

AGUIAR FILHO, R G. Avaliação Do Perfil Nutricional E Qualidade Da Carne Do *Penaeus vannamei*...



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

AVALIAÇÃO DO PERFIL NUTRICIONAL E QUALIDADE DA CARNE DO
***Penaeus vannamei* CULTIVADO EM SISTEMA SIMBIÓTICO COM SUPLEMENTAÇÃO**
ALIMENTAR DE NUCLEOTÍDEOS E MANANOLIGOSSACARÍDEOS.

Roberto Gomes Aguiar Filho

Prof. Dr. Paulo Roberto Campagnoli De Oliveira
Filho (Orientador)

Prof. Dr. Luís Otavio Brito da Silva (Coorientador)

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco na Linha de Pesquisa de cultivo de camarões marinhos.

Recife, 2024

AGUIAR FILHO, R G. Avaliação Do Perfil Nutricional E Qualidade Da Carne Do *Penaeus vannamei*...

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

A283a Aguiar Filho, Roberto Gomes.
Avaliação do perfil nutricional e qualidade da carne do *Penaeus vannamei* cultivado em sistema simbiótico com suplementação alimentar de nucleotídeos e mananoligossacarídeos / Roberto Gomes Aguiar Filho. – Recife, 2024.
30 f.; il.

Orientador(a): Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho.

Co-orientador(a): Luís Otávio Brito da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Aminoácidos na nutrição animal. 2. Alimentos - Aditivos . 3. Nucleotídeos. I. Oliveira Filho, Paulo Roberto Campagnoli de, orient. II. Silva, Luís Otávio Brito da, coorient. III. Título

CDD 639.3|

AGUIAR FILHO, R G. Avaliação Do Perfil Nutricional E Qualidade Da Carne Do *Penaeus vannamei*...

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**AVALIAÇÃO DO PERFIL NUTRICIONAL E QUALIDADE DA CARNE DO
Penaeus vannamei CULTIVADO EM SISTEMA SIMBIÓTICO COM SUPLEMENTAÇÃO
ALIMENTAR DE NUCLEOTÍDEOS E MANANOLIGOSSACARÍDEOS.**

Roberto Gomes Aguiar Filho

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 31/07/2024 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho

Orientador

Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª. Dra. Neide Kazue Sakugawa Shinohara

Departamento de Ciências do Consumo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª. Dra. Juliana Ferreira dos Santos

Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGUIAR FILHO, R G. Avaliação Do Perfil Nutricional E Qualidade Da Carne Do *Penaeus vannamei*...

Dedicatória

Dedico este estudo ao meu Senhor e Pai, criador dos céus e da terra e ao Senhor Jesus Cristo, meu Salvador. Dedico também a todas as pessoas que poderão se beneficiar do conhecimento aqui discutido e que a paz de Deus seja perpetuada.

AGUIAR FILHO, R G. Avaliação Do Perfil Nutricional E Qualidade Da Carne Do *Penaeus vannamei*...

Agradecimentos

Agradeço a minha família que tem sido meu apoio e abrigo, a minha querida esposa Lucilene, que com paciência e carinho tem me acompanhado, aos meus filhos Rodrigo, Girlane, Natanael e Natanaela que são minha alegria e a minha mãe Vanda que tem sido por ternura.

Agradeço a todos os meus professores do Departamento de Pesca e aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela recepção e pelo relacionamento tão próximo, contribuindo para o meu crescimento acadêmico e de vida.

Um agradecimento especial aos meus orientadores Paulo Roberto e Luís Otávio, que com uma humildade ímpar e disponibilidade exemplar me conduziram até o presente momento.

Agradeço a Coordenação de Pós-graduação do DEPAq, com especial atenção a secretaria na pessoa de Ana Clara, pelo apoio dispensado, seja em questões meramente administrativas ou de cunho pessoal.

Agradeço a Universidade Federal de Pernambuco e seus funcionários responsáveis pela manutenção da instituição nos mais diversos níveis.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Açucareira Quatá S/A (Biorigin), o Laboratório de Carcinicultura, Laboratório de Tecnologia do Pescado, Laboratório de Sanidade de Animais aquáticos ambos pertencentes ao DEPAq da UFRPE e o Laboratório de enzimologia - Luiz Accioly do Departamento de Biologia da UFPE pelo financiamento da pesquisa.

Por fim, agradeço a todos os meus colegas pela ajuda oferecida para realização das análises, pelo companheirismo e pelos incentivos ofertados abundantemente.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
1.1.	OBJETIVOS	10
1.2.	Geral.....	10
1.3.	Específicos	10
1.4.	Hipótese	10
2.	REFERÊNCIAS.....	11
3.	ARTIGO CIENTÍFICO	14

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial tem se refletido em uma necessidade de incremento na produção de alimentos (UNITED NATIONS, 2024). Além de volume de produção, os alimentos precisam possuir qualidade nutricional de macronutrientes, micronutrientes, vitaminas fibras e minerais que atendam às necessidades humanas e a segurança alimentar (FAO, 2024).

A qualidade nutricional e a demanda crescente por fontes alimentares têm levado a um crescimento bastante expressivo da aquicultura nos últimos anos. A aquicultura já é responsável por 51% da produção total deste tipo de proteína (FAO, 2024). Dentre as espécies aquícolas mais cultivadas, podemos destacar o *Penaeus vannamei* que demonstra aumento expressivo de produção de 3,8 milhões de toneladas em 2015 para 6,8 milhões de toneladas em 2022, crescimento de 78%. A produção brasileira corresponde apenas a 1% da produção mundial, mesmo o país possuindo uma costa de 8.500 km (EMBRAPA, 2023).

Entretanto apesar dos desafios com a incidência do vírus da mancha branca (WSSV) e o vírus da mionecrose infecciosa (IMNV) a produção de *P. vannamei* no Brasil em 2022, foram de 113 mil toneladas, um acréscimo de 31% em relação a 2020.

O sistema de produção de camarões marinhos hoje estabelecidos no Brasil é predominantemente similar aos adotados nos anos 2000, que utilizam viveiros com densidade baixa de estocagem e possuem necessidade de trocas de água para manter o ambiente apropriado para o desenvolvimento do camarão (FERREIRA, 2009). Já os sistemas mais intensivos com mínima troca de água, que estavam em processo de instalação no Brasil, estão com diversos problemas sanitários, devido aos surtos Virais e bacterianos (VILLARREAL e JUAREZ, 2022).

Para controlar problemas com enfermidades bacterianas em diversas atividades aquícolas, tem sido utilizado antibióticos. Entretanto, a utilização indiscriminada de antibacterianos provoca consequências bastante danosas aos humanos e meio-ambiente, do ponto de vista do desenvolvimento de resistência antimicrobiana e do consumo de alimento com essas substâncias sem controle (NOVRIADI, 2016).

