



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

BERÇÁRIOS E ENGORDA DE CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*
UTILIZANDO SISTEMA SIMBIÓTICO EM ÁGUAS OLIGOHALINAS NO
SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

AMANDA RAFAELA DOS SANTOS SILVA

SERRA TALHADA, PE
OUTUBRO, 2022

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

BERÇÁRIOS E ENGORDA DE CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*
UTILIZANDO SISTEMA SIMBIÓTICO EM ÁGUAS OLIGOHALINAS NO
SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

AMANDA RAFAELA DOS SANTOS SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências para obtenção do grau de Bacharela em Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

SERRA TALHADA, PE
OUTUBRO, 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586b

SILVA, AMANDA RAFAELA DOS SANTOS

BERÇÁRIOS E ENGORDA DE CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* UTILIZANDO SISTEMA SIMBIÓTICO EM ÁGUAS OLIGOHALINAS NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO / AMANDA RAFAELA DOS SANTOS SILVA. - 2022.

32 f. : il.

Orientador: UGO LIMA SILVA.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia de Pesca, Serra Talhada, 2022.

1. carcinicultura. 2. simbiótico. 3. produção animal. I. SILVA, UGO LIMA, orient. II. Título

CDD 639

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

Parecer da banca examinadora da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia de Pesca de Amanda Rafaela dos Santos Silva.

Titulo: BERÇÁRIOS E ENGORDA DE CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* UTILIZANDO SISTEMA SIMBIÓTICO EM ÁGUAS OLIGOHALINAS.

Orientador: Prof. Dr. Ugo Lima Silva

A banca examinadora composta pelos membros abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a discente de Amanda Rafaela dos Santos Silva do curso de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como APROVADA.

Serra Talhada, 14 de Outubro de 2022.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ugo Lima Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

Engenheiro de Pesca Me. Weverson Ailton da Silva

Doutorando em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca,
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Engenheira de Pesca Me. Débora Louise Barros Silva

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF)

DEDICATÓRIA

*Dedico à minha família, em especial à minha mãe
Edna Maria e minha avó Maria constância (in
memoriam)*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter agido de uma forma tão fiel na minha vida. Por ter me dado forças e discernimento para que eu pudesse concluir todas as etapas de todo esse período acadêmico, que por muitas vezes, pensei em desistir.

À minha família, em especial aos meus filhos, Hermógenes Henrique e Ananda Lorena que são o meu alicerce. À minha mãe Edna Maria, que sempre me apoiou independente de qualquer circunstância.

À Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), em especial ao meu supervisor Eng. de Pesca Rozzanno Cavalcanti, só gratidão. Gratidão por toda disponibilidade, contribuição, apoio e paciência.

Ao professor Ugo Lima Silva, por todo apoio e orientação.

Ao corpo docente da Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Incluindo os funcionários que sempre contribuíram de forma direta e indireta e aos meus colegas de sala por todo companheirismo.

RESUMO

O nordeste brasileiro têm sido destaque na produção de camarão. Assim, torna fundamental adotar novos métodos no sistema de cultivo, afim de aumentar a produtividade e diminuir os impactos negativos nos cultivos desses organismos. Desta forma, o estudo objetivou avaliar a influência da fermentação com farelo arroz no desempenho zootécnico bem como monitorar as variáveis hidrológicas da qualidade da água na produção do camarão marinho em água oligohalina no semiárido pernambucano. Foi avaliada a qualidade da água do cultivo de camarões na fase de berçário e engorda, bem como avaliado o desempenho zootécnico dos animais. As variáveis físico químicas de qualidade estavam satisfatório para o desenvolvimento dos animais. Ao final do cultivo os camarões atingiram peso final de 0,45 g e 12,00 g, nas fases de berçário e de engorda, respectivamente. Sendo, viável ambientalmente e economicamente cultivar camarões marinhos em águas de baixa salinidade no seminário pernambucano, com aplicação de sistemas simbiótico.

Palavras-chave: carcinicultura, simbiótico, produção animal.

ABSTRACT

The Brazilian northeast has been highlighted in the production of shrimp. Thus, it is essential to adopt new methods in the culture system in order to increase productivity and reduce the negative impacts on the culture of these organisms. Thus, the study aimed to evaluate the influence of fermentation with rice bran on zootechnical performance as well as to monitor the hydrological variables of water quality in the production of marine shrimp in oligohaline water in the semi-arid region of Pernambuco. The water quality of the shrimp culture in the nursery and grow-out phases was evaluated, as well as the zootechnical performance of the animals. The physical and chemical quality variables were satisfactory for the development of the animals. At the end of the culture, the shrimp reached a final weight of 0.45 g and 12.00 g in the nursery and fattening stages, respectively. It is environmentally and economically feasible to cultivate marine shrimp in low salinity waters in the Pernambuco seminary, with the application of symbiotic systems.

Keywords: shrimp farming, symbiotic, animal production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista panorâmica do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Bebedouro -3º CIB.....	10
Figura 2. Camarões <i>Litopenaeus vannamei</i> cultivados em sistema de simbiótico em águas oligohalinas no semiárido pernambucano.....	16
Figura 3. Crescimento (g) do camarão <i>L vannamei</i> cultivado em sistema simbiótico na fase de berçário e engorda	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variáveis físico-químicas de qualidade da água de camarão <i>Litopenaeus vannamei</i> cultivado nas fases berçário e engorda em sistema simbiótico e águas oligohalinas.....	13
Tabela 2. Valores de desempenho zootécnico do camarão <i>L. vannamei</i> cultivado em viveiro de 1000 m ² em sistema de simbiótico nas fases de berçário e engorda no Semiárido pernambucano.....	17

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO.....	1
2 . REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. AQUICULTURA NO BRASIL	3
2.2 CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO NO SEMIÁRIDO	4
2.3 SISTEMA SIMBIÓTICO	6
3. OBJETIVOS	8
3.1. OBJETIVO GERAL	8
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	9
4.1. DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO	9
4.2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS PARA O SIMBIÓTICO	10
4.3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	10
4.4. MANEJO ALIMENTAR	10
4.5. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DOS CAMARÕES	10
4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	11
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5.1. QUALIDADE DA ÁGUA	12
5.2. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO.....	14
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

1. INTRODUÇÃO

A partir da estagnação da atividade pesqueira desde a década de 80, a aquicultura tem sido responsável por um expressivo crescimento no que se refere ao fornecimento de pescado ao mercado mundial (FAO, 2020). A carcinicultura tem se colocado como uma alternativa econômica promissora e vem se intensificando devido à própria capacidade da espécie cultivada de se adaptar às condições ambientais, à expansão da área cultivada, ao uso de produtos biotecnológicos, à alta densidade de estocagem dos viveiros e à melhoria da gestão da propriedade.

