



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
LABORATÓRIO DE CARCINICULTURA

De: Luis Otavio Brito da Silva

Orientador

Para Gelcirene de Albuquerque Costa

Coordenadora do Curso de Engenharia de Pesca

Informamos que o discente Caio Vinícius Nunes de Oliveira, portador do C.P.F 707.778.474-69 devidamente matriculado no semestre corrente, vai apresentar como trabalho de conclusão do curso o artigo científico " **Efeitos do ajuste iônico em água de baixa salinidade sobre o desempenho zootécnico do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema intensivo**" no dia 24 de março de 2023 as 16:0 horas na sala virtual <https://meet.google.com/wiv-cabj-xpn>

Recife, 14 de março de 2023



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRO-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

REQUERIMENTO DE DEFESA DO ESO

1. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: EFEITOS DO AJUSTE IÔNICO EM ÁGUA DE BAIXA SALINIDADE SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* CULTIVADO EM SISTEMA INTENSIVO”

Discente: Caio Vinícius Nunes de Oliveira

Orientador(a): Luis Otavio Brito da Silva

2. BANCA EXAMINADORA

MEMBRO TITULAR

Nome Gênisson Carneiro Silva

CPF: 095.743.694-71

Titulação: Mestrado

Instituição Universidade Federal Rural de Pernambuco

MEMBRO TITULAR

Nome Danielle Alves da Silva

CPF: 075.797.974-29

Titulação: Mestrado

Instituição Universidade Federal Rural de Pernambuco

MEMBRO SUPLENTE

Nome Priscilla Celes Maciel de Lima

CPF:096.961.084-00

Titulação: Doutor

Instituição Universidade Federal Rural de Pernambuco

3. DEFESA

DATA: 24/03/2023

HORA 14h

LOCAL: <https://meet.google.com/wiv-cabj-xpn>

Recife, 14 de março de 2023



UFRPE

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA LABORATÓRIO
DE CARCINICULTURA**

Efeitos do ajuste iônico em água de baixa salinidade sobre o desempenho zootécnico do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema intensivo.

Aluno: Caio Vinícius Nunes de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Luis Otávio Brito da Silva

Recife - 2023

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)

O48e

Oliveira, Caio Vinícius Nunes de
EFEITOS DO AJUSTE IÔNICO EM ÁGUA DE BAIXA SALINIDADE SOBRE O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO
DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* CULTIVADO EM SISTEMA INTENSIVO / Caio Vinícius Nunes
de Oliveira. - 2023.
22 f.

Orientador: Luis Otavio Brito da Silva.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Recife, 2023.

1. LITOPENAEUS VANNAMEI. 2. BIOFLOCOS. 3. CULTIVO. I. Silva, Luis Otavio Brito da, orient. II. Título

CDD

CAIO VINICIUS NUNES DE OLIVEIRA

Efeitos do ajuste iônico em água de baixa salinidade sobre o desempenho zootécnico do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema intensivo.

Artigo Científico, apresentado a Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Recife, 24 de março de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luis Otavio Brito da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Orientador)

Msc. Gênisson Carneiro Silva
Recursos Pesqueiros e Aquicultura
(Membro titular)

Msc. Danielle Alves da Silva
Recursos Pesqueiros e Aquicultura
(Membro titular)

Dr. Priscilla Celes Maciel de Lima
Recursos Pesqueiros e Aquicultura
(Membro suplente)

RESUMO

A carcinicultura hoje é um dos mais rentáveis segmentos da aquicultura e com possibilidade um crescimento ainda maior, com a utilização de novas técnicas e mais produtivos manejos de cultivo. Dentre estes, as técnicas de balanço iônico em águas de baixa salinidade para o cultivo de espécies marinhas como o *Litopenaeus vannamei*, surge como uma boa alternativa, principalmente devido a uma maior facilidade de instalação de propriedades aquícolas no interior em relação a região litorânea. Em parceria com tal técnica de ajuste iônico, a utilização de sistemas com mínima troca de água pode auxiliar no desempenho zootécnico dos organismos cultivados. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do ajuste iônico em água de baixa salinidade sobre o desempenho zootécnico do camarão marinho *L. vannamei* cultivado em sistema intensivo. O estudo teve duração de 56 dias com um delineamento experimental totalmente casualizado com quatro tratamentos e três repetições cada. Os tratamentos testados foram: AM – controle (apenas água do mar, sem ajuste iônico), DMCA (água de baixa salinidade com adição de Magnésio), PCA (água de baixa salinidade utilizando a relação Ca:Mg:K 1:3:1) e SAM (água de baixa salinidade sem adição de minerais). Os juvenis foram estocados na densidade de 300 indivíduos m⁻³, e os ajustes das concentrações de minerais na água foram realizados no início e no 15º, 30º e 45º dia de cultivo, a partir das análises iônicas. Durante o experimento os camarões foram alimentados com uma ração comercial de 35% PB, e a frequência de fornecimento foi de três vezes ao dia (8h, 11h, 16h). Foram realizadas biometrias semanais para avaliar o desempenho zootécnico dos organismos e ao final do cultivo pode destacar os resultados de peso médio (4,72 e 5,47g), TCE (16,90 e 16,16 %/dia), sobrevivência (81,48 e 68,52 %) e produtividade (1,22 e 10,7 Kg/m³) no comparativo entre o tratamento DMCA e o tratamento de água do mar, respectivamente. Ao final das análises observou-se que nos tratamentos de baixa salinidade apresentaram bons resultados.

INTRODUÇÃO

A carcinicultura é um dos principais segmentos da aquicultura, estando em terceiro no ranking das modalidades dentro da aquicultura, alcançando em 2018 um faturamento de U\$\$ 69,3 bilhões de dólares, o que corresponde a uma produção de 9,4 milhões de toneladas (FAO, 2020). Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de camarão da América do Sul, com uma produção correspondente a 1% da produção mundial (IBGE, 2016). Na produção de 2018, o Brasil atingiu a produção de 45,8 mil toneladas, apresentando um crescimento de 11,4% com relação ao ano anterior. A região nordeste foi responsável por 99,4% da produção nacional e dentre os estados com o maior índice de produção estão o Rio Grande do Norte e o Ceará, que detêm 43,2% e 28,5% respectivamente da produção nacional (IBGE, 2019).

