

**EFFECTO DEL USO DE PROBIÓTICOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y  
SUPERVIVENCIA DE CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus vannamei*, EN SISTEMA  
SUPERINTENSIVO CON INVERNADERO.**

**NANCY VALERIA GARCÍA HOYOS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA  
PASTO, COLOMBIA  
2018**

**EFFECTO DEL USO DE PROBIÓTICOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y  
SUPERVIVENCIA DE CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus vannamei*, EN SISTEMA  
SUPERINTENSIVO CON INVERNADERO.**

**NANCY VALERIA GARCÍA HOYOS**

**Informe final de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero en Producción Acuícola**

**Director**

**ÁLVARO JAVIER BURGOS ARCOS**  
Zoot, M.Sc., Ph.D Biotecnología

**Codirector**

**SERGIO GUSTAVO CASTILLO VARGASMACHUCA**  
Ing, M.Sc., Ph.D Ciencias Biológico Agropecuarias.

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA  
PASTO, COLOMBIA  
2018**

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1º del Acuerdo No 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Álvaro Javier Burgos Arcos**  
**Zoot, M.Sc., Ph.D Biotecnología**  
**Director**

---

**Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca**  
**Ing, M.Sc., Ph.D Ciencias Biológico Agropecuarias**  
**Codirector**

---

**Vilma Yolanda Gómez Nieves**  
**Bióloga.**  
**Jurado delegado**

---

**Luis Evert Enríquez Benavides**  
**Ing. Producción Acuícola, MSc**  
**Jurado**

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

ALVARO JAVIER BURGOS ARCOS	Zootecnista, Esp, Phd. Profesor De La Facultad De Ciencias Pecuarias De La Universidad De Nariño.
SERGIO GUSTAVO CASTILLO VARGASMACHUCA	Ingeniero Pesquero, M.Sc., Ph.D Ciencias Biológico Agropecuarias
VILMA YOLANDA GÓMEZ NIEVES	Bióloga. Docente Universidad de Nariño
LUIS EVERT ENRIQUEZ BENAVIDES	Ingeniero En Producción Acuícola. MSc.
EULALIO ARÁMBUL MUÑOZ	Estudiante de Doctorado Ciencias Biológicas Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit
MARCO ANTONIO IMUÉS FIGUEROA	Zootecnista, Esp, Msc. Docente de La Facultad De Ciencias Pecuarias.
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Zootecnista, Esp. Secretario Académico De La Facultad De Ciencias Pecuarias De La Universidad De Nariño.
PIEDAD MEJÍA SANTACRUZ	Secretaria Del Departamento De Recursos Hidrobiológicos

A los demás profesores y funcionarios de la Universidad Autónoma de Nayarit y Universidad de Nariño, que contribuyeron para la ejecución de esta investigación y a todas las personas que de una u otra forma presentaron su apoyo.

**Dedicado a:**

Principalmente a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de este camino, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y por brindarme una experiencia de vida.

A mis padres Geovanny y Rosa Elena por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, por su confianza, amor y por haber forjado la persona que soy.

A mis hermanas Viviana y Darling por su apoyo incondicional, a mi tío Roberto y mamá Rosa por su generosidad y paciencia al haberme apoyado durante todos estos años, a mi tía Mercedes por su cariño.

A mis jurados Vilma Yolanda Gómez Nieves y Luis Evert Enríquez, mi director de tesis, Álvaro Burgos y codirector Sergio Vargasmachuca, agradezco de todo corazón las enseñanzas brindadas.

## RESUMEN

Esta investigación evaluó el efecto de tres probióticos comerciales sobre el crecimiento y supervivencia del Camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, además del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua, en un sistema híper intensivo bajo condiciones de laboratorio. El ensayo se realizó durante 98 días en las instalaciones del Laboratorio de Bioingeniería Costera de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit México.

Se emplearon 6.750 ejemplares con una longitud promedio de 0,7 cm y un peso promedio de 0,0048 g estos fueron sembrados en nueve tanques circulares recubiertos en geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE) con un volumen de 1.5 m<sup>3</sup>, asignados aleatoriamente a tres tratamientos, cada uno con tres replicas ordenados de la siguiente manera: T1= ShrimpShield® con una dosis de 0.023 g/m<sup>3</sup>, T2= Pro 4000 X® con una dosis de 0.020 g/m<sup>3</sup> y T3 =Aquacombi® con una dosis de 0.025g/m<sup>3</sup> aplicando diariamente.

Se utilizó un diseño completamente al azar con submuestreos, además, se realizó una ANOVA, pruebas de normalidad de Kolmogorov- Smirnov, prueba de Tukey, pruebas no paramétricas de kruskall Wallis. Las variables estudiadas fueron, tasa de crecimiento específica, porcentaje de supervivencia, amonio, nitritos, nitratos, pH, salinidad y oxígeno y análisis de costos.

En la variable tasa de crecimiento específica, el análisis de varianza indicó que existen diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ); evidenciándose en el T3 7.63 %g/día en comparación con el T2 7.2 %g/día; para incremento de peso el análisis de varianza también indicó diferencias estadísticas evidenciándose un peso promedio de 8.27 g para T3, comparada con 5.60 g para T2, en calidad de agua se presentaron diferencias estadísticas en oxígeno, pH, temperatura salinidad ( $p < 0,05$ ).

Los resultados señalaron que la incorporación del probiótico del tratamiento T3 (Aquacombi) mejora notablemente la tasa de crecimiento específica, incremento de peso y presenta una mejor relación de beneficio costo.

**Palabras clave:** Camarón, probióticos.

## ABSTRACT

This research evaluated the effect of three commercial probiotics on the growth and survival of White Shrimp *Litopenaeus vannamei*, in addition to the behavior of physicochemical parameters of water quality, in a hyper intensive system under laboratory conditions. The trial was carried out at the facilities of the Coastal Bioengineering Laboratory of the National School of Fisheries Engineering of the Autonomous University of Nayarit Mexico.

A total of 6,750 specimens with an average length of 0.7 cm and an average weight of 0.0048 g were used. They were planted in nine circular tanks covered in high density polyethylene (HDPE) geomembrane with a volume of 1.5 m<sup>3</sup>, randomly assigned to three treatments, each with three replicates ordered as follows: T1 = ShrimpShield® with a dose of 0.023 g / m<sup>3</sup>, T2 = Pro 4000 X® with a dose of 0.020 g / m<sup>3</sup> and T3 = Aquacombi® with a dose of 0.025g / m<sup>3</sup> applied daily.

A completely randomized design with subsampling was used, in addition, an ANOVA was performed, Kolmogorov-Smirnov normality tests, Tukey test, nonparametric tests of Kruskal Wallis. The variables studied were: specific growth rate, survival percentage, ammonium, nitrites, nitrates, pH, salinity and oxygen and cost analysis.

In the variables specific growth rate and weight increase, the analysis of variance indicated that there are statistical differences ( $p < 0.05$ ); evidencing in T3 7.63% g / day compared to T2 7.2% g / day; for weight increase, it was 8.27 g for T3, compared with 5.60 g for T2, as statistical differences in oxygen, pH, and salinity were observed as water.

The results indicated that the incorporation of the T3 treatment probiotic (Aquacombi) markedly improves the specific growth rate, increases in weight and presents a better benefit-cost ratio.

**Keywords:** Shrimp, probiotics.

## CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN .....	18
2. OBJETIVOS.....	20
2.1.OBJETIVO GENERAL.....	20
2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
3. MARCO REFERENCIAL .....	21
3.1.BIOLOGÍA DE LA ESPECIE.....	21
3.1.1. Clasificación taxonómica.....	21
3.2.CICLO DE VIDA .....	22
3.2.1. Reproducción .....	22
3.2.2. Hábitat.....	22
3.2.3. Estadios larvales. ....	23
3.2.4. Levantamiento larvario .....	24
3.2.5. La alimentación larval.....	25
3.2.6. Nutrición .....	25
3.3.CULTIVO DE CAMARÓN.....	35
3.3.1. Sistemas de cultivo. ....	35
3.3.2. Alimentación.....	36
3.4.NUEVAS TECNOLOGÍAS.....	37
3.4.1. Biofloc.....	37
3.4.2. Sistema heterotrófico .....	37
3.5.PROBIÓTICOS.....	38
3.5.1. Definición de probióticos. ....	38
3.5.3. Mecanismos de acción de los probióticos .....	39
3.5.4. Estrategias de inmunomodulación e inmunoestimulación del camarón .....	41
3.5.5. Los probióticos como alternativa para mejorar la producción.....	42
3.6.PROBIÓTICOS A UTILIZAR .....	45
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	46
4.1.LOCALIZACIÓN .....	46

4.2. INSTALACIONES .....	46
4.3. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.....	47
4.3.1. Materiales.....	47
4.3.2. Equipos .....	48
4.3.3. Insumos.....	48
4.4. MATERIAL BIOLÓGICO.....	48
4.5. PERIODO DE ESTUDIO .....	48
4.6. PLAN DE MANEJO .....	48
4.6.1. Adecuación de instalaciones .....	48
4.6.2. Llenado de los tanques. ....	49
4.6.3. Adecuación de las unidades experimentales. ....	49
4.6.4. Sistema de aireación.....	49
4.6.5. Sistema de sifoneo.....	49
4.6.6. Suministro del probiótico. ....	49
4.6.7. Siembra de post-larvas en las unidades experimentales. ....	49
4.6.8. Alimentación.....	50
4.6.9. Análisis en fresco. ....	52
4.6.10. Parámetros biométricos .....	52
4.6.11. Muestreos de calidad de agua. ....	53
4.6.12. Análisis parcial de costos.....	53
4.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	53
4.7.1. Tratamientos.. ....	53
4.7.2. Diseño Experimental. ....	53
4.7.3. Formulación De Hipótesis. ....	54
4.7.4. Análisis Estadístico.. ....	54
4.7.5. Variables A Evaluar.....	54
5. RESULTADOS .....	57
5.1. INCREMENTO DE PESO.....	57
5.2. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICA.....	57
5.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	58
5.4. SUPERVIVENCIA .....	58
5.5. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA .....	59
5.5.1. Amonio .....	59

5.5.2. Nitritos .....	60
5.5.3. Nitratos .....	60
5.5.5. Oxígeno.....	61
5.5.6. pH .....	62
5.5.7. Salinidad.....	62
5.5.8. Análisis de costos. ....	63
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65
6.1. INCREMENTO DE PESO.....	65
6.2. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICA .....	66
6.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA .....	68
6.4. SUPERVIVENCIA .....	69
6.8. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS. ....	70
6.9. AMONIO .....	71
6.10. NITRITOS.....	71
6.11. NITRATOS .....	72
6.12. TEMPERATURA .....	72
6.13. OXÍGENO.....	73
6.14. pH.....	74
6.15. SALINIDAD .....	74
6.16. ANÁLISIS DE COSTOS .....	75
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
7.1. CONCLUSIONES .....	76
7.2. RECOMENDACIONES .....	77
8. BIBLIOGRAFIA.....	78
ANEXOS .....	90

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) .....	21
Figura 2 .Ciclo de vida del camarón.....	23
Figura 3. Post-larva de <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	24
Figura 4. Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera .....	46
Figura 5. Laboratorio de Bioingeniería.....	46
Figura 6. Tanques circulares pequeños.....	47
Figura 7. Prueba anti estrés.....	50
Figura 8. Conteo de larvas.....	50
Figura 9. Siembra de postlarvas .....	50
Figura 10. Alimentación en comederos.....	51
Figura 11. Análisis en fresco.....	52
Figura 12. Biometría de animales. ....	52
Figura 13. Toma de parametros de calidad de agua .....	53
Figura 14. Amonio Semanal por tratamiento .....	60
Figura 15 .Nitritos semanales por tratamiento .....	60
Figura 16 .Nitratos semanales por tratamiento .....	61
Figura 17 .Temperatura semanal por tratamiento.....	61
Figura 18. Oxigeno semanal por tratamiento .....	62
Figura 19 .pH semanal por tratamientos .....	62
Figura 20. Salinidad semanal por tratamiento .....	63
Figura 21. Incremento de peso por tratamiento .....	65
Figura 22. TEC por tratamiento.....	67
Figura 23. FCA por tratamiento.....	69
Figura 25. Relación costo-beneficio.....	75

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Influencia del pH en el camarón (Boyd, 2001) .....	31
Tabla 2. Rangos óptimos de la calidad de agua en cultivo de Camarón. ....	34
Tabla 3. Tasa de alimentación y porcentaje de proteína según la fase .....	51
Tabla 4. Perfil nutricional del alimento Malta Cleyton .....	51
Tabla 5. Incremento de peso .....	57
Tabla 6. Promedios de TEC por tratamiento.....	57
Tabla 7. Promedios de FCA por tratamiento.....	58
Tabla 8. Porcentaje de supervivencia por tratamiento .....	58
Tabla 9. Media y desviación estándar de variables de calidad de agua .....	59
Tabla 10. Costos parciales .....	63
Tabla 11. Relación beneficio costo .....	64

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Diferencias de los probióticos .....	45

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	91
Anexo B. Prueba de contraste de Tukey para incremento de peso.....	91
Anexo C. Prueba de contraste de Tukey para TEC.....	92
Anexo D. Prueba no paramétrica para FCA.....	92
Anexo E. Prueba normalidad para calidad de agua.....	93
Anexo F. Prueba de homogeneidad de varianzas de amonio.....	93
Anexo G. Prueba no paramétrica para nitritos y nitratos.....	93
Anexo H. Prueba no paramétrica para temperatura y oxígeno.....	94
Anexo I. Prueba de normalidad para salinidad y pH.....	94
Anexo J. Prueba no paramétrica para salinidad y pH.....	96
Anexo K. Datos promedio de Calidad de agua.....	96
Anexo L. Datos promedio de temperatura y oxígeno.....	97
Anexo M. Datos promedio de salinidad y pH.....	97

## GLOSARIO

**CAMARÓN:** crustáceo marino decápodo de pequeño tamaño, muy parecido a la gamba, pero de cuerpo comprimido lateralmente y antenas muy largas; hay varias especies, generalmente de color casi transparente; abunda en el Atlántico, el Mediterráneo y el Pacífico; su carne es comestible y muy apreciada.

**PROBIÓTICO:** suplemento microbiano formado por un cultivo simple o mixto de microorganismos seleccionados que al adicionarlo al agua o alimento, disminuye la presencia de patógenos.

**HEPATOPÁNCREAS:** es un órgano del aparato digestivo de artrópodos y moluscos. Realiza las mismas funciones que en los mamíferos realizan el páncreas y el hígado.

**DENSIDAD DE SIEMBRA:** la densidad se refiere al número de individuos de una especie que existe por unidad de área.

**INVERNADERO:** recinto cerrado, cubierto y acondicionado para mantener una temperatura regular que proteja el cultivo de las inclemencias extremas propias del tiempo invernal, como frío intenso, heladas, viento, etc.

**GEOMEMBRANA:** es un polímero termoplástico obtenido por polimerización del etileno que tiene como características: gran capacidad para engorde de peces de cualquier especie, fácil limpieza, desinfección y eliminación de sólidos.



## 1. INTRODUCCIÓN

La camaronicultura es una de las actividades acuícolas de mayor crecimiento a nivel mundial, reportándose la existencia de granjas camaroneras en más de 50 países, aunque la mayor producción en los últimos veinte años está centrada en 12 países entre el sudeste de Asia y América Latina<sup>1</sup>.

Según la FAO<sup>2</sup> los camarones se producen principalmente en países en desarrollo, y parte de la producción se destina al comercio internacional. No obstante, la creciente demanda interna en estos países, conforme mejoran las condiciones económicas, está haciendo que se reduzcan las exportaciones; sumado a lo anterior, esta actividad representa para los productores altos ingresos por Kg de producto, así mismo su alto valor nutricional en la alimentación humana es bien reconocido en todos los mercados del mundo, lo que convierte a esta actividad atractivamente rentable.

Actualmente, el cultivo de camarón en México es uno de los sistemas más tecnificados. El consumo de pescados y mariscos mantiene un crecimiento constante y la demanda no es totalmente abastecida (Norzagaray y cols; Ferreira y cols). Por esta razón, el desarrollo de nuevas alternativas para la producción intensiva y superintensivas de camarón cobra un alto grado de importancia, donde, la ausencia de aguas residuales, la reducción de espacio utilizado y la disminución de la introducción de enfermedades infecciosas son el criterio central para la justificación del desarrollo de los cultivos intensivos (Crab y cols)<sup>3</sup>.

Un factor limitante para el desarrollo de la producción acuícola es la aparición de enfermedades infecciosas, como resultado de la incidencia de bacterias, hongos y virus, asociadas con el aumento en las densidades y deficiencias en los métodos de manejo de los cultivos. Esto, ha hecho necesario el empleo de antibióticos para controlar el riesgo de infecciones por bacterias. Sin embargo, el uso de estos compuestos en el cultivo de camarón puede inducir el desarrollo de bacterias resistentes a diversos antimicrobianos, que incluso pueden llegar a afectar la salud del consumidor<sup>4</sup>.

Para mejorar la calidad de la producción acuícola se precisó el uso de inmunoestimulantes, potenciadores inmunológicos y de probióticos. Los probióticos presentan mecanismos de acción diversos, ya sea aumentando el valor nutricional

---

<sup>1</sup> Kim, S; y ABELE, G. Importancia del camarón en América. Ecuador.

<sup>2</sup> FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma., p. 78. Disponible en la web URL: <<http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>>.

<sup>3</sup> LARA-ESPINOZA, Claudia Lizeth, et al. Desarrollo de camarón *Litopenaeus vannamei* en un sistema de cultivo intensivo con biofloc y nulo recambio de agua. *Revista AquaTIC*, 2016, no 43, p. 1-13.

<sup>4</sup> VERA MORALES, MARCOS XAVIER. *Efectos de una combinación del probiótico *Pediococcus acidilactici* con vitaminas y antioxidantes en el crecimiento y supervivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei**. 2014. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil; Facultad de Ciencias Naturales.

del alimento y modificando la comunidad microbiana para incrementar la respuesta inmune del hospedero a las enfermedades o a su ambiente. La mayoría de los probióticos que se han propuesto para uso en la acuicultura pertenecen al grupo de las bacterias ácido-lácticas y a los géneros *Vibrio*, *Bacillus* y *Pseudomonas*, además de levaduras (Balcázar)<sup>5</sup>.

El presente trabajo tiene como finalidad evaluar el efecto de diferentes probióticos sobre el crecimiento y supervivencia del camarón blanco *L. vannamei*, en un sistema hiper-intensivo bajo condiciones de laboratorio. En ese sentido se pretende comparar un producto de resultados satisfactorios conocidos, como testigo frente a nuevos probióticos disponibles en el mercado y de cuyos beneficios se desconoce su dimensión y evaluación, así mismo se medirá sus efectos en los parámetros físico-químicos de calidad del agua.

---

<sup>5</sup> Ibid.p.1.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1.OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de tres probióticos sobre el crecimiento y supervivencia del camarón blanco *L. vannamei*, en un sistema híper-intensivo en tanques circulares.

### 2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de tres probióticos sobre la tasa de crecimiento, la tasa de crecimiento específica, el factor de conversión alimenticia y la supervivencia de *L. vannamei* en un sistema híper-intensivo.
- Medir las variables de calidad de agua amonio, nitritos, nitratos, pH, salinidad y oxígeno en cada tratamiento.
- Realizar un análisis parcial de costos.

### 3. MARCO REFERENCIAL

#### 3.1. BIOLOGÍA DE LA ESPECIE

**3.1.1. Clasificación taxonómica.** Los camarones taxonómicamente se ubican en el Phylum Artrópoda por poseer patas articuladas, dentro de la clase crustácea por que tienen caparazón externo o exoesqueleto y al orden Decápoda porque tienen cinco pares de patas caminadoras. La clasificación de los camarones *Peneidos* americanos la realizó el especialista Burkenroad, citado por Fabricio<sup>6</sup>.

Phylum	Artrópoda
Clase	Crustácea
Subclase	Malacostrácea
Serie	Eumalostraca
Suborden	Eucarida
Orden	Decapada
Suborden	Natantia
Sección	Penaeidae
Familia	Penaeidae
Subfamilia	Penaeidae
Género	<i>Litopenaeus</i> <sup>7</sup> .

**Figura 1. Camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)**



---

<sup>6</sup> FABRICIO, B. Los *peneidos* en la acuicultura semi-intensiva. México: departamento de investigaciones del litoral, 2000 (citado el 05 de Octubre del 2017). Disponible en internet URL: <[www.Investigacionesporautorwikipediacuicultura.com](http://www.Investigacionesporautorwikipediacuicultura.com)>.

<sup>7</sup> Ibid.p.10.