Dentro desse cenário, tem-se intensificado a busca por sistemas de cultivos mais eficientes e o uso de aditivo funcionais, que possam fortalecer o sistema imune dos animais cultivados, reduzindo as taxas de mortalidades frente às enfermidades microbianos (NOVRIADI, ILHAM, *et al.*, 2021) e Virais (XIONG, JIN, *et al.*, 2018)

Um dos sistemas de cultivo que pode contribuir para melhorias na produção de camarões marinhos é o simbiótico, que consiste em um sistema de mínima troca de água, onde uma cultura de bactérias benéficas (probióticos) como os bacilos spp. e lactobacilos spp. crescem sobre um substrato vegetal (prébióticos) fermentado, decompondo a matéria orgânica, como restos de alimento, fezes, exúvias, consumindo os compostos nitrogenados presentes na água. A matéria orgânica degradada pela comunidade microbiana pode ser aproveitada como alimentação suplementar para os animais (SILVA, SILVA, *et al.*, 2020).

Dentro desses aditivos, podemos destacar os nucleotídeos (NT), que são moléculas formadas por uma pentose, uma base nitrogenada e grupo fosfato, possuindo diversas funções nos organismos tais como intermediário do metabolismo energético, componentes da coenzima, sinalização celular e codificação de informações genéticas. Alguns estudos tem observado que a utilização de NT acarretam em maior desempenho zootécnico e a eficiência da conversão alimentar, elevam a resistência a doenças, como a síndrome da mancha branca e *Vibrio harveyi*, acentuando a atividade da lisozima, incrementando a contagem de hemócitos e a atividade da fenoloxidase (NOVRIADI, ILHAM, *et al.*, 2021) (YONG, MOK, *et al.*, 2020).

Um outro aditivo alimentar a base de levedura são os mananoligossacarídeos (MOS) que são carboidratos comumente retirados da parede celular de leveduras como a *Saccharomyces cerevisiae* e aplicados como aditivos à dieta de organismos aquáticos. A sua utilização incrementa a capacidade antioxidante, a imunidade e a microbiota intestinal. Os MOS atuam como substratos promovendo o desenvolvimento de bactérias probióticas como a *Lactobacillus* spp, *Bifidobacterium* spp, *Blautia* spp e *Pseudoalteromonas* spp em detrimento das bactérias patogênicas como o *Vibrio* spp (WANG, YANG, *et al.*, 2021).

Apesar dos benefícios do NT e MOS para o crescimento, saúde intestinal e aumento da resistência dos camarões a enfermidades. Poucos estudos têm sido realizados na avaliação do perfil nutricional e qualidade do camarão com o uso de aditivos. Essas avaliações tornam-se necessária, pois grande parte desses aditivos, causam modificações fisiológicas e metabólicas que podem comprometer essa qualidade (NOVRIADI, 2016). Além disso, com o aumento das preocupações por parte dos consumidores em ingerir alimentos cada vez mais saudáveis, é necessário trazer essas informações aos consumidores de camarão, para evitar-se especulações sobre a qualidade do produto com o uso de aditivos funcionais.

O Camarão é um pescado com grande qualidade nutricional, devido apresentar 22% de proteína, 0,3% de gordura, 1,5% de sais minerais e excelentes aspectos sensoriais (SEABRA, 2011; ARAUJO, SILVESTRE, *et al.*, 2010). Apesar da qualidade nutricional dos camarões estar atrelada a

qualidade do alimento ofertado (GADELHA, 2013). Desta forma, a avaliação da composição e qualidade da carne dos camarões é importante, pois o MOS e os nucleotídeos a base de leveduras, que são ricas em proteína (46,5%), lipídios (3,9%) e sais minerais (7,1%) (SHURSON, 2018), promovem um melhor aproveitamento do alimento ofertado, gerando uma melhor conversão alimentar, redução de y patógenos, o que pode impactar no incremento da quantidade e qualidade nutricional dos camarões. Um outro aspecto a se observar é que os nucleotídeos são naturalmente produzidos pelo organismo e sua suplementação supostamente promoveriam um incremento na disponibilidade destas moléculas, disponibilizando o superavit energético para outra função metabólica, que pode influenciar na qualidade da carne do camarão (YONG, MOK, *et al.*, 2020). Apesar dos benefícios da suplementação alimentar com MOS e nucleotídeos serem conhecidos, pouco se sabe sobre a influência deste na qualidade do camarão cultivado. Desta forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade nutricional do *P.vannamei* em sistema simbiótico com suplementação nutricional NT e MOS.

AGUIAR FILHO, R G. Avaliação Do Perfil Nutricional E Qualidade Da Carne Do *Penaeus vannamei*...

1.1.OBJETIVOS

1.2. Geral

Avaliar o perfil nutricional e indicadores de qualidade da carne do camarão *P.vannamei*, cultivado em sistema simbiótico com suplementação de NT e MOS.

1.3. Específicos

- Avaliar a composição centesimal do *P. vannamei* cultivado em sistema simbiótico com suplementação nutricional de NT e MOS.
- Avaliar a composição físico-química da carne do *P. vannamei* cultivado em sistema simbiótico com suplementação nutricional de NT e MOS.
- Avaliar o perfil de aminoácidos do camarão *P. vannamei* cultivado em sistema simbiótico com suplementação nutricional de NT e MOS.
- Avaliar o perfil de ácidos graxos do camarão *P. vannamei* cultivado em sistema simbiótico com suplementação nutricional de NT e MOS.

1.4.Hipótese

O cultivo de *P. vannamei* em sistemas simbiótico com a adição de Nucleotídeos e MOS não altera a composição físico-química nem as propriedades físico-químicas do produto.

AGUIAR FILHO, R. G. Avaliação Do Perfil Nutricional E Qualidade Da Carne Do *Penaeus vannamei*...

2. REFERÊNCIAS

ACKMAN, R. G. Nutritional composition of fats in sea foods. Progress in Food & Nutrition Science, 1989. 161-241.

ARAÚJO, D. F. D. S. et al. Composição centesimal e teor de colesterol do camarão branco do Pacífico. Ciência Rural, Santa Maria, jun 2010. 1130-1133.

DAMASCENO, M. D. S. P.; GONÇALVES, A. A. The effect of the food grade additive phosphate pre-treatment prior to the industrial cooking process in the quality of cooked peeled shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 19 dez. 2018.

DENJI, K. A. et al. Effect of Dietary Prebiotic Mannan Oligosaccharide (MOS) on Growth Performance, Intestinal Microflora, Body Composition, Haematological and Blood Serum Biochemical Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Juveniles. Journal of Fisheries and Aquatic Science, 2015. 255-265.

D'MELLO, J. P. F. Amino acids in animal nutrition. 2º Edição. ed. [S.l.]: CABI Digital Library, 2003.

EMBRAPA. Portal Embrapa. Embrapa, 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura/nota-tecnica>>. Acesso em: 1 dez. 2024.

FAO. Relatório Técnico nº 935. In: _____ Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. [S.l.]: [s.n.], 2007.

FAO. FAO no Brasil. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, 27 maio 2024. Disponível em: <<https://www.fao.org/brasil/programas-e-projetos/programa/pt/>>.

FAO/WHO. Fats and Fatty Acids in Human Nutrition: Report of an Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Paper 91, 2010.

FERREIRA, D. A. Produção de Juvenis de Camarão *Litopenaeus vannamei* com diferentes densidades em baixa salinidade e meio heterotrófico. Recife. 2009.

