

UTILIZAÇÃO COMPARATIVA DE ENROFLOXACINO, PROBIÓTICO (*Lactobacillus plantarum*) E PROPIONATO DE SÓDIO NA LARVICULTURA DE CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO

Marcello Mendes dos Santos Júnior³
Gabriel Fernandes Alves de Jesus¹
Esmeralda Chamorro Legarda¹
José Luiz Pedreira Mouriño⁴
Walter Quadros Seiffert²
Felipe do Nascimento Vieira²

SANTOS JÚNIOR, M. M. dos; ALVES DE JESUS, G. F.; LEGARDA, E. C.; MOURIÑO, J. L. P.; SEIFFERT, W. Q.; VIEIRA, F. do N. Utilização comparativa de enrofloxacino, probiótico (*Lactobacillus plantarum*) e propionato de sódio na larvicultura de Camarão Branco do Pacífico. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 19, n. 3, p. 131-135, jul./set. 2016.

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar métodos de controle e tratamento de bacterioses na larvicultura de *Litopenaeus vannamei*, avaliando o uso contínuo de probiótico e o uso pontual de enrofloxacino 15mg.L⁻¹ e propionato de sódio 0,5 mM.L⁻¹ nos momentos de metamorfose sobre os, parâmetros zootécnicos e microbiológicos (larvas e da água). Foram utilizadas 16 unidades de 60L, povoadas na densidade de 325 náuplios.5L⁻¹, divididos em três tratamentos: enrofloxacino, probiótico, propionato de sódio e controle. O enrofloxacino e o propionato foram ministrados em protozoa 3, misis 3 e pós-larva 4 e o probiótico foi ministrado na ração ao longo de todo o experimento. O probiótico aumentou as contagens de bactérias ácido-láticas em relação aos demais tratamentos na água de cultivo (p=0,00001) e em relação ao enrofloxacino e o propionato nas larvas (p=0,0048). A água do tratamento com probiótico apresentou menor contagem de *Vibrio* spp. que o enrofloxacino (p=0,0011) e as larvas tratadas com probiótico apresentaram menor contagem de *Vibrio* spp. que o propionato (p=0,0158). Contudo, não foi observada diferença nos índices zootécnicos avaliados. Assim, os aditivos na dose utilizada não alteram parâmetros zootécnicos da larvicultura do camarão *L. vannamei*.

PALAVRAS-CHAVE: Ácido Orgânico. Antibiótico. *Litopenaeus vannamei*. Profilaxia. Vibriose.

COMPARATIVE USE OF ENROFLOXACIN, PROBIOTIC (*Lactobacillus plantarum*) AND SODIUM PROPIONATE IN PACIFIC WHITE SHRIMP LARVAE

ABSTRACT: The purpose of this study was to assess control and treatment methods for bacterial diseases in *Litopenaeus vannamei*, evaluating the continuous use of probiotics and occasional use of 15mg-L⁻¹ enrofloxacin and 0.5-mM.L⁻¹ sodium propionate at the morphological change moments on the performance and microbiological parameters of larvae and water. A total of 16 60-L units were used, stocked with 325 nauplii/5L⁻¹, divided into three treatments and one control. Enrofloxacin and propionate were administered into protozoa 3, misis 3 and 4, and post-larvae 4, while the probiotic was administered in the feed throughout the experiment. The probiotic increased the counts of lactic acid bacteria in relation to the other treatments in the culture water (p = 0.00001) and in relation to enrofloxacin and propionate in larvae (p = 0.0048). The treatment water with probiotic had lower counts of *Vibrio* ssp. than enrofloxacin (p = 0.0011) and larvae treated with probiotic showed lower counts of *Vibrio* ssp. that propionate (p = 0.0158). However, no difference was observed in the performance indexes assessed. Thus, it can be concluded that additives in the assessed doses did not influence the performance parameters of *L. vannamei*.

KEYWORDS: Antibiotics. *Litopenaeus vannamei*. Organic Acids. Prophylaxis. Vibriosis.