A produção do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em águas interiores é realizada em vários países do mundo, sob diferentes condições de salinidade da água (FAO, 2020). No entanto, apesar da alta capacidade do camarão de se adaptar às diferentes condições ambientais, existem vários obstáculos na criação do camarão marinho na água oligohalina (0,5-3,0 g/L), como a necessidade de determinar condições iônicas ideais de água, dada a ampla variabilidade da composição de íons e salinidade entre as fazendas de produção (BOYD; THUNJAI, 2003).

A apresentação de bons resultados no cultivo do *L. vannamei* em águas com baixa salinidade vem incentivando cada vez mais a aplicação da carcinicultura na região do semiárido. Essa região apresenta grande presença de vários corpos d'água, e milhares de poços que foram construídos ou perfurados com o objetivo de minimizar os problemas sazonais causados pelas longas estiagens (SILVA, 2014)

Ao contrário do que se verifica com o cultivo de camarões marinhos em águas costeiras, existem poucos estudos sobre o papel ou os efeitos da qualidade das águas interiores no desenvolvimento do *L. vannamei*, tanto do ponto de vista fisiológico, como também nutricional (PESSÔA, 2016)

Tratando das condições iônicas da água dessas regiões semiáridas, elas apresentam níveis baixos de íons, criando um ambiente limitante para o crescimento do camarão devido à importância vital desses minerais para processos como osmoregulação, ecdisis e composição de exoesqueletos (BOYD; TUCKER, 1998; ROY et al., 2010).

Uma alternativa para auxiliar na suplementação iônica desses ambientes é a utilização de fertilizantes minerais agrícolas, onde essa técnica vem sendo utilizada para compensar a deficiência de íons na água, ajustando à concentração equivalente de água do mar (BOYD; THUNJAI, 2003), podendo proporcionar um ambiente osmoticamente mais confortável para os animais, o que influencia seu desempenho zootécnico (ROY; DAVIS, 2010; ROY et al.,

2010). Essa suplementação iônica pode estar associada ao sistema simbiótico para alcançar um bom desempenho de camarão.

Apesar de existirem poucos estudos que descrevam a utilização do sistema simbiótico na aquicultura, este sistema vem sendo utilizado em algumas fazendas comerciais, decorrente da necessidade de um sistema que apresente um maior equilíbrio e um menor aporte de carbono, aumentando assim, a possibilidade da implementação de cultivos intensivos em viveiros de maiores dimensões (KAWAHIGASHI, 2019). Dentre as características inerentes a este sistema têm-se: uma distribuição mais homogênea entre as bactérias heterotróficas e nitrificantes (possibilitando a formação de flocos bacterianos e a remoção do nitrogênio residual do sistema), a estimulação do fitoplâncton e zooplâncton (aumentando a disponibilidade de alimento natural para os animais) e a redução na carga orgânica (KAWASIGASHI, 2019). O resultado caracteriza-se por concentrações reduzidas de sólidos suspensos e uma maior estabilidade quanto aos compostos nitrogenados em comparação aos sistemas intensivos (KAWAHIGASHI, 2019).

Diante disso, o presente estudo objetivou avaliar a influência da fermentação com farelo arroz no desempenho zootécnico bem como monitorar as variáveis hidrológicas da qualidade da água na produção do camarão marinho em água oligohalina no semiárido pernambucano.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. AQUICULTURA NO BRASIL

A aquicultura vem se destacando como atividade sustentável e competitiva na produção de alimentos de excelente qualidade e alto valor biológico em todo o mundo (OECD/FAO, 2019). Essa competitividade só foi possível devido aos avanços tecnológicos, que incluem novas técnicas de criação, com custos mais acessíveis de produção e ganhos significativos na produtividade (SIQUEIRA, 2018).

O Brasil se encontra na 13ª posição do ranking mundial da produção aquícola, com uma produção atual de 580,26 mil toneladas. A produção brasileira se destaca na piscicultura continental, malacocultura e na carcinicultura, sendo a produção de camarões correspondente a 45,76 mil toneladas, com destaque para a produção obtida no nordeste brasileiro, mais especificamente nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, onde a espécie cultivada é o *L. vannamei* (FAO, 2016).

Globalmente, a produção de organismos aquáticos alcançou 178,5 milhões de toneladas em 2018, apresentando um aumento de 3,4% em comparação ao ano anterior. A aquicultura contribuiu com 82,1 milhões de toneladas de peixes, sendo responsável por fornecer 52% do pescado utilizado para o consumo humano no ano de 2018 (FAO, 2020). Nos últimos anos, o crescimento na produção de pescados está impulsionado exclusivamente pela expansão da produção aquícola, pois a pesca tem se mantido estável nas últimas décadas (SILVA, 2014). A aquicultura deverá aumentar seu aporte produtivo para em média 102,2 milhões de toneladas em 2028, resultando em um aumento de 28% (OECD/FAO, 2019). Já outras atividades responsáveis por fornecerem também proteína animal à população, como avicultura, pecuária e suinocultura apresentarão crescimentos inferiores quando comparado ao da aquicultura.

Mundialmente, 89% da produção de organismos aquáticos é destinada ao consumo humano, e essa parcela deverá continuar crescendo até 2028 (OECD/FAO, 2019). A produção mundial aquícola é liderada pela China, contribuindo com uma quantidade superior à de todos os outros países combinados (FAO, 2018). Já a América Latina e o Caribe contribuem com apenas 3,4% da produção; no entanto, há a previsão de crescimento de 12% na próxima década. Paraguai, Chile e Brasil serão responsáveis por esse crescimento, com um aumento de 30%, 21% e 17%, respectivamente, na sua produção, conforme estimativa da OECD/FAO (2019).