GADELHA, R. G. D. F. EFICIÊNCIA DA MICROALGA *Spirulina platensis* NA ALIMENTAÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*. UFPB. João Pessoa. 2013.

GUPTA, S. K. et al. Effects of dietary microbial levan on growth performance, RNA/DNA ratio and some physio-biochemical responses of *Labeo rohita* (Hamilton) juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 10 jan. 2015.

LI, M. et al. Effects of Substituting Fish Meal by *Chlorella* Meal in Practical Diet on Growth, Feed Utilization, and Flesh Quality of Pacific White Shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture Nutrition*, 19 jun. 2024.

LUCAS B., S. A. Effect of different alkalies, temperature, and hydrolysis times on tryptophan determination of pure proteins and of foods. *Analytical biochemistry*, 1980. 109, 192-197.

MAPA. Instrução normativa Nr 23. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Brasília. 2019.

METHOD 996.06 p. 20-25. In: _____ Official Methods of Analyses of the Association of Analytical Chemists 18 ed. [S.l.]: [s.n.], 2005.

NOVRIADI, R. Vibriosis in aquaculture. *Jornal de Fisheries and Marine Research*, 2016. 1-12.

NOVRIADI, R. et al. Effects of dietary nucleotides supplementation on growth, total haemocyte count, lysozyme activity and survival upon challenge with *Vibrio harveyi* in pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Reports*, Novembro 2021.

SEABRA, L. M. J. CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*: COMPONENTES DE IMPORTÂNCIA. Natal. 2011.

SHURSON, G. Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. *Animal Feed Science and Technology*, St. Paul, jan 2018. 60-76.

SILVA, L. O. B. D. et al. Utilização do sistema simbiótico em berçário de camarão marinho. *Aquaculture Brasil*, 13 Março 2020.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. FoodData Central. U.S. Department of Agriculture, 2024. Disponível em: <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/2684443/nutrients>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

UNITED NATIONS. *World Population Prospects 2024*. Nova York. 2024.

VILLARREAL, H.; JUAREZ, L. Super-intensive shrimp culture: Analysis and future challenges. *World Aquaculture Society*, 19 out. 2022.

WANG, T. et al. Effects of Dietary Mannan Oligosaccharides on Non-Specific Immunity, Intestinal Health, and Antibiotic Resistance Genes in Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Front Immunol*, 24 Novembro 2021.

WHITE, J.; HART, R.; FRY, J. An Evaluation of The Waters Pico-Tag System For The Amino-Acid-Analysis of Food Materials. *Journal of Automatic Chemistry*. [S.l.]: [s.n.], 1986.

XIONG, J. et al. Dietary nucleotide-rich yeast supplementation improves growth, innate immunity and intestinal morphology of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Nutrition*, 15 mar. 2018.

YONG, A. S. K. et al. Effects of dietary nucleotides on growth, survival and metabolic response in whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei* against ammonia stress condition. *Aquaculture Research*, 25 fev. 2020.

3. ARTIGO CIENTÍFICO

Caracterização físico-química e perfil nutricional do camarão branco suplementado dieteticamente com nucleotídeos e mananoligossacarídeos.

Roberto Gomes Aguiar Filho ⁽¹⁾, Luiz Otávio Brito da Silva ⁽²⁾ e Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho ⁽³⁾.

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, – Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE.

roberto.aguiarfilho@ufrpe.br ⁽¹⁾, luis.obsilva@ufrpe.br ⁽²⁾; paulo.coliveirafo@ufrpe.br ⁽³⁾.

Resumo – A alta densidade de estocagem no cultivo intensivo do camarão branco deixa os animais sujeitos ao estresse, tornando-os susceptíveis a doenças. A utilização dos mananoligosacarídeos e nucleotídeos como suplemento alimentar tem sido utilizada para mitigar estes efeitos. No entanto, pouco se sabe o efeito destes aditivos sobre os aspectos de qualidade da carne do camarão branco. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar as alterações na composição físico-química e no perfil nutricional do camarão branco suplementados com mananoligosacarídeos e nucleotídeos. Os juvenis com 4 gramas foram estocados em unidades experimentais, em sistema simbiótico, com densidade de 100 animais m⁻³ e alimentados por 60 dias com dieta sem aditivo, com 2,0 g kg⁻¹ de mananoligosacarídeos, com 2,0 g kg⁻¹ de nucleotídeos e com ambos os aditivos na proporção de 1,0 g kg⁻¹ de mananoligosacarídeos e 1,0 g kg⁻¹ de nucleotídeos. A composição centesimal, bases nitrogenadas voláteis totais, capacidade de retenção de água e cor não apresentaram variação significativa entre tratamentos. A composição de ácidos graxos e aminoácidos foram semelhantes nos camarões entre tratamentos, independente da suplementação. Portanto, a suplementação com mananoligosacarídeos e nucleotídeos, além de serem promissores do ponto de vista zootécnico e saúde dos camarões, não altera sua caracterização físico-química nem seu perfil nutricional.

Termos para a indexação: Fonte de aminoácidos, aditivos alimentares, MOS.

Abstract - The high stocking density in intensive white shrimp farming leaves the animals subject to stress, making them susceptible to diseases. The use of mannan oligosaccharides and nucleotides as dietary supplements has been used to mitigate these effects. The objective of this study was to evaluate the changes in the physicochemical composition and nutritional profile of white shrimp supplemented with mannan oligosaccharides and nucleotides. Juveniles weighing 4 grams were stocked in experimental units, in a symbiotic system, with a density of 100 animals m⁻³ and fed for 60 days with a diet without additive, with 2.0 g kg⁻¹ of mannan oligosaccharides, with 2.0 g kg⁻¹ of nucleotides and with both additives in the proportion of 1.0 g kg⁻¹ of mannan oligosaccharides and 1.0 g kg⁻¹ of nucleotides. The centesimal composition, total volatile nitrogen bases, water retention capacity and color did not show significant variation between treatments. The composition of fatty acids and amino acids were similar in shrimp between treatments, regardless of supplementation. Therefore, supplementation with mannan oligosaccharides and nucleotides, in addition to being promising from a zootechnical and health point of view of shrimp, does not alter their physicochemical characterization or nutritional profile.

Index terms: Source of amino acids, food additives, shrimp

Introdução

Com o crescimento da população mundial ao longo dos anos, a produção de alimentos de boa qualidade nutricional tem sido atualmente um dos principais desafios. O camarão branco (*Penaeus vannamei*) é uma fonte proteica de alta qualidade e digestibilidade para o ser humano, fornecendo aminoácidos e ácidos graxos essenciais (Tazikeh; Kenari; Esmacili, 2019). Apresenta em média 15,6% de proteínas, 0,8% de lipídeos e 1,86% de minerais (USDA, 2024). Suas propriedades sensoriais são um atrativo adicional para o consumo e dependem de diversos fatores como alimentação, sistema de cultivo e idade dos animais estando ligados à capacidade de retenção de água e bases nitrogenadas voláteis totais, que são índices de qualidade da carne que conferem valor nutritivo e comercial ao produto (Damasceno; Gonçalves, 2018).