## 3.2. CICLO DE VIDA

El ciclo de vida del camarón (Figura 2) puede ser dividido en dos fases: la Marina y la estuarina. La reproducción del camarón comienza en aguas alejadas de la costa, cuando el macho deposita en la hembra un paquete de esperma que fertiliza los huevos a medida que son puestos. Las hembras grávidas son reconocidas fácilmente por sus ovarios verdes, visibles a través del caparazón (Van Olst y Carlberg)<sup>8</sup>.

### 3.2.1. Reproducción. Morales afirma que:

Las hembras son sexualmente inmaduras cuando salen de los estuarios, estas no madurarán hasta que lleguen a los campos de apareamiento, los cuales se encuentran lejos de la costa a profundidades de 12 a 18 metros. Los machos por naturaleza maduran antes que las hembras. Para que ocurra el apareamiento, la hembra debe haber mudado y encontrarse en un estado característico, con el carapacho o exoesqueleto blando. Por otro lado el macho debe tener su exoesqueleto duro. El desove tiene lugar en la temporada cálida, el número de huevos por desove fluctúa entre los 200000 a 500000<sup>9</sup>.

Existe evidencia de que las hembras desovan más de una vez. La vida normal del camarón es de 12 meses aproximadamente, pero algunos llegan a los dos años<sup>10</sup>.

**3.2.2. Hábitat.** La FAO<sup>11</sup> manifiesta que “el camarón blanco es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora, México al Norte, hacia Centro y Sudamérica hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año. Esta especie se encuentra en hábitats marinos tropicales. Los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que la postlarva migra a las costas a pasar la etapa juvenil, la etapa adolescente y pre adulta en estuarios, lagunas costeras y manglares”.

---

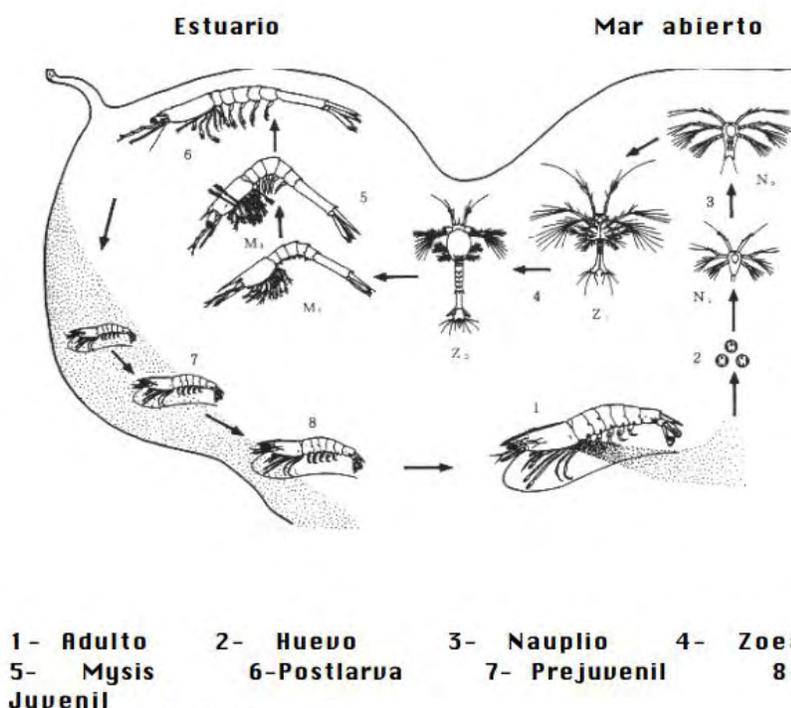
<sup>8</sup> ESPOL,p.4.

<sup>9</sup> FABRICIO.Op.Cit.p.4

<sup>10</sup> Ibid.p.5

<sup>11</sup> FAO 2006-2017. Programa de información de especies acuáticas. *Penaeus vannamei*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Briggs, M. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 7 April 2006. [Citado 9 October 2017]., p. 3. Disponible en la web, URL: <[http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus\\_vannamei/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es)>.

**Figura 2 .Ciclo de vida del camarón.**



Fuente:<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8571/1/01cheise>.

Luego los huevos maduran y pasan través de una serie de estadios larvales: nauplio, zoea y mysis, posteriormente alcanzan el estadio de post-larva que asemeja a un camarón adulto. Luego las post-larvas se mueven en dirección a la costa hacia los estuarios de los ríos, donde se desarrollan rápidamente, pues encuentran una mayor disponibilidad de alimento, menos salinidad, mayores temperaturas y protección contra los depredadores<sup>12</sup>.

“Después de sucesivas mudas, las post-larvas se transforman en juveniles manteniéndose e los estuarios de los ríos durante un lapso de 3 a 4 meses (Morales), posteriormente comienzan a migrar al mar donde su crecimiento es más rápido”<sup>13</sup>.

**3.2.3. Estadios larvales.** Luego de la eclosión del huevo, que dura de 14 a 16 horas después de la fertilización, el estadio larvario siguiente se llama nauplio, existiendo cinco sub-estadios naupliares (Morales) y toda su fase dura aproximadamente 40 a 50 horas, estos tienen una longitud promedio de 0.5 mm y un ancho de 0.2 mm, dependiendo de la temperatura y la calidad del nauplio

<sup>12</sup> Ibid.p.4.

<sup>13</sup> Ibid.p.4.

(Arellano), poseen un solo ocelo, y el cuerpo esta indiferenciado. En esta etapa se alimentan de las reservas de vitelo (Morales)<sup>14</sup>.

El estadio de zoea aparece luego de la quinta metamorfosis de nauplio, esta muda se caracteriza por la diferenciación del cefalotórax con el abdomen y el nado hacia delante (Ademar *et al*), este estadio consta de tres subestadios y tiene una duración de 4 a 6 días, dependiendo del manejo y la calidad de la larva. A partir de la primera zoea la larva comienza a absorber alimento del agua, que generalmente consiste en microalgas Fitoplanctónicas<sup>15</sup>.

Luego del tercer estadio zoea, las larvas mudan pasando al estadio de mysis, en el cual se puede observar el cuerpo encorvado en la región abdominal y nado mediante contracciones abdominales (Edemar *et al*), esta etapa consta de tres subestadios con una duración total de 3 días. Las larvas pueden ser alimentadas con *Artemia*, Rotíferos y nematodos (Arellano), en los siguientes tres estadios se desarrollarán poco a poco los pleópodos hasta llegar al estadio de post-larva (Figura 3) donde estos son totalmente funcionales, en esta etapa al post-larva se asemeja a un camarón miniatura, además usan los pereiópodos para agarrarse y arrastrarse (Edemar). Se alimentan principalmente de *Artemia*, algas en menos cantidad y dietas artificiales (Arellano)<sup>16</sup>.

**Figura 3.** Post-larva de *Litopenaeus vannamei*.



### 3.2.4. Levantamiento larvario. Morales afirma que:

Dentro de la producción de post-larvas el “levantamiento larvario” es una de las fases más importantes. Esta consiste en la siembra de nauplios en tanques para su crecimiento, una vez que los nauplios llegan a laboratorio se les hace una desinfección con el número de individuos por cada cubo, luego son aclimatados dentro de los mismos antes de ser sembrados. Se mide temperatura y salinidad dentro de los cubos y dentro de los tanques a ser sembrados, luego se inicia el recambio de agua durante una hora, posteriormente depositar los nauplios suavemente dentro de los tanques.

---

<sup>14</sup> Ibid.p.6.

<sup>15</sup> Ibid.p.6.

<sup>16</sup> Ibid.p.7.

El criadero debe tener suficiente luz (techo traslucido) lo que permitirá el desarrollo de algas.

**3.2.5. La alimentación larval.** consiste de microalgas (diatomeas y algas verdes) además de nauplios de *Artemia* y *Rotíferos* el que dependerá del suministro adecuado de alimentos tanto naturales como artificiales (Arellano)<sup>17</sup>.

**3.2.6. Nutrición.** A continuación se describe los requerimientos nutricionales para camarón.

**3.2.6.1. Proteínas.** Según la FAO<sup>18</sup> La calidad de las proteínas se resume esencialmente en dos características coeficiente de utilización digestiva y valor biológico (equilibrio de aminoácido esencial menos abundante con respecto a los requerimientos: aminoácidos limitantes).

Otros factores tales como la disponibilidad del aminoácido limitante, nivel atractante o apetante de la proteína, presencia de factores antinutrientes y demás. Deben tomarse en cuenta. En general, se admite que las fuentes proteicas cuyo balance en aminoácidos esenciales es semejante al que presenta la proteína de los animales a alimentar, son las de mejor calidad y promueven un crecimiento más rápido. (Cruz, *et al*)<sup>19</sup>

En la práctica, en alimentación animal estas nociones son muy utilizadas y se trata generalmente de suplementar las proteínas con aminoácidos puros (no eficaz en acuicultura por la solubilidad de aminoácidos en el agua) o por medio de combinaciones de proteínas que presentan perfiles de aminoácidos complementarios. (Cruz, *et al*)<sup>20</sup>

Los aminoácidos esenciales han sido estudiados en 10 especies de crustáceos (arginina, metionina, treonina, valina, isoleucina, leucina, lisina, histidina, fenilalanina y triptófano) pero los requerimientos de cada uno de los aminoácidos aún no se conocen por el momento estos son estimados en base a la composición de la carne de los camarones. (Cruz, *et al*)<sup>21</sup>.

---

<sup>17</sup> Arellano, E. 1990. Guías técnicas en el cultivo de larvas de camarón. En memoria de Edgar Arellano. Once años dedicados a la investigación y desarrollo de la acuicultura en el Ecuador. CENAIM, San Pedro de Manglaralto, Ecuador. pp 53-86.

Editores: Calderón, J., y Sonnenholzner, S. 1993.

<sup>18</sup> Ibid.p.5.

<sup>19</sup> Cruz-Suárez, L. E., Ricque, M. D., Tapia-Salazar, M., Martín-Saldivar, L. F., Guajardo, B. C., Nieto-López, M., & Salinas-Miller, A. (2002). Historia y estatus actual de la digestibilidad y algunas características fisicoquímicas de los alimentos comerciales para camarón usados en México. Avances en nutrición acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de nutrición acuícola.

<sup>20</sup> Ibid.p.6

<sup>21</sup> Ibid.p.6

**3.2.6.2. Carbohidratos.** Según la FAO<sup>22</sup> los conocimientos actuales sobre la nutrición glucídica son muy fragmentarios. Desde el punto de vista aplicado aún no se conoce el valor nutritivo real de innumerables fuentes de polisacáridos vegetales o animales.

Los carbohidratos pueden usarse como fuente de energía, como reserva de glucógeno en la síntesis de quitina, ácidos nucleicos y en la formación de esteroides y de ácidos grasos. Se ha demostrado en peneidos que la glucosa obtenida de digestión de polisacáridos es mejor asimilada que la glucosa pura. La mayoría de las especies de camarón no son capaces de asimilar grandes cantidades de carbohidratos por su limitada digestión de almidones. Pero aún para las especies más carnívoras el uso de carbohidratos es recomendable, ya que puede ser una buena fuente de energía ahorrando cantidades substanciales de proteína. Algunos tipos de almidones son también usados como agentes aglutinantes<sup>23</sup>.

El aporte de glucosamina que se utiliza en la síntesis de quitina en una proporción de 0.53 % de la dieta aumenta la tasa de crecimiento. (Aguirre-Hinojosa, *et al*, 2012)<sup>24</sup>

**3.2.6.3. Lípidos.** Según la FAO<sup>25</sup> con respecto a la nutrición lipídica se sabe que los crustáceos usan generalmente bien las grasas como fuente de energía y como una fuente de ácidos grasos esenciales, necesarios para el crecimiento normal y la sobrevivencia de los animales.

Los lípidos sirven además como vehículos de las vitaminas liposolubles y proveen otros compuestos, como esteroides y fosfolípidos, que son esenciales para el buen funcionamiento metabólico del camarón. Los requerimientos cuantitativos de lípidos no han sido bien determinados y varían según la especie, pero en general la mayoría de los autores dan valores entre 4 y 9 % de la dieta.

Se ha observado, para diferentes especies de camarón, que un contenido mayor del 15 % de lípidos en la dieta produce un retardo en el crecimiento, además de producir un problema de orden tecnológico, ya que esos altos niveles impiden la compactación de las harinas, disminuyendo la estabilidad del alimento en el agua. Bocca<sup>26</sup> recomienda un porcentaje mínimo de 10 % de lípidos y una relación 5:1 de lípidos de origen marino y vegetal. Los ácidos grasos poliinsaturados linoleico (18:2 n6), linolénico (18:3 n3), ecosapentaenoico (20:5 n3) y docohexaenoico (22:6 n3) no pueden ser sintetizados y por lo tanto considerados como esenciales.

---

<sup>22</sup> FAO.Opcit.p.6.

<sup>23</sup> Ibid.p.7.

<sup>24</sup> AGUIRRE-HINOJOSA. E. PIÑA-VALDEZ. P. GARZA-AGUIRRE. M. C. GUZMÁN-RAMÍREZ. L. D. MONTOYA-OLVERA. R. TORRES-QUIROGA. J. O. & NIEVES-SOTO. M. (2012). Efecto de las xantofilas de la flor de cempasúchil *Tagetes erecta* L. en la acumulación de astaxantina y la sobrevivencia de postlarvas del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone. 1931). *Revista mexicana de ingeniería química*. 11(2). 249-257

<sup>25</sup> FAO.Opcit.p.7.

<sup>26</sup> BOCCA LUNA. Y. 1994. Reporte sobre experiencias en alimentación de camarones.

Los niveles de ácido grasos esenciales recomendados para dietas comerciales de camarón son del orden 0.4 por ciento de la dieta de cada uno de ellos. (Fraga *et al*, 2011)<sup>27</sup>

**3.2.6.4. Energía.** Según la FAO<sup>28</sup> los requerimientos de energía metabólica en el camarón están influenciados por varios factores como son: la temperatura del agua, la edad, la actividad, la condición física y las funciones corporales. Otros parámetros como: concentración de oxígeno, pH y salinidad pueden afectar también los requerimientos energéticos.

En general se considera que los organismos acuáticos tienen requerimientos energéticos menores que los animales terrestres, debido a varios factores: son poiquilotermos, requieren menos energía para mantener su posición y para moverse en el agua en comparación con los animales terrestres y además, los desechos nitrogenados son excretados en forma de amoniacos en vez de urea o ácido úrico, perdiendo menos energía en el catabolismo proteico y en la excreción de desechos nitrogenados. (Cruz, *et al*)<sup>29</sup>.

La energía digestible de ingredientes no ha sido determinada para camarones. Los camarones utilizan preferentemente la proteína como fuente de energía, pero conociendo el requerimiento de cada especie existe la posibilidad de utilizar los carbohidratos además de los lípidos como fuentes de energía en la dieta. Un método simple para proveer niveles adecuados de energía en alimentos para camarón es mantener una proporción proteínica: lípidos de aproximadamente 6:1. (Cruz, *et al*)<sup>30</sup>.

**3.2.6.5. Vitaminas.** Según la FAO<sup>31</sup> sobre los requerimientos vitamínicos de los camarones, es poco lo que se conoce. Las vitaminas C, E, y algunas de las pertenecientes al complejo B se necesitan en las dietas. La vitamina A probablemente no es esencial en las dietas del langostino pero sí son necesarios sus precursores; b-caroteno, astaxantina, etc., los cuales juegan un papel importante en la pigmentación de la carne.

---

<sup>27</sup> FRAGA-CASTRO. I. & JAIME-CEBALLOS. B. (2011). Estrategias para optimizar el manejo del alimento en el engorde del camarón blanco del Caribe *Litopenaeus schmitti*. *AquaTIC*. (35). 20-34.

<sup>28</sup> FAO.Opcit.p.7

<sup>29</sup> CRUZ-SUÁREZ.opcit.p.6.

<sup>30</sup> Ibid.p.6.

<sup>31</sup> FAO.Opcit.p.7

El langostino posee las enzimas necesarias para transformar los precursores en vitamina A. La vitamina D puede ser ingerida en la dieta en forma parcial, pero puede ser sintetizada a partir de ergosterol. La vitamina K que se incluye en mezclas vitamínicas para langostino, puede ser perjudicial para otros crustáceos. Los langostinos se desarrollan mejor con niveles de 0.22 % de vitamina C ya que niveles mayores reducen el crecimiento. (Valenzuela-Quiñonez,<sup>32</sup> .

No se han estudiado en el langostino las enfermedades producidas por insuficiencia de vitaminas. (Valenzuela-Quiñonez)<sup>33</sup>

**3.2.6.6. Minerales.** Según la FAO<sup>34</sup> los requerimientos cuantitativos de minerales en crustáceos son pocos conocidos. En las dietas se suministran cantidades de minerales basadas en las que se utilizan para otros animales. La cantidad total de minerales que se incluyen en la dieta varía entre 2-7 %.

Es importante la interacción entre el calcio y fósforo. La relación óptima Calcio (Ca) y Fósforo (P) parece ser 1.2:1 para el langostino. Las mejores tasas de crecimiento para *Pennaeus* se obtienen cuando se añaden a las dietas niveles suplementarios de 1.24 % de Ca y 1.04 % de P. Cuando la relación Ca/P es 2:1 se inhibe el crecimiento y disminuye la pigmentación. (Valenzuela-Quiñonez)<sup>35</sup>

**3.2.6.7. Calidad de agua.** La calidad del agua, en acuicultura, representa uno de los principales problemas que afectan diariamente a los cultivos de cualquier tipo de especie (Boyd y Musing)<sup>36</sup>. El propósito principal del manejo de la calidad del agua de cualquier sistema de acuicultura es regular y mantener las condiciones óptimas para la sobrevivencia y crecimiento de los organismos en condiciones de cultivo (Martínez)<sup>37</sup>.

La calidad del agua comprende todas las características físicas, químicas y biológicas que afectan la producción acuícola, (Boyd)<sup>38</sup>. Asimismo, existen parámetros físico-químicos que tienen mayor impacto ambiental y que a su vez, aportan mayor información para detectar estados críticos de la calidad del agua, convirtiéndose en un caso de estudio (Boyd y Musing. Hirono)<sup>39</sup>.

---

<sup>32</sup> VALENZUELA-QUIÑÓNEZ. W. ESPARZA-LEAL. H. M. NAVA-PÉREZ. E. & Quiroz. G. R. (2012). EL CULTIVO DE CAMARÓN EN AGUA DE BAJA SALINIDAD CON ALIMENTO A BASE DE HARINA DE LOMBRIZ. *Ra Ximhai*. 8(3b). 131-136.

<sup>33</sup> Ibid.P.5.

<sup>34</sup> FAO.Opcit.p.7

<sup>35</sup> Ibid.P.6.

<sup>36</sup> Boyd, C.E. & Musig, Y. 1992. Shrimp pond effluents: observations of the nature of the problem on commercial farms. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. Baton Rouge, Louisiana, 195–197.

<sup>37</sup> Martínez, L.R.1999. Cultivo de Camarones Peneidos, principios y prácticas. México, D.F.: AGT Editor. 28.

<sup>38</sup> Boyd, C. E. 1990. Water Quality Management in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University. Primera Edición. Birmingham. Alabama. 482.

<sup>39</sup> Boyd, C.E. & Musig. Opcit.p.5.

De acuerdo a Boyd<sup>40</sup> los principales parámetros de calidad de agua que se deben considerar para mantener las condiciones adecuadas en el estanque para un buen crecimiento y sobrevivencia del camarón son: salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH sustancias y partículas disueltas, alcalinidad, turbidez, la materia orgánicas y nutrientes particularmente el nitrógeno y el fosforo, así como sus compuestos metabólicos.

**3.2.6.8. Temperatura.** Se ha reportado que las especies de camarón crecen mejor a temperaturas entre 25°C y 32°C (Boyd)<sup>41</sup>. Dado que la temperatura controla en gran medida al crecimiento de los camarones, este se puede considerar también como un factor económicamente importante (Wyban *et al*)<sup>42</sup>. Por ejemplo, en Centroamérica, los productores llevan a cabo dos ciclos al año caracterizados como la temporada seca y la temporada de lluvia, y se ha demostrado que la temperatura es el principal factor ambiental determinante en la producción entre dichas estaciones (Teichert-Coddington *et al*)<sup>43</sup>.