UTILIZACIÓN COMPARATIVA DE ENROFLOXACINO, PROBIÓTICO (*Lactobacillus plantarum*) Y PROPIONATO DE SODIO EN LARVICULTURA DE CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo fue evaluar métodos de control y tratamiento de enfermedades bacterianas en larvicultura de *Litopenaeus vannamei*, evaluando el uso continuo de probiótico y el uso puntual de 15 mg.L⁻¹ de enrofloxacino y 0,5 mM.L⁻¹ de propionato de sodio en momentos de metamorfosis sobre los parámetros zootécnicos y microbiológicos (larvas y del agua). Se han utilizado 16 unidades de 60L, pobladas en la densidad de 325 nauplios.5L⁻¹, divididos en tres tratamientos: enrofloxacino, probiótico, propionato de sodio y control. El enrofloxacino y el propionato fueron suministrados en protozoa 3, misis 3 y postlarva 4 y el probiótico suministrado en alimento durante el transcurso del experimento. El probiótico aumentó el conteo de bacterias ácido-lácticas en correlación a los demás tratamientos en agua de cultivo (p=0,0001) y las larvas en relación al enrofloxacino y el propionato en las larvas (p=0,0048). El agua del tratamiento con probiótico

DOI: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v19i3.2016.6085>

³Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Mestrando Programa de Pós-Graduação Aquicultura e Recursos Pesqueiros, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Endereço para correspondência: marcello.mendes@live.com

⁴Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Docente no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Pesqueiros, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

presentó menor contaje de *Vibrio* spp. que el enrofloxacino ($p=0,0011$) y las larvas tratadas con probiótico presentaron menor contaje de *Vibrio* spp. que el propionato ($p=0,0158$). Sin embargo, no se ha observado diferencia en los índices zootécnicos de larvicultura de camarón *L. vannamei*.

PALABRAS CLAVE: Ácido Orgânico. Antibiótico. *Litopenaeus vannamei*. Profilaxis Vibríosis.

Introdução

Atualmente a produção mundial de camarões marinhos supera três milhões de toneladas (FAO-FISHSTAT, 2014) e praticamente todo o camarão cultivado provém da produção de larvas em laboratório. Após a fase de incubação, as larvas entre náuplio 3 e 5 são povoadas em tanques com grande coluna de água com fundo em formato de U, em sistema intensivo autotrófico, com troca de água e aeração e aquecimento constante. Até atingirem a fase de pós larva, as larvas passam pelos estágios de náuplio, protozoa 1, 2 e 3 e misis 1, 2 e 3. A despesca, dependendo da região e época do ano, acontece entre cinco e 10 dias após os animais atingirem o estágio de pós-larva (ANDREATA; BELTRAME, 2004).

Devido à sensibilização orgânica causada pelas diversas fases de metamorfose, principalmente na troca de estágios de protozoa 3/misis 1 e misis 3/pós-larva 1, as bacterioses são, de forma primária ou secundária, causadoras das maiores mortalidades na larvicultura. Dentre estas, bactérias do gênero *Vibrio* são os principais agentes patogênicos, como é o caso da Síndrome de protozoa e Síndrome de bolitas (VANDENBERGHE et al., 1999).

Os tratamentos à base de antimicrobianos sintéticos, como a tetraciclina, são eficazes, porém podem agredir o ambiente e selecionar bactérias resistentes, além de causar efeitos orgânicos adversos, tanto em animais domésticos como em humanos (SILVA, 1998). Em *Pennaeus monodon* o uso de oxitetraciclina, cloranfenicol e diversos outros antibióticos, resultou em deformidade no rosto, carapaça e cerdas (BATICADOS et al., 1990). De acordo com Soto-Rodriguez et al. (2006), doses de 20mg.L^{-1} de enrofloxacino na água de cultivo teriam efeito inibitório contra *V. campbellii*, porém apresentaram toxicidade para os estádios de protozoa 1 e 2 de *Litopenaeus vannamei* e ainda uma dose letal 50% (DL 50) com apenas um pouco mais que o dobro da dose medicamentosa.