Segundo o relatório da FAO (FAO, 2024), a aquicultura é responsável por 68% do fornecimento de crustáceos, sendo o camarão branco o mais cultivado no mundo, com uma produção estimada de 6,8 milhões de toneladas ano, liderada pela China, Vietnã e Equador. O Brasil ocupa a nona posição nesta produção mundial, com estimativa de 113 mil toneladas no ano de 2022 (FAO, 2024).

O cultivo do *P. vannamei* vem enfrentando desafios com o aparecimento de doenças virais como a Síndrome da Mancha Branca (WSSV) e a Mionecrose Infecciosa (IMNV), ambas com potencial de perda produtiva (Kim; Kim, *et al.*, 2023)(Viana; Rocha; Maggioni, 2024). Os sistemas intensivos de produção oferecem um ambiente onde os animais estão em alta densidade, o que acarreta um grande volume de compostos nitrogenados tóxicos, podendo resultar em elevação da conversão alimentar, redução do crescimento e decréscimo na imunidade, tornando-os mais susceptíveis às doenças (Maia *et al.*, 2016). Uma das estratégias para o enfrentamento deste cenário é a suplementação alimentar com aditivos que promovam incremento no desempenho zootécnico aliado à resposta imunológica para enfrentar os desafios impostos na produção em cativeiro. Diversos compostos das mais variadas fontes são objeto de estudo com este fim, como vegetais no caso da *Eleutherine bulbosa* (Munaeni *et al.*, 2020), compostos químicos como a suplementação com o magnésio (Jiao *et al.*, 2021), entre outros.

Os nucleotídeos são moléculas que possuem diversas funções nos organismos tais como intermediário do metabolismo energético, componentes da coenzima, sinalização celular e codificação de informações genéticas. A sua adição como suplemento alimentar para o camarão branco incrementa os índices zootécnicos, a resistência a doenças e reduz a conversão alimentar (Yong *et al.*, 2020). Um outro aditivo que vem ganhando destaque são os mananoligossacarídeos (MOS), que são carboidratos complexos com função de substrato prebióticos, permitindo o

desenvolvimento de uma fauna intestinal com bactérias probióticas como a *Lactobacillus* spp, *Bifidobacterium* spp, *Blautia* spp e *Pseudoalteromonas* spp em detrimento às patogênicas. Tem como benefícios esperados o incremento da capacidade antioxidante, da imunidade e da microbiota intestinal (Wang *et al.*, 2021). Apesar destes aditivos serem muito promissores do ponto de vista zootécnico e de saúde dos camarões, ainda não foi estudado o efeito deles sobre a qualidade da carne dos camarões brancos.

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar a influência da adição dos suplementos alimentares nucleotídeos e MOS para o camarão branco, cultivado em sistema simbiótico sobre a sua composição nutricional e composição físico-química.

Materiais e Métodos

Dietas

Uma dieta controle (C) contendo ingredientes comerciais da indústria de rações brasileira foi formulada para atender às exigências nutricionais recomendadas para juvenis de *Penaeus vannamei*. Além disso, foram formuladas três dietas teste com a inclusão de fontes comerciais de mananoligossacarídeos (MOS) e nucleotídeos (NT) (Tabela 1). A fonte comercial de MOS consiste em 60,2% de mananoligossacarídeos (compreendendo 33,0% de glucanos e 27,2% de mananas), 17% de proteína bruta, 3,4% de cinzas e 8% de água (Hypergen, Biorigin, São Paulo, Brasil) e um fonte comercial de nucleotídeos consiste em 15% de RNA (nucleotídeos) da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, 50% de proteína bruta, 15% de cinzas e 8% de água (Biotide, Biorigin, São Paulo, Brasil). As quatro dietas experimentais foram processadas utilizando procedimentos padrão de produção de ração para camarões (Tabela 1). Os ingredientes foram processados em moinho de martelo (modelo M300, Ferraz Máquinas e Engenharia Ltda, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) até granulometria inferior a 600 µm, bem misturados por 15 min (modelo M2200, Ferraz Máquinas e Engenharia Ltda, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil), extrusado a 80 a 90°C (modelo E62, Ferraz Máquinas e Engenharia Ltda, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) em pellets de 2,0 mm (diâmetro), e secos a 90 a 100°C até atingir uma teor de umidade de 120 g kg⁻¹, esfarelado, acondicionado em sacos lacrados e armazenado congelado até o uso. Os pellets foram então esfarelados, embalados em sacos selados e armazenados congelados a -18°C até o uso.

Desenho experimental e sistema

O estudo de oferta das dietas foi conduzido durante 60 dias em laboratório. Quatro tratamentos, cada um em quadruplicata, foram estabelecidos em delineamento inteiramente casualizado: dieta controle sem aditivo (Control); Dieta com inclusão de 1,2g de MOS/kg de ração

(MOS); Dieta com a inclusão de 0,3 g de NT/kg de ração e dieta com a inclusão de 1,2 de MOS e 0,3g de NT/kg de ração (NM).

As pós-larvas (PL₁₀) foram adquiridas em laboratório comercial (Aquatec, RN, Brasil) e cultivadas até aproximadamente 4,0g.

Para a estocagem da Pls (2000 PL/ m³) foram utilizados quatro tanques de 800 L de volume útil, abastecidos com água do mar filtrada com malha de 250 µm e clorada com adição de 30 mg/l de cloro, posteriormente desclorada com aeração. Durante a fase de berçário foi realizada a aplicação de simbiótico a partir ativação das bactérias de forma aeróbica, utilizando uma pedra porosa e por 2 horas, seguido de 24 horas de fermentação e mais 24 horas de respiração microbiana. Foram utilizados 1,6g de probiótico (*B. subtilis* - 1,0 x10⁹ UFC/g; *B. licheniformis* – 1,0 x10⁹ UFC/g (duas cepas), *B. amyloliquefaciens* – 1,0 x 10⁹ UFC/g (duas cepas), *B. megaterium* 1,0 x 10⁹ UFC/g e *B. pumilus* 1,0 x 10⁹ UFC/g.) 6,4 g de açúcar e 0,4l de água do mar, para ativação das bactérias, sendo adicionados posteriormente 64 g de farelo de arroz (FA), 3,2 g de *Lithothaminiun* e 0,65 litros de água do mar. Após a preparação do simbiótico foi adicionado 0,26 L por unidade experimental a cada 3 dias até os camarões atingirem 4,0 g. Durante a fase de berçário os camarões foram alimentados com ração comercial contendo 45% proteína bruta, 9,5% extrato etéreo, 13% umidade, 9,5% fibra bruta, 4,0% matéria mineral, 2,0% cálcio e 3,0% de fósforo ofertada quatro vezes ao dia.