En general, se ha determinado que el camarón crece en temperaturas cercanas a las que predominan en su hábitat natural (Ponce\_Palafox)<sup>44</sup>. Por ejemplo, Motoh<sup>45</sup> encontró que el peso y la talla de *P. monodon* se incrementan más rápidamente a temperaturas entre 25°C y 32°C en comparación con temperaturas entre 11°C y 18°C. Ponce-Palafox, reportó un mayor crecimiento y sobrevivencia en juveniles de *L. vannamei* a temperaturas de 30-35°C en comparación con 20°C. por otro lado, Kumlu *et al*<sup>46</sup> mencionan que *L. vannamei* parece tener sensibilidad a bajas temperaturas que otras especies de camarones peneidos, con un rango crítico mínimo de 7,5° ° a 11°C, mientras que temperaturas tan altas como 34°C parecen no representar algún problema de riesgo.

---

<sup>40</sup> Boyd, C.E.2001. consideraciones sobre la calidad del agua y sueño em cltivos de camaron, en: Haws, MC, Boyd, C.E (eds). Metodos para mejorar la camaronicultura en Cnetroamerica. Editorial-Imprenta UCA, Managua, Nicaragua. 24.25p.

<sup>41</sup> Boyd.Opcit.p.5.

<sup>42</sup> Wyban,J.A,W.A. Walsh, D.M. Godin. 1995. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversión of the Pacific White shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture. 138:267-279.

<sup>43</sup> Teichert-Coddington, D.R.,R. Rodrigues, W.Toyofoku. 1994. Cause of cyclic variation in Honduran shrimp productio. World Aquaculture. 25:57-61.

<sup>44</sup> Ponce-Palafox, J., C. A. Martinez-Palacios & L. G. Ross. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates

<sup>45</sup> Motoh. H. 1981. Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon* in the Philippines. Southeast Asian Fisheries Development Center. Primera Edicio. Tigbauan, Philippines.128p.

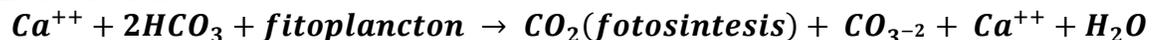
<sup>46</sup> Kumlu, M.,M.Kumlu,S. Turkmen.2010. Combined effects of temperatura and salinity on critical termal minima of Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Crustacea:Penaeidae). Journal of Thermal Biology.35:302-304.

**3.2.6.9. Oxígeno disuelto.** Una baja concentración de oxígeno disuelto (OD) ha sido considerada como el principal aumento en la tasa de estrés, bajo apetito, crecimiento lento, susceptibilidad a enfermedades y mortalidad en los cultivos acuícolas (Boyd y Hanson)<sup>47</sup>. En los estanques de cultivo, durante el día, las plantas producen oxígeno mediante la fotosíntesis, a menudo tan rápidamente que la concentración de OD en el agua sobrepasa la de saturación (sobresaturación) (Boyd)<sup>48</sup>. Durante la noche, la respiración de los peces, plantas y otros organismos provoca que la concentración de OD disminuya (Boyd)<sup>49</sup>.

Cabe señalar que en los sistemas intensivos con mínimo recambio de agua, la aireación y la disponibilidad de oxígeno disuelto es uno de los factores de mayor relevancia, tanto para la respiración de los organismos cultivados, como para la oxidación, la suspensión y la circulación de la materia orgánica en el estanque (Boyd)<sup>50</sup>.

**3.2.6.10. pH, acidez y alcalinidad.** El pH es un indicador de la concentración del ion hidrogeno en el agua (H<sup>+</sup>), la acidez y la alcalinidad son factores de capacidad. La acidez representa la capacidad de neutralizar bases fuertes y la alcalinidad de neutralizar ácidos fuertes. Una sustancia común que causa acidez en el agua es el CO<sub>2</sub>. Esta sustancia no existe en el agua a niveles de pH superiores a 8,3 (Boyd et al., 2011)<sup>51</sup>. La alcalinidad usualmente es el resultado del bicarbonato (HCO<sub>3</sub>) y el carbonato (CO<sub>3</sub>) provenientes de la disolución de la roca caliza, el silicato de calcio y el feldespato (Boyd, 2000)<sup>52</sup>. Estas sustancias no existen en el agua a niveles de pH menores a 4,5. En los estanques de cultivo, este parámetro estará influenciado en mayor medida por el proceso fotosintético de las microalgas Ecuación 1.

**Ecuación 1.**



En los estanques de cultivo, el pH suele ser menor en la mañana debido a los cambios en la fotosíntesis del fitoplancton, dicha fluctuación suele ser mayor cuando el fitoplancton es abundante, y suele ser menor en estanques con alta alcalinidad debido a la capacidad de amortiguación (Boyd)<sup>53</sup>. La medición del pH es de suma importancia ya que dependiendo de su valor, afectará el metabolismo del camarón ocasionado diferentes efectos.

---

<sup>47</sup> Boyd. C.E, T. Hanson. 2010. Dissolved-Oxygen Concentrations in Pond Aquaculture. Global Aquaculture Advocate. 40-41p.

<sup>48</sup> Boyd, C.E. 1998. Pond water aerations systems. Aquaculture Engineering. 18:9-40.

<sup>49</sup> Ibid.p.6.

<sup>50</sup> Boyd.Opcit.p.5.

<sup>51</sup> Ibid.p.6.

<sup>52</sup> Boyd, C.E.2000. Water Quality, an introduction. Kluewr Academic Publishers. Primera Edicion. Boston, Massachusett.330p.

<sup>53</sup> Boyd.Opcit.p.8.

**Tabla 1. Influencia del pH en el camarón (Boyd, 2001)**

<b>Efecto</b>	<b>pH</b>
<b>Punto de acidez total</b>	4
<b>No reproducción</b>	4-5
<b>Crecimiento lento</b>	4-6
<b>Mejor crecimiento</b>	6-9
<b>Crecimiento lento</b>	9-11
<b>Punto de alcalinidad letal</b>	11

**3.2.6.11. Salinidad.** La presión osmótica de una solución incrementa conforme aumenta la salinidad. Dado que las diferentes especies acuáticas difieren en cuanto a requerimientos de presión osmótica, cada especie presenta un rango óptimo de salinidad diferente (Boyd)<sup>54</sup>. La mayoría de los camarones peneidos son especies eurihalinas y *litopenaeus vannamei* ha sido cultivado exitosamente en salinidades desde 3 ppt a > 50 ppt (Erchao *et al*)<sup>55</sup>; Moreno-Figueroa *et al*. Sin embargo, se ha reportado que bajas salinidades pueden afectar la fisiología del camarón y la calidad del agua al aumentar la excreción de amonio (Jiang *et al*)<sup>56</sup>, la tasa de respiración y producción de CO<sub>2</sub> (Erchao *et al*)<sup>57</sup>, lo que explicaría un menos crecimiento debido a la energía utilizada para la osmorregulación (Chen y Nan)<sup>58</sup>. Por otro lado, se ha demostrado que *L. vannamei* es más tolerante al amonio en altas salinidades que a bajas salinidades (Lin y Chen)<sup>59</sup>, y se han reportado mayores tasas de sobrevivencia y crecimiento y un menor FCA en salinidades de 36 ppt en comparación con 18 y 9 ppt (Decamp *et al*)<sup>60</sup>.

<sup>54</sup> Boyd, C.E. Water quality management for pond fish culture. Elsevier Science Pub Co. Primera Edición. Amsterdam.. 318p.

<sup>55</sup> Erchao, L., C. Liqiao, Z. Ceng, C. Xuemin, Y. Na, L. Qiuming, G. Jian.2007. Growth, body composition, respiration and ammonia nitrogen tolerance of juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. Aquaculture. 265:385-390.

<sup>56</sup> Jiang, D., A.L. Lawrence, W.H. Neill, H. Gong. 2000. Effects of temperature and salinity on nitrogenous excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 253:193-209.

<sup>57</sup> Erchao, et al., *Op cit.* p.7.

<sup>58</sup> Chen, J.C. F.H. nan. 1994. Comparisons of oxygen consumption and ammonia-N excretion of five penaeids. J. Crustacean Biol. 14:289-294.

<sup>59</sup> Lin, Y.C., J.C. Chen. 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. J. Exp.Mar.Biol.Ecol. 259:109-119.

<sup>60</sup> Decamp, O., J. Cody, L. Conquest, G. Delanoy, A.G. Tacon.2003. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Bonne), within experimental zero-water Exchange culture systems. Aquaculture Research. 34:345-355.

Sin embargo, salinidades tan altas como 50 ppt pueden reducir significativamente el crecimiento (Pérez-Velázquez *et al*)<sup>61</sup>. Se ha señalado que bajo condiciones híper-salinas, el camarón se ve forzado a gastar más energía en la osmorregulación (Jiang *et al*)<sup>62</sup>. Observaciones llevadas a cabo por Villarreal *et al*<sup>63</sup> reportan una mayor tasa metabólica, medida en términos de consumo de oxígeno, un menor crecimiento y una menor asimilación de energía de la dieta de *F. californiensis* expuesto a 45 y 55 ppt, en comparación con organismos mantenidos entre 25 y 35 ppt. De igual forma, Rosas *et al* reportó una disminución del crecimiento de *L. vannamei* cultivado a 40 ppt en comparación con 16 ppt.

Numerosos estudios mencionan que la salinidad óptima a la que *L. vannamei* presenta un mayor crecimiento es entre 17 a 20 ppt (Bray *et al*<sup>64</sup>; Erchao *et al*<sup>65</sup>) y que salinidades mayores e inferiores afectaran adversamente en el crecimiento.

**3.2.6.12. Compuestos nitrogenados.** Hoy en día, el desarrollo de técnicas de acuicultura dio como resultado la intensificación de las condiciones de cultivo. La alimentación utilizada en los sistemas de acuicultura contiene altos niveles de proteína cruda. Por lo tanto, ha aumentado la liberación de nitrógeno al medio ambiente. Las principales fuentes de estas sustancias son: la excreción de organismos cultivados y la mineralización de la materia orgánica (Baldisserotto<sup>66</sup>; Lazzari y Baldisserotto<sup>67</sup>; Tomasso<sup>68</sup>).

El amoníaco es el producto final del catabolismo proteico en la mayoría de los organismos acuáticos. Se produce naturalmente en sistemas acuáticos y en solución acuosa en dos formas químicas diferentes. El medio se vuelve más o menos tóxico en función de la concentración de amoníaco sintetizado o gaseoso (NH<sub>3</sub>) (Wright y Wood)<sup>69</sup>.

---

<sup>61</sup> Pérez-Velázquez, M., M.L. Gonzalez-Félix, F. Jaimes-Bustamante, L.R. Martinez- Cordova, D.A. Trujillo-Villalba. 2007. Investigation of the effects of salinity and Dietary Protein Level on Growth and Survival of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Journal of the World Aquaculture Society. 38(4):475-485.

<sup>62</sup> Jiang *et al*. Opcit.p.8.

<sup>63</sup> Villarreal, H., A. Hernandez-Llamas, R Hewitt.2003. Effect of salinity on growth, survival and oxygen consumption of juvenile Brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes). Aquaculture Research. 34:187-193.

<sup>64</sup> Bray,W.A., A.L. Lawrence.J.R.Leung-Trujillo.1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observation on interaction of IHHN virus and salinity. Aquaculture.122:133-146.

<sup>65</sup> Erchao *et al*. Opcit. P.8.

<sup>66</sup> Baldisserotto, B., 2009. Fisiologia de peixes aplicada à aquicultura. 2. ed. Santa Maria: Editora UFSM.

<sup>67</sup> Lazzari, R. and Baldisserotto, B., 2008. Nitrogen and phosphorus waste in fish farming. Boletim do Instituto de Pesca, vol. 34, no. 4, pp. 591-600.

<sup>68</sup> Tomasso, J.R., 1994. Toxicity of nitrogenous Wastes to Aquaculture Animals. Reviews in Fisheries Science, vol. 2, no. 4, pp. 291-314.

<sup>69</sup> Wright, P.A. and Wood, C.M., 2012. Seven things fish know about ammonia and we don't. Respiratory Physiology & Neurobiology, vol. 184, no. 3, pp. 231-240.

El nitrito es el compuesto intermedio en la nitrificación bacteriana de amoníaco a nitrato en ambientes oxidantes y el producto de la desnitrificación del nitrato en ambientes reductores (Thurston *et al*)<sup>70</sup>. La acumulación de nitrito puede degradar la calidad del agua, aumentando tanto el consumo de oxígeno como la excreción de amoníaco, reduciendo el crecimiento de los animales e incluso la mortalidad (Lin y Chen<sup>71</sup>). El nitrito se une a la hemocianina, ocupando el sitio activo en lugar de oxígeno y causando una transformación a metahemocianina, que no puede transferir oxígeno a los tejidos. Por esta razón, el nitrito disminuye la cantidad de oxígeno disponible para la oxigenación tisular (Tahon *et al*)<sup>72</sup>. Como resultado, pueden aparecer hipoxia y mortalidad relacionada con la hipoxia (Chen y Chin,<sup>73</sup>; Chen *et al*)<sup>74</sup>. El nitrito también puede inhibir la anhidrasa carbónica, una metaloenzima que influye en el transporte de iones branquiales en peces de agua dulce y crustáceos (Innocenti *et al*)<sup>75</sup>.

Los efectos nocivos de los compuestos nitrogenados se han analizado en el camarón peneido (Barbieri<sup>76</sup>; Kir y Kumlu<sup>77</sup>; Lin y Chen<sup>78</sup>; Romano y Zeng<sup>79</sup>). Se llevaron a cabo estudios independientes con *F. paulensis* de la siguiente manera: Ostrensky *et al*<sup>80</sup> examinaron la toxicidad del amoníaco en la producción de post-larvas; Ostrensky y Wasielesky<sup>81</sup> han estimado la LC50 (24-96 h) de amoníaco en diferentes etapas de *F. paulensis*; Cavalli *et al*<sup>82</sup> determinaron la CL50 (96 h) de productos nitrogenados para adultos de gambas rosadas; y Peixoto<sup>83</sup> determinó

---

<sup>70</sup> Thurston, R.V., Russo, R.C. and Smith, C.E., 1978. Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat trout fry. Transactions of the American Fisheries Society, vol. 107, no. 2, pp. 361-368

<sup>71</sup> Lin, Y.C. and Chen, J.C., 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. Aquaculture (Amsterdam, Netherlands), vol. 224, no. 1-4, pp. 193-201

<sup>72</sup> Tahon, J.P., Van Hoof, D., Vinckier, C., Witters, R., De Ley, M. and Lontie, R., 1988. The reaction of nitrite with the haemocyanin of *Astacus leptodactylus*. The Biochemical Journal, vol. 249, no. 3, pp. 891-896

<sup>73</sup> Chen, J.C., Chin, C.K. and Lee, C.K., 1986. Effects of ammonia and nitrite on larval development of the shrimp *Penaeus monodon*. Proceedings of the First Asian Fisheries Forum, 26-31 May 1986, Manila, Philippines. Selangor: Asian Fisheries Society, pp. 657-662

<sup>74</sup> *Ibid.* p.7.

<sup>75</sup> Innocenti, A., Zimmerman, S., Ferry, J.G., Scozzafava, A. and Supuran, C.T., 2004. Carbonic anhydrase inhibitors. Inhibition of the zinc and cobalt  $\gamma$ -class enzyme from the archaeon *Methanosarcina thermophila* with anions. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, vol. 14, no. 12, pp. 3327-3331.

<sup>76</sup> Barbieri, E., 2010. Acute toxicity of ammonia in white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. Aquaculture (Amsterdam, Netherlands), vol. 306, no. 1-4, pp. 329-333.

<sup>77</sup> Kir, M. and Kumlu, M., 2006. Acute toxicity of ammonia to *Penaeus semisulcatus* postlarvae in relation to salinity. Journal of the World Aquaculture Society, vol. 37, no. 2, pp. 231-235

<sup>78</sup> Lin, Y.C. and Chen, J.C. *Op cit.* p.7.

<sup>79</sup> Romano, N. and Zeng, C., 2013. Toxic effects of ammonia, nitrite and nitrate to decapod crustaceans: a review on factors influencing their toxicity, physiological consequences, and coping mechanisms. Reviews in Fisheries Science, vol. 21, no. 1, pp. 1-21.

<sup>80</sup> Ostrensky, A., Marchiori, M.A. and Poersch, L.H., 1992. Toxicidade aguda da amônia no processo produtivo de pós-larvas de *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 64, no. 4, pp. 383-389

<sup>81</sup> Ostrensky, A. and Wasielesky, W.J., 1995. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Aquaculture (Amsterdam, Netherlands), vol. 132, no. 3-4, pp. 339-347

<sup>82</sup> Cavalli, R.O., Peixoto, S.M. and Wasielesky, W.J., 1998. Performance of (Pérez-Farfante) broodstock under long-term exposure to ammonia. *Penaeus paulensis* Aquaculture Research, vol. 29, no. 11, pp. 815-822

<sup>83</sup> Peixoto, S., 1996. Effect of ammonia on reproductive performance of pink-shrimp *Penaeus paulensis*

los efectos del amoníaco en el número de eventos de desove, la fecundidad y la tasa de eclosión. Además, Miranda-Filho *et al*<sup>84</sup> examinaron los efectos tóxicos del amoníaco en el crecimiento de las primeras etapas de *F. paulensis* (fase de vivero); Ostrensky<sup>85</sup> determinó los efectos letales de las mezclas de amoníaco y nitrito; y Castaño<sup>86</sup> y Sachisida<sup>87</sup> analizaron el efecto de la salinidad sobre la toxicidad aguda del nitrito y el nitrato, respectivamente. A partir de las pruebas de toxicidad aguda realizadas con compuestos nitrogenados, es posible estimar los niveles de seguridad específicos de especie para predecir los umbrales de toxicidad, como lo describe Sprague<sup>88</sup>.

**Tabla 2. Rangos óptimos de la calidad de agua en cultivo de Camarón.**

Parámetro	Rango óptimo	Valor	Referencia
Oxígeno	3 a 8	mg/l	Herrera, 2012
pH	6.5 a 9.0		Martínez, 2012 Boyd, 1989, 1990
Turbidez	35 a 45	cm	Clifford, 1994
Sólidos en suspensión	25 a 80	mg/l	Boyd, 1990 Herrera, 2012
Temperatura	25 a 32	°C	Wyban et al., 1995 Ponce-Palafox et al., 1997
Nitratos	0.4 a 0.8	mg/l	Clifford, 1994
Nitritos	<1.0	mg/l	Clifford, 1994 Ligther, 1998 Erchao et al., 2007 Huang, 1983
Salinidad	17 a 20	ppm	Barlett et al. 1990 Ponce-Palafox et al., 1997

captured in the Patos Lagoon estuary [In Portuguese, English summary]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande. Undergraduate Monograph in Oceanology.

<sup>84</sup> Miranda-Filho, K.C., Pinho, G.L.L., Wasielesky, W.J. Jr. and Bianchini, A., 2009. Long-term ammonia toxicity to the pink-shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, vol. 150, no. 3, pp. 377-382

<sup>85</sup> Ostrensky, A., 1997. Studies on technological viability of marine shrimp culture in Paraná state, Brazil [In Portuguese, English summary]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. PhD Thesis in Zoology.

<sup>86</sup> Castaño, C.S., 1997. Acute toxicity of nitrite on pink-shrimp *Penaeus paulensis*, cultured in different salinities [*Penaeus paulensis* In Portuguese, English summary]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande. Undergraduate Monograph in Oceanology

<sup>87</sup> Sachisida, A., 1997. Effect of nitrate on growth of pink-shrimp juveniles *Penaeus paulensis* (Crustacea: Decapoda) [In Portuguese, English summary]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande. Undergraduate Monograph in Oceanology

<sup>88</sup> Sprague, J.B., 1971. Measurement of pollutant toxicity to fish-III. Sublethal effects and "safe" concentrations. *Water Research*, vol. 5, no. 6, pp. 245-266.

Alcalinidad	120 a 140	mg/l	Clifford, 1994
Amonio total	0.1 a 1.0	mg/l	Clifford, 1994
Amonio no ionizado	<0.1	mg/l	Mohanty y Mohanty, 2001
Nitrógeno total inorgánico	0.5 a 2.0	mg/l	Clifford, 1994
Clorofila-a	50 a 75	ug/l	Clifford, 1994
Fósforo	0.026 a 0.175	mg/l	Boyd, 1992
Sólidos totales en suspensión	50 a 150	mg/l	Clifford, 1994
Fosfato	0.005 a 0.2	mg/l	Clifford, 1994

### 3.3. CULTIVO DE CAMARÓN

**3.3.1. Sistemas de cultivo.** Los sistemas de cultivo utilizados en la producción de camarón alrededor del mundo se clasifican en diferentes tipos (Whetstone *et al*)<sup>89</sup>.