Atualmente formas alternativas de prevenção e tratamento de bacterioses tem sido desenvolvidas, dentre elas o uso de imunostimulantes, probiótico, prebióticos, fitoterápicos, bacteriófagos e ácidos orgânicos (MINE; BOOPATHY, 2011). Entre os probióticos, destacam-se as bactérias ácido-lácticas. Estas produzem uma gama de compostos antimicrobianos, entre eles os ácidos orgânicos (MA, et al., 2009). Estudos com cepas de bactérias ácido lácticas comprovaram que seu potencial de inibição contra bactérias patogênicas se deve muito pela produção de ácidos orgânicos, principalmente os ácidos acético e láctico (VAZQUEZ et al., 2005).

Assim, o uso diretamente dos ácidos orgânicos poderia ter um efeito benéfico na larvicultura. Silva et al. (2013), avaliaram seis diferentes sais orgânicos e observaram que butirato de sódio, propionato de sódio e acetato de sódio tiveram os melhores resultados para inibição *in vitro* frente a *V. alginolyticus*, *V. harveyi* e *V. anguillarum*, com destaque para o propionato de sódio, que apresentou as menores concentrações inibitórias mínimas para todos os agentes patogênicos testados. Tais resultados sugerem que o propionato

de sódio seja um método de profilaxia e remediação contra microrganismos patogênicos e oportunistas. Adicionalmente, além de proporcionar inibição bacteriana, os probióticos, ácidos orgânicos e seus sais em camarões marinhos, podem melhorar a digestibilidade por meio do aumento ou da melhoria de ação de enzimas digestivas (ZHOU et al., 2009; Nolasco citado por SILVA et al., 2013). Podem ainda aumentar resistência ao teste de estresse por alteração de salinidade e ainda podem melhorar a condição imunológica, visto por meio do aumento da expressão gênica de profenoloxidase I e II e lisozima (LIU et al., 2010).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes mecanismos de controle e tratamento de bacterioses na larvicultura de *Litopenaeus vannamei*, avaliando o uso contínuo de probiótico e o uso pontual de enrofloxacino 15mg.L^{-1} e propionato de sódio $0,5\text{mM.L}^{-1}$ nos momentos de metamorfose sobre os parâmetros zootécnicos e microbiológicos (larvas e da água).

Material e Métodos

O experimento foi realizado no laboratório de Camarões Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina – LCM-UFSC, no período de 11 de dezembro de 2013 a 24 de dezembro de 2013.

Estabelecimento da dose do sal orgânico

Para determinar uma dose segura, foi observada a sobrevivência de larvas nos estágios de protozoa 3, misis 3 e pós-larva 7 expostas ao sal orgânico propionato de sódio¹. Cada estágio larval foi exposto por 24 horas em triplicata nas concentrações de 0; 0,1; 0,5; 1; 5 e 10mM.L^{-1} de propionato de sódio.

Foram utilizadas unidades cilindro cônicas com 1L de água marinha povoadas com 50 larvas cada, retiradas de tanques de larvicultura do LCM-UFSC, e adicionadas da microalga *Chaetoceros mulleri* na concentração de $5 \times 10^4\text{cel.mL}^{-1}$. As unidades continham aeração contínua e aquecimento constante ($28\pm 1^\circ\text{C}$). Ao longo das 24 horas do experimento, os animais foram alimentados três vezes com ração microparticulada comercial. Ao final do experimento, as larvas vivas foram contadas, calculando-se a sobrevivência final.

Delineamento experimental

Foram utilizadas 16 unidades experimentais com fundo em U com capacidade de 60L, providas de aeração e aquecimento. Cada unidade foi povoada com 19.500 náuplios 5 de *Litopenaeus vannamei* provenientes de linhagem livre de patógenos específicos (SPF, do inglês *Specified Pathogen Free*) provenientes da Aquatec Aquacultura RN, em água previamente adicionada de microalgas *Chaetoceros muelleri* na concentração $5 \times 10^4\text{cel.mL}^{-1}$. Os tratamentos consistiam em alimentação suplementada com *Lactobacillus plantarum* ($1 \times 10^7\text{UFC.mL}^{-1}$) adicionados na ração na pro-

porção de 10mL por gramo de ração, enrofloxacino 15mgL⁻¹ na água de cultivo de forma pontual (protozoa 3, misis 3 e pós-larva 4), propionato de sódio 0,5 mL⁻¹ na água de cultivo de forma pontual (protozoa 3, misis 3 e pós-larva 4) e Controle.