Após os camarões atingirem aproximadamente 4,0 g, foram contados e estocados (100 camarões/m³) em unidades experimentais de 800L. As unidades experimentais foram preenchidas com 200 litros de água proveniente do berçário e completados com mais 600 litros de água do mar esterilizada. O uso do simbiótico nessa fase de oferta de dietas com aditivos foi a partir ativação das bactérias de forma aeróbica por 2 horas, seguido de 24 horas de fermentação e mais 24 horas de respiração microbiana. Foram utilizados 0,58g de probiótico (*B. subtilis* - 1,0 x10⁹ UFC/g; *B. licheniformis* – 1,0 x10⁹ UFC/g (duas cepas), *B. amyloliquefaciens* – 1,0 x 10⁹ UFC/g (duas cepas), *B. megaterium* 1,0 x 10⁹ UFC/g e *B. pumilus* 1,0 x 10⁹ UFC/g.), 6,4 g de açúcar e 0,64l de água do mar esterilizada, para ativação das bactérias, sendo adicionados posteriormente 38,4 g de farelo de arroz (FA), 1,92 g de *Lithothaminiun* e 0,39 litros de água do mar. Após a preparação do simbiótico foi adicionado 0,07 L por unidade experimental a cada 3 dias até os sólidos sedimentáveis atingir 10 ml/L. As dietas de cada tratamento foram ofertadas quatro vezes ao dia (08h, 11h, 13h e 16h), por 60 dias e a taxa de alimentação ajustada de acordo com metodologia de Van Wyk (1999), variado de 8% a 4,7% da biomassa.

Análises

Oitenta e três camarões foram coletados de forma inteiramente casualizado no início do experimento, equivalente a aproximadamente 200g de músculo, sem cefalotórax ou carapaça. Ao final do experimento, de forma análoga ao tratamento inicial, foram coletados 10 animais por repetição, perfazendo 40 animais por tratamento, equivalendo a aproximadamente 250g de músculo para realização das análises. Os animais do início do experimento foram congelados para envio concomitante com alíquotas de 200g de cada tratamento para análise em laboratório comercial. Os 50g restantes por tratamento foram destinados às demais análises.

As análises de extrato etéreo (AOCS, 2005), proteína bruta (AOAC, 1984), fibra bruta (AOAC, 1985), minerais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008) e bases voláteis (MAPA, 2022) foram conduzidas em laboratório comercial.

A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada por centrifugação, segundo Oliveira Filho et al. (2017).

Para a análise de cor foi utilizado um colorímetro portátil Konica Minolta®, modelo CR – 400, previamente calibrado com um padrão branco antes de cada amostra analisada, operando como fonte de luz uma lâmpada de xenônio, iluminante C ($Y = 92.78$; $x = 0.3139$; $y = 0.3200$), ângulo de observação de 40° e área de medição de 8 mm de diâmetro. A cor foi expressa utilizando-se os padrões do sistema CIELab – Commission Internationale de L'Eclairage: L^* (luminosidade), a^* (intensidade da cor vermelha à verde) e b^* (intensidade da cor amarela à azul).

As análises de aminoácidos totais (White; Hart; Fry, 1986), triptofano (Lucas, 1980) foram realizadas com o objetivo de verificar a presença dos nutrientes na carne do *P.vannamei*.

Foi realizado o cálculo do escore de aminoácidos, que tem por base a necessidade diária dos aminoácidos essenciais de acordo com a faixa etária para seres humanos, sendo considerado os valores para um adulto (FAO, 2007).

Análise Estatística

Os resultados das análises laboratoriais foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (Levene), atendendo os pressupostos de estatística paramétrica, sendo então submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e comparação múltipla pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todos os resultados foram analisados com o auxílio do software R-Studio.

Resultados

Composição Centesimal

A análise da composição centesimal dos camarões, início e fim do experimento, assim como valores de referência encontrados na literatura estão apresentados na Tabela 2. Os valores de proteínas, lipídeos, minerais, carboidratos e umidade não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) nos animais no início e no fim do experimento. Em relação aos valores de referência (USDA, 2024), os camarões do experimento possuem um percentual de proteínas mais elevado, porém possuem menores percentuais de lipídeos e de carboidratos e um nível de minerais semelhante.

Qualidade do Pescado

Os dados referentes aos índices de qualidade de carne foram agrupados na Tabela 3. Não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos com e sem adição de NT e MOS. As bases nitrogenadas voláteis totais (BNV-T), que compreendem principalmente a amônia, trimetilamina, dietilamina e são produtos da decomposição das proteínas estão diretamente relacionados ao frescor de pescado. No presente estudo, os valores encontrados de BNV-T dos camarões ficaram abaixo do valor máximo recomendado que é de 30 mg N/100g (MAPA, 2019).

A capacidade de retenção de água (CRA) indica a propriedade do músculo de reter água em suas fibras musculares, variando de acordo com a nutrição, sistema de cultivo e idade dos animais e influencia na suculência e textura do pescado (Damasceno; Gonçalves, 2018). Os valores obtidos em todos os tratamentos não divergiram significativamente ($p>0,05$) entre tratamentos.

Cor

O músculo dos camarões foi submetido à análise de cor instrumental e os resultados estão descritos na Tabela 4. O valor de L^* (luminosidade) não apresentou diferenças estatísticas entre tratamentos. O componente a^* (intensidade de vermelho/verde) da maioria dos tratamentos obtiveram valores negativos indicando uma predominância na intensidade da cor verde, enquanto os valores positivos para b^* (intensidade da cor amarela) uma predominância para o amarelo, resultando assim em animais com tonalidade amarelo-esverdeados.

Não foram observadas variações significativas ($p>0,05$) nos valores da cor no presente estudo, destaca-se um elevado desvio padrão, observado em todos os tratamentos, na componente b^* que representa o eixo azul-amarelo. Este efeito possivelmente foi provocado pela capacidade de mimetismo do *P. vannamei* em resposta ao substrato.

Perfil de Ácidos Graxos

Os resultados da análise de ácidos graxos dos tratamentos e dos animais do início do experimento estão demonstrados na Tabela 5.

Os resultados das análises de lipídeos indicam que o camarão branco é um pescado magro, por apresentar um teor de gordura abaixo de 2% (Ackman, 1989). Foram identificadas a presença dos ácidos linoleico, alfa-linoleico, eicosapentaenoico (EPA) e docosaexaenoico (DHA), que são ácidos graxos essenciais (FAO/WHO, 2010). Os ácidos graxos encontrados são compartilhados pelos camarões na maioria dos tratamentos, excetuando o Ácido Palmitoleico, encontrado apenas no tratamento Controle e no Inicial. O Ácido Araquídico encontrado nos tratamentos Controle e MOS e o Ácido Behenico que não foi encontrado no tratamento MOS, muito embora os valores detectados sejam na ordem de 0,01% para o controle e os tratamentos com nucleotídeos e nucleotídeos associado ao MOS.

Perfil e Escore de Aminoácidos

A Tabela 6 apresenta um resumo do perfil de aminoácidos de *P. vannamei* cultivado em sistema simbiótico alimentados com NT e MOS durante 60 dias. Foram observados valores similares para os diferentes aminoácidos na carne do camarão alimentados com adição de NT e MOS.

O escore de aminoácidos é uma medida recomendada pela FAO que indica a qualidade do valor nutricional relativo à proteína. É baseado na necessidade diária de ingestão dos aminoácidos essenciais de um ser humano em uma determinada faixa etária. Os escores de todos os tratamentos do presente estudo ficaram acima de 1 (Tabela 6).