Para que a carcinicultura e a aquicultura no geral continuem crescendo, e principalmente, de maneira sustentável, a atividade deve prezar pelo cuidado no âmbito social,

econômico e ambiental. É indiscutível que a aquicultura incentiva a economia e atividade local, gerando emprego e crescimento; fornecendo também um alimento de qualidade e altamente nutritivo. No que diz respeito a parte ambiental deve prezar e conservar os recursos naturais, com o cuidado desde a aquisição dos insumos que são utilizados, até a entrega final do produto e tratamento do efluente gerado (AMAYA et al., 2007; TACON; METIAN, 2008; OLSEN; HASAN, 2012; FAO, 2020).

A carcinicultura brasileira tem recebido estímulo de vários fatores como o aumento do consumo doméstico; a instalação de laboratórios produtores de pós-larvas; a instalação de novas fábricas de ração e a aplicação de novas tecnologias, que possibilitam altos níveis de produtividade e um maior número de ciclos por ano (TAHIM et al., 2019).

2.2 CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO NO SEMIÁRIDO

A carcinicultura é uma atividade agropecuária de grande potencial e encontra-se consolidada no nordeste do Brasil, mas ainda enfrenta problemas que afetam seu pleno desenvolvimento e acarretam em perdas significativas, com as enfermidades representando um dos principais desafios a serem superados (BESSA JÚNIOR; HENRY-SILVA, 2018).

O camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* é a principal espécie de camarão produzida no mundo. É uma espécie tropical que, quando submetida a baixas temperaturas, pode comprometer o desempenho zootécnico (WURMANN et al., 2004). Esta espécie pode ser criada em uma ampla gama de níveis de salinidade devido ao seu alto potencial osmótico (PONCE-PALAFOX et al., 1997).

Curiosamente, a produção de *L. vannamei* em águas com baixa salinidade tornou-se uma alternativa promissora para reduzir a degradação ambiental costeira, contribuindo para o desenvolvimento da aquicultura sustentável. Além disso, o uso de água de baixa salinidade tem sido sugerido como uma possível estratégia para reduzir a incidência de doenças nas lavouras (FONSECA et al., 2009; SANTOS et al., 2009). Por outro lado, a toxicidade dos compostos de nitrogênio (ou seja, amônia, nitrito, nitrato) aumenta com a diminuição da salinidade. e isso representa um problema importante associado a baixas taxas de ingestão de alimentos, crescimento reduzido, aumento do consumo de oxigênio e até mortalidade moderada ou alta (SCHULER et al., 2010; VALENCIA-CASTAÑEDA et al., 2018).

Resultados demonstram que a carcinicultura no nordeste brasileiro encontra dificuldades que se baseiam na descapitalização, dificuldades operacionais, ausência de avaliações econômicas periódicas, falta de adaptação aos diferentes manejos empregados e as

flutuações de mercado. Todas essas causas estão ligadas intrinsecamente à formação profissional incompatível com a atividade, não contratação de consultoria especializada e/ou falta de mão de obra qualificada (DIAS, 2017).

O investimento na carcinicultura no Brasil, especialmente na região Nordeste, ampliou-se nos últimos dez anos devido às características edafoclimáticas, topográficas e hidrobiológicas que beneficia monocultivo do camarão durante o ano; aos investimentos realizados em infra-estrutura na região; e, em razão de uma queda na produção dos países com grande participação no mercado mundial (FIGUEIREDO et al., 2003).

Os impactos negativos da carcinicultura estão relacionados com técnicas de manejo inadequadas, dificuldades na gestão e regulação do setor. Embora o Brasil seja o terceiro produtor da América Latina, atualmente pesquisadores e produtores têm desenvolvido boas práticas de manejo com novas tecnologias, com o objetivo de reduzir impactos ecológicos e socioeconômicos, além de prover alimento saudável e de boa qualidade, representando a evolução tecnológica da carcinicultura brasileira (TAHIM et al., 2019).

A região Nordeste do Brasil mostra-se altamente propícia para o cultivo do camarão, em face de um vasto potencial hídrico, mão-de-obra de baixo custo, boa aceitação do produto no mercado, incentivos governamentais e perspectivas constantes de crescimento da demanda (NUNES, 1993).

Entretanto, o potencial produtivo da região Nordeste não vem sendo satisfatoriamente explorado, sendo ainda reduzido o número de empresas que atuam no setor. Os principais entraves para a expansão da atividade são a falta de mão-de-obra especializada, altos custos de produção (principalmente ração), além de elevados custos de implantação ou instalação (BEZERRA et al., 1999).

A interiorização da produção do *L. vannamei* no semiárido nordestino somada a outras iniciativas direcionadas a produção podem contribuir para o bem estar e desenvolvimento humano das comunidades dessa região, disponibilizando oportunidades de negócios, gerando emprego e renda numa região carente. Essa região apresenta condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da aquicultura, em especial da carcinicultura, além de expertise no cultivo litorâneo da espécie (JUNIOR et al., 2014).

2.3 SISTEMA SIMBIÓTICO

O uso de probióticos adicionados aos ingredientes alternativos melhora consideravelmente o coeficiente de digestibilidade, inclusive em ingredientes vegetais que não apresentam bons coeficientes quando ofertados in natura (LARA-FLORES, 2011). O desenvolvimento microbiológico acelerado durante o processo de fermentação resulta no aumento do teor de aminoácidos em amostras de materiais orgânicos fermentados. Os microrganismos utilizam carboidratos como fonte de energia e a bioconversão desses carboidratos em proteína microbiológica por meio do metabolismo intermediário pode ser a responsável pelo incremento nos teores de aminoácidos nos produtos fermentados. Além disso, mudanças em outros nutrientes e a perda de matéria seca após o processo de fermentação podem ser razões possíveis para o aumento relacionado aos aminoácidos (QIU; et al., 2017).

