hidrolisado de peixe também apresentou um desempenho relativamente baixo em termos de aumento de crescimento dos camarões após um cultivo de 42 dias.

Córdova-Murueta e García-Carreño (2002) substituíram a proteína bruta em 3, 9 e 15% em uma ração comercial por hidrolisados líquidos feitos a partir de peixes (principalmente de pescadinha do Pacífico e peixes bentônicos) e krill. Após 54 dias de cultivo, os autores relataram que o *L. vannamei* com um peso inicial de 2,5 g cresceu melhor em todos os níveis de substituição quando cultivado com rações contendo krill em comparação com o hidrolisado de peixe.

Gray *et al.* (2009) realizaram um bioensaio utilizando hidrolisados de peixe feitos a partir de subprodutos do salmão obtidos da indústria de processamento de peixes do Alasca. Os hidrolisados de salmão foram incluídos a 5% em uma dieta referência contendo 25% de farinha de trigo e 75% de farelo de soja. Os autores utilizaram um método de duas escolhas para avaliar a preferência alimentar, semelhante ao adotado no presente estudo. Após um período de alimentação de quatro dias usando *L. vannamei* de $5,8 \pm 0,43$ g, eles concluíram que os hidrolisados de salmão poderiam servir como estimulantes alimentares. Eles observaram que a ingestão de dietas contendo hidrolisados foi semelhante a uma ração comercial de camarão. Entretanto, nenhuma comparação controlada foi realizada entre hidrolisados de salmão e outros quimioatrativos.

No presente trabalho, a farinha de camarão (FC) feita a partir de *Acetes* spp. apresentou uma resposta moderada em termos de preferência alimentar, porém com uma baixa capacidade na promoção do crescimento do camarão. Houve uma quantidade insuficiente de FC para realizar análises químicas. No entanto, o FC provavelmente continha níveis mais baixos de AAE em comparação com outros quimioatrativos, já que a composição de AAE na dieta apresentou-se menor em comparação com a dieta contendo 3% de FCC. Isso também pode ter contribuído para um menor desempenho zootécnico do camarão obtido com a dieta suplementada com FC. O fato da FC ter sido seca ao sol também pode ter comprometido seu frescor e qualidade. Subprodutos de camarão seco ao sol podem conter maiores valores de peróxido e níveis mais baixos de AAE e n-3 LC-**AGPI**, o que pode afetar negativamente o desempenho zootécnico do camarão (Fox *et al.*, 1994). Estudos anteriores mostraram que doses crescentes de FCC têm um efeito estimulante no crescimento do camarão, mas com menor efeito potencializador em comparação com o FKR (Williams *et al.*, 2005). Os autores relataram que o efeito do fator de promoção no crescimento está mais consistentemente presente no FKR *Euphausia* spp. do que em outros tipos de fontes de proteína de invertebrados marinhos disponíveis comercialmente. Isso também está de acordo com os resultados deste trabalho.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou que a farinha de krill atua como um efetivo estimulador da ingestão alimentar e do crescimento de juvenis do *L. vannamei* alimentados com dietas com baixa inclusão de farinha de peixe. Uma suplementação dietética com 3% de farinha de krill é mais efetiva que a meFCa dose contendo farinha de lula, farinha de salmão, farinha de fígado de lula, farinha de cabeça de camarão, farinha de camarão ou 5% de hidrolisado de sardinha líquida.

Enquanto outros quimioatrativos também têm a capacidade de promover um efeito estimulador na ingestão alimentar e crescimento do camarão (por exemplo, farinha de salmão e lula), a preferência alimentar é menos consistente e com menor efeito sobre o ganho de peso corporal. Foi observado que uma maior preferência alimentar não promove de forma isolada um maior desempenho zootécnico do camarão.

O fator associado à promoção do crescimento dos camarões observado na farinha de krill é aparentemente um balanço positivo entre uma maior capacidade de atratividade e estímulo alimentar e o suprimento de nutrientes dietéticos chaves.