A espécie de crustáceo mais cultivada mundialmente é o *Litopenaeus vannamei*, devido a algumas vantagens em relações as outras espécies, como por exemplo a existência de um pacote tecnológico já bem definido, elevada taxa de crescimento e fácil comercialização (FAO 2020). O *L. vannamei* é uma espécie de camarão que suporta uma ampla faixa de salinidade (0,5 – 60 g/L) (RAMIRO, 2017), contribuindo assim desde sua aclimatação até a engorda em regiões longe do mar. Apesar dessa capacidade de osmoregulação, é necessária uma concentração ideal de íons para auxiliar no desempenho do camarão em águas oligohalinas (água com salinidade entre 0,5 e 0,6 ppt). (PALHETA, 2013).

Os íons mais importantes para o cultivo de camarões em baixa salinidade são: magnésio, cálcio, potássio, sódio, cloreto, bicarbonato e sulfato (BOYD e THUNJAI, 2003). Os íons cloreto, sulfato, cálcio e principalmente o potássio e magnésio estão ligados diretamente ao processo de osmorregulação dos camarões, assim como o processo enzimático (BOYD, 2006; ROY et al., 2007). Já em relação ao crescimento e sobrevivência dos camarões podemos destacar cálcio e magnésio, pois estão diretamente ligados ao processo de ecdise (CHENG et al., 2005).

A forma de adição desses íons pode ser feita de duas formas, através da adição de fertilizantes diretamente na água ou juntamente com a ração, nessa segunda forma é utilizado um produto aglutinante para incorporar o fertilizante junto a ração.

A inserção diretamente na água deve seguir algumas precauções, quanto a forma de colocar o fertilizante, a quantidade diária recomendável e a compatibilidade com outros fertilizantes (LOPES, 1998).

Juntamente com o ajuste iônico nas águas oligohalinas para o cultivo de camarões marinhos a utilização de sistemas de mínimas trocas de água também se torna uma grande vantagem. Tal tipo de sistema possibilita o reaproveitamento da água em vários ciclos de cultivo devido a reciclagem da biomassa bacteriana presente na água além de possibilitar o aumento da densidade de estocagem e a redução da entrada e disseminação de patógenos (SAMOCHA et al., 2017).

Nesse sistema ocorre a adição de fontes de carbono, na qual irá estimular o crescimento da população microbiana, que é capaz de assimilar os compostos nitrogenados presentes na água e transformá-los em biomassa microbiana, auxiliando assim diretamente na qualidade de água. A realização dessa adição de fontes de carbono sempre segue a relação carboidrato:nitrogênio acima de 10:1 (AVNIMELECH, 2009). A biomassa microbiana produzida no sistema também age como uma fonte de suplementação alimentar, promovendo uma maior taxa de crescimento, maior peso final e redução no fator de conversão alimentar (KRUMMENAUER et al., 2014), além de estimular o sistema imune do camarão (EMERENCIANO et al., 2013).

Sendo assim, o presente trabalho avaliou o efeito do ajuste iônico em sistemas de intensivo com mínimas trocas de água em relação a qualidade de água, principalmente os compostos nitrogenados e o desempenho zootécnico dos animais cultivados.

METODOLOGIA

Delineamento experimental

O experimento foi realizado durante 56 dias no Laboratório de Carcinicultura (LACAR) localizado no Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAQ) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde foi avaliado o efeito do ajuste iônico na água sobre o desempenho zootécnico dos camarões marinhos *L. vannamei* em sistemas de mínimas trocas de água. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições cada. Os tratamentos testados foram: AM – controle (apenas água do mar, sem ajuste iônico), DMCA (água de baixa salinidade com adição de Magnésio), PCA (água de baixa salinidade utilizando a relação Ca:Mg:K 1:3:1) e SAM (água de baixa salinidade sem adição de minerais). Ao início e, 15º, 30º e 45º dia de cultivo foram realizados os ajustes das concentrações de minerais na água a partir das análises iônicas.

Os juvenis (0,4g) (Figura 1) utilizados foram inicialmente aclimatados e estocados em caixas de polietileno de 70L (60L de volume útil em uma densidade de 300 juvenis/m³, totalizando assim 18 animais por unidade experimental (U.E), os mesmos foram mantidos sob aeração constante (mangueira microporosa), todas unidades experimentais estavam cobertas com telas plásticas com sombreamento de 80%, para conter aerossóis e evitar fuga, sendo mantidas a luminosidade e fotoperíodo natural. Em todas as unidades experimentais foram colocadas biofiltros de conchas de *Anomalocardia brasiliiana*, essas conchas tem como objetivo ajudar no controle da matéria orgânica, e foram mantidas dentro de uma malha ocupando uma área de 576 cm² (28,12% da área total da U.E) e um volume de 2016 cm³ (3,36% do volume total da U.E) (Figura 2).

A água utilizada foi água do mar com salinidade de 35g/L diluída em água doce até atingir uma salinidade de 2g/L para os tratamentos em baixa salinidade, e água do mar na salinidade 35g/L para o tratamento controle. Antes do enchimento dos tanques a água foi filtrada com uma tela de 30µm e clorada a 20 mg/L (hipoclorito de cálcio com 65% de cloro ativo).



Figura 1. Juvenis utilizados no experimento de ajuste iônico em água de baixa salinidade.