- Extensivo: los cuales son encierros con un área de 20 o más hectáreas donde se producen de 100 a 500 kg/ha.
- Semi-intensivo: se distinguen por ser estanques formados con bordos de tierra entre 1 a 10 hectáreas, donde se producen de 1000 a 3000 kg/ha.
- Intensivo: son estanques de 0.1 a 2 hectáreas, formados con bordos de tierra que utilizan aireación suplementaria y que producen entre 3000 y 10 000 kg/ha.
- Híper-intensivos: utilizan sistemas controlados, que incluyen biofiltración y control de las variables ambientales; el tamaño de los estanques varía entre 10 a 200 m<sup>2</sup> y las producciones son entre 50,000 y 100,000 kg/ha.

Ray *et al.* Definen el sistema super-intensivo como; cultivos que se llevan a cabo principalmente en tanques de concreto o plástico, o bien, en estanques pequeños de geomembrana en invernaderos y se manejan altas densidades de siembra >200 org/m<sup>2</sup>. Este sistema de cultivo se desarrolla generalmente en áreas pequeñas, permitiendo mejorar las condiciones del cultivo y optimizar la alimentación (Ray *et al*)

Se han investigado nuevas prácticas de manejo para la producción de camarón. Estas prácticas hacen hincapié en la reducción del intercambio de agua y se centran en la optimización de las condiciones de cultivo y las mejoras en la bioseguridad. (McIntosh, Browdy y Moss, Wasielesky *et al*).

<sup>89</sup> ANAYA ROSAS, Ricardo Ernesto. Cultivo De Camarón Blanco, *Litopenaeus vannamei*, Boone (1931), En Sistema Cerrado A Alta Densidad. Tesis que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS. Ensenada, Baja Calioria: Centro De Investigación Científica Y De Educación Superior De Ensenada.2005. 2 p.

Los sistemas de producción intensiva con recirculación controlan el medio y la calidad del agua (Azuay), pero ciertamente, entre más se intensifica el cultivo los sistemas son más complejos por las tecnologías aplicadas, las cuales son un factor importante y se deben tener muy en cuenta al iniciarse en el cultivo (Lin, Jing, & Lee). Los sistemas cerrados de producción intensiva se perciben como una alternativa para aumentar la producción de organismos acuáticos sin incrementar significativamente el uso de agua y tierras, lo que minimiza el impacto de la actividad acuícola sobre el ambiente (Avnimelech). En cuanto a la calidad de agua, Saldarriaga (citado por Socola), señala que en el cultivo de camarón, la densidad de siembra y la intensidad de alimentación, son los factores con mayor influencia en los niveles de sólidos disueltos y metabolitos tóxicos en el cultivo. La alta densidad de cultivo, implica una alta tasa de alimentación, que se traduce en gran cantidad de materia orgánica que altera la calidad del agua (Ebeling *et al.*; Cho *et al.*; Boyd y Tucker; Ponce-Palafox, *et al.*; Morales-Covarrubias).

### 3.3.2. Alimentación. La FAO afirma:

Una vez que los nauplios han sido transferidos a los tanques de cultivo el alimento que se suministre variará según en el cual se encuentre. Al inicio de la corrida, los nauplios se alimentan con fitoplancton o con micro encapsulados específicos para esa talla. Para la producción de alimento vivo se pueden realizar mono cultivos (laboratorio destinado a su producción) o blooms naturales de algas (dentro del tanque de larvicultura). Las algas mono específicas más utilizadas son *Chaetoceros gracilis* y *Tetraselmis* spp. Estos cultivos son llevados desde cepas (tubos de ensayo con algas escogidas por su calidad) hasta el volumen final por inoculación sucesiva en tanques de volumen cada vez mayor. La densidad final es de 300,000– 1'000,000 cel/ml dependiendo del tamaño de la célula, en tanques de una a dos toneladas de agua.<sup>90</sup>

En cuanto a la alimentación de larvas Calderón afirma:

En los tanques de larvicultura se trata de mantener una concentración de algas entre 50,000– 300,000 cel/ml a lo largo de toda la corrida. Diariamente se contabiliza la concentración en el tanque y con base a lo existente se agrega el volumen necesario para mantener la concentración deseada. A medida que se va desarrollando la larva, ésta tiene la capacidad de ingerir otro tipo de alimento y posee otros requerimientos nutricionales. Estos requerimientos son cubiertos con alimento artificial y/o con alimento vivo. Entre los alimentos vivos más conocidos esta la *Artemia* sp<sup>91</sup>

---

<sup>90</sup> Ibid.p.12.

<sup>91</sup> CALDERON, Jorge. La nutrición y alimentación en la acuicultura de América Latina y el Caribe, el estado actual de la acuicultura en Ecuador y perfiles de nutrición y alimentación, alimentación en fase de larvas., p. 2. Disponible en la web URL:<<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab487s/AB487S08.htm>>.

Según Lawrence y Houston, citado por Molina y Villarreal<sup>92</sup> afirma que los juveniles de camarones peneidos utilizan en su alimentación material vegetal, ya sea directamente, a través de las presas o en los detritos. Las algas epifitas son la principal fuente de carbón orgánico para algunas especies de camarón. Sin embargo existen marcadas diferencias respecto a la preferencia que cada especie tiene por algún tipo de alimento en particular.

De las especies cultivadas en América, *Litopenaeus stylirostris* tiene mayor preferencia carnívora que *Litopenaeus vannamei* el cual consume sin problemas alimentos de origen vegetal o detritos. Estas preferencias tienen que ver con la composición del alimento suplementario que se le debe proporcionar a estas especies. Así, *L. stylirostris* no se desarrolla bien con dietas cuyo contenido proteico sea menor de 35%. En cambio *L. vannamei* puede crecer adecuadamente con alimentos comerciales de 25% de proteína con una relación proteína animal: vegetal de 1:1.

### 3.4. NUEVAS TECNOLOGÍAS

**3.4.1. Biofloc.** La producción en sistema biofloc sin renovación de agua, conocido como sistema ZEAH (sistema de cultivo Heterotrófico Aireado Zero Exchange), puede trabajar con altas tasas de productividad y utiliza una renovación de agua baja o nula, reduciendo el riesgo de contaminación tanto del área cultivada como el ambiente actual. Esta tecnología se caracteriza por altas concentraciones de nutrientes, bacterias, fitoplancton y protozoos (Burford *et al*)<sup>93</sup> y fue diseñada para aprovechar al máximo los alimentos suministrados a los camarones, donde todos los desechos, heces y metabolitos se transforman en bacterias biomasa (Avnimelech)<sup>94</sup>.

**3.4.2. Sistema heterotrófico.** Los avances en los sistemas de cultivo de camarones superintensivos, también conocidos como sistemas de cultivo heterótrofos, aeróbicos y de intercambio cero (ZEAH), enfatizan la idea de que es posible producir organismos acuáticos de forma sostenible y bioasegurada, al menos en la dimensión ambiental, apoyado por la no producción de efluentes, el uso de espacios reducidos y la minimización de la diseminación de enfermedades infecciosas (McAbee *et al*)<sup>95</sup>; Burford *et al*)<sup>96</sup>; Sowers *et al*)<sup>97</sup>; Wasielesky Junior *et al*.

---

<sup>92</sup> MOLINA, Cesar y VILLARREAL, Humberto. Estrategias de Alimentación en la etapa de engorda del camarón, La Paz, B.C.S., México, 2008., p. 3. Disponible en la web, URL:<<https://www.cibnor.mx/images/stories/biohelis/pdfs/Estrategias-de-alimentacion-en-la-etapa-de-engorda-del-camaron.pdf>>.

<sup>93</sup> Burford, MA., Thompson, P.J., Mcintosh, R.P., Bauman, R.H. and Pearson, D.C., 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, vol. 219, no. 1-4, p. 393-411

<sup>94</sup> Avnimelech, Y., 1999. Carbon nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, vol. 176, no. 3-4, p. 227-235.

<sup>95</sup> McABEE, B.J.; BROWDY, C.L.; RHODES, R.J.; STOKES, A.D. The use of greenhouse-enclosed raceway systems for the super-intensive production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the United States. *Global Aquaculture Advocate*, v.6, p.40-43, 2003.

<sup>96</sup> BURFORD, M.A.; THOMPSON, P.J.; MCINTOSH, R.P.; BAUMAN, R.H.; PEARSON, D.C. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity zero-exchange

<sup>98</sup>). En realidad, utilizando la tecnología de cultivo superintensivo desarrollada en Waddell Mariculture Center (Carolina del Sur, EE. UU.), Es posible producir más de 400 toneladas de camarón por año en solo 2,5 ha, en lugar de las 80 ha requeridas para obtener la misma cantidad en el sistema semi-intensivo convencional (McAbee *et al*)<sup>99</sup>.

### 3.5. PROBIÓTICOS

**3.5.1. Definición de probióticos.** El termino probiótico ha sufrido modificaciones en su significado a lo largo de los años. De esta manera en 1968, se definió como un suplemento microbiano que se suministra a animales y humanos. Fuller <sup>100</sup> lo redefinió como un microorganismo vivo que se administra al hospedero suplementado en el alimento para beneficiar el balance microbiano intestinal. Posteriormente, el término fue usado para referirse a un adyuvante dietario microbiano administrado de tal manera que se mantenga vivo dentro del tracto gastrointestinal, y que beneficie la fisiología del hospedero modulando el sistema inmune, así como mejorando el balance microbiano mediante la prevención de la colonización de bacterias indeseables en el tracto intestinal (Gatesoupe,; Naidu *et al*)<sup>101</sup>. Verschuere *et al*<sup>102</sup> dieron una definición más amplia de los probióticos como microorganismos vivos que tienen efectos benéficos en el hospedero mediante la modificación de la microbiota asociada, el incremento del aprovechamiento de la comida, el mejoramiento de la respuesta a enfermedades y de la calidad del ambiente.

Sin embargo, en este punto es importante señalar que las bacterias que simplemente cumplen alguno de estos roles, tales como la producción de nutrientes esenciales para el aprovechamiento de las especies cultivadas, o bacterias que solamente ejercen una función específica de bio-remediación en el medio ambiente, no deben considerarse como probióticos. La aplicación de probióticos como control biológico es una alternativa viable dada la habilidad que poseen las cepas seleccionadas para impedir el crecimiento de bacterias oportunistas e influir en general en el establecimiento de la comunidad microbiana tanto en los individuos como en el agua de cultivo.

---

system. **Aquaculture**, v.232, p.525-537, 2004.

<sup>97</sup> SOWERS, A.D.; GATLIN, D.M.; YOUNG, S.P.; ISELY, J.J.; BROWDY, C.L.; TOMASSO, J.R. Responses of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in water containing low concentrations of total dissolved solids. **Aquaculture Research**, v.36, p.819-823, 2005.

<sup>98</sup> WASIELESKY JUNIOR, W.; ATWOOD, H.; STOKES, A.; BROWDY, C.L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v.258, p.396-403, 2006.

<sup>99</sup> McABEE, B.J. *Op cit.* p.5.

<sup>100</sup> Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.*, 66: 365-378.

<sup>101</sup> Gatesoupe, F. J. 1999. The use of probiotics in aquaculture (Review). *Aquaculture*, 180: 147-165.

<sup>102</sup> Verschuere, L., H. Heang, G. R. Criel, P. Sogerloos y W. Verstrate. 2000a. Selected bacterial strains protect *Artemia* spp. from the pathogenic effects of *Vibrio proteolyticus* CW8T2. *Appl. Environ. Microbiol.*, 66 : 1139-1146.

### 3.5.2. Tomalá afirma que:

“El término probiótico deriva de “bios”, que en griego significa “vida”. La utilización de los probióticos nace con los trabajos de Metchnikoff quien sostenía que mediante la ingestión de microorganismos benéficos era posible controlar microorganismos patógenos. Varias definiciones de probióticos se ha propuesto, pero en todos, el término probiótico es generalmente usado para denotar bacterias que promueven el bienestar de los organismos. Expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) junto con la FAO definen a los probióticos como microorganismos vivos que consumidos en cantidades adecuadas confieren efectos beneficiosos para el huésped (FAO) Sanz, define a los probióticos como productos que contienen microorganismos viables en cantidad suficiente para modificar la microflora de un huésped, ejerciendo un efecto beneficioso sobre la salud”<sup>103</sup>.

**3.5.3. Mecanismos de acción de los probióticos.** Los mecanismos de acción de las bacterias constituyen un factor determinante de la composición de la microflora intestinal y medioambiental de las especies acuáticas del cultivo (Balcázar) <sup>104</sup>

- Compiten por sitios de adhesión, nutriente y energía disponible con bacterias patógenas.
- Mejoran la nutrición con el suministro de nutrientes esenciales.
- Incrementan la digestión con el suministro de enzimas esenciales.
- Eliminan directamente la materia orgánica disuelta.
- Producen sustancias que inhiben el crecimiento de patógenos oportunistas.

**3.5.3.1. Exclusión competitiva.** El antagonismo bacteriano es un fenómeno natural, en donde las interacciones microbianas juegan un rol importante de equilibrio entre la competición benéfica y microorganismos potencialmente patógeno. La composición de las comunidades microbianas pueden ser alteradas por prácticas agrarias y condiciones ambientales que estimulan la proliferación de algunas especies de bacterias<sup>105</sup>.

Se conoce que la microbiota en el tracto gastrointestinal de animales acuáticos puede ser modificada, la manipulación microbiana constituyen una herramienta viable para reducir o eliminar la incidencia de patógenos oportunistas (Balcázar)<sup>106</sup>.

### 3.5.3.2. Mejoramiento de la nutrición por suministros de nutrientes

---

<sup>103</sup> Nelly, C. (2011). *Análisis de la composición de productos probióticos comerciales empleados en la larvicultura de camarón *Penaeus litopenaeus vannamei*, usando una metodología de análisis molecular, PCR-DGGE* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2011.).

<sup>104</sup> Ibid.p.11.

<sup>105</sup> Ibid.p.12.

<sup>106</sup> Ibid.p.12.

**esenciales.** Algunas investigaciones revelan que los microorganismos poseen efectos beneficiosos para el proceso digestivo de animales acuáticos. Sakata<sup>107</sup> reportó en peces que los géneros *Bacteroides* y *Clostridium* sp. contribuían a la nutrición del huésped especialmente por el suministro de ácidos grasos y vitaminas.

Algunas bacterias participan en los procesos digestivos de bivalvos produciendo enzimas extracelulares como proteasas, lipasas, que son factores necesarios para el crecimiento. (Prieur *et al*)<sup>108</sup>

**3.5.3.3. Mejora en la calidad del agua.** La calidad del agua puede ser mejorada con la adición de probióticos, en especial del género *Bacillus* sp. La explicación se basa en que las bacterias Gram positivas son las mejores convertidoras de materia orgánica. Durante los ciclos de producción los niveles altos de bacterias Gram positivas pueden minimizar la acumulación de partículas disueltas y carbono orgánico, promoviendo al mismo tiempo bloom de fitoplancton más estables a través del aumento de la producción de CO<sub>2</sub> (Dalmin *et al*)<sup>109</sup>.

Los principales argumentos para la utilización del género *Bacillus* como aditivos de piensos para la acuicultura (Decamp *et al.*, 2006)<sup>110</sup> es que se trata de bacterias cosmopolitas, que se encuentran en el suelo, el agua dulce y agua de mar, y también en los tractos gastrointestinales de crustáceos, peces, animales terrestres e incluso los seres humanos, además *Bacillus* puede producirse en concentraciones muy elevadas a un costo moderado en comparación con bacterias que no producen esporas.

Laloo *et al*<sup>111</sup> Comprobó que tres aislados de *Bacillus* tienen la capacidad de disminuir las concentraciones de Nitritos, nitratos, y amonio en el agua de cultivos de peces ornamentales. Kim *et al* observó ese fenómeno en *B. subtilis*, *B. cereus*, *B. licheniformis*, atribuye este efecto a mecanismos de bioacumulación, bioasimilación y nitrificación. Sin embargo, varios estudios han utilizado una o más géneros bacterianos como *Bacillus*, *Nitrobacter*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, y *Rhodopseudomonas* spp. En cultivos de camarones (Lin.; Reid,) y del bagre de canal, pero no pudieron confirmar esta hipótesis. Esto demuestra que las evidencias para la mejora de la calidad del agua son deficientes, salvo en lo

---

<sup>107</sup> Sakata, T., 1990. Microflora in the digestive tract of fish and shellfish. In: Lesel, R. (Ed.), *Microbiology in Poecilotherms*. Elsevier,

<sup>108</sup> Prieur, G., Nicolas, J.L., Plusquellec, A., Vigneulle, M., 1990. Interactions between bivalves molluscs and bacteria in the marine environment. *Oceanogr. Marine. Biology Annual. Rev.* 28, 227–352

<sup>109</sup> Dalmin, G., K. Kathiresan y A. Purushothaman. 2001. Effect of probiotics on bacterial population and health status of shrimp in culture pond ecosystem. *Indian J. Exp. Biol.*, 39: 939-942..

<sup>110</sup> Decamp, O., D. J. Moriarty y P. Lavens. 2006. Selected bacillus strains as feed additive for aquaculture. *Feed Technology*. Septiembre 2006: 1-5

<sup>111</sup> LALLOO, R., *et al*. Isolation and selection of *Bacillus* spp. as potential biological agents for enhancement of water quality in culture of ornamental fish. *Journal of Applied Microbiology*, 2007, vol. 103, no 5, p. 1471-1479

relativo a la nitrificación<sup>112</sup>.

**3.5.3.4. Efecto antiviral.** Algunas bacterias usadas como posibles probióticos tienen efectos antivirales aunque el mecanismo exacto no es conocido, las pruebas en el laboratorio indican que la inactivación del virus puede ocurrir por sustancias químicas y biológicas como extractos de algas marinas y los agentes extracelulares de la bacteria. Se ha reportado que ciertas cepas de *Pseudomonas* sp., *Vibrios* sp., *Aeromonas* sp., y los grupos de *Corynebacterias* aislado en criaderos de salmónidos, mostraron actividad antiviral contra el virus de necrosis infecciosa hematopoyética (IHNV) con la reducción de placa de más del 50 % (Kamei et al)<sup>113</sup>.

**3.5.3.5. Mejoramiento de la respuesta inmune.** El sistema inmunológico no específico puede ser estimulado por probióticos. Ha sido demostrado que la administración oral de la bacteria *Clostridium butyricum* a la trucha arco iris mejoró la resistencia a vibriosis, aumentando la actividad fagocitaria de leucocitos (Sakai et al) demostró que la administración de una mezcla de cepas bacterianas (*Bacillus* y *Vibrio* sp.) influyó positivamente en el crecimiento y la supervivencia de juveniles del camarón blanco y presentó un efecto protector contra el patógeno *Vibrio harveyi* y el virus de síndrome de mancha blanca. Chiu et al. informaron que es posible eliminar el *Vibrio alginolitycus* en infecciones experimentales a camarón blanco *L. Vannamei*, debido al aumento significativo de la actividad fenoloxidasasa (PO), el estallido respiratorio y la superóxido dismutasa (SOD), así como al transcripción del mRNA peroxinectina (PE), pronfenoxidasasa (proPO), que produce el complemento alimenticio *Lactobacillus plantarum*<sup>114</sup>.

*Litopenaeus vannamei* posee enzimas digestivas ( $\alpha$  amilasa, tripsina) que pueden ser activadas por acción de ciertos probióticos o sus productos extracelulares. Sotomayor et, al determinaron que los productos extracelulares liberados de la cepa probiótica P62 (*Vibrio*) estimula la actividad enzimática de la amilasa pero aplicando probióticos completos, estimularon la actividad enzimática de la amilasa y la tripsina. Estos resultados confirman lo reportado por Cecile en *Artemia franciscana* expuesta a ECPs (Productos extracelulares) del probiótico PSA, que ciertas bacterias liberan moléculas con capacidad de estimular la actividad enzimática de crustáceos<sup>115</sup>.

**3.5.4. Estrategias de inmunomodulación e inmunoestimulación del camarón.** “A pesar de los importantes avances zootécnicos que ha implicado el desarrollo de la industria camaronera, este sector cuenta con pocas herramientas para

---

<sup>112</sup> Lin, C. K. 1995. Progression of intensive marine shrimp culture in Thailand, p. 13–23. In C. L. Browdy and J. S. Hopkins (ed.), Swimming through troubled water. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming, Aquaculture '95. World Aquaculture Society, Baton Rouge, La.

<sup>113</sup> Ibid.p.14.

<sup>114</sup> Ibid.p.15.

<sup>115</sup> Ibid.p.15.

identificar y enfrentar los problemas epidemiológicos que lo afectan, recurriendo por lo general a intentar soluciones de emergencia cuando los problemas ya están presentes o a prácticas de manejo preventivas, las mismas que en su mayoría, no están sustentadas por bases científicas que garanticen su eficacia (Peeters y Rodríguez)<sup>116</sup>.