REFERÊNCIAS

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists international**. 18th edition. Gaithersburg, Maryland: AOAC International, USA. 2005.
- AQUACOP, G. CUZON. Selected ingredients for shrimp feed. **Aquacop Ifremer Actes de Colloque**, v. 9, p. 405-412, 1989.
- BROWDY, C., A. S.; BHARADWAJ, J. A.; VENERO; A. J. P. NUNES. Supplementation with 2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid (HMTBa) in low fish meal diets for the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Nutrition** v. 18, p. 432-440, 2012.
- CBAA. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. São Paulo: Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES), 2013.
- CÓRDOVA-MURUETA, J. H.; F. L. GARCÍA-CARREÑO. Nutritive value of squid and hydrolyzed protein supplement in shrimp feed. **Aquaculture**, v. 210, p. 371–384, 2002.
- COSTERO, M.; MEYERS, S. P. Evaluation of chemoreception by *Penaeus vannamei* under experimental conditions. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 55, p.157-162. 1993.
- Cruz, E.; J. C. Guillaume. **Facteur de croissance de la farine de calmar pour la crevette japonaise: localisation de ce facteur**. Copenhague: Conseil International pour l'Exploitation de la Mer. Comité Mariculture F, v.14, , 1983. 13 p.
- CRUZ-RICQUE, L. E.; J. GUILLAUME; G. CUZON; AQUACOP. Squid protein effect on growth of four penaeid shrimp. **World Aquaculture Society**, v. 18, p. 209-217. 1987.
- CRUZ-SUÁREZ, L. E.; GUILLAUME, J.; WORMHOUDT, A. V. Effect of various levels of squid protein on growth and some biochemical parameters of *Penaeus japonicus* Bate juveniles. **Nippon Suisan Gakkaishi**, v. 53, p.2083-2088, 1987.
- DERBY, C. D.; F. H. ELSAYED.; S. A. WILLIAMS.; C. GONZÁLEZ.; M. N. CHOE.; A. S. BHARADWAJ.; G. W. CHAMBERLAIN. Krill meal enhances performance of feed pellets through concentration-dependent prolongation of consumption by Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 458, p.13-20. 2016.
- Ewan, R. C. **Predicting the energy utilization of diets and feed ingredients by pigs**. Wageningen, Netherlands: in Y. van der Honing and W. H. Close, editors. Energy MetaboliFC. European Association of Animal Production Bulletin No. 43, 1989 p. 271-274 Pudoc,.
- FAÇANHA, F. N.; A. R. OLIVEIRA-NETO; C. FIGUEIREDO-SILVA ; A. J. P. NUNES. Effect of shrimp stocking density and graded levels of dietary methionine over the growth performance of *Litopenaeus vannamei* reared in a green-water system. **Aquaculture**, v. 463, p. 16-21. 2016.

- FAÇANHA, F. N.; H. SABRY-NETO.; C. FIGUEIREDO-SILVA.; A. R. OLIVEIRA-NETO; A. J. P. NUNES.. Minimum water exchange spares the requirement for dietary methionine for juvenile *Litopenaeus vannamei* reared under intensive outdoor conditions. **Aquaculture Research**, v. 49, p 1682-1689. 2018.
- FOX, C. J.; P. BLOW; J. H. BROWN; I. WATSON. The effect of various processing methods on the physical and biochemical properties of shrimp head meals and their utilization by juvenile *Penaeus monodon* Fab. **Aquaculture**, v. 122, p 209-226. 1994.
- GATLIN III, 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. SEALEY; D. SKONBERG; E. J. SOUZA; D. STONE; R. WILSON; E. WURTELE. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 551-579. 2007.
- GREY, M.; I. FORSTER; W. DOMINY. Validation of a feeding stimulant bioassay using fish hydrolysates for Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 40, p. 547–555. 2009.
- GUILLAUME, J.; E. CRUZ-RICQUE; G. CUZON; V. A. WORDMHOUDT; A. REVOL. Growth factors in Penaeid shrimp feeding. **Aquacop Ifremer Actes de Colloque**, v. 9, p. 327-338. 1989.
- HAGEN, S. R.; B. FROST; J. AUGUSTI. Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid chromatography of amino acids in food. **Journal - Association of Official Analytical Chemists**, v. 72, p. 912-916. 1989.
- Lee, P. G. and S. P. Meyers. Chemoattraction and feeding stimulation. Pages 292-352, in L. R. D'Abramo, D. E. Conklin and D. M. Akiyama, editors. Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture, vol. 6. **The World Aquaculture Society**, Baton Rouge, USA. 1997.
- LEE, P. G.; S. P. MEYERS. Chemoattraction and feeding stimulation in crustaceans. **Aquaculture Nutrition**, v. 2, p. 157-164. 1996.
- MALCORPS; W., B. KOK; M. VAN'T LAND; M. FRITZ; D. VAN DOREN; K. SERVIN; P. VAN DER HEIJDEN; R. PALMER; N. A. AUCHTERLONIE; M. RIETKERK; M. J. SANTOS; S. J. DAVIES. The sustainability conundrum of fiFCCeal substitution by plant ingredients in shrimp feeds. **Sustainability**, v. 11, p. 1-19. 2019.
- MENDOZA, R; J. MONTEMAYOR; J. VERDE. Biogenic amines and pheromones as feed attractants for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture Nutrition**, v. 3, p.167-173. 1997.
- NUNES, A. J. P.; G. J. PARSONS. Size-related feeding and gastric evacuation measurements for the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis*. **Aquaculture**, v.187, p.133-151. 2000.
- NUNES, A. J. P.; M. V. C. SÁ; F. F. ANDRIOLA-NETO; D. LEMOS. Behavioral response to selected feed attractants and stimulants in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 260, p. 244-254. 2006.