O consumo de probióticos é reconhecidamente benéfico aos animais aquáticos, e por isso tem sido cada vez mais utilizados na aquicultura moderna, trazendo benefícios como a melhoria na absorção nutricional e conversão alimentar, taxa de crescimento, imunidade e resistência às doenças, além de auxiliar na manutenção de uma microbiota intestinal saudável (DE MELO et al., 2015). Os probióticos também são utilizados para incrementar o valor nutricional de ingredientes vegetais através da fermentação (VAN NGUYEN et al., 2018).

O farelo de arroz é resultante do processo de descascamento e beneficiamento do arroz, e se destaca como um importante subproduto agrícola, devido ao seu valor nutricional e abundância, além de apresentar baixo custo no mercado. Por isso é utilizado na indústria de rações comerciais e fertilização orgânica. A fermentação em estado sólido é um processo biotecnológico que melhora a funcionalidade do material lignocelulósico, o que pode acarretar em maiores rendimentos e melhorar características nutricionais por meio da liberação de enzimas, ácidos orgânicos, e outros compostos bioativos, além de aumentar o coeficiente de digestibilidade (RIBEIRO, 2018). Devido ao custo baixo e composição nutricional, o farelo de arroz é largamente utilizado no processo de fertilização de viveiros, sendo usado preferencialmente na forma fermentada, pois nessa forma o farelo apresenta um maior valor nutricional e reduzidos teores de fatores antinutricionais, além de possuir maior capacidade de disponibilização de nutrientes na água (VILANI, 2011).

Comparando a composição do farelo de arroz fermentado e não fermentado, foi-se constatado que o processo de fermentação em estado sólido aumentou de maneira significativa os teores de ácidos orgânicos e atividade oxidante. A utilização do farelo de arroz como substrato fermentativo aumenta a disponibilidade de nutrientes, e consiste num processo rápido,

de baixo custo e de baixo risco, já que as quantidades de microrganismos usados no processo são reduzidas e controladas (RIBEIRO, 2018).

O custo com alimentação representa pelo menos 60% do custo produtivo, o que está relacionado principalmente com a fonte proteica utilizada nas rações comerciais. A produção de camarões deve continuar a crescer para atender a demanda mundial, o que enseja novas pesquisas em busca de fontes proteicas eficientes e de baixo custo, que possam reduzir os custos com alimentação, dando suporte à expansão da indústria carcinicultora (QIU et al., 2017).

Simbióticos constituem uma aplicação combinada dos probióticos e prebióticos baseada no princípio de oferecer uma vantagem competitiva (uma fonte de energia fermentável), melhorando a sobrevivência e a colonização de microorganismos probióticos no trato gastrointestinal e promovendo a saúde do hospedeiro (DANIELS et al., 2010; MERRIFIELD et al., 2010). A estratégia probiótica é vista do ponto de vista ecológico e mercadológico, sendo uma alternativa de viés sustentável aplicada na alimentação e controle de qualidade da água e do solo (BISWAS et al., 2019). Uma boa combinação do probiótico com um prebiótico é um pré-requisito para obter o máximo efeito benéfico do simbiótico (BOSSCHER, 2009) reduzindo a concentração de patógenos e enfermidades (SCHREZENMEIR; DE VRESE, 2001).

O uso dos probióticos na aquicultura tem a finalidade de ação de exclusão por competitividade, fazendo com que a microbiota do cultivo seja controlada pela ação probiótica, que interfere nos sistemas, diminuindo as populações de microrganismos nocivos. Essa ação de exclusão por competitividade também ocorre fisiologicamente, fazendo com que a microbiota intestinal seja favorecida para que se estabeleça e melhore os aspectos relacionados com a digestão e absorção de nutrientes (LARA-FLORES, 2011).

Na aquicultura, o uso de simbióticos não tem sido intensivamente estudado até o momento. Alguns estudos realizados evidenciaram bons resultados no uso de simbióticos. Por exemplo, um estudo realizado com pepino do mar (*Apostichopus japonicus*), demonstrou que dietas com *Bacillus subtilis* teve um efeito sinérgico, melhorando a resposta imune e a resistência frente a enfermidades (ZHANG et al., 2010). Em outro estudo realizado em salmonídeos (RODRIGUEZ-ESTRADA et al., 2009) revelou que a alimentação simbiótica produzia resultados significativamente melhores com relação à resposta imune e sobrevivência no desafio com *Vibrio anguillarum*, do que a aplicação individual do probiótico e o prebiótico. Igualmente o efeito sinérgico de prebiótico e probiótico foi comprovado por Li et al. (2009) em camarões *L. vannamei* em animais alimentados com isomalto oligossacarídeos (IMO) em

combinação com *Bacillus sp.* Obteve melhores resultados na resposta imune e na resistência frente a WSSV, comparado com camarões alimentados unicamente com IMO.

O ajuste iônico cria condições para aumentar o metabolismo e a taxa de crescimento dos microrganismos pode-se esperar o enriquecimento de sua composição nutricional, resultando na remoção de nutrientes da água e um suplemento alimentarem extra de alta qualidade para camarões. Entender o efeito de diferentes composições iônicas da água é um passo importante para permitir a ampliação do uso de viveiros intensivos com água oligohalina e, conseqüentemente, otimizar a produção comercial (PIMENTEL et al., 2022).

A utilização de probióticos aparece como uma importante alternativa para prevenção de doenças e melhorias do manejo nutricional, o que promove também melhorias zootécnicas, inclusive em sistemas de maior intensidade, como a tecnologia dos bioflocos (DE MELO et al., 2015).

O desenvolvimento de novas uma alternativa para o cultivo de camarão *L. vannamei* pode trazer de excelentes resultados, como melhorias nas taxas de crescimento, sobrevivência e conversão alimentar, além de melhorar também aspectos relacionados com a imunidade dos camarões, conseqüentemente, trazendo melhores resultados econômicos.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o desenvolvimento das fases de berçário e de engorda para cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* submetido a sistema simbiótico em águas oligohalinas.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar as variáveis físico-químicas de qualidade da água nas fases berçário e engorda do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* cultivado a sistema simbiótico em águas oligohalinas.

Avaliar o desempenho zootécnico dos camarões *Litopenaeus vannamei* nas fases berçário e engorda cultivado a sistema simbiótico em águas oligohalinas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Bebedouro da Companhia de Desenvolvimento dos Vales de São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), localizado no projeto de irrigação de Bebedouro, no município de Petrolina (PE) (Figura 1).