Factores como la contaminación ambiental y malas prácticas de cultivo, limitan inmunodeprimen el sistema defensivo de los camarones, lo que favorece la aparición de enfermedades; por lo tanto, es recomendable encontrar y aplicar alternativas para estimular el sistema inmune de estos organismos, mejorando así la producción, sin tener que recurrir a tratamientos químicos que puedan poner en peligro la sustentabilidad de los recursos naturales (Alpuche)<sup>117</sup>.

Ante esta problemática existe un interés, en el uso de inmunoestimulantes y en encontrar nuevas formas de manipular el sistema inmune del camarón a fin de controlar y prevenir infecciones que se dan en cultivo<sup>118</sup>.

Otra alternativa es el empleo de probióticos y sus enzimas, los cuales manejados con mayor frecuencia a nivel de laboratorios productores de larvas y en estanques de cultivo comercial. Varios de estos probióticos cumplen con el principio de exclusión competitiva de bacterias patógenas, para ello demandan nutrientes en el tracto digestivo de los camarones, con el fin de reducir las posibilidades de colonización y desarrollo de otros micro-organismos, que sean patógenos o puedan convertirse en nocivos. Además también cumplen otras funciones como la eliminación de malos olores y sabores, reducción de catabolitos y organismos no deseables como cianobacterias y aceleración degradada de sedimentos. Esto toma mucha importancia en los cultivos de bajo recambio o recambio “cero” (Berger)<sup>119</sup>.

**3.5.5. Los probióticos como alternativa para mejorar la producción.** Muchos investigadores han estudiado la relación de la microbiota intestinal con el hábitat del alimento acuático. (Cahill), resumió los resultados de estas investigaciones en peces, mostrando que las bacterias presentes en el ambiente acuático influyen sobre la composición de la microbiota de los intestinos y viceversa. Los géneros presentes en la zona intestinal se parecen generalmente a los que están en el

---

<sup>116</sup>Peeters, M., y J. Rodríguez. 1999. Problemas bacterianos en la industria camaronera Ecuatoriana, Prácticas de Manejo y Alternativas de Control. El mundo Acuícola Fundación CENAIM-ESPOL. Vol.5, No 1, pp. 13-18.

<sup>117</sup> Alpuche, J., Angundis, C. Solórzano, y A. Pereyra. 2003. Lectina en *L. setiferus* una alternativa en cultivo ante enfermedades que afectan al cultivo de camarones. Laboratorio de inmunología, departamento de bioquímica, Facultad de Medicina UNAM, 04510 México. Revista Electronica de veterinaria REDVET ISSN 16957504.

<sup>118</sup> Ibid.p.5.

<sup>119</sup> Berger, C. 2000 Aportes de la bio-tecnología a la alimentación y a la inmunoestimulación de camarones peneidos. En: Cruz, L., Ricque, D., Tapia, M., Olvera, M. y Civera, R., (Eds.), Avances en Nutrición Acuícola. Memorias del V simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.

ambiente de cultivo donde pueden sobrevivir y multiplicarse<sup>120</sup>

En acuicultura, se define a los probióticos como suplemento microbiano vivo que permanece vivo dentro del hospedero con el propósito de mejorar la salud (Gatesoupe) y tener la capacidad de mejorar la calidad del agua y de sedimentos. (Doulliet; Gómez)<sup>121</sup>

Verschuere define el término probiótico como un conjunto microbiano vivo que tiene efecto beneficioso en el huésped modificando el ambiente de las comunidades bacterianas asegurando una mejor alimentación, mejorando la respuesta del huésped hacia las enfermedades o mejorando la calidad de su ambiente<sup>122</sup>

De acuerdo con todas estas definiciones, se puede concluir que los probióticos:

- Evitan que los patógenos proliferen en el tracto intestinal, en estructuras superficiales y en el ambiente de las especies cultivadas. - Aseguran un uso óptimo del alimento ayudando a la digestión
- Mejoran la calidad del agua
- Estimulan el sistema inmune del huésped.

Las interacciones huésped microbio son a menudo diferentes cualitativa y cuantitativamente entre las especies acuáticas y terrestres. En el ambiente acuático, el huésped y los microorganismos comparten el ecosistema. Las bacterias en un ambiente acuático tienen la opción de vivir en la asociación con el huésped potencial (tracto intestinal, branquias, o piel), mientras que en el ambiente terrestre, la actividad se puede limitar a lugares tales como los proporcionados por los intestinos de los animales del huésped<sup>123</sup>.

Los animales acuáticos están rodeados por un ambiente que mantiene bacterias patógenas independientemente de los presentes en el huésped, así los patógenos (oportunistas) pueden alcanzar altas densidades alrededor del animal (Moriarty). Las bacterias circundantes ingresan continuamente con la alimentación o cuando el huésped está filtrando. Éste es especialmente el caso de los organismos filtradores que ingieren altas cantidades de bacterias, causando una interacción natural entre la microbiota del ambiente y el alimento vivo<sup>124</sup>

Los primeros estudios de los probióticos en acuicultura se realizaron en juveniles de peces, recientemente hay atención a las larvas de peces, crustáceos y a los

---

<sup>120</sup> Tomalá.Op.Cit.,p.8.

<sup>121</sup> Ibid.p.9.

<sup>122</sup> Ibid.p.9.

<sup>123</sup> Ibid.p.10.

<sup>124</sup> Ibid.p.10.

organismos que constituyen el alimento vivo<sup>125</sup>.

Los animales terrestres (mamíferos) heredan una parte importante de las bacterias inicialmente por colonización a través de contacto con la madre, mientras que las especies acuáticas generalmente desovan en el agua huevos axénicos, sin contacto adicional con los padres. Esto permite que las bacterias ambientales colonicen la superficie del huevo. Además, las larvas recientemente eclosionadas no tienen un sistema intestinal completamente desarrollado y no tienen ninguna comunidad microbiana en el tracto intestinal, en las branquias, o en la piel. Debido a que la diversidad microbiana de los primeros estadios de las larvas acuáticas dependen de la microbiota primaria del agua en la cual se crían (Cahill; Hagiwara; Ringo), las propiedades de las bacterias presentes en el ambiente son de importancia extrema (Skjermo)<sup>126</sup>.

Por otra parte las bacterias Gram negativas son dominantes en el tracto gastrointestinal de peces y mariscos por lo cual los géneros comúnmente encontrados en estos medios de cultivos como *Vibrios* y *Pseudomonas* también han sido evaluadas como probióticos, por ejemplo el *V. alginolyticus* incrementan el factor de conversión y mejora la supervivencia en infecciones por baño con *V. parahaemolyticus* (Balcázar *et al*), así como las *Pseudomonas* mejoran el sistema inmune del camarón pero no es consistente de enzimas extracelulares *in vitro* (Alavandi *et al*)<sup>127</sup> ..

Otro efecto benéfico asociado al uso de probióticos es el aumento de la tasa de crecimiento y de incremento en peso, que es atribuido principalmente al establecimiento en el tracto gastrointestinal (TGI) del hospedero, contribuyendo al balance de la microflora y mejorando la absorción de nutrientes (Gatesoupe, 2008)<sup>128</sup> debido a la producción de enzimas digestivas (proteasas y amilasas) y exoenzimas cuya función es romper la celulosa y el almidón del alimento, facilitando de esta manera su asimilación (Jory, 1998)<sup>129</sup>. Como una acción positiva adicional también documentada en acuicultura, es importante mencionar la mejora en la calidad del agua relacionada con la capacidad de algunas bacterias para reducir el amonio y la materia orgánica que son frecuentemente una de las causas de estrés en los cultivos de camarón. Sin embargo, de acuerdo con la estricta definición de probiótico, es importante que quede claro que los microorganismos que son capaces de mejorar la calidad del agua, sin causar ningún efecto positivo directo en el hospedero no debe ser considerados como probióticos y que deberían más bien ser llamados agentes bio-remediadores.

---

<sup>125</sup> *Ibid.*p.10.

<sup>126</sup> *Ibid.*p.11.

<sup>127</sup> *Ibid.*p.11.

<sup>128</sup> Gatesoupe, F. J. 2008. Updating the importance of lactic acid bacteria in fish farming: natural occurrence and probiotic treatments. *J. Mol. Microbiol. Biotechnol.*, 14 (1-3): 107-114.

<sup>129</sup> Jory, D. 1998. Use of probiotics in penaeid shrimp growout. *Aquac. Manag.*, 24: 62-67.

### 3.6. PROBIÓTICOS A UTILIZAR

Cuadro 1. Diferencias de los probióticos

Información del producto	Probióticos		
	ShrimpShield	Pro4000X	Aquacombi
Olor	levadura		
pH	neutral		
Conteo bacteriano	2 billones UFC/g	de 64 billones de UFC/g	
Tipo de bacterias	Consortio microbiano.	Comunidad microbiana que contiene microorganismos Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis.	Consortio microbiano que contiene microorganismos de los géneros Bacillus sp, Lactobacillus sp y levaduras.
Otras características	Mejora la relación de conversión de alimentación (FCR)		

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Bioingeniería Costera de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit, con coordenadas geográficas 21°29'53" de latitud norte y 105°12'3" de longitud oeste ubicado en el kilómetro 12 de la Bahía Matanchén, San Blas, Nayarit, México figura 4 .

**Figura 4. Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera**



Fuente: <https://Google maps>.

### 4.2. INSTALACIONES

La Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit cuenta con un laboratorio de bioingeniería costera que tiene un área aproximada de  $950m^2$  (figura 5).

**Figura 5. Laboratorio de Bioingeniería.**



El laboratorio cuenta de 18 tanques circulares de geomembrana de polietileno, 9 de ellos con un volumen de  $35m^3$  y 9 con un volumen de  $1.5m^3$  estos últimos fueron utilizados para esta investigación, estos tanques se encuentran dispuestos de forma lineal, bajo una cubierta tipo invernadero (Figura 6).

**Figura 6. Tanques circulares pequeños.**



### **4.3. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.**

#### **4.3.1. Materiales**

- Cristaleria ( Erlenmeyer de 1000 ml, 500 ml y 250 ml , probetas de 10 y 100 mL,)
- Papel aluminio
- Laminillas portaobjetos
- Laminillas cubreobjetos

- Cinta de enmascarar
- Mortero

#### **4.3.2. Equipos**

- Balanza OHAUS SP202 200g  $\pm 0.01$  g
- Balanza OHAUS SP4001 4000  $\pm 0.1$  g
- Horno secador Novatech
- Balanza OHAUS SP202 200g  $\pm 0.01$  g
- Blowers de 4.5 HP
- Microscopio
- Potenciómetro Hanna
- Oxímetro YSI-550<sup>a</sup>
- Estufa eléctrica
- Fotómetro YSI 9300
- Bomba de 5 HP tipo Jacuzzi
- 

#### **4.3.3. Insumos**

- Probiótico Shrimp shield
- Probiótico Pro 4000x
- Probiótico Aquacombi
- Alcohol
- Hipoclorito
- Alimento
- Agua destilada

### **4.4. MATERIAL BIOLÓGICO**

Se utilizaron 6.750 animales en fase de postlarva 17 con una talla de 0.7 cm y un peso promedio 0.0048 g, provenientes del laboratorio Acopio de Postlarvas y Asesoría de Proyectos S.A.

### **4.5. PERIODO DE ESTUDIO**

La investigación se realizó durante 98 días (28 de noviembre de 2017 a 5 de marzo que duro el cultivo y elaboración del informe final.

### **4.6. PLAN DE MANEJO**

**4.6.1. Adecuación de instalaciones.** Se realizó una limpieza y desinfección total de los nueve tanques circulares, tuberías de llenado, comederos y mangueras de aireación, para tal efecto se utilizó cepillos y escobas, primero se realizó un lavado de los tanques con agua sin aditivos, para el segundo lavado se agregó cloro al

agua al 10%, se dejó secar para su posterior llenado. Así mismo, se hizo la desinfección de los comederos, los cuales estuvieron en remojo por 24 horas, previo a ser colocados en los tanques, dispuestos uno por cada geomembrana.

**4.6.2. Llenado de los tanques.** Para el llenado de los tanques se contó con bomba de 5 HP, que succionó el agua marina y pasa por dos filtros: mecánico y biológico con medios filtrantes zeolita y carbón activado respectivamente, el agua se condujo directamente a los tanques mediante tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC) de 2 pulgadas de diámetro.

**4.6.3. Adecuación de las unidades experimentales.** Se adecuaron los tanques con un sistema de aireación, un comedero y fueron rotulados de acuerdo a su tratamiento y réplica.

**4.6.4. Sistema de aireación.** La aireación fue distribuida para las nueve unidades experimentales mediante dos aireadores (blowers) de 4.5 H.P. cada uno, que transfirieron el aire necesario para mantener un promedio de 5 mg/L de oxígeno en el tanque, la distribución del aire se realizó mediante una manguera de dos pulgadas a cuatro mangueras difusoras instaladas en cada unidad.

**4.6.5. Sistema de sifoneo.** El sistema de drenado estuvo ubicado en el centro de cada unidad experimental, el agua de descarga fue evacuada por gravedad a través de tubería PVC subterránea de 6 pulgadas, este sistema fue utilizado en mayor medida con fines de cosecha del producto.

**4.6.6. Suministro del probiótico.** los probióticos de los tres tratamientos viene en diferentes presentaciones, tratamiento T1 en polvo, tratamiento T2 y tratamiento T3 en pastillas las cuales fueron maceradas y colocadas en recipientes para poder sacar la dosis necesaria, los probióticos se suministraron diariamente directamente al agua según las indicaciones técnicas de cada producto en este caso se aplicó 0.023 g tratamiento T1, 0.020 g tratamiento T2 y 0.025 g tratamiento T3, no se realizó bioactivación, se hizo un recambio del 50% finalizando el ciclo y se recuperó nivel por pérdidas por evaporación.

**4.6.7. Siembra de post-larvas en las unidades experimentales.** Las larvas fueron trasladadas del Laboratorio "Acopio de Postlarvas y Asesoría de Proyectos S.A." localizado en la Bahía de Matanchén, donde se les realizó una prueba de estrés (figura 7) la cual consistió en pasar las larvas de un recipiente de 35 ppm de salinidad y 28 °C a otro con agua a 0 ppm de salinidad y 25 °C durante 30 minutos, los organismos se precipitaron por el cambio osmótico pero se recuperaron, posteriormente fueron trasladados nuevamente al recipiente inicial a 35 ppm de salinidad durante 30 minutos, se obtuvo una sobrevivencia del 98%, hacia el laboratorio de bioingeniería costera, se trasladaron en un tanque de 1000 litros con aireación y oxígeno, se realizó el conteo de larvas por gramo (208 pl/g) (figura 8) para realizar la distribución en los tanques (figura 9), cada tanque contó

con 750 animales ( 3.60 gramos), se manejó una densidad de 500 pl/m<sup>3</sup>

**Figura 7. Prueba anti estrés**



**Figura 8. Conteo de larvas**



**Figura 9. Siembra de postlarvas**



**4.6.8. Alimentación.** Se utilizó alimento comercial Malta Cleyton ® (tabla 4) con tamaños de partícula de 1 a 1.5 mm, 1.5 a 5.2 mm y de 2 mm a 2.32. el cuál se proporcionó cada dos horas las primeras 2 semanas al voleo posteriormente mediante comederos (Figura 10) y se registró su suministro para realizar ajustes

en la dosis a aplicar revisando los comederos y fondo de cada tanque, el porcentaje de alimento se cambió según su etapa de desarrollo (tabla 3), el porcentaje de alimento con respecto a la biomasa y el contenido de proteína fueron disminuyendo de acuerdo al crecimiento de los organismos.

**Figura 10. Alimentación en comederos.**



**Tabla 3. Tasa de alimentación y porcentaje de proteína según la fase**

<b>Tipo de alimento (%proteína)</b>	<b>t (semanas)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Tasa de alimentación (%biomasa)</b>
RaceWay	1 a 2	0.01 a 0.1	15 a 13
Microtek extruido (40%)	2 a 5	0.1 a 1	13 a 11
Microtek extruido (35%)	5 a 9	1 a 4	11 a 5.5
Sin harina de pescado	9 a 15	4 a 10	5.5 a 2

**Tabla 4. Perfil nutricional del alimento Malta Cleyton**

	<b>RaceWay</b>	<b>Microtek extruido (40%)</b>	<b>Microtek extruido (35%)</b>	<b>Sin harina de pescado</b>
<b>Humedad (máx)</b>	12	12	12	12
<b>Proteína Bruta (mín)</b>	45	40	35	30
<b>Extracto Etéreo (mín)</b>	9	9	7	8
<b>Fibra cruda (máx)</b>	3	3	3,5	3,5
<b>Minerales (máx)</b>	13	13	13	13

**4.6.9. Análisis en fresco.** En todos los tratamientos se realizó una vez por semana desde el inicio del ensayo, tomándose muestra de 1 animal por cada tanque, se observó si presentaban deformidades como arrugamiento de las antenas, desviación de rostrum o irregularidades como: cutícula muy delgada, apariencia rugosa, ampollas o vesículas y focos de melanización en el cuerpo o apéndices.

En animales pequeños PL; se hicieron observaciones al microscopio en objetivo de 10X para revisar estado de branquias, movimientos peristálticos y repleción intestinal, estado de apéndices etc. En animales juveniles y adultos se tomó el una pequeña porción de hepatopáncreas realizando una disección (Figura 11) así mismo, se tomó una pequeña muestra de branquias para ver su estado. Estos órganos fueron llevados y analizados en el microscopio; en el caso del hepatopáncreas se observó la coloración, textura, y forma de los túbulos (Figura 11), se evaluó la cantidad de lípidos presente en los túbulos, para esta investigación se estableció en la escala de 1 a 3, la cual demuestra escases de lípidos, lo cual es indicativo de una posible patología, y en el caso de las branquias solo se observó que estuvieran limpias.

**Figura 11. Análisis en fresco**



**4.6.10. Parámetros biométricos.** Semanalmente se registró incremento de peso (g) y talla (cm). consistió en tomar varias muestras de animales al inicio del experimento, se las pesaba y se contaba cuantas larvas habían para sacar un peso promedio y se medían 10 de ellas para sacar la talla promedio, cuando los animales pesaban el gramo se tomó muestras de 100 animales por tanque y se los media y pesaba (Figura 11).

**Figura 12. Biometría de animales.**



**4.6.11. Muestreos de calidad de agua.** Cada dos horas se registró oxígeno y temperatura con Oxímetro YSI-550A, el pH y salinidad dos veces al día (8:00 A.M. y 6 P.M.) con potenciómetro Hanna y refractómetro respectivamente, y semanalmente se tomó parámetros amonio (NH<sub>3</sub> y NH<sub>4</sub>), nitritos (NO<sub>2</sub>), nitratos (NO<sub>3</sub>), y alcalinidad (CaCO<sub>3</sub>) con el espectrofotómetro YSI-9500 (figura 12).

**Figura 13. Toma de parámetros de calidad de agua**



**4.6.12. Análisis parcial de costos.** Durante todo el ciclo de cultivo se cuantifico el gasto de insumos aplicados a cada unidad experimental y se determinó el precio de cada insumo con la finalidad de establecer el costo de producción en cada unidad experimental propuestos, una vez terminado el ciclo de cultivo se procesó a realizar un análisis parcial de costos por tratamiento.

#### **4.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

**4.7.1. Tratamientos.** Las post-larvas se evaluaron en tres tratamientos, dentro de los cuales el tratamiento T1, se lo consideró como testigo, teniendo en cuenta que es un producto de uso rutinario por sus aparentes buenos resultados, distribuidos de la siguiente manera.

<b>Tratamientos</b>	<b>Replicas</b>	<b>Probióticos</b>
T1 (testigo)	3	<b>Shrimp Shield®</b> <b>0.023g/m<sup>3</sup></b>
T2	3	<b>Pro4000X®</b> <b>0.020g/m<sup>3</sup></b>
T3	3	<b>Aquacombi®</b> <b>0.025g / m<sup>3</sup></b>

**4.7.2. Diseño Experimental.** Se utilizó un diseño completamente al azar con submuestreos, conformado por tres tratamientos y tres replicas por tratamiento, donde cada unidad experimental estuvo conformada por un tanque circular en geomembrana de **1.5 m<sup>3</sup>** netos de agua, con post-larvas.

**4.7.3. Formulación De Hipótesis.** Las hipótesis planteadas fueron.

**Hipótesis nula.** Los resultados medios obtenidos en cada variable son iguales en todos los tratamientos.

$$T_i = T_j; i \neq j; i, j = 0, 1, 2, 3$$

**Hipótesis alterna:** Existe por lo menos una media de tratamiento que presenta un resultado diferente en las variables estudiadas.

$$T_i \neq T_j; i \neq j; i, j = 0, 1, 2,$$

**4.7.4. Análisis Estadístico.** Los resultados se presentan en tablas de frecuencia o gráficos estadísticos indicando la media  $\pm$  la desviación estándar y las diferencias estadísticas mediante letras.