Discussão

Composição centesimal

Na literatura são escassas as avaliações sobre a influência do uso de aditivos no perfil nutricional e qualidade de carne de peixes e camarões. Entretanto os estudos conduzidos por Behrooz Abtahi (2011), para o perfil nutricional do peixe esturjão beluga (*Huso huso*), foi observado que os animais suplementados por 62 dias com dosagens de 0,25% e 0,35% de Optimûn, produto a comercial com nucleotídeos adicionados à ração, apresentaram valores de proteínas significativamente maiores, porém não divergiram na proporção de lipídeos brutos nem de minerais. A utilização do MOS na dieta de juvenis de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) 1g MOS /kg de ração (Denji *et al.*, 2015) e a carpa roho (*Labeo rohita*) 10 e 12,5 g MOS /kg de ração (Gupta *et al.*, 2015) causaram uma elevação dos níveis de proteína e lipídios.

Os dados obtidos com o uso de MOS e NT, assim como, suas adições em conjunto não promoveram diferenças significativas na composição centesimal dos camarões ao final de 60 dias de oferta de dietas com aditivo. Os resultados na composição química dos animais podem ser afetados pela espécie, pela origem do aditivo, o nível de suplementação e período de uso (DENJI, MANSOUR, *et al.*, 2015). As diferenças entre fisiologia digestiva de peixes e camarões poderiam ser um indício para elucidar as divergências encontradas ente as pesquisas, sendo necessário mais estudos para investigar os resultados obtidos.

Qualidade do pescado

O estudo realizado por Maneesin, Chinnasri *et al.*, 2013, utilizou camarões *P. vannamei*, adquiridos frescos, com aproximadamente 16 g, em revendedor comercial e utilizou as bases voláteis para avaliar a qualidade da carne. O valor de 5,94 mg/100 g foi obtido para os camarões do primeiro dia de experimento, sendo distintamente superior aos relacionados na Tabela 3 do presente estudo, sendo relacionadas ao tipo de alimentação dos animais, da estação de captura, do tamanho e de outros fatores ambientais, bem como da atividade de bactérias e enzimas endógenas.

Os resultados das análises de CRA realizadas nos camarões cultivados foram superiores aos do estudo de Rebouças, Lemos *et al.* (2018), no qual alcançaram valores de 61% para os camarões cultivados em água salgada. Este estudo afirma que valores altos de CRA repercutem na palatibilidade e valor nutricional do camarão além de influenciar no valor comercial do produto. As amostras foram colhidas em fazendas de produção comercial na região de Mossoró no estado do Rio do Norte, onde foram cultivadas em sistema tradicional de vieiros escavados.

Cor

A cor do produto é um dos aspectos mais importantes observados pelo consumidor no momento da compra. Embora as pesquisas sobre o assunto sejam limitadas no Brasil, camarões que apresentem manchas e falta de brilho são desvalorizados e vistos como deteriorados pelo consumidor (ABCC, 2022).

Para Zhang, Lan E Xie, 2021, a luminância (valor de L^*) é um dos critérios utilizados para a avaliação da qualidade do pescado onde animais com a carne escurecida e conseqüentemente com valores baixos neste parâmetro, sugerindo a presença de melanose. Foram utilizados camarões de 21 g provenientes de cultivo comercial e adquiridos vivos na cidade de Xangai, que foram posteriormente abatidos em uma mistura de água e gelo no laboratório, apresentando valores médios de luminosidade de 46,53 quando frescos. Os valores obtidos para os camarões observados nos tratamentos do presente estudo, com luminosidade variando de 38,65 a 46,55, sem diferenças estatísticas significativas, indicando uma condição semelhante ao do estudo anterior assim como na

componente a* (intensidade de vermelho/verde), que na maioria dos tratamentos obtiveram valores negativos indicando uma predominância na intensidade da cor verde e para os valores positivos para b* (intensidade da cor amarela), com uma predominância para o amarelo, resultando assim em animais cinza esverdeados.

Perfil de ácidos graxos

Conforme relatado por Behrooz Abtahi (2011), o esturjão beluga quando alimentado com nucleotídeos tem seu teor de ácidos graxos saturados e insaturados menores, porém o estudo não apresenta uma possível explicação para este resultado, sendo necessário um aprofundamento do entendimento do mecanismo de ação dos nucleotídeos dietéticos no aproveitamento dos ácidos graxos. Uma possível explicação seria que, como os animais suplementados com este aditivo possuem um desempenho zootécnico aprimorado (NOVRIADI, ILHAM, *et al.*, 2021), haveria uma preferência em utilizar esta fonte energética para o crescimento em detrimento de sua estocagem. Para o camarão *P. vannamei* observado no presente estudo, houve uma discreta variação na presença dos ácidos Palmítico, Araquídico e Behênico entre tratamentos, possuindo apenas traços destes compostos, níveis com representação não superior a 0,01%, ficando assim no limite de detecção do método analítico empregado. Os demais ácidos graxos do perfil estavam presentes e condizentes com o que foi encontrado na literatura para animais desta idade (LI *et al.*, 2024).

Perfil e escore de aminoácidos

Em um estudo conduzido por Glencross (2021), utilizou o camarão tigre negro (*Penaeus monodon*), cultivados em diversas fazendas comerciais na Austrália, entre os anos de 2011 e 2015. Os animais foram cultivados até os 130 dias, alimentados com ração comercial, com o início da coleta para o estudo após 30 dias de estocagem e então colhidas novas amostras a cada 10 a 14 dias, com o intuito de avaliar as alterações de perfil de aminoácidos durante o crescimento dos animais. O resultado foi que a composição de aminoácidos do camarão tigre negro não sofreu alteração em seu perfil de aminoácidos com o tamanho do animal, origem ou ração ofertada, muito embora os níveis de proteína bruta sejam maiores em animais mais jovens, o que é condizente com a teoria da proteína ideal (D'mello, 2003). Embora os valores da análise no presente estudo sejam qualitativos, de acordo com o que foi analisado por Glencross (2021), podemos inferir que os valores dos perfis entre os tratamentos são equivalentes.

O escore químico de aminoácidos obtido em todos os tratamentos do presente estudo, indica que o valor nutricional encontrado é superior, possuindo todos os aminoácidos essenciais, na quantidade adequada para alimentação de um ser humano adulto (FAO, 2007).