Figura 1. Vista panorâmica do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Bebedouro -3º CIB.



Fonte: foto tirada em 1991 e cedida por Rozzanno Figueiredo.

Foram utilizados viveiros escavados em terreno natural, com área de 1000 m², com 1,5 m de profundidade, revestidos com geomembrana de PEAD.

4.2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS PARA O SIMBIÓTICO

O fermentado simbiótico foi preparado para 250 L de água, utilizou 30 kg farelo de arroz, 100 g bicarbonato de sódio, 100 g lothar, 2,2 kg cloreto de magnésio, 8,0 g probiótico comercial e 0,6 g cloreto de potássio.

Foram realizadas aplicações diárias com fermentados para estimular o alimento natural (fito e zoo), a produtividade primária e a produção de bactérias benéficas (probiótico).

4.3. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

As variáveis físico-químicas da água: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), pH e salinidade (g/L) foram medidas diariamente, através de equipamentos eletrônicos, medidor multiparâmetro ASKO. A transparência (cm) foi aferida através do disco de Secchi.

Amostras de água de cada tanque foram coletadas quinzenalmente para as análises de alcalinidade e dureza utilizando kit calorimétricos ALPHA KIT.

4.4. MANEJO ALIMENTAR

A alimentação suplementar foi constituída de ração comercial peletizada, com 2,0 à 2,4 mm de diâmetro, contendo os seguintes níveis de garantia 13,0% umidade, 30,0% de proteína bruta, 7,5% extrato etéreo, 5,0% de fibras, 13% de matéria mineral. A dieta foi fornecida *ad libitum*, três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 16:00h). O consumo diário de alimento e os dados das biometrias forneceram informações para acompanhar as variações em comprimento (cm) e em peso (g), bem como reajustar a quantidade de alimento artificial fornecido.

4.5. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DOS CAMARÕES

Na fase de berçário e de engorda as pós larvas de *L. vannamei* foram povoados numa densidade de 55 PLs/ m² e 48 camarões/m², respectivamente.

As biometrias foram realizadas com amostras da população de viveiro para avaliar o rendimento do cultivo dos camarões submetidos aos três tratamentos, foram adotados os modelos matemáticos para as seguintes variáveis:

- a) Ganho de Peso médio (GP), expresso em gramas, através da diferença entre o peso médio final (P_f) e o inicial (P_i):

$$GP = P_f - P_i$$

b) Sobrevivência (S), expressa em percentagem através da fórmula:

$$S = 100 \cdot (N.^{\circ} \text{ inicial indivíduo} / N.^{\circ} \text{ final indivíduo})$$

c) Ganho de Biomassa (GB), obtida através da diferença entre a biomassa final (B_f) e a biomassa inicial (B_i), dada pela fórmula:

$$GB = B_f - B_i$$

d) Fator de Conversão Alimentar (FCA), resultado da razão entre a quantidade de alimento fornecido (em peso seco) e a biomassa líquida (em peso vivo), dada pela fórmula:

$$FCA = \text{Quantidade de ração fornecida} / \text{Ganho de biomassa}$$

Alguns exemplares foram capturados com uso de rede tarrafa, depois eram transferidos para baldes com água e pesadas em balança convencional (capacidade de 20 kg).

Ao final da fase de engorda os camarões foram despescados. Todos os camarões foram pesados e transferidos para caixas com gelo e água para a sensibilização e eutanásia por choque térmico.

4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores de desempenho de crescimento e qualidade de água foram analisados através de uma análise descritiva com médias e desvios padrões.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. QUALIDADE DA ÁGUA

Os fatores abióticos são extremamente importantes em todas as etapas de qualquer sistema de cultivo, se tornando um dos fatores imprescindíveis da produção.

Cada parâmetro tem o seu papel importante para contribuição do equilíbrio do meio aquático. Parâmetros físicos como: temperatura, transparência, turbidez, cor; parâmetros químicos: oxigênio dissolvido, pH, dureza, alcalinidade, nitratos, amônia e fósforo são analisados de forma rotineira para averiguação de que todos eles estejam dentro dos seus níveis ideais de acordo com a espécie cultivada.

Os resultados das variáveis de qualidade da água monitorados durante o cultivo do camarão *L. vannamei* nas fases berçário e engorda em sistema simbiótico e águas oligohalinas pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 1. Variáveis físico-químicas de qualidade da água de camarão *Litopenaeus vannamei* cultivado nas fases berçário e engorda em sistema simbiótico e águas oligohalinas.

Variáveis	Fases de cultivos		Recomendação
	Berçário	Engorda	
Temperatura (°C)	22,72 ± 0,84 (20,90 – 24,75)	25,89 ± 1,39 (23,20 – 28,70)	26 - 31
pH	8,25 ± 0,46 (6,98 – 9,18)	8,39 ± 0,47 (6,78 – 9,25)	7,2 - 8,2
Oxigênio dissolvido (mL/L)	7,73 ± 2,19 (4,30 – 12,50)	8,73 ± 2,08 (5,05 – 14,15)	4-8
Salinidade (g/L)	0,44 ± 0,02 (0,42 – 0,49)	0,39 ± 0,02 (0,36 – 0,45)	20 - 35
Transparência (cm)	33,41 ± 17,20 (10,00 – 69,00)	18,90 ± 3,33 (13 – 30)	-
Alcalinidade (mg CaCO ₂ /L)	123,00 ± 8,37 (110,00 – 130)	135,00 ± 13,69 (112,50 – 150)	140 - 180

Dureza (CaCO ₂)	90,00 ± 15,81 (70,00 – 110,00)	185,00 ± 106,07 (110,00 – 260,00)
-----------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

Embora haja um consenso quanto à importância da qualidade da água, muitos produtores ainda subestimam os impactos negativos no desempenho produtivo, na saúde dos animais e no resultado econômico dos cultivos de peixes causados por condições marginais de qualidade de água (KUBITZA, 2017).