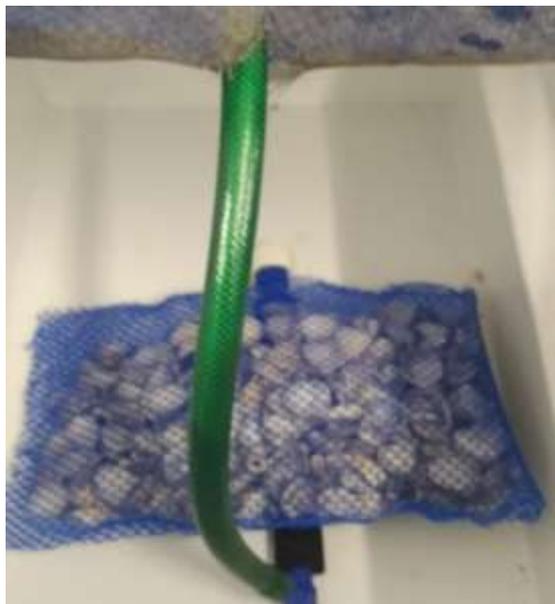


Figura 2. Filtro biológico de conchas de *Anomalocardia Brasiliiana* utilizado dentro da unidade experimental.

Análise da água

O oxigênio dissolvido, temperatura, pH, salinidade, ORP foram verificados (YSI modelo 55, Yellow Springs, Ohio, EUA), duas vezes ao dia (8 e 16h). Os sólidos sedimentáveis (cone Imhoff) três vezes por semana (Avnimelech, 2009). Por serem mais nocivos, nitrogênio da amônia total (APHA, 2012), nitrogênio do nitrito (FRIES, 1971) e alcalinidade (APHA, 2012) foram avaliados semanalmente. Enquanto que, quinzenalmente foram mensurados nitrato (APHA, 2012), ortofosfato (APHA, 2012), cálcio (APHA, 2012), magnésio (APHA, 2012), potássio (FRIES e GETROST, 1977), sódio (APHA, 2012), cloreto (APHA, 2012) e sulfatos (APHA, 2012) justamente por não serem tão nocivos ao meio.

Fertilização da água

Foram realizadas cinco fertilizações com aplicações de simbióticos a partir do uso de melaço de cana de açúcar (2 g/m^3), farelo de arroz (20 g/m^3), bicarbonato de sódio (20 g) e mix de bactérias probiótico ($0,05 \text{ g/m}^3$). Durante o cultivo esta formulação foi aplicada três vezes por semana. Antes da aplicação dos minerais na água foram realizadas análises de cátions (sódio, potássio, cálcio e magnésio) e ânions (bicarbonato, cloreto, sulfato e nitrato) para auxiliar na administração destes insumos na água. Os produtos utilizados foram o sulfato de magnésio, cloreto de potássio e o Lothar (potencializador da

nutrição animal, fonte orgânica de cálcio, magnésio e vários minerais que otimizam o desempenho zootécnico) na carcinicultura, melhora o ambiente, proporcionando equilíbrio iônico e condições físico-químicas da água, favorecendo o desenvolvimento das populações de fitoplâncton e zooplâncton no viveiro. Para tal foram consideradas duas formas de aplicação. A correção iônica foi de acordo BOYD e THUNJAI (2003); ROY et al. (2010) e BOYD (2000).

Alimentação dos camarões

Durante o experimento os camarões foram alimentados com ração comercial 35% (35% proteína bruta, 8,0% extrato etéreo, 13% umidade, 4,0% fibra bruta, 12,0% material mineral, 3,0% cálcio, 1,3% de fósforo). A quantidade de ração foi ajustada de acordo com a metodologia de Van Wyk (1999). A frequência de fornecimento foi de três vezes ao dia (8h, 11h, 16h).

Desempenho zootécnico

Semanalmente, foram realizadas biometrias para determinar o desempenho zootécnico dos camarões. Foram calculados o Ganho de biomassa (biomassa final (g) - biomassa inicial (g)); Taxa de crescimento específico (TCE) (%/dia = $100 \times (\ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial (g)}) / \text{tempo de cultivo}$); Peso médio final (biomassa final (g) / nº de indivíduos ao final do cultivo); Crescimento semanal (ganho de biomassa (g) / semanas de cultivo); Fator de conversão alimentar (FCA) (quantidade de ração ofertada / ganho de biomassa); Sobrevivência (nº de indivíduos ao final do cultivo / nº inicial de indivíduos estocados x 100) e Produtividade (biomassa final (kg) / volume da unidade experimental (m³)).

Análise estatística

Os dados amostrados foram previamente analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias pelos testes de Cochran. Para a análise estatística foi utilizada a análise de variância (ANOVA) e quando observada diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$), foi utilizado o teste de comparação de médias de Tukey ($P < 0,05$). Para os dados não paramétricos foi utilizado o teste de Friedman, e posteriormente o teste de Dunn para comparação de médias quando observado diferença significativa ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a qualidade de água, observa-se resultados entre (5,33 a 6,23 mg/L) para o oxigênio dissolvido e o potencial de oxirredução (-39,95 a - 51,18 mV), que é um processo químico em que um átomo ou molécula se oxidiza (perde elétrons) enquanto se reduz (ganha elétrons), no caso o potencial redox é a diferença de eletronegatividade entre os átomos envolvidos no processo, onde o tratamento com água marinha diferiu dos demais tratamentos para esses dois parâmetros. Com relação a temperatura (30,50 a 30,80 °C) e pH (7,77 a 7,80) não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Com relação a salinidade, tratamentos com água oligohalinas apresentaram uma média de 2,80 g/L e o tratamento controle 32,52 g/L, apresentando também diferença significativa do tratamento AM – Controle para os demais. Analisando tais parâmetros físico-químicos da água é possível afirmar que se mantiveram dentro da faixa recomendada para o cultivo de camarão marinho (Samocha et al., 2017) (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros de qualidade de água do cultivo dos juvenis de *L. vannamei* em tratamentos com e sem adição de balanço iônico.