Se realizaron pruebas para verificar los supuestos estadísticos de normalidad y homogeneidad de varianza (cuando no se cumplieron los supuestos se aplicaron pruebas no paramétricas - Kruskal&Wallis), cumplidos éstos, se aplicó un análisis de varianza. Cuando existieron diferencias estadísticas significativas, se aplicó una prueba de contraste de varianzas de Tukey; en todos los casos se utilizó un  $\alpha = 0,05$

Todos los datos se analizaron a través de IBM SPSS statistics 23, las variables fisicoquímicas evaluadas fueron temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (UPS), pH, Oxígeno (mg/L), compuestos nitrogenados, amonio, nitritos, nitratos y las variables productivas supervivencia, factor de conversión alimenticia, tasa de específica de crecimiento e incremento de peso.

**4.7.5. Variables A Evaluar.** Los parámetros zootécnicos a evaluar son los siguientes.

**4.7.5.1. Tasa de crecimiento simple.** Es el incremento de peso expresado en gramos, de un individuo durante el periodo de estudio.

$$TCS = W_f - W_i$$

Dónde:

$W_f$ : peso final.

$W_i$ : peso inicial.

**4.6.1.**

**4.7.5.2. Tasa Específica de Crecimiento (TEC).** Es el crecimiento de los camarones en función del peso final, peso inicial y días de crecimiento, expresado en porcentaje, empleando la expresión:

$$TEC = ([LnPf - LnPi]/t) * 100$$

Dónde:

*TEC*= Tasa Específica de Crecimiento diaria (%)

*Ln*= Logaritmo natural

*Pf*= Peso final (g)

*Pi*= Peso inicial (g)

*t* = Días de cultivo.

**4.7.5.3. Factor de Conversión** Es un indicador de cuánto alimento consume el camarón para producir cierta cantidad de carne. Este es un valor que entre más cercano a 1 (uno) se encuentre es mejor para el productor.

$$FCA = \frac{CAC}{BC}$$

Donde:

FCA: Factor de conversión alimenticia

*CAC* = Cantidad de alimento consumido Kg

*BC* = Biomasa cosechada Kg

**4.7.5.4. Supervivencia (%S)**= calcula la supervivencia en porcentaje. Permite determinar la cantidad de población que sobrevivió durante todo el periodo de estudio y se calcula mediante la siguiente fórmula

$$\%S = \frac{NF}{NI} * 100$$

Donde:

%S= porcentaje de supervivencia

NF=número de individuos sobrevivientes al final del periodo de estudio

NI=número inicial de individuos en el periodo de estudio.

**4.7.5.5.** Relación beneficio costo. Permite referenciar si una producción es aceptable o no, desde el punto de vista técnico, utilizando un indicador (1.0) que se expresa el nivel de viabilidad como se indica a continuación.

$$C/B = CT/IB$$

Donde:

$C/B$  = Costo-beneficio

$CT$  = Costos totales

$IB$  = Ingresos brutos

Cuando.

$C/B < 1$  Aconsejable

$C/B = 1$  Indiferente

$C/B > 1$  Aconsejable

## 5. RESULTADOS

### 5.1. INCREMENTO DE PESO

El análisis de varianza ( $p > 0,05$ ) estableció diferencias significativas entre los tres tratamientos, (anexo A), así mismo se realizó la prueba de rangos múltiples (Tukey) (Anexo B) con el fin de identificar las diferencias estadísticas entre los tratamientos. De acuerdo con esta prueba, el valor promedio más bajo para esta variable fue del tratamiento T2 ( $5,60 \pm 1.00$  g), presentando un mayor incremento de peso el tratamiento T3 con una media de  $8,26 \pm 1.22$  g. Cabe resaltar que el tratamiento T1 no presentó diferencia estadística con respecto al tratamiento T2 y T3, tal como se observa en la tabla 5.

**Tabla 5. Incremento de peso**

Réplica	Tratamientos		
	T1	T2	T3
R1	7,2	5,6	7,2
R2	5,8	4,6	9,6
R3	6,9	6,6	8
Promedio	$6,63^{ab} \pm 0.73$	$5,60^b \pm 1.00$	$8,27^a \pm 1.22$

Promedio  $\pm$  desv estándar. Valores con diferentes literales son significativamente Diferentes ( $p < 0,05$ )

### 5.2. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICA

El análisis de varianza ( $p > 0,05$ ) estableció diferencias significativas entre los tres tratamientos, (anexos A), así mismo se realizó la prueba de rangos múltiples (Tukey) (Anexo C) con el fin de identificar las diferencias estadísticas entre los tratamientos, de acuerdo con esta prueba el valor promedio más bajo para esta variable fue del T2 ( $7,20 \pm 0.20$ ), presentando una mayor tasa de crecimiento el tratamiento T3 con una media de  $7,63 \pm 0.15$  g. Cabe resaltar que el tratamiento T1 no presentó diferencia estadística con respecto al tratamiento T2 y T3, tal como se observa en la tabla 6.

**Tabla 6. Promedios de TEC por tratamiento**

Réplica	Tratamientos		
	T1	T2	T3
R1	7,5	7,2	7,5
R2	7,2	7	7,8
R3	7,4	7,4	7,6
Promedio	$7,36^{ab} \pm 0.15$	$7,2^b \pm 0.20$	$7,63^a \pm 0.15$

Promedio  $\pm$  desv estándar. Valores con diferentes literales son significativamente Diferentes ( $p < 0,05$ )

### 5.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La capacidad de transformar el alimento suministrado durante el período de estudio para cada población de camarón, correspondientes a cada uno de los tratamientos experimentales, no arrojaron diferencias estadísticas; de acuerdo con la prueba de Kruskall Wallis nivel de significancia de 0,05. Tal como se observa en la tabla 7. (Ver anexo D).

**Tabla 7. Promedios de FCA por tratamiento**

Réplica	Tratamientos		
	T1	T2	T3
R1	1,5	1,7	1,6
R2	1,7	2	1,4
R3	1,8	1,7	1,8
<b>Promedio</b>	<b>1,67<sup>a</sup> ± 0.15</b>	<b>1,80<sup>a</sup> ± 0.17</b>	<b>1,60<sup>a</sup> ± 0.20</b>

Promedio ± desv estándar. Valores con diferentes literales son significativamente Diferentes ( $p < 0,05$ )

### 5.4. SUPERVIVENCIA

La supervivencia observada, durante el período de estudio, para cada uno de los tratamientos experimentales, no arrojaron diferencias estadísticas, de acuerdo con el análisis de varianza ( $p > 0,05$ ) por lo que se acoge la hipótesis nula, demostrando que todos los tratamientos son iguales. (anexo A.) Tal como observa en la tabla 8.

**Tabla 8. Porcentaje de supervivencia por tratamiento**

Réplica	Tratamientos		
	T1	T2	T3
R1	84,4	67,8	75,6
R2	78,6	69	83,6
R3	77,9	73,3	71,4
<b>Promedio</b>	<b>80,3<sup>a</sup> ± 3.57</b>	<b>70<sup>a</sup> ± 2.89</b>	<b>76,86<sup>a</sup> ± 6.19</b>

Promedio ± desv estándar. Valores con diferentes literales son significativamente Diferentes ( $p < 0,05$ )

## 5.5. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

En la tabla se presentan las medias y desviación estándar de los parámetros de calidad de agua.

**Tabla 9. Media y desviación estándar de variables de calidad de agua**

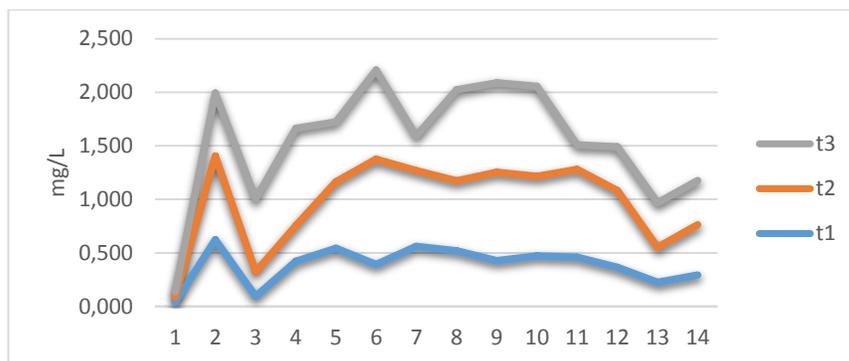
Parámetro	T1	T2	T3
AMONIO (mg/l)	0.51 <sup>a</sup> ± 0.31	0.57 <sup>a</sup> ± 0.30	0.55 <sup>a</sup> ± 0.35
NITRITOS(mg/l)	6.15 <sup>a</sup> ± 6.74	6.67 <sup>a</sup> ± 5.38	7.11 <sup>a</sup> ± 8.34
NITRATOS(mg/l)	12.88 <sup>a</sup> ± 12.22	15.07 <sup>a</sup> ± 13.80	11.26 <sup>a</sup> ± 11.49
TEMPERATURA	26.44 <sup>b</sup> ± 0.97	26.35 <sup>a</sup> ± 0.95	26.34 <sup>a</sup> ± 0.96
OXÍGENO (mg/l)	5.20 <sup>b</sup> ± 0.55	5.18 <sup>b</sup> ± 0.55	5.26 <sup>a</sup> ± 0.55
pH	8.039 <sup>b</sup> ± 0.19	8.08 <sup>a</sup> ± 0.18	8.08 <sup>a</sup> ± 0.20
SALINIDAD(UPS)	35.71 <sup>b</sup> ± 0.99	35.96 <sup>a</sup> ± 1.05	35.91 <sup>a</sup> ± 1.04

Promedio ± desv estándar. Valores con diferentes literales son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). Donde T1, T2 y T3 son los tratamientos respecto a los tres probióticos (ShrimpShield, Pro4000X, Aquacombi).

**5.5.1. Amonio.** Según los registros (Anexo K) El amonio durante el período de estudio observado en el agua utilizada en cada uno de los tratamientos experimentales arrojaron como resultados que para T1 fue de  $0,50 \pm 0.3053$  para T2  $0,57 \pm 0.3063$  y para T3  $0,55 \pm 0.3537$  como se observa en la tabla 9.

El análisis de varianza ( $p > 0,05$ ) no estableció diferencias significativas entre los tres tratamientos, como se observa en el anexo (Anexo F), En la Figura 14 se observa los resultados semanales para esta variable.

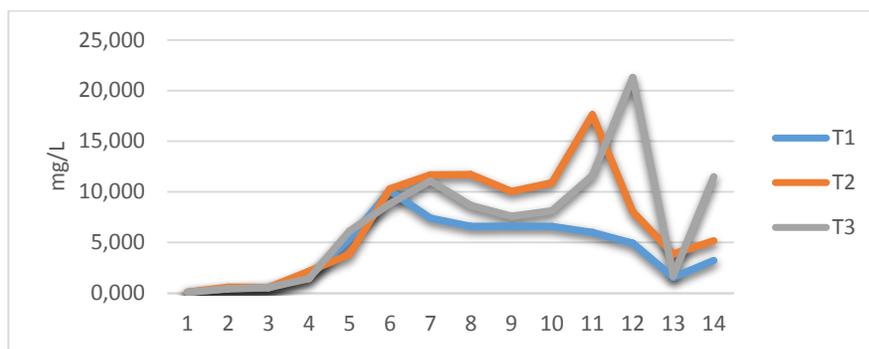
**Figura 14. Amonio Semanal por tratamiento**



**5.5.2. Nitritos.** Según los registros (Anexo K) los nitritos durante el período de estudio observado en el agua utilizada en cada uno de los tratamientos experimentales arrojaron como resultados que para T1 fue de  $6.15 \pm 6.7486$  para T2  $6.67 \pm 5.3837$  y para T3  $7.11 \pm 8.3477$  como se observa en la tabla 9.

De acuerdo la prueba de Kruskal Wallis y con un nivel de significancia de 0,05 se encontró que la distribución de nitrito es la misma para los tres tratamientos, como se observa en el anexo (Anexo G). En la Figura 15 se observa los resultados semanales para esta variable mostrando que el comportamiento fue similar entre ellos.

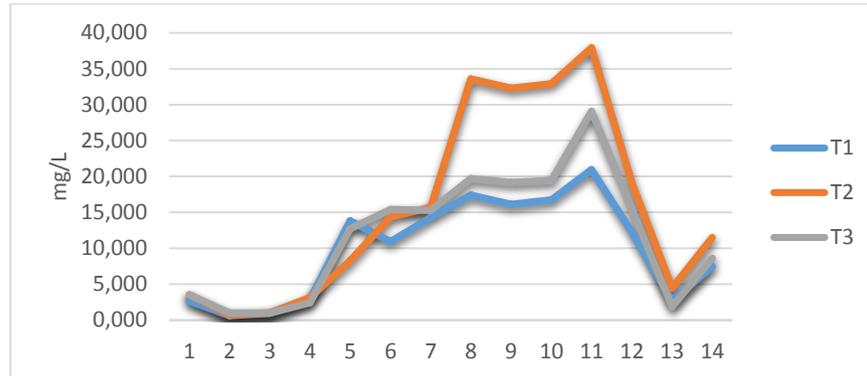
**Figura 15 .Nitritos semanales por tratamiento**



**5.5.3. Nitratos.** Según los registro (Anexo K) el nitrato durante el período de estudio observado en el agua utilizada en cada uno de los tratamientos experimentales arrojaron como resultados que para T1 fue de  $12.88 \pm 12.2212$  para T2  $15.07 \pm 13.8012$  y para T 11,26 $\pm$  11.4975 como se observa en la tabla 9.

De acuerdo la prueba de Kruskal Wallis y con un nivel de significancia de 0,05 se encontró que la distribución de nitrato es la misma para los tres tratamientos, como se observa en el anexo (Anexo G). En la figura 16 se observa los resultados semanales para esta variable.

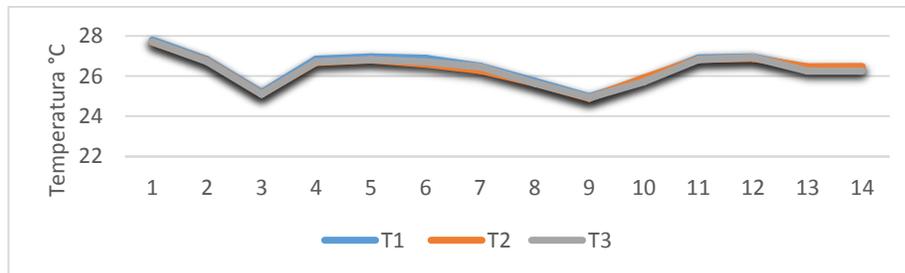
**Figura 16 .Nitratos semanales por tratamiento**



**5.5.4. Temperatura.** Según los registro (Anexo L) la temperatura promedio fue de 26,37°C, presentándose temperaturas mínimas y máximas de 23,2°C y 29,9°C respectivamente. La temperatura durante el período de estudio observada en el agua utilizada en cada uno de los tratamientos experimentales arrojaron como resultados que para T1 fue de  $26.44 \pm 0.9719$  °C; para T2  $26,35 \pm 0.9515$  °C y para T3  $26,34 \pm 0.9699$  °C como se observa en la tabla 9.

De acuerdo la prueba de Kruskall Wallis y con un nivel de significancia de 0,05 se encontró que la distribución de la temperatura es la misma para los tres tratamientos, como se observa en el anexo (Anexo H). En la Figura 17 se observa los resultados semanales para esta variable mostrando que el comportamiento fue similar entre ellos.

**Figura 17 .Temperatura semanal por tratamiento**

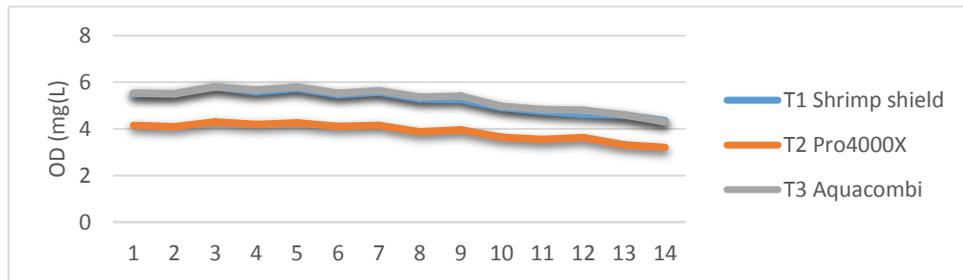


**5.5.5. Oxígeno.** Según registros (Anexo L) el oxígeno durante el período de estudio observado en el agua utilizada en cada uno de los tratamientos experimentales arrojaron como resultados que para T1 fue de  $5,02 \pm 0.5571$  ; para T2  $5.18 \pm 0.5581$  y para T3  $5,20 \pm 0.5524$  como se observa en la tabla 9.

De acuerdo la prueba de Kruskall Wallis y con un nivel de significancia de 0,05 se encontró que la distribución del oxígeno es la misma para los tres tratamientos,

como se observa en el anexo (Anexo H). En la Figura 18 se observa los resultados semanales para esta variable.

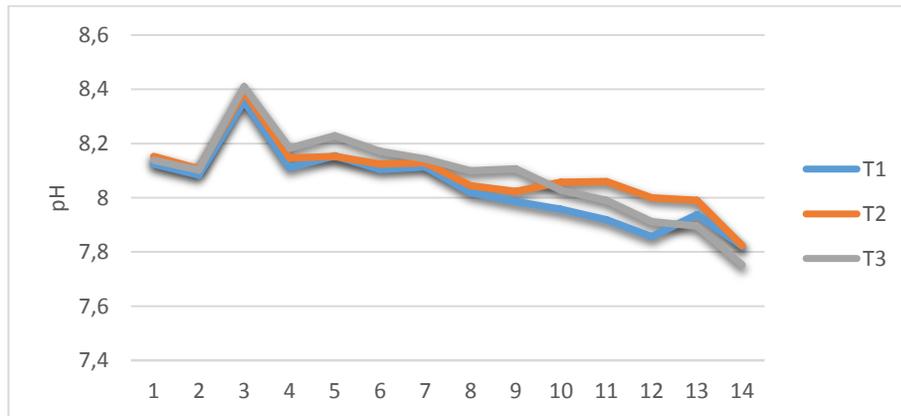
**Figura 18. Oxigeno semanal por tratamiento**



**5.5.6. pH.** Según los registros (Anexo M) el pH durante el período de estudio observado en el agua utilizada en cada uno de los tratamientos experimentales arrojaron como resultados que para T1 fue de  $8.03 \pm 0.1986$  para T2  $8.08 \pm 0.1893$  y para T3  $8.08 \pm 0.2027$  como se observa en la tabla 9.

De acuerdo la prueba de Kruskal Wallis y con un nivel de significancia de 0,05 se encontró que la distribución del pH es la misma para los tres tratamientos, como se observa en el anexo (Anexo J). En la figura 19 se observa los resultados semanales para esta variable mostrando que el comportamiento fue similar entre ellos.

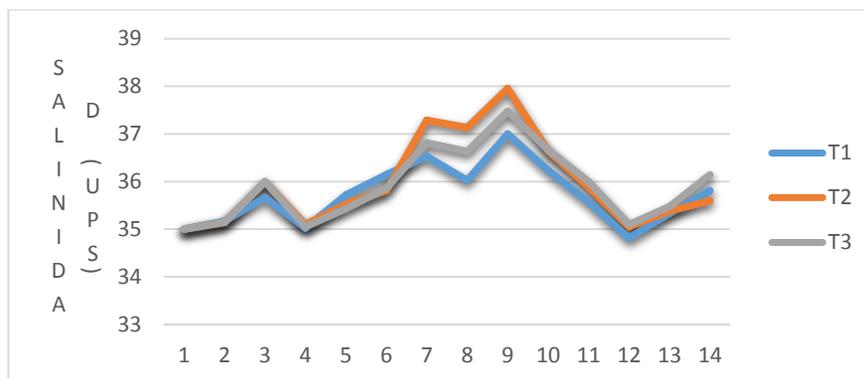
**Figura 19 .pH semanal por tratamientos**



**5.5.7. Salinidad.** Según los registros (Anexo M) La salinidad durante el período de estudio observada en el agua utilizada en cada uno de los tratamientos experimentales arrojaron como resultados que para T1 fue de  $\pm 35,71 \pm 0.9972$  UPS para T2  $35,96 \pm 1.0570$  UPS y para T3  $35,91 \pm 1.0442$  UPS como se observa en la tabla 9.