A concentração de oxigênio na água depende de diversos fatores. A tolerância ao baixo oxigênio varia de acordo com a espécie de peixe e, com outros fatores de qualidade da água, como a temperatura e as concentrações de gás carbônico, amônia, nitrito. A exposição a baixos níveis de oxigênio prejudica o crescimento e a conversão alimentar, até mesmo em espécies tolerantes ao baixo oxigênio. O oxigênio dissolvido é essencial à sobrevivência dos peixes e a diversos processos biológicos que ocorrem nos ambientes aquáticos. Ele é o primeiro fator que limita a produção e a sobrevivência dos animais no cultivo (KUBITZA, 2017). A manutenção da temperatura adequada é importante em todas as fases da vida dos peixes, mas, nas fases iniciais o monitoramento e controle da temperatura são imprescindíveis, pois são momentos em que estes organismos estão mais vulneráveis às variações deste fator, uma vez que a temperatura exerce influência direta no metabolismo dos organismos presentes no ambiente aquático, ela acaba se tornando um dos fatores mais importantes para a piscicultura (O’GORMAN et al., 2016).

A calagem com calcário agrícola ou cal hidratada eleva a alcalinidade e a dureza da água em proporções similares. O pH (potencial hidrogeniônico), é o parâmetro que indica se a água possui uma reação ácida ou alcalina. A água neutra tem pH 7,0 e abaixo de 7,0, a água é considerada ácida. A água com pH acima de 7,0 são consideradas águas alcalinas. O pH da água dos viveiros pode ser determinado com testes colorimétricos, que são simples de usar, de boa precisão e baixo custo. Valores de pH próximos da neutralidade (entre 6,0 e 8,0) são considerados mais adequados para maioria dos peixes cultivados. Alcalinidade total representa a concentração de bases tituláveis presentes na água. A dureza total se refere à concentração de íons metálicos presentes na água. Esses dois parâmetros compõem o sistema tampão da água, que tem como principal função impedir que ocorram variações bruscas de pH da água de um viveiro ao longo do dia. A determinação da alcalinidade e da dureza total da água é bastante simples e pode ser feita pelo próprio produtor (KUBITZA, 2017). Os fatores abióticos são

extremamente importantes em todas as etapas de qualquer sistema de cultivo, se tornando um dos fatores imprescindíveis da produção. Os parâmetros físicos, químicos e biológicos precisam estar em constante harmonia com o meio aquático para garantia do sucesso produtivo.

Os produtores também podem monitorar com análises rápidas, simples e precisas a concentração de gás carbônico na água, usando testes de campo. Concentrações de gás carbônico livre abaixo de 10 mg/L são adequadas para o cultivo. Quando esse limite é superado, os produtores devem empregar práticas corretivas para reduzir a concentração de gás carbônico livre na água. Os valores de pH e de gás carbônico na água dos viveiros variam de acordo com o horário do dia, em função do balanço entre a fotossíntese e a respiração. Além disso, pode potencializar a toxidez de compostos como a amônia, o nitrito e o gás sulfídrico. Amônia, nitrito e nitrato são compostos nitrogenados que se acumulam na água e podem colocar em risco o desempenho, saúde e sobrevivência dos peixes. A susceptibilidade dos peixes à intoxicação por esses compostos varia em função da espécie, das condições de qualidade da água e da saúde dos animais, entre outros fatores (KUBITZA, 2017).

Os fatores ambientais funcionam como um dos maiores agentes estressantes para os peixes. Parâmetros de qualidade de água fora do limite de tolerância (níveis de oxigênio menores que 3 mg/L) para a espécie. A quantidade de alimento fornecida aos animais e a frequência alimentar são pontos importantes para a manutenção da boa qualidade de água. Oscilações e níveis marginais desses parâmetros de qualidade podem prejudicar o desempenho e a saúde dos peixes. Os produtores devem incluir esses parâmetros em uma rotina de análises e adotar medidas corretivas para garantir que suas variações se mantenham dentro dos limites aceitáveis pelos peixes, independente da espécie (KUBITZA, 2017).

5.2. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Ao final do período de engorda os camarões foram despescados, contados e pesados (Figura 2).



Figura 2. Camarões *Litopenaeus vannamei* cultivados em sistema de simbiótico em águas oligohalinas no semiárido pernambucano.

O desempenho zootécnico dos camarões cultivados durante a fase de berçário e engorda em viveiros em sistema de simbiótico em águas oligohalinas no semiárido pernambucano pode ser observado na Figura 3 e Tabela 2.

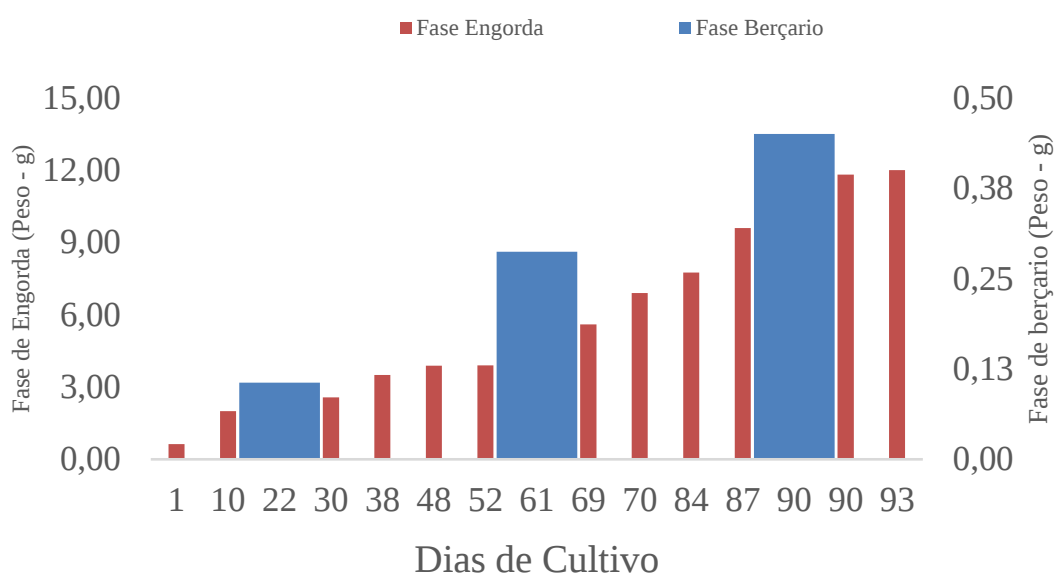


Figura 3. Crescimento (g) do camarão *L. vannamei* cultivado em sistema simbiótico na fase de berçário e engorda.