Parâmetro	Tratamentos			
	PCA	SAM	AM	DMCA
Oxigênio dissolvido (mg/L ⁻¹)	6,23 ± 0,18 ^a	6,16 ± 0,12 ^a	5,33 ± 0,14 ^b	6,19 ± 0,16 ^a
Temperatura (°C)	30,50 ± 0,46 ^b	30,64 ± 0,27 ^{ab}	30,60 ± 0,44 ^{ab}	30,80 ± 0,39 ^a
Potencial de oxirredução (mV)	-51,18 ± 9,68 ^b	-52,86 ± 9,40 ^b	-39,95 ± 7,07 ^a	-49,69 ± 8,46 ^b
Salinidade (g/L)	2,84 ± 0,48 ^b	2,77 ± 0,26 ^b	32,52 ± 1,05 ^a	2,80 ± 0,14 ^b
pH	7,80 ± 0,14 ^a	7,77 ± 0,14 ^a	7,77 ± 0,12 ^a	7,77 ± 0,14 ^a

Os dados foram analisados pelo teste de Friedman ($\alpha < 0,05$), sendo os dados não paramétricos. seguido do teste de Dunn ($\alpha < 0,05$) quando observado diferenças.

Ao final do estudo, foram encontrados valores de 0,20 a 0,65 mg/L para nitrogênio da amônia total, onde houve diferença significativa para o tratamento AM em relação aos outros tratamentos em baixa salinidade. Para nitrogênio do nitrito, resultados entre 0,20 a 0,42 mg/L, no qual novamente o tratamento AM – Controle diferiu em relação aos demais tratamentos. Já o nitrogênio do nitrato não apresentou diferenças entre os tratamentos, obtendo valores entre 0,61 a 0,94 mg/L (tabela 2). Para ortofosfato que variou entre 19,80 a 21,32 mg/L e a alcalinidade entre 78,33 a 115,00 mg CaCO₃/L (Gráfico D e E).

Tabela 2. Parâmetros de qualidade de água do cultivo dos juvenis de *L. vannamei* em tratamentos com e sem adição de balanço iônico.

Parâmetro	Tratamentos			
	SAM	PCA	DMCA	AM
NAT (mg/L ⁻¹)	0,23 ± 0,19 ^a	0,25 ± 0,23 ^a	0,20 ± 0,13 ^a	0,65 ± 0,69 ^b
N-Nitrito (mg/L ⁻¹)	0,20 ± 0,18 ^a	0,27 ± 0,31 ^a	0,23 ± 0,23 ^a	0,42 ± 0,44 ^b
N- Nitrato (mg/L ⁻¹)	0,61 0,25 ^b	0,94 ± 0,62 ^a	0,80 ± 0,62 ^{ab}	0,74 ± 0,60 ^{ab}

* Os dados são não normais e foi utilizado a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis ($\alpha < 0,05$), seguido do teste de Dunn ($\alpha < 0,05$) quando observado diferenças.

Observando o comportamento do nitrogênio amoniacal total ao longo do cultivo, foi observado que principalmente o tratamento AM apresentou um pico no 42º dia e logo em seguida uma queda brusca nas semanas seguintes, diferente dos tratamentos em baixa salinidade que praticamente se mantiveram estáveis ao longo de todo o cultivo (Figura 3), o pico de amônia se deu por acúmulo de ração, logo após foi feita troca de água para reduzir os valores de amônia presente, o aumento do nitrito está ligado ao início do processo de nitrificação.

Em relação ao N-nitrito ocorreu um incremento no 42º em diante para o tratamento da água do mar, o que pode demonstrar o processo de nitrificação dentro do sistema, visto que nesse mesmo período do acréscimo do nitrito houve a redução da amônia (Gráfico A - C). Esses processos de controle de nitrogenados se dão pela transformação microbiana atrelada ao uso do biofiltro, que foi o responsável por manter controlada tal variável físico-química, através da conversão da amônia (nitrificação) para suas formas menos tóxicas devido ao processo de solubilização do carbono inorgânico presente nas conchas.

Gráfico A - C. Valores de nitrogênio amoniacal total (A), N-nitrito (B) e N-nitrato (C) encontrados ao longo do cultivo dos juvenis de *L. vannamei* em tratamentos com e sem adição de minerais para o balanço iônico.

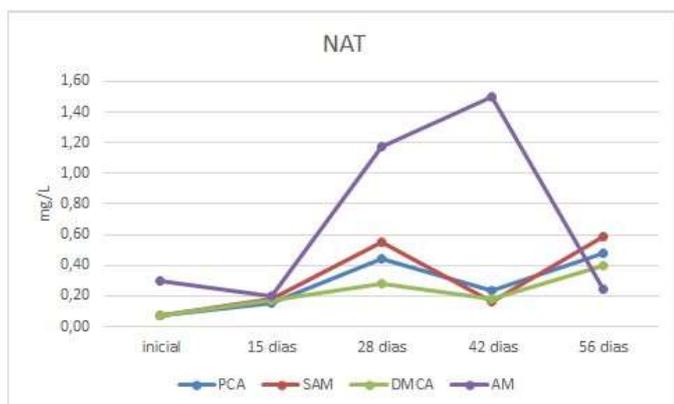


Gráfico A: Comportamento do NAT ao longo do experimento.

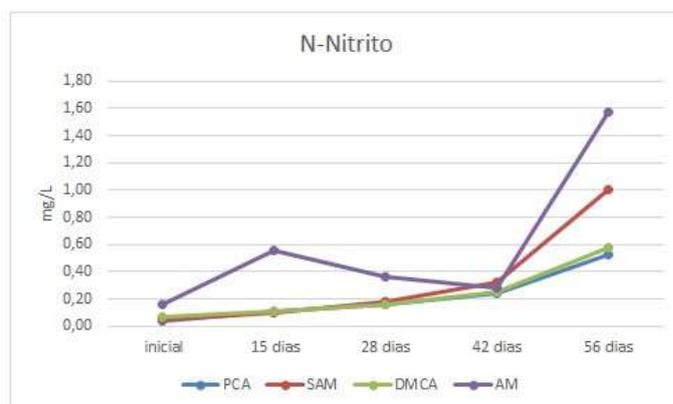


Gráfico B: Comportamento do N-Nitrito ao longo do experimento.