As larvas foram alimentadas em quantidade e qualidade pertinente a cada fase larval, com dietas comerciais microencapsuladas³. A renovação de 50% do volume de água foi feita por sifonagem, e somente a partir da fase de misis, uma vez ao dia até o término do experimento. As análises de amônia total foram feitas por meio da técnica colorimétrica de APHA (1995), aplicada nas amostras de água coletada de cada tanque experimental no dia do início do experimento e 24 horas após a aplicação dos tratamentos.

Aplicação dos tratamentos

Em volume de 10 mL.g⁻¹, o probiótico (*L. plantarum*) na concentração média de 1x10⁷ UFC.mL⁻¹, foi incubado por 24hs na ração diariamente para administração no grupo probiótico. Para os grupos enrofloxacino e propionato de sódio, as substâncias foram diluídas em água salgada e administradas nas unidades em dose referente à concentração desejada nas fases de principal metamorfose (protozoa 3 e misis 3) e de estresse de transferência para o pré-berçário (pós-larva 4).

Análise microbiológica

Em misis 1, pós-larva 1 e pós-larva 5, frações de água foram coletadas em tubo estéril para análise microbiológica em diluições de 10⁻¹ até 10⁻⁵ semeadas em meio de cultura Ágar Marine (contagem total de bactérias), Ágar Tiosulfato Citrato Bile Sacarose (TCBS, para *Vibrio* spp.) e Ágar de Man Rogosa e Sharpe (MRS, para bactérias ácido-láticas). As placas após serem semeadas foram incubadas a 30°C. Quando os animais atingiram o estágio de pós-larva 5 uma amostra de larvas foi macerada e também semeada utilizando a mesma metodologia utilizada nas amostras de água.

As colônias bacterianas crescidas em 24hs (TCBS e Marine) e 48hs (MRS) foram aferidas em unidades formadoras de colônia (UFC) e ajustadas para UFC.mL⁻¹ no caso da água do cultivo e em UFC.g⁻¹ no caso do macerado de larvas.

Teste de estresse

Para o teste de estresse foram recrutadas 50 pós-larvas cinco, por unidade, e desafiadas em salinidade 19 ppt por 30 minutos em béqueres de 1L contendo 500 mL de água, devolvidas à salinidade de 35 ppt por mais 30 minutos em béqueres de mesmo volume. Após este período, foi computada a mortalidade sobrevivência final e comprimento das larvas.

Na despesca final o volume total de larvas foi pesado, uma alíquota de 100 larvas retirada para biometria úmida e então extrapolada a quantidade total de larvas de cada unidade experimental. Um total de trinta larvas foram medidas através de estereomicroscópio⁴ com lente regulada, e ao aumento de 1x, no Laboratório de Peixe Marinho – LAPMAR

³INVE® Spitulina, lansy ZM e lansy MPL (INVE Aquaculture Inc., Salt Lake City, UT, USA)

⁴NIKON® SMZ-745

- UFSC.

Análises estatísticas

Os dados de sobrevivência foram transformados em arcoseno e os dados de contagem bacterianas transformados em Log₁₀. Todos os dados foram analisados, após as premissas de normalidade e homocedasticidade (*Levene*), por análise de variância (ANOVA), suplementadas pelo teste de *Tukey* de separação de médias, ambos ao nível de significância de 5%.

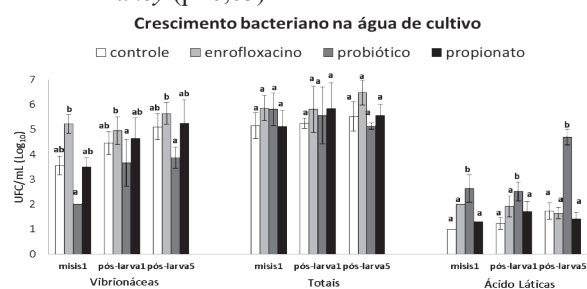
Resultados e Discussão

No teste para estabelecimento de dose do sal orgânico, a mortalidade foi significativa apenas em protozoa 3 com doses de propionato de sódio a partir de 0,5 mL⁻¹ (p=0,0110). Assim, esta foi a dosagem escolhida para a realização do ensaio posterior.