Conclusão

O perfil nutricional ou físico-químico da carne do *P. vannamei* não altera com a suplementação de 1,2g de MOS/kg, 0,3 g de NT/kg ou 1,2 de MOS e 0,3g de NT/kg na ração. Além disso, a avaliação físico-química indica que o camarão utilizado no estudo apresenta valores semelhantes aos encontrados na literatura, sendo um pescado de baixo teor de lipídeos e escore químico acima de 1, o que representa uma fonte adequada de proteínas para a nutrição humana.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Açucareira Quatá S/A (Biorigin), o Laboratório de Carcinicultura e Laboratório de Tecnologia do Pescado, ambos pertencentes ao Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Referências

- ABCC. Saiba como escolher o seu camarão marinho em mercados e feiras, observando a qualidade do crustáceo conservado em gelo. **ABCCAM**, 2022. Disponível em: <<https://abccam.com.br/2022/02/saiba-como-escolher-o-seu-camarao-marinho-em-mercados-e-feiras-observando-a-qualidade-do-crustaceo-conservado-em-gelo/>>. Acesso em: 13 ago. 2024.
- ACKMAN, R. G. Nutritional composition of fats in sea foods. **Progress in Food & Nutrition Science**, 1989. 161-241.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical chemists**. 14. ed. Washington. 1984.
- AOAC. **Total dietary fiber in foods – Enzimatic-gravimetric method – First action**. J. Assoc. Anal. Chem. [S.l.]. 1985.
- AOCS. **Society. Official Method Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction**. [S.l.]. 2005.
- DAMASCENO, M. D. S. P.; GONÇALVES, A. A. The effect of the food grade additive phosphate pre-treatment prior to the industrial cooking process in the quality of cooked peeled shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Jornal of the Science of Food and Agriculture**, 19 dez. 2018.
- DENJI, K. A. et al. Effect of Dietary Prebiotic Mannan Oligosaccharide (MOS) on Growth Performance, Intestinal Microflora, Body Composition, Haematological and Blood Serum Biochemical Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Juveniles. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, 2015. 255-265.
- D'MELLO, J. P. F. **Amino acids in animal nutrition**. 2º Edição. ed. [S.l.]: CABI Digital Library, 2003.
- FAO. Relatório Técnico nº 935. In: _____ **Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition**. [S.l.]: [s.n.], 2007.
- FAO/WHO. Fats and Fatty Acids in Human Nutrition: Report of an Expert Consultation. **FAO Food and Nutrition Paper 91**, 2010.
- GUPTA, S. K. et al. Effects of dietary microbial levan on growth performance, RNA/DNA ratio and some physio-biochemical responses of *Labeo rohita* (Hamilton) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, 10 jan. 2015.
- LI, M. et al. Effects of Substituting Fish Meal by Chlorella Meal in Practical Diet on Growth, Feed Utilization, and Flesh Quality of Pacific White Shrimp (*Penaeus vannamei*). **Aquaculture Nutrition**, 19 jun. 2024.
- LUCAS B., S. A. Effect of different alkalies, temperature, and hydrolysis times on tryptophan determination of pure proteins and of foods. **Analytical biochemistry**, 1980. 109, 192-197.
- MAPA. **Instrução normativa Nr 23**. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Brasília. 2019.
- MAPA. **Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022.
- METHOD 996.06 p. 20-25. In: _____ **Official Methods of Analyses of the Association of Analytical Chemists 18 ed**. [S.l.]: [s.n.], 2005.

MINISTÉRIO DA SAUDE. **Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável Brasília (DF).** Brasília. 2008.

NOVRIADI, R. et al. Effects of dietary nucleotides supplementation on growth, total haemocyte count, lysozyme activity and survival upon challenge with *Vibrio harveyi* in pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Reports**, Novembro 2021.

SOCIETY, A. O. C. Rapid Determination of Oil/Fat Utilizing High Temperature Solvent. **AOCS Official Procedure**, 2017. Am 5-04. p.01-04.

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. FoodData Central. **U.S. Department of Agriculture**, 2024. Disponível em: <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/2684443/nutrients>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

WHITE, J.; HART, R.; FRY, J. **An Evaluation of The Waters Pico-Tag System For The Amino-Acid-Analysis of Food Materials.** *Journal of Automatic Chemistry*. [S.l.]: [s.n.], 1986.

Tabelas

Tabela 1 - Ingredientes para formulação das dietas ofertadas para durante o experimento

	Dietas			
	Control	NT	MOS	NT/MOS
Farinha de Trigo ^a	180	178	178	178
Farelo de Soja ^b	150	150	150	150
Proteína concentrada de soja ^c	120	120	120	120
Vísceras de frango ^d	120	120	120	120
Farelo de arroz ^e	80	80	80	80
Farinha de peixe ^f	60	60	60	60
Hemoglobina ^g	50	50	50	50
Farelo de trigo ^e	50	50	50	50
Sorgo ^h	45	45	45	45
Fosfato dicálcio ⁱ	23.5	23.5	23.5	23.5
Farinha de krill ^j	20	20	20	20
Lecitina de soja ^k	22	22	22	22
Cloreto de potássio ^l	10	10	10	10
Óleo de peixe ^f	10	10	10	10
Óleo de soja ^b	10	10	10	10
Sal	10	10	10	10
NT ^{m1}	0,0	2,00	0,00	1,0
MOS ^{m2}	0,0	0,0	2	1,0
Kaolin ⁿ	5.6	5.6	5.6	5.6
Óxido de magnésio ^o	5	5	5	5
Suplemento de Vitaminas e Minerais ^p	5	5	5	5
DL-Metionina ^q	5	5	5	5
L-Treonina ^r	5	5	5	5
L-Lisina ^s	5	5	5	5
Nutribinder ^t	5	5	5	5
Fylax (Antifungico) ^u	3	3	3	3
Vitamina C (35%) ^v	0.9	0.9	0.9	0.9

Ingredientes (g kg⁻¹). ^aCidade Bella Moinho / Ponta Grossa-PR; ^bCooperativa Comigo – Rio Verde-GO; ^cCJ Selecta/Araguari-MG; ^dFrango Rico / Votuporanga-SP; ^eDallas / Nova Alvorada do Sul-MS; ^fBFP bioprodutos de pescado LTDA / ITAJAÍ-SC; ^gHemoprot – Lins-SP; ^hRaguife / Santa Fé do Sul-SP Raguife / Santa Fé do Sul-SP; ⁱEcophos-Formiga-MG ; ^jAker Biomarine Antarctic AS (Lysaker, Norway); ^kAdicel Indústria e Comércio - Ingredientes para Indústrias de Alimentos – Belo Horizonte-MG; ^lBrasil Química Ind. e Com. LTDA / Batatais-SP; ^{m1}Biotide/Biorigin/ Lençóis Paulista, SP; ^{m2}Hypergen/Biorigin/ Lençóis Paulista, SP; ⁿCaO do Brasil Ltda / Iguatama-MG; ^oMagnesium do Brasil AS / Fortaleza-CE; ^pDe Heus nutrição animal– Rio Claro-SP; ^qRhodimet® NP99 Adisseo a bluestar company; ^rL-Threonine 98% Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda; ^sL-Lysine 78% Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda; ^tNutri-Bind Aqua Adisseo a bluestar company; ^uSelko Feed Aditives, ^vHeilongjiang NHU Biotechnology CO. Ltd / China.

Tabela 2 - Composição centesimal do *P. vannamei* cultivados durante o experimento.