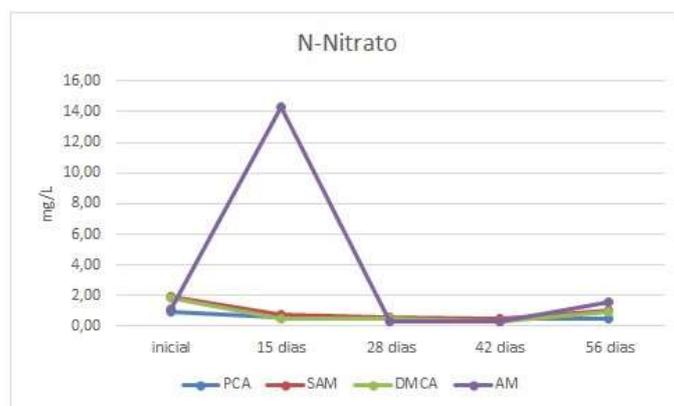


Gráfico C: Comportamento do N-Nitrato ao longo do experimento.

O ortofosfato apresentou um incremento ao longo do cultivo (Gráfico D), já a alcalinidade apresentou um declínio para o tratamento AM – Controle e para os demais um leve acríve ao longo do cultivo. O acríve da alcalinidade muito se dá por conta da presença do biofiltro, entretanto, a sua baixa se deve por conta do consumo do mesmo pelos organismos presentes no meio e também pela não reposição através de bicarbonato ou semelhantes (Gráfico E).

Em relação as variações ao longo do tempo para os compostos nitrogenados, observa-se que não foi encontrado nenhum resultado que poderia ocasionar grandes mortalidades, apesar do tratamento AM-Controlle atingir níveis de NAT e N-Nitrito que poderiam influenciar no processo de crescimento dos camarões devido ao stress ocasionado naquele período. Para as variáveis de ortofosfato e alcalinidade é possível perceber que nenhum destes parâmetros atingiu níveis críticos que pudessem afetar o desempenho zootécnico dos animais para nenhum dos tratamentos (Samocha et al., 2017).

Gráfico D - E. Valores de ortofosfato (gráfico D) e alcalinidade (gráfico E) encontrados ao longo do cultivo dos juvenis de *L. vannamei* em tratamentos com e sem adição de minerais para o balanço iônico.

A reposição dos minerais foi realizada no início, 15º e 30º dia de cultivo, onde foram aplicados os produtos em tais quantidades (Tabela 3).

Tabela 3. Produtos e suas quantidades utilizadas para a reposição dos cátions e ânions.

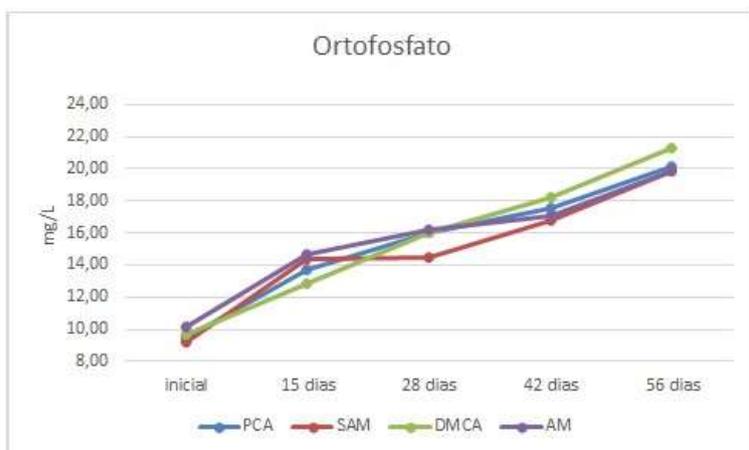


Gráfico D: Comportamento do ortofosfato ao decorrer do experimento.

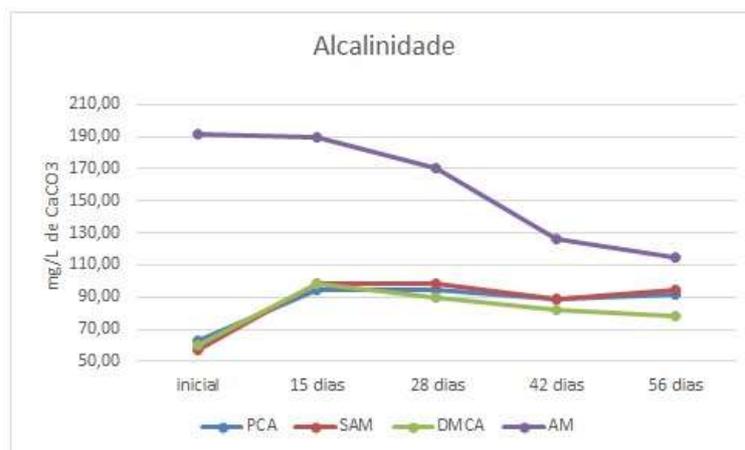


Gráfico E: Comportamento da alcalinidade ao decorrer do experimento.

Reposição Minerais				
Tratamento	Data	Sulfato Magnésio	Cloreto de Potássio	Lothar
DMCA 1	Inicial	6	0	0
DMCA 2	Inicial	6	0	0
DMCA 3	Inicial	6	0	0
PCA 1	15º dia	2,43	1,95	0
PCA 2	15º dia	3,6	3,16	0
PCA 3	15º dia	35,51	4,98	0
PCA 1	30º dia	51,27	4,07	0
PCA 2	30º dia	29,04	1,32	0
PCA 3	30º dia	56,11	2,74	0
PCA 1	45º dia	0	2,33	1,98
PCA 2	45º dia	0	1,97	0,94
PCA 3	45º dia	0	3,74	4,16

Através dessa reposição foi possível visualizar o incremento em cada cátion e ânion nas análises de água realizadas, proporcionando assim a coerência entre os diferentes métodos de cálculo do balanço iônico (Tabela 4).