Tabela 2. Valores de desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei* cultivado em viveiros de 1000 m² em sistema de simbiótico nas fases de berçário e engorda no Semiárido pernambucano.

Dados de produção:	Fase Berçário	Fase de engorda
Peso inicial (g)	0,11	0,45
Tempo de cultivo (dias)	22,00	101,00
Peso final (g)	0,45	12,00
População inicial (n)	55.000,00	48.000,00
População final (n)	51.865,00	47.625,60
Sobrevivência (%)	94,30	99,22
Tempo de cultivo (dias)	22,00	101,00
Biomassa Inicial (g)	5705,15	21.600,00
Ganho de Peso (g)	0,34	11,55
Biomassa final (g)	23.339,25	550.075,68
Quantidade de ração ofertada (MS) (g)	12.018,30	627.792,00
Ganho de biomassa (g)	17.544,1	528.475,68
Fator de conversão alimentar (FCA)	0,68	1,19
Produção (Kg/ciclo)	23,34	550,07

A fermentação é um método efetivo de preservação e aumento da palatabilidade e atratividade de ingredientes vegetais na alimentação do camarão, além da melhoria no valor e eficiência nutricional, e potencialização das propriedades funcionais de alimentos como a soja e outros subprodutos agrícolas. A inclusão de farelos fermentados na alimentação de camarões se mostra benéfica, tanto pelo aspecto nutricional como pela presença de probióticos envolvidos na fermentação, que dão suporte à saúde dos animais e melhoram os aspectos nutricionais dos farelos vegetais (SANJUKTA; RAI, 2016).

De acordo com Silva et al. (2019), utilizando sistema simbiótico em berçário de marrares marinhos registram valores de desempenho zootécnico após 35 dias de cultivo registrando valores de 94% para sobrevivência, peso final 0,73 g, fator de conversão alimentar 1,05 e produtividade de 1,99 kg/m³.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível cultivar camarões marinhos em águas de baixa salinidade no seminário pernambucano, com aplicação de sistemas simbiótico.

A qualidade da água apresentou parâmetros satisfatório para o cultivo da espécie em sistema simbiótico e águas oligohalinas no Semiárido pernambucano.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAYA, E.; DAVIS, D. A.; ROUSE, D. B. Alternative diets for the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 262, n. 2, p. 419-425, 2007.
- BESSA JÚNIOR, A. P.; HENRY-SILVA, G. G. Zootechnical and economical evaluation of the creation of marine shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in different management strategies and densities. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.6, p.1887-1898, 2018.
- BEZERRA, F. J. dos S. et al. Nota sobre o desenvolvimento do cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931) no estado do Ceará. **Anais... XI CONBEP**, p. 654- 661. 1999.
- BISWAS, P. C.; SULTANA, S.; KABIRAJ, M.; SM, S. H. Role of probiotics in aquaculture practice of Satkhira region of Bangladesh. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 7, n. 5, p. 174–181, 2019.
- BOSSCHER, D. Fructan prebiotics derived from inulin. In: CHARALAMPOPOULOS, D.; RASTALL, R. A. (Ed.). *Prebiotics and Probiotics Science and Technology*: Springer New York, 2009. p.163-205.
- BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. BOYD, C. E.; CRAIG, S.; TUCKER. (Ed.) Kluwer Academic Publishers. (1998)
- BOYD, C. E.; THUNJAI, T. Concentrations of major ions in waters of finl and shrimp farms in China, Ecuador, Thailand, and the United States. **Journal of the World Aquaculture Society**, 34, 524– 532, 2003. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2003.tb00092.x>

DANIELS, C. L. et al. Effect of dietary *Bacillus* spp. and mannanoligosaccharides (MOS) on European lobster (*Homarus gammarus* L.) larvae growth performance, gut morphology and gut microbiota. **Aquaculture**, v. 304, n. 1-4, p. 49-57, 2010.

DIAS, J. M. Avaliação econômica da produção de camarão sob a condição de risco no Município de Acaraú – CE. **Dissertação** (Mestrado em Economia Rural) Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

DE MELO, F. P.; FERREIRA, M. G. P.; DE LIMA, J. P. V.; CORREIA, E. DE S. Cultivo do camarão marinho com bioflocos sob diferentes níveis de proteína com e sem probiótico. *Revista Caatinga*, v. 28, n. 4, p. 202–210, 1 out. 2015.

FIGUEIREDO, M. C. B. de; ROSA, M. F.; GONDIM, R S. Sustentabilidade ambiental da carcinicultura no Brasil: desafios para a pesquisa. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 34, n. 2, abr-jun. 2003.

FONSECA, S. B.; MENDES, P. D. P.; ALBERTIM, C. J. D. L.; BITTENCOURT, C.F.; SILVA, J. H. V. D. Criação de camarões marinhos em água doce em diferentes densidades de estocagem. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.44, n.10, p.1352-1358, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture**, 2016. Roma, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals**. Rome, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. FAO yearbook. **Fishery and Aquaculture Statistics 2017/FAO annuaire**. Statistiques despêches et de l'aquaculture 2017/FAO anuario. Rome, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020 - Sustainability in action**. Rome, 2020.

KAWAHIGASHI, D. Cultivos intensivos y multi-fásicos: La via para el futuro de la industria de camarón. **Cámara Nacional de Acuacultura**, págs. 5-6, 2019.

JÚNIOR, R. F. S.; PETRONIO, B. W. C. ; OLIVEIRA, J. R. ; FERREIA, D. A. ; SILVA, A. D. R. ; CASTRO, M. F. . Cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em água doce no IFPE Campus Vitória de Santo Antão - Relato de caso. **Revista ABCC**, Natal/RN, p. 44 - 46, 01 jul. 2014.

LARA-FLORES, M. The use of probiotic in aquaculture an overview. **International Research Journal of Microbiology (IRJM)**, v.2, n.12, p.471-478, 2011.