	Tratamentos					Referência (%)
	INICIAL (%)	Control (%)	NT (%)	MOS (%)	MOSNT (%)	
Proteína	20.91±0,23	20.77±0,29	20.87±0,39	20.99±0,25	20.87±0,42	15,60
Lipídeos	0.59±0.03	0.60±0.04	0.49±0.05	0.59±0.08	0.47±0.05	0,80
Minerais	1.59±0.06	1.64±0.05	1.72±0.05	1.65±0.03	1.63±0.04	1,86
Carboidratos	0.12±0,04	0.12±0,01	0.13±0,01	0.11±0,03	0.12±0,03	0,48
Umidade	76.79±0,30	76.87±0,37	76.79±0,38	76.66±0,31	76.91±0,52	81,26
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Dieta controle sem aditivo (Control); Dieta com a inclusão de 0,3 g de nucleotídeo/kg de ração (NT); Dieta com inclusão de 1,2g de MOS/kg de ração (MOS); e dieta com a inclusão de 1,2 de MOS e 0,3g de NT/kg de ração (MOSNT); Inicial: camarões do início do experimento. Valores de referência - (USDA, 2024).

Tabela 3 - Dados de qualidade da carne do *P. vannamei* cultivados durante o experimento.

Análises	Control	NT	MOS	MOSNT
Bases nitrogenadas voláteis totais (mg N/100g)	1,74 ± 0,57	1,72 ± 0,58	1,78 ± 0,53	1,85 ± 0,48
Capacidade de retenção de água (%)	72,22 ± 3,49	71,50 ± 3,80	70,80 ± 7,99	72,83 ± 5,91

As bases voláteis estão expressas em mg/100g, capacidade de retenção de água está expressa em %. Média ± desvio padrão com N=3. Dieta controle sem aditivo (Control); Dieta com a inclusão de 0,3 g de nucleotídeo/kg de ração (NT); Dieta com inclusão de 1,2g de MOS/kg de ração (MOS); e dieta com a inclusão de 1,2 de MOS e 0,3g de NT/kg de ração (MOSNT); Inicial: camarões do início do experimento.

Tabela 4 - Análise instrumental de cor do *P. vannamei* cultivados durante o experimento.

Componentes	Control	NT	MOS	MOSNT
L	41,69 ± 7,15	46,55 ± 9,78	38,65 ± 1,19	42,44 ± 6,88
a*	-0,26 ± 0,57	-1,44 ± 0,65	0,05 ± 0,65	-0,86 ± 0,27
b*	3,38 ± 2,22	0,83 ± 1,48	-0,03 ± 2,59	1,54 ± 1,97

Padroes sistemaCIELab – Commission Internationale de L'Eclairage. Dieta controle sem aditivo (Control); Dieta com a inclusão de 0,3 g de nucleotídeo/kg de ração (NT); Dieta com inclusão de 1,2g de MOS/kg de ração (MOS); e dieta com a inclusão de 1,2 de MOS e 0,3g de NT/kg de ração (MOSNT); Inicial: camarões do início do experimento.

Tabela 5 - Perfil de ácidos graxos do *P. vannamei* cultivados durante o experimento.

Ácido Graxo	INICIAL (%)	Tratamento			
		Control (%)	NT (%)	MOS (%)	MOSNT (%)
Ácido Palmítico (C16:0)	0,12	0,11	0,09	0,12	0,09
Ácido Palmitoleico (C16:1n7)	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Ácido Esteárico (C18:0)	0,09	0,09	0,07	0,10	0,07
Ácido Oleico (C18:1n9c)	0,12	0,14	0,10	0,13	0,10
Ácido Linoleico LA (C18:2n6c)	0,10	0,12	0,10	0,15	0,11
Ácido Alfa Linolenico LNA (C18:3n3)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ácido Araquídico (C20:0)	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Ácido cis-11,14- Eicosadienóico (C20:2)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ácido Araquidônico AA (C20:4n6)	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Ácido Behenico (C22:0)	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Ácido 5,8,11,14,17- EPA (C20:5n3)	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
Ácido Docosahexaenóico DHA(C22:6n3)	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02
Gordura Monoinsaturada	0,14	0,15	0,11	0,15	0,11
Gordura Poli-insaturada	0,20	0,23	0,19	0,25	0,19
Gorduras Insaturadas	0,34	0,38	0,30	0,40	0,30
Gorduras Saturadas	0,23	0,23	0,18	0,25	0,19
Ômega 3	0,06	0,07	0,06	0,07	0,05
Ômega 6	0,13	0,15	0,12	0,17	0,13
Ômega 9	0,13	0,15	0,10	0,14	0,11

Dieta controle sem aditivo (Control); Dieta com a inclusão de 0,3 g de nucleotídeo/kg de ração (NT); Dieta com inclusão de 1,2g de MOS/kg de ração (MOS); e dieta com a inclusão de 1,2 de MOS e 0,3g de NT/kg de ração (MOSNT); Inicial: camarões do início do experimento.

Tabela 6 - Perfil e escore de aminoácidos do *P. vannamei* cultivados durante o experimento.

Aminoácidos	INICIAL	Tratamento			
		Control	NT	MOS	MOSNT (%)
Ácido Aspartico	1,82	1,97	1,82	1,95	1,93
Ácido Glutâmico	2,93	2,99	2,82	2,98	2,93
Serina	0,68	0,72	0,70	0,73	0,71
Glicina	1,63	2,08	2,13	1,98	2,10
Histidina	0,34	0,31	0,36	0,36	0,33
Taurina	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Arginina	1,75	1,84	1,85	1,88	1,80
Treonina	0,62	0,66	0,66	0,67	0,66
Alanina	1,20	1,15	1,15	1,19	1,15
Prolina	0,89	0,81	0,84	0,96	0,87
Tirosina	0,56	0,59	0,62	0,62	0,59
Valina	0,76	0,78	0,81	0,81	0,78
Metionina	0,49	0,52	0,54	0,54	0,52
Cistina	0,15	0,16	0,18	0,17	0,17
Isoleucina	0,71	0,75	0,79	0,79	0,75
Leucina	1,32	1,37	1,42	1,43	1,36
Fenilalanina	0,73	0,74	0,78	0,77	0,73
Lisina	1,50	1,56	1,57	1,63	1,56
Hidroxiprolina	0,00	0,14	0,12	0,14	0,13
Triptofano	0,21	0,21	0,23	0,23	0,24
Total	18,34	19,40	19,43	19,87	19,35

Aminoácidos	INICIAL	Tratamento			
		Control	NT	MOS	MOSNT
Histidina	1,61	1,45	1,69	1,69	1,54
Isoleucina	1,12	1,18	1,24	1,24	1,17
Leucina	1,60	1,66	1,71	1,72	1,63
Lisina	2,36	2,46	2,45	2,55	2,43
Metionina + Cisteína	2,02	2,15	2,25	2,22	2,15
Fenilalanina + Tirosina	2,44	2,52	2,63	2,61	2,47
Treonina	1,47	1,56	1,55	1,57	1,54
Triptofano	2,48	2,49	2,70	2,70	2,81
Valina	1,38	1,42	1,46	1,46	1,40
Escore FAO	1,12	1,18	1,24	1,24	1,17

Escore maior ou igual a 1 indica qualidade nutricional proteica adequada. Os aminoácidos essenciais para o ser humano estão destacados em negrito. Dieta controle sem aditivo (Control); Dieta com a inclusão de 0,3 g de nucleotídeo/kg de ração (NT); Dieta com inclusão de 1,2g de MOS/kg de ração (MOS); e dieta com a inclusão de 1,2 de MOS e 0,3g de NT/kg de ração (MOSNT); Inicial: camarões do início do experimento.