Tabela 4. Valores cátions e ânions encontrados durante o período experimental.

	Análise Inicial			
	PCA	SAM	DMCA	AM
D Total (mg/L)	653,33	522,67	532,00	6666,67
Potássio	37,07	35,37	35,16	354,87
Sulfato	46,26	34,19	113,02	2459,67
Cálcio	43,20	46,40	45,33	389,33
Magnésio	132,52	98,82	109,74	1383,48
Sódio	881,54	799,91	852,15	11655,85
Dif. Mínima	10,28%	7,96%	4,25%	-
	Análise 15 Dias			
	PCA	SAM	DMCA	AM
D Total (mg/L)	660,00	754,67	694,67	-
Potássio	31,95	30,38	23,84	-
Sulfato	237,40	162,43	224,37	-
Cálcio	49,60	55,47	49,07	-
Magnésio	130,25	153,58	135,11	-
Sódio	956,63	992,54	986,01	-
Dif. Mínima	2,88%	6,30%	3,71%	-
	Análise 28 dias			
	PCA	SAM	DMCA	AM
D Total (mg/L)	756,00	696,00	690,67	-
Potássio	53,53	38,70	38,95	-
Sulfato	397,93	270,77	264,90	-
Cálcio	67,73	64,53	61,87	-
Magnésio	142,56	129,92	130,25	-
Sódio	910,92	940,30	937,04	-
Dif. Mínima	1,01%	3,51%	1,32%	-
	Análise 42 dias			

	PCA	SAM	DMCA	AM
D Total (mg/L)	1056,00	606,67	685,33	-
Potássio	58,85	29,19	34,09	-
Sulfato	434,13	261,17	222,17	-
Cálcio	62,40	52,80	54,40	-
Magnésio	218,70	114,37	134,46	-
Sódio	1044,78	907,65	1270,06	-
Dif. Mínima	6,09%	2,51%	3,97%	-
	Análise 56 dias			
	PCA	SAM	DMCA	AM
D Total (mg/L)	954,67	595,33	743,67	-
Potássio	90,72	44,20	44,31	-
Sulfato	671,00	184,57	219,50	-
Cálcio	60,80	52,27	70,40	-
Magnésio	195,05	112,43	137,70	-
Sódio	855,42	901,57	943,57	-
Dif. Mínima	2,16%	0,84%	4,81%	-

Com relação ao desempenho zootécnico, os juvenis no final do cultivo, apresentaram peso médio entre 3,79 a 5,47g (Gráfico F), havendo diferenças significativas entre os tratamentos PCA e AM (Tabela 5). O tratamento controle (AM – água do mar) apresentou o melhor resultado, entretanto sendo estatisticamente igual aos tratamentos DMCA e SAM. Apesar disso, os resultados encontrados estão dentro dos padrões de crescimento da espécie, para todos os tratamentos. Zokaeifar (2014) no 56º dia de cultivo encontrou juvenis de 2,80 a 4,00g, com média inicial de peso de 0,68g. Entretanto em tal estudo a densidade foi de 5 juvenil/L, superior ao do presente experimento. Contudo a sobrevivência apresentou resultados de 89 a 100%.

Gráficos F - I. Valores de peso médio (gráfico F), ganho de biomassa (gráfico G), biomassa final (Gráfico H) e produtividade (Gráfico I) encontrados ao longo do cultivo dos juvenis de *L. vannamei* em tratamentos com e sem adição de minerais para o balanço

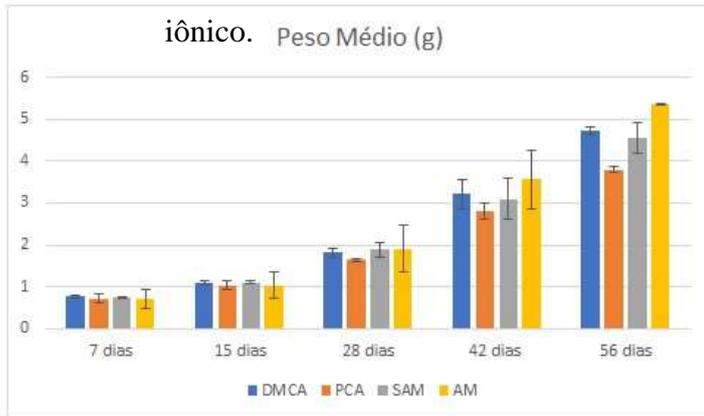


Gráfico F: Comportamento do peso médio da primeira semana de cultivo até o fim do experimento.

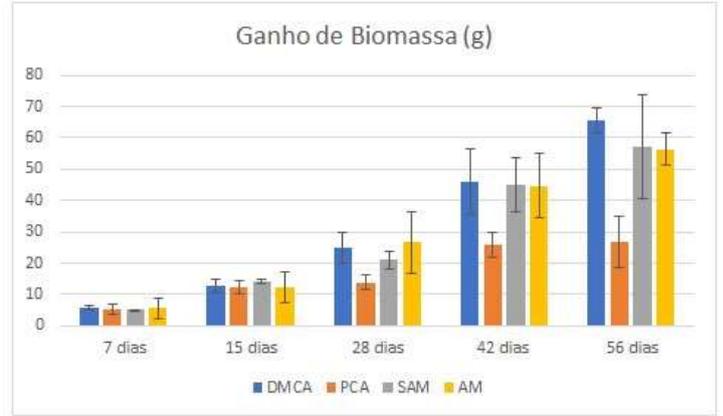


Gráfico G: Comportamento do ganho de biomassa da primeira semana de cultivo até o fim do experimento.