No experimento de larvicultura, os valores de oxigênio dissolvido, temperatura e amônia total mantiveram-se dentro dos parâmetros aceitáveis para a espécie durante todo o experimento (BOYD; GAUTIER, 2000).

Como ilustrado na Figura 1, as contagens de bactérias ácido láticas na água de cultivo do tratamento com probiótico foram superiores em relação aos demais tratamentos (p=0,000015). Já a contagem presuntiva de bactérias vibriônicas foi inferior na água do tratamento com probiótico quando comparada com o tratamento com enrofloxacino (p=0,011503), porém, igualado aos demais tratamentos. Como o probiótico foi fornecido diariamente, as contagens de bactérias ácido láticas na água foram possíveis, inclusive porque *L. plantarum* é aerotolerante e embora não apresente crescimento significativo, ainda consegue manter funções fisiológicas básicas (MADIGAN et al., 2004). Já o crescimento de bactérias vibriônicas elevado na água do tratamento com enrofloxacino pode ter ocorrido pela eliminação de bactérias sensíveis e, por consequência, diminuição de competição e crescimento das mais resistentes, no caso, crescimento de vibriões. Adicionalmente, o enrofloxacino pode ter interferido na comunicação bacteriana dos vibriões. Isto porque, moléculas classificadas como quinolonas são relacionadas com o mecanismo de *quorum sensing* (SOLA et al., 2012).

Figura 1: Crescimento em unidades formadoras de colônia em por mililitro (Log₁₀ UFC.mL⁻¹) de bactérias totais e vibriônicas após 24 horas e ácido láticas após 48 horas do na água da larvicultura dos tratamentos com Propionato de sódio 0,5mL⁻¹, Enrofloxacino 15mg.L⁻¹ e Probiótico 10mL.g⁻¹ de ração em três coletas de água de cultivo após as principais metamorfoses. Letras diferentes indicam diferença estatística ao teste de *Tukey* (p<0,05)



O enrofloxacino é uma droga antibiótica integrante do grupo das fluorquinolonas, capaz de interferir na síntese de DNA-girase. De acordo com Knapp et al. (2005), após exposição de 100% de luz o enrofloxacino tem meia vida no ambiente aquático de 0,8 dias, transformando-se em ciprofloxacina que degrada-se também na presença de luz. Compostos provenientes da degradação da ciprofloxacina não são bem conhecidos e difíceis de caracterizar, podendo em alguns casos serem ainda tóxicos ao ambiente (RODRIGUES-SILVA et al., 2014). Estes compostos poderiam ser semelhantes ou análogos as quinolonas do sistema de *quórum sensing*, promovendo ou facilitando o crescimento de determinado grupo bacteriano.

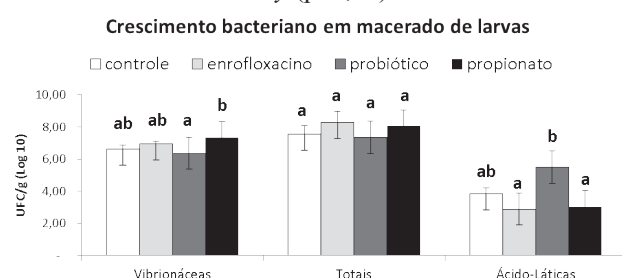
O pH da água de cultivo ficou em média, acima de 7,6, e como a ação dos sais orgânicos, no caso propionato de sódio, é diferente com a variação do pH, talvez a dose utilizada não tenha sido efetiva na inibição de crescimento bacteriano, tendo em vista que o tratamento com propionato não proporcionou uma contagem de bactérias vibriônicas menor em relação a nenhum tratamento, incluindo o controle. Em testes de inibição *in vitro*, doses de propionato de sódio quatro vezes menores foram efetivas contra *Vibrio anguillarum* ATCC 19264, *V. alginolyticus* BCCM 2068, *V. harveyi* ATCC 14126 em pH 6,2, porém, doses maiores que 0,5 mL⁻¹ são necessárias para causar efeito inibitório em pH 7,1 (SILVA et al., 2013).