LI, J.; TAN, B.; MAI, K. Dietary probiotic *Bacillus* OJ and isomalto oligosaccharides influence the intestine microbial populations, immune responses and resistance to white spot syndrome virus in shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Aquaculture**, v. 291, n. 1-2, p. 35-40, 2009.

MERRIFIELD, D. L. et al. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. **Aquaculture**, v. 302, n. 1-2, p. 1-18, 2010.

NUNES, A. J. P. Estudo da viabilidade técnico-econômica de um cultivo da espécie *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1900, em uma área localizada no município de Pacajus, Ceará. Fortaleza: UFC, 1993.

OECD/FAO. OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028, OECD Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2019.

OLSEN, R. L.; HASAN, M. R. A limited supply of fish meal: Impact on future increases in global aquaculture production. **Trends in Food Science & Technology**, v.27, p.120-128, 2012.

PIMENTEL, O. A. L. F. et al. Assessment of different ionic adjustment strategies in low-salinity water on the growth of *Litopenaeus vannamei* and microbial community stoichiometry in a synbiotic nursery system. **Aquaculture Research**, v. 53, n. 1, p. 50-62, 2022.

PESSÔA, M. N. C. et al. Cultivo do camarão marinho, sob diferentes densidades de estocagem e alimentação, em águas oligohalinas. **Caatinga**, v.29, p.9., 2016

PONCE-PALAFOX, J.; MARTINEZ-PALACIOS, C. A.; ROSS, L. G. Os efeitos da salinidade e temperatura sobre as taxas de crescimento e sobrevivência de camarão branco juvenil, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. **Aquaculture**, v.157, n.1-2, p.107-115, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00148-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00148-8)

QIU, X.; TIAN, H.; DAVIS, D. A. Evaluation of a high protein distiller's dried grains product as a protein source in practical diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 480, n. July, p. 1–10, 2017.

RIBEIRO, A. C. Farelo de arroz fermentado: caracterização, avaliação biológica e aplicação tecnológica. **Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)** - Departamento de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, 2018.

RODRIGUEZ-ESTRADA, U., SATOH, S., HAGA, Y., FUSHIMI, H., SWEETMAN, J. Effects of single and combined supplementation of *Enterococcus faecalis*, mannanoligosaccharide and polyhydrobutyric acid on growth performance and immune response of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture Science**, v. 57, p. 609–617, 2009.

- ROY, L. A.; DAVIS, D. A. Requirements for the culture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters: water modification and nutritional strategies for improving production. In L. E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M. G. Nietolópez, D. A. Villarreal-Cavazos, & J. Gamboa-Delgado (Eds.), *Avances en nutrición acuícola X – Memorias del X simposio internacional de nutrición acuícola* (pp. 61–78). 2010.
- ROY, L. A.; DAVIS, D. A.; SAOUD, I. P.; BOYD, C. A.; PINE, H. J.; BOYD, C. E. Shrimp culture in in land low salinity waters. **Reviews in Aquaculture**, v.2, n.4, p.191-208, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2010.01036.x>
- SCHREZENMEIR DE VRESE, Probiotics, prebiotics, and synbiotics : approaching a definition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 2, p. 361-364, 2001.
- SANTOS, C. D. A.; LOURENÇO, J. A.; BAPTISTA, R. B.; IGARASHI, M. A. Growth and survival of Pacific white-shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in different salinities. **Ciênc. Anim. Bras.**, v.10, n.3, p.783-789, 2009
- SCHULER, D.J.; BOARDMAN, G.D.; KUHN, D.D.; FLICK, G.J. Acute toxicity of ammonia and nitrite to Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at low salinities. **J. World Aquac. Soc.**, v.41, n.3, p.438-446, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2010.00385.x>
- SILVA, A. P. Pesca artesanal brasileira. Aspectos conceituais, históricos, institucionais e prospectivos. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Embrapa, Palmas, n. 1, p. 32, 2014.
- SIQUEIRA, T. V. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. **Boletim regional, urbano e ambiental**, v. 25, p. 119–170, 2018.
- TACON, A. G. J.; METIAN, M. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aqua feeds: trend and future prospects. **Aquaculture**, v. 285, p.146-158, 2008.
- TAHIM, E. F.; DAMACENO, M. N.; DE ARAÚJO, I. F. Trajetória tecnológica e sustentabilidade ambiental na cadeia de produção da carcinicultura no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 1, p. 94–107, 2019.
- BESSA JÚNIOR, A. P.; HENRY-SILVA, G. G. Zootechnical and economical evaluation of the creation of marine shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in different management strategies and densities. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.6, p.1887-1898, 2018.
- VALENCIA-CASTAÑEDA, G.; FRÍAS-ESPERICUETA, M.G.; VANEGA-PÉREZ, R. C.; PÉREZ-RAMÍREZ, J. A.; CHÁVEZ-SÁNCHEZ, M. C. PÁEZ-OSUMA, F. Acute toxicity of

- ammonia, nitrite and nitrate to shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low-salinity water. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, v.101, n.2, p.229-234, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00128-018-2355-z>
- VAN NGUYEN, N.; HOANG, L.; VAN KHANH, T.; DUY HAI, P.; HUNG, L. T. Utilization of fermented soybean meal for fishmeal substitution in diets of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Aquaculture Nutrition**, v. 24, n. 3, p. 1092–1100, 2018.
- VILANI, F. G. Uso do farelo de arroz na fertilização da água em sistema de cultivo com bioflocos e seu efeito sobre o desempenho zootécnico de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei*. **Dissertação** (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- ZHANG, Q. et al. Interaction of dietary *Bacillus subtilis* and fructooligosaccharide on the growth performance, non-specific immunity of sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 29, n. 2, p. 204-211, 2010.
- WURMANN, C. G.; MADRID, R. M.; BRUGGER, A. M. Carcinicultura na América Latina: situação atual, oportunidades, desafios e estratégias para o desenvolvimento sustentável. **Aquac. Econ. Mang.**, v.8, n.3-4, p.117-141, 2004. <http://dx.doi.org/10.1080/13657300409380358>