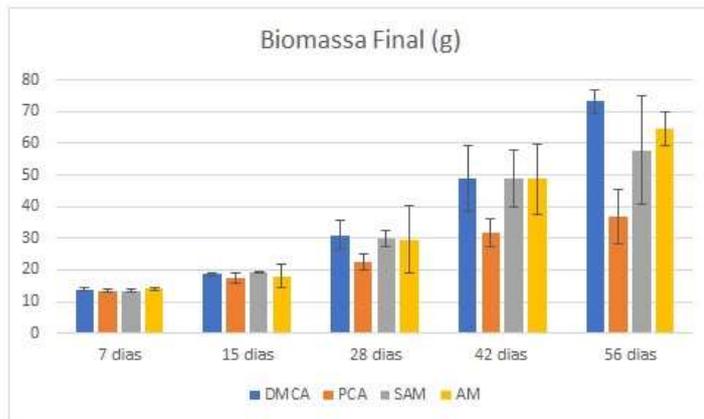


Gráfico H: Comportamento da biomassa final da primeira semana de cultivo até o fim do experimento.

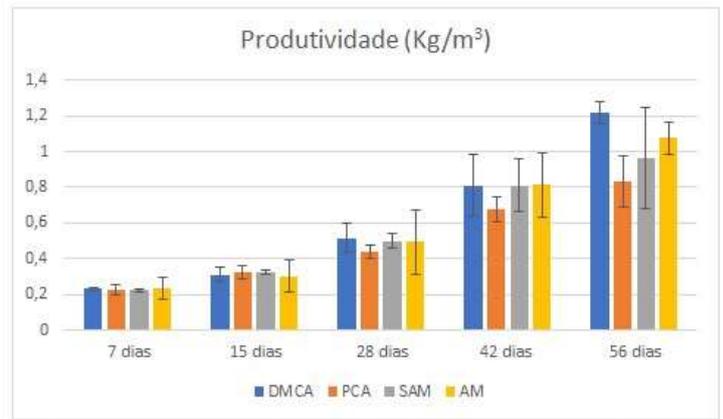


Gráfico I: Comportamento da produtividade da primeira semana de cultivo até o fim do experimento.

Em relação a sobrevivência os resultados obtidos, alguns tratamentos estão com resultados superiores aos observados por Samocha et al. (2013) que mostram valores próximos a 67% e aos resultados obtidos por Maicá et al. (2012) (22,50%) para águas oligohalinas. A autora especula que esse baixo índice de sobrevivência está diretamente ligado à altas concentrações de compostos nitrogenados que são mais tóxicos em baixa salinidade, fato esse não observado no presente estudo, devido a estratégia de fertilização adotada e o uso de biofiltro.

O FCA apresentou valores de (0.94 a 1.32), onde o tratamento AM-Controle diferiu dos demais tratamentos, entretanto de acordo com Decamp et al (2003) o FCA pode tender a apresentar valores melhores (mais baixos) com o acréscimo de salinidade. Diferente do que ocorreu até o 28º dia do cultivo onde esse parâmetro não apresentou diferença significativa, ao final do cultivo entre os tratamentos.

Em relação aos valores da taxa de crescimento específico (taxa máxima obtida para condições não limitantes) variaram de 14,91%/dia a 16,90%/dia com o tratamento

PCA diferindo dos demais, e sendo o menor resultado encontrado. A produtividade foi de 0,62 kg/m³ a 1,22 kg/m³, onde novamente o tratamento PCA diferiu dos demais, (Tabela 5).

Apesar dos cultivos tradicionais serem realizados em água marinha, ambiente natural da espécie e onde apresentam os melhores resultados com relação ao seu desempenho, no presente momento os tratamentos em águas oligohalinas (DMCA e SAM), com e sem balaço iônico, foram semelhantes em relação a água do mar.

Tabela 5. Desempenho zootécnico dos juvenis de *L. vannamei* em tratamentos com e sem adição de balanço iônico.

Parâmetro	Tratamentos			
	PCA	SAM	AM	DMCA
Peso médio (g)	3,79 ± 0,07 ^b	4,55 ± 0,37 ^{ab}	5,47 ± 0,05 ^a	4,72 ± 0,08 ^{ab}
Sobrevivência (%)	53,70 ± 0,12 ^a	70,37 ± 0,20 ^a	68,52 ± 0,06 ^a	81,48 ± 0,01 ^a
Ganho de biomassa (g)	29,42 ± 8,31 ^b	50,38 ± 16,26 ^{ab}	56,79 ± 5,26 ^a	65,67 ± 3,97 ^a
Crescimento semanal (%)	3,67 ± 1,04 ^b	6,29 ± 2,08 ^{ab}	7,09 ± 0,66 ^a	8,21 ± 0,50 ^a
Biomassa Final (g)	36,72 ± 8,47 ^b	57,87 ± 16,94 ^{ab}	64,49 ± 5,44 ^a	73,20 ± 3,73 ^a
FCA	1,32 ± 0,07 ^b	1,26 ± 0,16 ^b	0,94 ± 0,04 ^a	1,20 ± 0,05 ^b
Taxa de crescimento específico (%/dia)	14,91 ± 0,13 ^b	15,94 ± 0,68 ^{ab}	16,16 ± 0,73 ^a	16,90 ± 0,38 ^{ab}
Produtividade (Kg/m ³)	0,62 ± 0,14 ^b	0,96 ± 0,28 ^{ab}	1,07 ± 0,09 ^a	1,22 ± 0,06 ^a

* Os dados são normais e foi utilizado a análise de variância (ANOVA), seguido do teste de comparação de médias de Tukey (P < 0,05). quando observado diferenças.



Figura 4. Exemplar de *L. vannamei* obtido na biometria do 28º dia de cultivo.



Figura 5. Exemplar de *L. vannamei* obtido na biometria do 56º dia de cultivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir o estudo é possível observar que o cultivo de camarões marinhos é sim viável em baixas salinidades, o balanço iônico juntamente com a utilização de substratos artificiais de *Anomalocardia brasiliiana* e a fertilização anaeróbica e aeróbica do farelo de arroz foram suficientes para conseguir com que os camarões atingissem um

crescimento adequado em baixa salinidade. Porém, se faz necessário mais estudos relacionados a concentração iônica e relações catiônicas em água oligohalina, e a utilização de um sistema simbiótico pode auxiliar nos resultados deste estudo.