Também foram observadas maiores contagens de bactérias ácido-láticas no macerado de larvas, porém, apenas em relação aos tratamentos propionato de sódio e enrofloxacino (p=0,00485). Maiores contagens de bactérias ácido-láticas proveniente do macerado de larvas no tratamento contendo probiótico condizem com o estudo feito por Vieira et al. (2010), que apresentou maiores contagens de bactérias ácido-láticas em macerado de larvas alimentadas com ração suplementada de *L. plantarum*.

No macerado de larvas tratadas com probiótico

também foi visualizado menor crescimento de vibriões, porém, apenas quando comparado às larvas tratadas com propionato (p=0,0158) (Figura 2). Contudo, o tratamento com probiótico *L. plantarum* diminuiu a concentração de vibrio no trato intestinal de *Litopenaeus vannamei* com aproximadamente 12g, de acordo com Ramirez et al. (2013), e na água de cultivo de larvicultura, como descrito por Liu et al. (2010). Em nosso estudo isso não foi visualizado, já que não houve diferença em relação ao controle.

Figura 2: Crescimento em unidades formadoras de colônia em por grama (Log₁₀ UFC.g⁻¹) de bactérias totais e vibriônicas após 24 horas e ácido láticas após 48 horas do no macerado de pós-larvas 5 tratadas com os tratamentos com Propionato de sódio 0,5mM.L⁻¹, Enrofloxacino 15mg.L⁻¹ nas principais metamorfoses e Probiótico 10mL.g⁻¹ de ração ao longo de todo cultivo. Letras diferentes indicam diferença estatística ao teste de Tukey (p<0,05)



Todos os tratamentos apresentaram contagens de vibriônicas na água superiores a 1x10⁴ UFC.mL⁻¹ (Figura 1), porém, não foi observada diferença na sobrevivência final (Tabela 1). De acordo com Mouriño et al. (2008) contagens de vibriões acima de 1x10⁴ UFC.mL⁻¹ proporcionam alterações na qualidade larval e morte larval, o que não foi observado em nosso trabalho.

Tabela 1: Parâmetros zootécnicos da larvicultura de camarões marinhos da espécie *Litopenaeus vannamei* submetida aos tratamentos propionato de sódio 0,5mM.L⁻¹, enrofloxacino 15mg.L⁻¹, probiótico 10 mL.g⁻¹ de ração e controle do estágio de náuplio 5 até pós-larva 5.

	Controle	Propionato de sódio	Probiótico	Enrofloxacino	p-valor
Sobrevivência (%)	60,19±18,14	29,13±14,34	42,80±7,92	44,41±17,90	0,1865
Teste de estresse (%)	95,00±1,00ab	94,97±2,25ab	96,05±1,63a	91,03±1,78b	0,0268
Biométrica úmida (mg)	0,59±0,09a	0,64±0,12ab	0,63±0,08ab	0,77±0,14b	0,0190
Biomassa (g)	6,83±1,72	3,89±2,17	5,16±0,47	6,30±1,59	0,2075
Tamanho da larva (mm)	5,19±0,28	5,05±0,28	5,04±0,10	5,32±0,21	0,4571

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa nas médias pelo teste Tukey (p<0,05).

Diversos outros autores demonstram as vantagens do uso de diversas cepas probióticas em larvicultura. Entre estas vantagens estão o aumento de produtividade em até 15% em relação ao controle (J-J GUO et al., 2009), melhora da produção de enzimas digestivas (CHOU et al., 2009) e diminuição da carga de vibriônicas na água (LIU et al., 2010). Contudo, neste trabalho estes resultados não foram observados.

Ao teste de estresse, o tratamento com probiótico obteve melhor índice de sobrevivência em relação ao enrofloxacino (Tabela 1), porém nenhuma diferença em relação aos outros tratamentos, inclusive o controle.

Conclusão

O uso de probiótico, enrofloxacino e propionato de sódio na dose utilizada não influencia nos parâmetros zootécnicos da larvicultura de camarão *L. vannamei* na fase de náuplio 5 a pós-larva 5.

Referências

ANDREATTA, E. R.; BELTRAE, E. Cultivo de camarões marinhos. In: POLI, C. R. et al. **Aqüicultura: Experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2004. p. 199-220.