NUNES, A. J. P.; M. V. C. SÁ; H. SABRY-NETO. Growth performance of the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed on practical diets with increasing levels of the Antarctic krill meal, *Euphausia superba*, reared in clear- versus green-water culture tanks. **Aquaculture Nutrition**, v. 17, p. 511-520. 2011.

NUNES, A. J. P.; H. SABRY-NETO; F. H. P. SILVA; A. R. OLIVEIRA-NETO; K. MASAGOUNDER. Multiple feedings enhance the growth performance and feed efficiency of juvenile *Litopenaeus vannamei* when fed a low-fish meal amino acid-supplemented diet. **Aquaculture International**, v. 27, p.337-347. 2019.

Nunes, A. J. P., H. Sabry-Neto and K. Masagounder. 2019b. Crude protein in low-fish meal diets for juvenile *Litopenaeus vannamei* can be reduced through a well-balanced supplementation of essential amino acids. **Journal of the World Aquaculture Society** DOI: 10.1111/jwas.12605.

NUNES, A. J. P.; M. V. C. SÁ; C. L. BROWDY; M. VÁZQUEZ-AÑÓN. Practical supplementation of shrimp and fish feeds with crystalline amino acids. **Aquaculture**, v. 431, p. 20-27. 2014.

PASTORE; P., G. FAVARO; D. BADOCCO; A. TAPPARO; S. CAVALLI; G. SACCANI. Determination of biogenic amines in chocolate by ion chromatographic separation and pulsed integrated amperometric detection with implemented wave form at Au disposable electrode. **Journal of Chromatography A**, v. 1098, p.111–115. 2005.

SÁ, M. V. C.; H. SABRY - NETO; E. CORDEIRO - JÚNIOR; A. J. P. NUNES. Dietary concentration of marine oil affects replacement of fish meal by soy protein concentrate in practical diets for the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Nutrition**, v. 19, p.199-210. 2013.

SABRY - NETO; H., D. LEMOS; T. RAGGI; A. J. P. NUNES. Effects of soy protein ratio, lipid content and minimum level of krill meal in plant-based diets over the growth and digestibility of the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Nutrition**, v. 23, p. 293-303. 2017.

FCITH, D. M.; S. J. TABRETT; M. C. BARCLAY; S. J. IRVIN. The efficacy of ingredients included in shrimp feeds to stimulate intake. **Aquaculture Nutrition** v, 11, p. 263–272. 2005.

SURESH; A. V. K. P. KUMARAGURU VASAGAM; S. NATES. Attractability and palatability of protein ingredients of aquatic and terrestrial animal origin, and their practical value for blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* fed diets formulated with high levels of poultry byproduct meal. **Aquaculture**, v. 319, p.132–140. 2011.

TACON, A. G. J.; M. METIAN. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. **Aquaculture** v. 285, p.146-158. 2008.

TAPIA - SALAZAR, M.; T. K. FCITH; A. HARRIS; L. E. CRUZ - SUÁREZ; D. RICQUE - MARIE. Response of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (PÉREZ - FARFANTE; KENSLEY) to dietary cadaverine supplementation. **Aquaculture Research**, v. 35, p.1092-1098. 2004. 1997.

WHITE, J. A.; R. J. HART; J. C. FRY. An evaluation of the Waters Pico-Tag System for the amino-acid analysis of food materials. **Journal of Automatic Chemistry**, v. 8, p.170-177. 1986.

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