CRONOGRAMA

REFERÊNCIAS

APHA, AWWA, WEF, 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, twenty second ed. American Public Health Association, American Water Works Association and the Water Environment Federation, Washington DC., USA.

AVNIMELECH, Y. Biofloc technology: A practical guide book. 1 ed. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2009.

BOYD, C. E. 2000. Water quality, an introduction. Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts.

BOYD, C. E. Investigation of water supply and water quality issues related to inland shrimp farming in Western Alabama. Dissertation Auburn University – 2006.

BOYD, C. E.; THUNJAI. T. Concentrations of Major Ions in Waters of Inland Shrimp Farms in China, Ecuador, Thailand, and the United States. JOURNAL OF THE WORLD AQUACULTURE SOCIETY, Vol. 34, No. 4, December, 2003.

CHENG, K. M., C. Q. HU, Y. N. LIU, S.X. ZHENG Y X. J. QI. 2005. Effects of dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio on the growth and tissue mineralization of *Litopenaeus vannamei* reared in low-salinity water. Aquaculture 251(24): 472-783.

Decamp, O.; Cody, J.; Conquest, L.; Delanoy, G. and Tacon, A. G. J. 2003. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Boone) within experimental zero-water exchange culture systems. Aquaculture Research 34:345-355.
FAO. 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – The stage of world fisheries and aquaculture. Sustainability in action. Roma. 2020.

FRIES, J. Análisis de trazas. Métodos fotométricos comprobados. Darmstadt: Merck, 1971. 130p.

FRIES, J.; GETROST, H. Organic Reagents for Trace Analysis. Darmstadt: Merck, 1977. 236p

- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Pesquisa da Pecuária Municipal. GEPEC/COAGRO, 24 de setembro de 2018.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro, v. 44, 2016.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Produção da Pecuária Municipal, 2017. ISSN 0101-4234 © IBGE, 2019.
- LOPES, A. S. Manual internacional de fertilidade do solo. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.
- MAICÁ, P.F.; BORBA, M.R.; WASIELESKY, W. Effect of low salinity on microbial floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles reared in a zero-water-exchange super-intensive system. *Aquaculture Research*, 2012, 43, 361–370.
- PALHETA, G.D.A. Avaliação da qualidade da água e da sazonalidade no processo produtivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) no município de Curuçá-PA. Tese (ciência animal). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2013.
- RAMIRO, B.O. Análise Morfométrica do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* e do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Carcinicultura). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.
- ROY, L. A.; DAVIS, D. A.; SAOUD, I. P.; HENRY, R. P. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. *Aquaculture* 262 (2007) 461–469.
- SAMOCHA, T. M.; PRANGNELL, D. I.; HANSON, T. R.; TREECE, G. D.; MORRIS, T. C.; CASTRO, L. F.; STARESINIC, N.; Design and operation of super-intensive biofloc-dominated systems for indoor production of the Pacific White Shrimp. *Litopenaeus vannamei* – The Texas A&M AgriLife Research Experience. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana USA. 2017.
- SAMOCHA, T.M.; LAWRENCE.A.L.; COLLINS, C.A.; CASTILLE, F.L.; BRAY, W.A.; DAVIES, C.J.; LEE, P.G.; WOOD, G.F. Production of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in High-Density Greenhouse-Enclosed Raceways Using Low Salinity Groundwater. *Journal of Applied Aquaculture*, 08 May 2013, At: 16:17.

VAN WYK, P. Nutrition and Feeding of *Litopenaeus vannamei* in Intensive Culture Systems. IN: VAN WYK, P.; DAVIS-HODGKINS, M.; LARAMORE, R.; MAIN, K. L.; MOUNTAIN, J.; SCARPA, J. Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee. p. 125139, 1999.

Zokaeifar, Hadi, et al. "Administration of *Bacillus subtilis* strains in the rearing water enhances the water quality, growth performance, immune response, and resistance against *Vibrio harveyi* infection in juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*." *Fish & shellfish immunology* 36.1 (2014): 68-74.

Esparza-Leal, H. M.; Amaral Xavier, J. A.; Wasielesky, W. (2016) Performance of *Litopenaeus vannamei* postlarvae reared in indoor nursery tanks under biofloc conditions at different salinities and zero-water exchange. *Aquaculture International*, 24: 1435–1447. <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0001-5>

Esparza-Leal, H.M.; Ponce-Palafox, J.T.; Valenzuela-Quiñonez, W.; Beltrán, H.C.; Figueroa, J.L.A. (2009) The effect of low salinity water with diferente ionic composition on the growth and survival of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) inintensive culture, *Journal of Applied Aquaculture*, 21: 215, 227.

Esparza-Leal, H.M.; Ponce-Palafox, J.T.; Aragón-Noriega, E.A.; Arredondo-Figueroa, J.L.; García-Ulloa Gómez, M.; Valenzuela-Quiñonez, W (2010) Growth and performance of the whiteleg shrimp *Penaeus vannamei* (Boone) cultured in low-salinity water with different stocking densities and acclimation times. *Aquaculture Research*, 41: 878-883. <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0001-5>

Davis, D. A.; Boyd, C. E.; Rouse, D. B. (2005) Effects of Potassium, Magnesium and Age on Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* Post-Larvae Reared in Inland Low Salinity Well Waters in West Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society*, 36: 416–419. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00346.x>

Davis, D. A.; Saoud, I. P.; McGraw, W. J.; Rouse, D. B. (2002) Considerations for *Litopenaeus vannamei* reared in inland low salinity waters. *Avances en Nutrición Acuícola*, 6: 73–90.

Davis, D. A.; Samocha, T. M.; Boyd, C. E. (2010) Acclimating Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei* to inland low salinity waters. *Southern Regional Aquaculture Center*. n. 260.