- APHA. WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association Inc. **AWWA.**, 1995.
- BATICADOS, M. C. L. et al. Studies on the chemical control of luminous bacteria *Vibrio harveyi* and *Vibrio splendidus* isolated from diseased *Penaeus monodon* larvae and rearing water. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 9, n. 2, p. 133-139, 1990.
- BOYD, C. E.; GAUTIER, D. Effluent composition and water quality standards. **Global Aquaculture Advocate**, v. 3, p. 61-66, 2000.
- FAO. **Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service**. Disponível em: <http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/work/FIGIS/prod/webapps/figis/temp/hqp_2357363079389543281.xml&outtype=html>. Acesso em: 21 maio 2014.
- GUO, J. J. et al. Selection of probiotic bacteria for use in shrimp larviculture. **Aquaculture Research**, v. 40, n. 5, p. 609-618, 2009.
- KNAPP, C. W. et al. Fate and effects of enrofloxacin in aquatic systems under different light conditions. **Environmental Science Technology**, v. 39, n. 23, p. 9140-9146, 2005.
- LIU, K. F. et al. Effects of the probiotic, *Bacillus subtilis* E20, on the survival, development, stress tolerance, and immune status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* larvae. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 28, n. 28, p. 837-844, 2010.
- MA, C. W.; CHO, Y. S.; OH, K. H. Removal of pathogenic bacteria and nitrogens by *Lactobacillus* spp. JK-8 and JK-11. **Aquaculture**, v. 287, n. 3, p. 266-270, 2009.
- MADIGAN, M.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. **Brock biology of microorganisms**. Upper Saddle River, 2004.
- MINE, S.; BOOPATHY, R. Effect of organic acids on shrimp pathogen, *Vibrio harveyi*. **Current Microbiology**, v. 63, n. 1, p. 1-7, 2011.
- MOURIÑO, J. L. P. et al. Uso de hidróxido de cálcio no controle de vibriônicas em viveiros de cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em Santa Catarina. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 1, p. 159-162, 2008.
- RAMIREZ, N. B. et al. Dieta suplementada com prebiótico, probiótico e simbiótico no cultivo de camarões marinhos. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v. 48, n. 8, p. 913-919, 2013.
- RODRIGUES-SILVA, C. et al. Ocorrência e degradação de quinolonas por processos oxidativos avançados. **Química Nova**, v. 37, n. 5, p. 868-885, 2014.
- SILVA, B. C. et al. Salts of organic acids selection by multiple characteristics for marine shrimp nutrition. **Aquaculture**, v. 384-387, p. 104-110, 2013.
- SILVA, P. **Farmacologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1998 1314 p.
- SOLA, M. C. et al. Mecanismos de *Quorum Sensing* e sua relevância na microbiologia de alimentos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 1419-1441, 2012.
- SOTO-RODRIGUEZ, S.; ARMENTA, M.; GOMEZ-GIL, B. Effects of enrofloxacin and florfenicol on survival and bacterial population in an experimental infection with luminescent *Vibrio campbellii* in shrimp larvae of *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 255, n. 1-4, p. 48-54, 2006.
- VANDENBERGHE, J. et al. Vibrios associated with *Litopenaeus vannamei* larvae, postlarvae, broodstock, and hatchery probionts. **Applied Environmental Microbiology**, v. 65, n. 6, p. 2592-7, 1999.
- VAZQUEZ, J. A.; GONZALEZ, M. P.; MURADO, M. A. Effects of lactic acid bacteria cultures on pathogenic microbiota from fish. **Aquaculture**, v. 245, n. 245, p. 149-161, 2005.
- VIEIRA, F. N. **Seleção e utilização de bactérias probióticas na carcinicultura marinha**. 2010. 133 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- VIEIRA, F. N. et al. Effect of probiotic supplemented diet on marine shrimp survival after challenge with *Vibrio harveyi*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 3, p. 631-638, 2010.
- ZHOU, X. X.; WANG, Y. B.; LI, W. F. Effect of probiotic on larvae shrimp (*Penaeus vannamei*) based on water quality, survival rate and digestive enzyme activities. **Aquaculture**, v. 287, n. 3-4, p. 349-353, 2009.

Recebido em: 18.06.2015

Aceito em: 02.12.2016