De acuerdo la prueba de Kruskal Wallis y con un nivel de significancia de 0,05 se encontró que la distribución de la salinidad es la misma para los tres tratamientos, como se observa en el anexo (Anexo J). En la Figura 20 se observa los resultados semanales para esta variable mostrando que el comportamiento fue similar entre ellos.

**Figura 20. Salinidad semanal por tratamiento**



**5.5.8. Análisis de costos.** En este análisis se consideraron todos los costos de producción como se indica en la tabla 10, así mismo los ingresos totales correspondientes a los kg de camarón cosechados y el precio de venta actual. La relación costo beneficio arrojó un valor de 1.5 para T1, 1.2 para T2 y 1.7 para T3 como se observa en la tabla 11.

**Tabla 10. Costos parciales**

Detalle	Cantidad	Unidad de medida	Valor unitario	valor total	Porcentaje%
Animales	6750	UN	0,075	506,250	28,56
Alimento	58004,5	Kg	0,02	1196,974	67,52
Probiótico 1	0,01015	Kg	839,8	8,524	0,48
Probiótico 2	0,00882	Kg	513	4,525	0,26
Probiótico 3	0,011025	Kg	600	6,615	0,37
Melaza	3,276	kg	6,5	21,294	1,20
Multivitamínico	12,1930415	mL	0,3	3,658	0,21
Multivitamínico	8,4697615	g	0,3	2,541	0,14
Aceite de pescado	223,507386	mL	0,1	22,351	1,26
Total				1772,731	100,00

**Tabla 11. Relación beneficio costo**

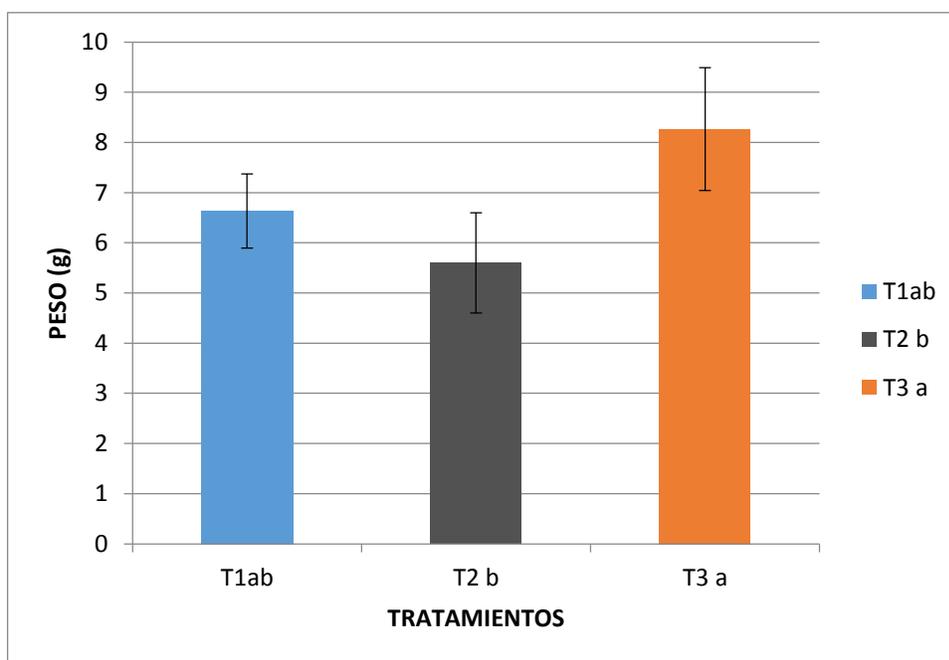
	COSTOS TOTALES	KG COSECHA DOS	PRECIO DE VENTA	INGRESO BRUTO	INGRESO NETO	BENEFICIO/ COSTO
T 1	\$ 959,21	12.00	\$120,00	\$1.440,95	\$ 481,74	1,5
T 2	\$ 875,27	8.857	\$120,00	\$1.062,86	\$ 187,59	1,2
T 3	\$1.006,02	14.38	\$120,00	\$1.725,92	\$ 719,90	1,7

## 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### 6.1. INCREMENTO DE PESO

La variable incremento de peso es uno de los parámetros zootécnicos de alto grado de importancia en el cultivo de camarón y cualquier otra especie del campo de la producción animal, en la presente investigación el tratamiento T3 se destacó por su mayor valor ( $8,27 \pm 1.22$ ) durante 14 semanas bajo condiciones de cultivo híper- intensivo, en ese sentido se hizo evidente el efecto positivo del probiótico empleado en ese tratamiento especialmente al compararlo con el T2; el efecto benéfico (T3) cobra mayor evidencia al analizar otras variables como supervivencia y análisis parcial de costos cuando se compara sus resultado con el tratamiento testigo T1 ya que entre los dos no se observan diferencias estadísticas, en cuanto a ganancia de peso, tal como se observa en la figura 21.

**Figura 21. Incremento de peso por tratamiento**



Valores con diferentes literales son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

Los resultados de esta investigación para incremento de peso fueron similares a los reportados por Cabrera<sup>130</sup> quien obtuvo incremento de peso entre 8 a 13 gramos a una densidad de  $0.1/m^3$  en estanques, al compararlos con los valores

<sup>130</sup> CABRERA, Jiménez; AZNAY, Guerra. Optimización del procedimiento del cálculo del alimento en estanques de engorde para la eficiencia del cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en Cuba. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 2011, vol. 1695, p. 7504.

obtenidos en el tratamiento T3 (8 gramos) e inferiores a los reportados por González et al.<sup>131</sup> quienes obtuvieron un incremento de peso promedio de 17 gramos a bajas salinidades (2ppt) a una densidad menor de 20pL/m<sup>3</sup> durante 19 semanas de cultivo en estanques rústicos.

La mayoría de las evidencias científicas indican que el mejor método de aplicación de los probióticos es a través del alimento con la finalidad de que las bacterias benéficas ingresen, colonicen y se multipliquen en el tracto digestivo (TGI), tal como lo aseveran diversos autores (Irianto & Austin 2002<sup>132</sup>, Kumar et al. 2008<sup>133</sup>); adicionalmente, en el presente estudio se demostró que con una alta probabilidad, la adición de los probióticos en el agua del cultivo contribuye de manera significativa en el incremento del peso, especialmente en el T3; mediante los dos efectos, el mantenimiento de una buena calidad del agua, tal como lo corroboran Dalmin et al.<sup>134</sup> y lo expresado anteriormente.

## 6.2. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICA

Los resultados de esta investigación para tasa de crecimiento específica (figura 22) se encuentran dentro de los rangos normales al compararlos con los obtenidos por Valverde 2015<sup>135</sup> a una densidad de 82 camarones/m<sup>3</sup> en estanques rústicos; y superiores a los presentados por Tinoco et al 2014<sup>136</sup> quienes obtuvieron valores de TEC desde 0.82 a 1 (%día) a densidades de 500 animales/m<sup>3</sup> en agua salobre.

La evaluación de la tasa de crecimiento específico (TCE), es importante por cuanto es afectada por el tipo de alimento proporcionado a los organismos (Jauncey, 1982)<sup>137</sup>, además es un indicador sensible de la calidad proteínica de las dietas y en condiciones controladas la ganancia en peso de los organismos está en proporción a los aminoácidos esenciales suministrados (Tacon, 1987)<sup>138</sup>.

---

<sup>131</sup> GONZÁLEZ, Juan Francisco Arzola, et al. Crecimiento de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un estanque rústico a baja salinidad. *Revista AquaTIC*, 2016, no 28.

<sup>132</sup> Irianto, A. & B. Austin. 2002. Probiotics in aquaculture. *J. Fish. Dis.* 25: 633-642.

<sup>133</sup> Kumar, M., N.S. Swarnakumar, K. Sivakumar, T. Thangaradjou & L. Kannan. 2008. Probiotics in aquaculture: importance and future perspectives. *Indian J. Microbiol.* 48: 299-308.

<sup>134</sup> Dalmin et al. *Opcit.* p.5

<sup>135</sup> VALVERDE-MOYA, José A.; MONTOYA, Jorge Alfaro. Crecimiento compensatorio y producción en las fases de precría, preengorde y engorde comercial del camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, en Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 2015, vol. 7, no 1, p. 99-115.

<sup>136</sup> TINOCO, Fanny Cano; MENACHO, Silvia Carrión; AVALOS, Walter Eduardo Reyes. Efecto de altas densidades de siembra en el crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) en agua salobre. *REVISTA CITECSA*, 2014, vol. 5, no 8, p. 37-53.

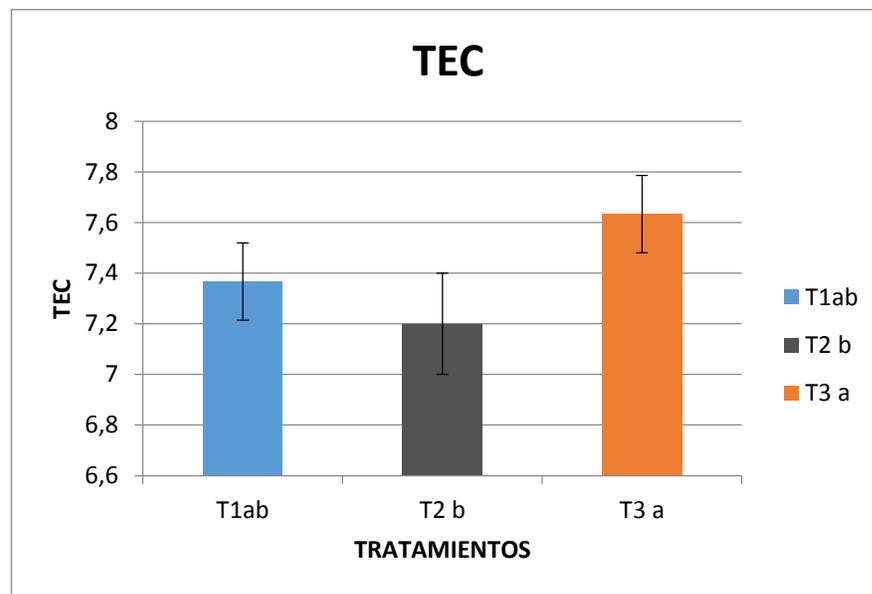
<sup>137</sup> Jauncey, K. (1982). The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture*, 27:43-54

<sup>138</sup> Tacon, A. (1987). The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp a training manual. I. The essential nutrients. FAO. Trust fund GCP/RLA/075/ITA. Brasilia, Brasil. 117 pp

Por consiguiente la tasa de crecimiento específica se incrementa con los contenidos altos de proteína dietética (Austreng y Refstie, 1979)<sup>139</sup>.

Teniendo en cuenta, el mejor resultado obtenido por T3, se podría aducir al efecto positivo de los probióticos para esta variable tal como lo reportan (Fuller<sup>140</sup>; Gatesoupe<sup>141</sup>; Jory<sup>142</sup>; Ziemer y Gibson<sup>143</sup>). Los probióticos pueden mejorar la actividad digestiva de los organismos por síntesis de vitaminas, cofactores, mejoramiento de la actividad enzimática y absorción de nutrientes. Esta propiedad puede ser la causa por la cual exista un incremento de peso en los organismos expuestos a este tipo de bacterias pero pueden proporcionar diferentes resultados según las diferentes condiciones de cultivo (Gullian *et al*)

**Figura 22. TEC por tratamiento**



Valores con diferentes literales son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

<sup>139</sup> Austreng, E., T. Refstie (1979). Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. *Aquaculture*, 18:145- 156

<sup>140</sup> Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals-a review. *J Appl. Bacteriol.* 66:365- 378.

<sup>141</sup> Gatesoupe, F. 1993. Elevage Larvaire du Turbot: Ls Probitiques la Rscousse. *Aqua. Reveu.* 48. 25-28.

<sup>142</sup> Jory, D.E. 1998. Use of probiotics in penaeid shrimp growout. *Aquac. Mag.* 24: 62-67

<sup>143</sup> Ziemer, C.J., G.R. Gibson. 1998. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. *Int. Dairy J.* 8, 473– 479.

### 6.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Los resultados de esta investigación para conversión alimenticia (figura 23) se encuentran dentro de los valores normales comparados con los obtenidos por Leslie, et al<sup>144</sup> que se encuentran en 1,5 y similares a los presentados por Tacon et al<sup>145</sup> quienes obtuvieron un factor de 1.4 a 3 en cultivo intensivo. Esto indica que el alimento fue asimilado adecuadamente por los camarones. De igual manera el uso de probióticos mantuvo la variable conversión alimenticia en relación a los resultados presentados por (Álvarez)<sup>146</sup> con FCA de 1.7 a 2.6 con una densidad de 10 animales/m<sup>3</sup>.

El efecto de los probióticos para esta variable no presentó diferencias entre los tratamientos por lo tanto el uso de cualquiera de los probióticos generan el mismo resultado; también mencionado por diversos autores (Günther & Jiménez-Montealegre 2004<sup>147</sup>, Balcázar et al. 2006)<sup>148</sup> El uso de probióticos en la acuicultura se ha asociado con un eficiente proceso de absorción y asimilación del alimento ingerido por parte de los organismos cultivados, debido a que estos microorganismos tienen la capacidad de colonizar el tracto gastrointestinal, en donde secretan nutrientes y enzimas digestivas que mejoran los procesos metabólicos y las respuestas inmunológicas de los hospederos, de esta manera los resultados de esa investigación fueron mejores que los de (PELEGRIN, 2013)<sup>149</sup> quienes obtuvieron valores promedio de 1,8 a 2,8 e inferiores que los reportados (Bautista, 2016)<sup>150</sup> quienes reportaron valores promedio de 1,01 a 1,05.

De acuerdo con Aragón-Noriega 2000<sup>151</sup> las altas densidades de siembra disminuyen la eficiencia de la conversión alimenticia en los animales para este estudio los probióticos utilizados mantuvieron la eficiencia de los camarones en cuanto a su capacidad de convertir alimento en biomasa a pesar de las altas

---

<sup>144</sup> MEMBREÑO, Leslie, et al. Crecimiento de camarones blancos *Litopenaeus vannamei* en juveniles con dos tipos de alimentos: uno comercial con 25% de proteína vrs experimental con 18% de proteína a densidad de siembra de 12 ind/m<sup>2</sup> (Sistema semi-intensivo). *Universitas (León). Revista Científica de la UNAN-León.*, 2014, vol. 5, no 2, p. 102-117

<sup>145</sup> TACON, Albert GJ; JORY, Darryl; NUNES, Alberto. Shrimp feed management: issues and perspectives. *On-farm feeding and feed management in aquaculture*, 2013, vol. 583, p. 481-488.

<sup>146</sup> ALVAREZ CAPOTE, Josefa Susana. Sustitución de harina de pescado por harina de soya e inclusión de aditivos en el alimento a fin de mejorar la engorda del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. 2007.

<sup>147</sup> Günther, J. & R. Jiménez-Montealegre. 2004. Efecto del probiótico *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento y alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en laboratorio. *Rev. Biol. Trop.* 52: 937-943

<sup>148</sup> Balcázar, J.L., I. de Blas, I. Ruiz-Zarzuola, D. Cunningham, D. Vendrell & J.L. Múzquiz. 2006. The role of probiotics in aquaculture. *Vet. Microbiol.* 114: 173-186.

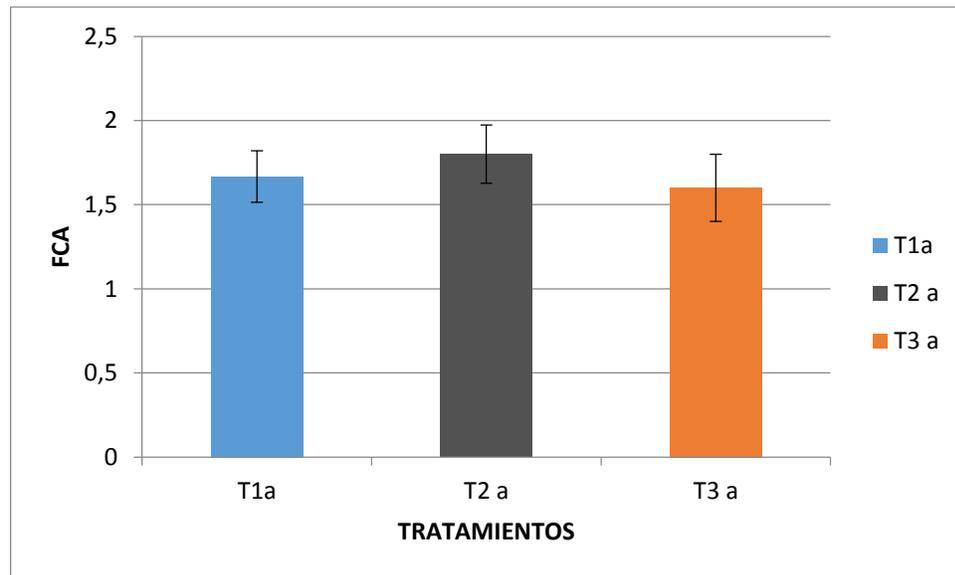
<sup>149</sup> PELEGRIN, Elda. Nuevas alternativas de dietas de bajo costo para el cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei* en Cuba. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 2013, vol. 14, no 6.

<sup>150</sup> BAUTISTA, Jaime Francisco Faillace; VERGARA, R.; SUAREZ, A. Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*L. vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. *Revista AquaTIC*. 2017, vol. 1, no 44, p. 12-29.

<sup>151</sup> ARAGÓN-NORIEGA, Eugenio Alberto, et al. Efecto de la densidad de siembra y la estacionalidad en la producción de camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. *Ciencia Pesquera*, 2000, p. 39-46.

densidades que fueron manejadas.

**Figura 23. FCA por tratamiento**



Valores con diferentes literales son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

#### 6.4. SUPERVIVENCIA

Los resultados de esta investigación para supervivencia (figura 24) se encuentran dentro de los rangos normales obtenidos por Nasim, *et al* 2003<sup>152</sup> quienes obtuvieron supervivencias del 73 al 80 % a una densidad de 1 camarón/litro en tanques circulares con un volumen de 50 litros y similares a los reportados por Decamp y Moriarty<sup>153</sup> que presentaron supervivencias del 80% utilizando un probiótico comercial.

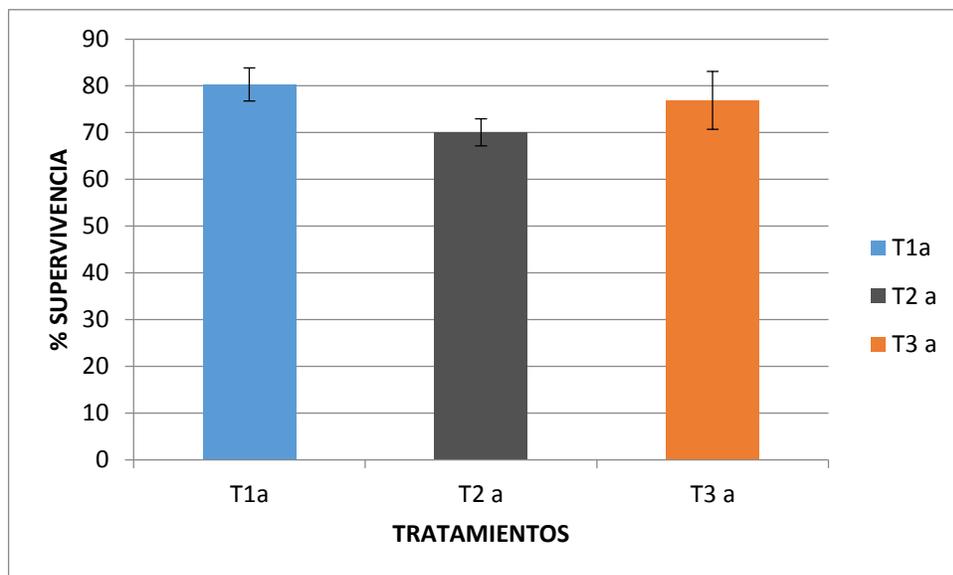
La supervivencia es un importante indicador para la toma de decisiones relacionadas con la modificación de las condiciones de cultivo y para la producción, por lo tanto, entre otros, la supervivencia refleja las condiciones de éxito o fracaso en las que los organismos son cultivados. Altas supervivencias están directamente relacionadas con condiciones apropiadas de mantenimiento.

<sup>152</sup> SADAT HOSEINI MADANI, Nasim, et al. The effects of dietary probiotic Bacilli (*Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*) on growth performance, feed efficiency, body composition and immune parameters of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae. *Aquaculture Research*.

<sup>153</sup> DECAMP, Olivier; MORIARTY, David JW; LAVENS, Patrick. Probiotics for shrimp larviculture: review of field data from Asia and Latin America. *Aquaculture Research*, 2008, vol. 39, no 4, p. 334-338.

El efecto de los probióticos para esta variable no presentó diferencias entre los tratamientos por lo tanto el uso de cualquiera de los probióticos generan el mismo resultado, según Balcázar *et al* 2007<sup>154</sup> los probióticos mejoran la supervivencia, de esta manera los resultados de esa investigación fueron similares a los de Moriarty *et al*<sup>155</sup> quienes encontraron que al utilizar una cepa de *Bacillus* aplicada al agua mejoró el incremento de peso y supervivencia como se evidencia en el tratamiento T3, e inferiores a los presentados por Rengpiptat *et al.*<sup>156</sup> Quienes al hacer pruebas desafío con vibrio Harvery y utilizando como probiótico una cepa de *Bacillus* obtuvieron alta supervivencia, inferiores al compararlos con los resultados presentados por Chiu *et al*<sup>157</sup> quienes obtuvieron una supervivencia del 100% después de 10 días del ensayo con uso de probióticos.

**Figura 24. Porcentaje de Supervivencia por tratamiento**



Valores con diferentes literales son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )

## 6.8. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.

<sup>154</sup> BALCÁZAR, José Luis; ROJAS-LUNA, Tyrone; CUNNINGHAM, David P. Effect of the addition of four potential probiotic strains on the survival of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) following immersion challenge with *Vibrio parahaemolyticus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2007, vol. 96, no 2, p. 147-150.

<sup>155</sup> MORIARTY, David JW. Disease control in shrimp aquaculture with probiotic bacteria. En *Proceedings of the 8th international symposium on microbial ecology*. Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada, 1999. p. 237-243.

<sup>156</sup> RENGPIPAT, Sirirat, et al. Enhanced growth and resistance to *Vibrio* challenge in pond-reared black tiger shrimp *Penaeus monodon* fed a *Bacillus* probiotic. *Diseases of aquatic organisms*, 2003, vol. 55, no 2, p. 169-173.

<sup>157</sup> CHIU, Chiu-Hsia, et al. Immune responses and gene expression in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, induced by *Lactobacillus plantarum*. *Fish & Shellfish Immunology*, 2007, vol. 23, no 2, p. 364-377.

## 6.9. AMONIO

En un sistema de cultivo, el amonio es un producto de desecho tóxico resultante de la excreción y la mineralización de los detritus orgánicos (heces y alimento no consumido). Olivera<sup>158</sup> afirma que esta variable, es importante puesto que a niveles mayores a 1 mg/L se afecta el crecimiento de los organismos hidrobiológicos, llegando a causar la muerte, por lo tanto se puede afirmar que los resultados obtenidos en el presente estudio con respecto a la concentración de amonio no afectaron los resultados.

Los resultados de este estudio se encuentran fuera de los valores normales que son 0.1 a 0.38 mg/l según Boyd and Gautier. Fueron superiores a los presentados por Yang-Liou<sup>159</sup> que obtuvieron valores de 0,36 mg/L .fueron inferiores a los reportados por De Melo *et al*<sup>160</sup> que obtuvieron valores de 1,86 ±0,08.

Los resultados de los compuestos nitrogenados están por encima de los encontrados por Wasielesky<sup>161</sup> al evaluar diferentes concentraciones de biofloc 100%, 50% y 0% con densidad de 300 camarones/m<sup>3</sup> con valores de 0,47mg/L, 0,17mg/L y 0,13mg/L, respectivamente. Sin embargo se realizó en fase de precria, mientras que en nuestro trabajo se llevó hasta tallas comerciales, lo que puede explicar su mayor concentración.

## 6.10. NITRITOS

El nitrito es un producto intermedio de la nitrificación del amonio por bacterias aeróbicas autotróficas a nitratos (Frías y Páez-Osuna<sup>162</sup>; Lin y Chen)<sup>163</sup>.

En el caso de nitritos se deben evitar concentraciones mayores a 0.45 mg de NO<sub>2</sub>-N/l, para prevenir alteraciones en el metabolismo. *Litopenaeus vannamei* puede soportar concentración elevada hasta los 4 mg/l de NO<sub>2</sub>-N, en organismos preadultos; solo cuando la salinidad del medio sea cercana a 20 ups, el organismo reduce su tasa de crecimiento pero no afecta la sobrevivencia (Gross *et al*)<sup>164</sup>.

---

<sup>158</sup> OLIVERA, A. Curso De Calidad De Aguas Y Manejo De Larvicultura De *Litopenaeus vannamei* Ceniagua. 2006.P.16

<sup>159</sup> YANG, Shuenn-Der; LIOU, Chyng-Hwa; LIU, Fu-Guang. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture*, 2002, vol. 213, no 1-4, p. 363-372.

<sup>160</sup> DE MELO COSTA, Weruska, et al. Remoção de compostos nitrogenados e fosfatados de efluentes por meio de reator anaeróbico com fluxo ascendente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2013, vol. 48, no 8, p. 1167-1170.

<sup>161</sup> Jr., W. W. (2006). "Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*." Rio Grande, Brazil b Waddell Mariculture Center – SC, Department of Natural Resources P.O. Box 258.

<sup>162</sup> Frías, M., Páez-Osuna, F. 2001. Toxicidad de los compuestos del Nitrógeno en camarones. Camaronicultura y Medio Ambiente. El Colegio de Sinaloa, UNAM, México. 270 pp.

<sup>163</sup> Lin, Y., Chen. Opcit.p.9.

<sup>164</sup> Gross, A., Abutbul, S., Zilberg, D. 2004. Acute and chronic effect of nitrite on white shrimp *Litopenaeus vannamei*, cultured in low salinity brackish water. *Journal of the World Aquaculture Society*. 35: 315-321.

Los resultados de este estudio se encuentran fuera de los valores normales según Boyd and Gautier que son 0.0 a 0.05 mg/sin embargo el autor sostiene a que estos niveles corresponden a sistemas extensivos y semi-intensivos, y en nuestro caso la biomasa trabajada corresponde a densidades híper-intensivas, Este mismo comportamiento lo evidencio Ray<sup>165</sup> encontrando niveles de nitritos mayores a 8mg/L y mayores a 20 para nitratos con densidades de 250 camarones/m<sup>3</sup>.

Los resultados de este estudio fueron superiores a los de Sevilla *et al*<sup>166</sup> que obtuvieron valores de 0.08 a 0.31 mg/L en cultivo intensivo a una densidad de 394 camarones/m<sup>2</sup> Si los organismos son expuestos a un ambiente con nitrito, este es incorporado en la hemolinfa rápidamente y reduce la hemocianina que es un pigmento respiratorio (Chen & Chen)<sup>167</sup> Fueron similares a los reportados por Laloo *et al*<sup>168</sup> que obtuvieron valores de 0.0 a 6.7 mg/L comprobaron que al adicionar una cepa de bacillus al agua esta elimina la materia orgánica y disminuye los nitritos, caso similar al de Dalmin *et al*<sup>169</sup> que utilizaron Bacillus y lograron disminuir los nitritos.

El efecto de los probióticos para esta variable no presentó diferencias entre los tratamientos por lo tanto el uso de cualquiera de los probióticos generan el mismo resultado

### 6.11. NITRATOS

Los resultados de este estudio se encuentran fuera de los valores normales según Boyd and Gautier que debe están entre 0.001 a 0.30 mg/l y fueron superiores a los obtenidos por Laloo *et al*<sup>170</sup> obteniendo valores de 0,0 a 3,4 mg/l.

### 6.12. TEMPERATURA

El crecimiento de los peneidos difiere estacionalmente solamente debido al efecto de la temperatura ambiental (Hartnoll)<sup>171</sup> La temperatura es uno de los modificadores más importantes del flujo de energía y, por lo tanto, del crecimiento del camarón (Dong *et al*, Zhang *et al*)<sup>172</sup>, y un aumento de la temperatura sobre el

---

<sup>165</sup> TIMMONS, M., et al. (2002). Sistemas de recirculación para la acuicultura., p 23-24

<sup>166</sup> BARÓN SEVILLA, Benjamín; BÜCKLE, Luis F.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Mónica. Intensive culture of *Litopenaeus vannamei* Boone 1931, in a recirculating seawater system. *Ciencias Marinas*, 2004, vol. 30, no 1B.

<sup>167</sup> Chen, J.C., y Chen S.F. (1992). Accumulation of nitrite in the haemolymph of *Penaeus monodon* exposed to ambient nitrite. *Comp. Biochem. Physiol.*, 103C(3): 477-481.

<sup>168</sup> Laloo *et al*. *Opcit*. p5.

<sup>169</sup> Dalmin *et al*. *Opcit*. p.3.

<sup>170</sup> Lallo. *Opcit*. p.5.

<sup>171</sup> Hartnoll, R. G. 1982. Growth, p. 111-196. *In* L. G. Abele (ed.). *The Biology of Crustacea*, 2. Embryology, Morphology and Genetics. Academic, Nueva York.

<sup>172</sup> Dong, S. L., N. S. Du & W. Lai. 1994a. Studies on the physio-ecology of *Macrobrachium nipponense* II. Effect

rango de 20 ° C a 32 ° C resulta en un aumento del crecimiento de juveniles de *L. vannamei* (Ponce-Palafox et al<sup>173</sup>, Jiang et al).

Los resultados para temperatura obtenidos se encuentran dentro de los valores normales que son de 25 a 32 ° C según Herrera<sup>174</sup>, Wyban *et al*; Ponce-Palafox *et al*.<sup>175</sup>.

Los resultados obtenidos de este estudio para supervivencia por la variable temperatura fueron superiores a los obtenidos por Rodríguez-García<sup>176</sup> que obtuvieron una supervivencia del 10% a una temperatura de 26°C, y fueron inferiores a los obtenidos por Arzola *et al*<sup>177</sup> quienes obtuvieron una supervivencia mayor de 90% en todas las combinaciones de temperatura.

### 6.13. OXÍGENO

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más importantes en la cría de organismos acuáticos. El grado de solubilidad de este elemento es una variable dependiente principalmente de la altura sobre el nivel del mar, la temperatura y la salinidad (Santamaría y García)<sup>178</sup>

Los resultados para oxígeno obtenidos se encuentran dentro de los valores normales que es de 3 a 8 mg/L según Herrera 2012<sup>179</sup>. Boyd<sup>180</sup> *et al* y Córdoba<sup>181</sup> mencionan que este parámetro es importante que se encuentre en niveles adecuados para poder sobrevivir, los niveles óptimos de oxígeno disuelto recomendado para camarones vara entre 4 a 5mg/l, dependiendo de diversos factores tales como densidad de siembra, biomasa, salinidad, temperatura, entre otros. Los valores obtenidos en este estudio se encuentran dentro de los rangos establecidos

El efecto de los probióticos para esta variable no presentó diferencias entre los tratamientos por lo tanto el uso de cualquiera de los probióticos generan el mismo

---

of temperature and body weight on energy budget. *Oceanologia Et Limnologia Sinica* 25:238–242

<sup>173</sup> Ponce-Palafox. Opcit.p.7.

<sup>174</sup> Herrera C, 2012. Factores Físicos y Químicos del agua de los estanques camarones Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León Facultad de Ciencias y Tecnología Departamento de Biología, Carrera de Ingeniería Acuícola. Nicaragua. 26-31

<sup>175</sup> Ponce-Palafox Opcit.p.12

<sup>176</sup> RODRÍGUEZ-AGUILERA, A.; GARCÍA-ARAYA, A. Efecto de la Temperatura sobre el Crecimiento y Supervivencia del Camarón de Río Del Sur (*Samastacus spinifrons*, Phillipi: 1992) en su etapa Joven. *Revista Agua TIC*, 2016, no 32.

<sup>177</sup> ARZOLA, Juan, et al. Supervivencia de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a diferentes salinidades y temperatura. *Revista MVZ Córdoba*, 2013, vol. 18.

<sup>178</sup> Santamaría, L. García, E. 1991. Parámetros importantes en la Calidad de Aguas del Cultivo de Organismos Acuáticos en Estanques de agua salobre. Manual Técnico. Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. Panamá. pp. 5- 89.

<sup>179</sup> Herrera C. 3, 2012. Folleto Sanidad acuícola. (Enfermedades como agente de disminución alimenticia). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNANLeón. Facultad de Ciencias. Carrera de Ingeniería Acuícola. PDF. Pág. 1-72.

<sup>180</sup> Boyd, Opcit.p.7.

<sup>181</sup> CORDOBA, R. Camaronicultura Sustentable; manejo y evaluación. Editorial: Trillas. 2009. Mexico.p.20.

resultado.

#### 6.14. pH.

Los resultados de este estudio se encuentran dentro de los valores normales según Boyd and Gautier, que deben estar entre 6.3 y 8.2 y superiores a los de Bolívar Ramírez *et al*<sup>182</sup> que obtuvieron valores promedios de  $6.07 \pm 0.05$  utilizando un probiótico y butirato, también superiores a los presentados por Ferreira *et al* 2017<sup>183</sup> que obtuvieron un valor promedio de  $7,9 \pm 0.04$  utilizando un probiótico comercial y similares a los presentados por Vieira *et al*<sup>184</sup> que obtuvieron un valor promedio de 7.8 a 8.6 utilizando un probiótico en la dieta.

#### 6.15. SALINIDAD

En las respuestas fisiológicas de los peneidos eurihalinos, los factores ambientales considerados con mayor influencia son la temperatura y la salinidad, porque les provocan efectos biológicos de gran complejidad (Chen *et al*; Wyban *et al*)<sup>185</sup>. *L. vannamei* exhibe un patrón de regulación hiperosmótico en bajas salinidades y un patrón de regulación hipoosmótico en altas, con un punto isosmótico entre 25–26 ups (Castille & Lawrence<sup>186</sup>; Díaz *et al*<sup>187</sup>; Gong *et al*)<sup>188</sup>.

Los resultados obtenidos en este estudio se encuentran fuera de los valores normales que es de 17 a 20 ppm según Erchao *et al.*, 2007<sup>189</sup>, Huang, 1983<sup>190</sup> Barlett *et al*<sup>191</sup> Ponce-Palafox *et al*<sup>192</sup>. Los valores de supervivencia en

---

<sup>182</sup> BOLÍVAR RAMÍREZ, Norha Constanza, et al. Effect of dietary supplementation with butyrate and probiotic on the survival of Pacific white shrimp after challenge with *Vibrio alginolyticus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2017, vol. 46, no 6, p. 471-477.

<sup>183</sup> FERREIRA, Maria Gabriela P., et al. Bioremediation and biocontrol of commercial probiotic in marine shrimp culture with biofloc. *Latin american journal of aquatic research*, 2017, vol. 45, no 1, p. 167-176.

<sup>184</sup> VIEIRA, Felipe do Nascimento, et al. Use of probiotic-supplemented diet on a Pacific white shrimp farm. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2016, vol. 45, no 5, p. 203-207.

<sup>185</sup> Chen, J. C., M. N. Lin, Y. Y. Ting, & J.N. Lin. 1995. Survival, haemolymph osmolality and tissue water of *Penaeus chinensis* juveniles acclimated to different salinity and temperatures levels. *Comparative Biochemistry and Physiology* 3: 253–258.

<sup>186</sup> Castille, F. L. & A. L. Lawrence. 1981. The effect of salinity on the osmotic and chloride concentration in the haemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 68A: 75–85.

<sup>187</sup> Díaz, F., C. Farfán., E. Sierra, & A. D. Re. 2001. Effects of temperature and salinity fluctuation on the ammonium excretion and osmoregulation of juveniles of *Penaeus vannamei*, Boone. *Marine Freshwater Behavior and Physiology* 34: 93–104.

<sup>188</sup> Gong, H., D. H. Jiang., D.V. Lightner, C. Collins, & D. Brock. 2004. A dietary modification approach to improve the osmoregulatory capacity of *Litopenaeus vannamei* cultured in the Arizona desert. *Aquaculture Nutrition* 10: 227–236.

<sup>189</sup> Erchao *et al*. Opcit.p.8.

<sup>190</sup> Huang, H.J. 1983. Factors affecting the successful culture of *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei* at estuarine power plant site: temperature, salinity, inherent growth variability, damselfly nymph predation, population density and distribution, and polyculture. PhD dissertation. Texas A&M University. College Station, Tx, USA, 221.

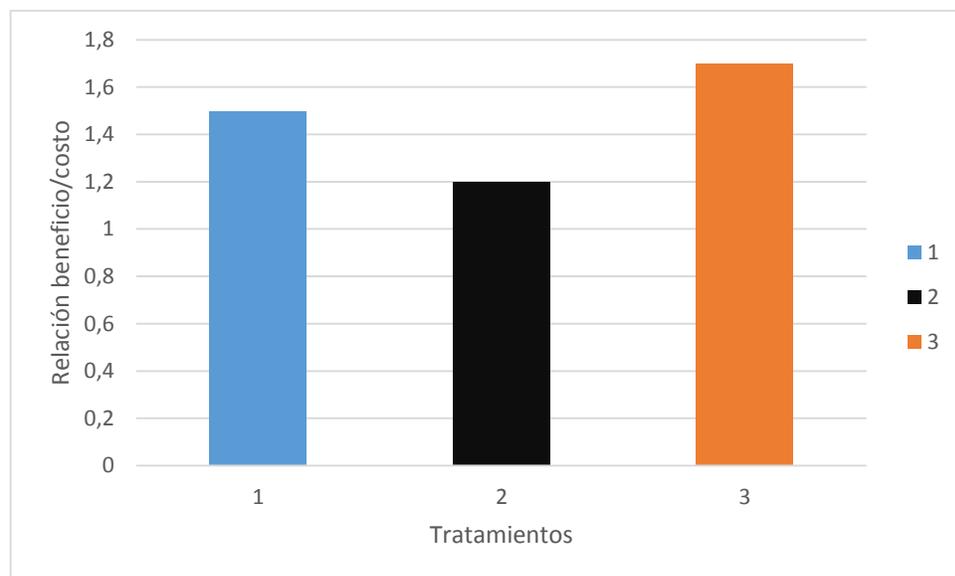
este estudio a salinidades de 36 ppt fueron superiores a los presentados por Manosalva<sup>193</sup> que presento supervivencia del 1% a la misma salinidad.

El efecto de los probióticos para esta variable no presentó diferencias entre los tratamientos por lo tanto el uso de cualquiera de los probióticos generan el mismo resultado.

## 6.16. ANÁLISIS DE COSTOS

De acuerdo con los resultados todos los tratamientos desde el punto de vista económico son factibles, por cuanto la inversión que se realiza se recupera y se obtiene beneficios económicos adicionales. Sin embargo el tratamiento T3 con un valor de 1.7 (figura 25) es el que registra los mayores beneficios económicos es decir que por cada peso invertido se obtienen 1.7 pesos como ingreso final.

**Figura 25. Relación costo-beneficio**



<sup>191</sup> Barlett, P., Bonilla, P., Quiros, L., Takano, M. 1990. Effects of high salinity on the survival and growth of juvenile *Penaeus vannamei*, *P. stylirostris*, and *P. monodon*. In Abstract, World Aquaculture, 90: 121/CP6. National Research Council. Ottawa, Ontario, Canada

<sup>192</sup> Ponce-Palafox Op cit.p.16

<sup>193</sup> MANOSALVAS, Pablo A.; MANOSALVAS, Pablo A. *Tolerancia del camarón blanco Litopenaeus vannamei y tilapia del Nilo Oreochromis niloticus a cambios de salinidad sin previa adaptación*. 2007. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

La densidad manejada (500 pL/m<sup>3</sup>) influyó negativamente en el incremento de peso, tasa específica de crecimiento y factor de conversión alimenticia, pero no influyó en la supervivencia.

La mejor tasa de crecimiento se obtuvo en el tratamiento T3 con el probiótico Aquacombi con un valor de 7.63 % g/día y la más baja se presentó en el tratamiento T2 con el probiótico Pro 4000X con un valor de 7.2 %g/día.

El peso promedio más alto se presentó en el tratamiento T3 con el probiótico Aquacombi con un valor de 8.27 g y el menor peso lo presentó el tratamiento T2 con un valor de 5.60 g.

Los valores de supervivencia fueron para tratamiento T1 80.3%, para tratamiento T2 70% y para el tratamiento T3 76.86%.

Los parámetros físico-químicos del agua estuvieron por encima de los rangos óptimos para el cultivo tradicional de camarón blanco (*L. vannamei*), factor que incidió en bajo crecimiento e incremento de peso, no obstante la supervivencia osciló en 70 y 80% considerada excelente en estos sistemas productivos.

La implementación de sistemas hiper-intensivos en producción de camarón blanco *L. vannamei*, es muy rentable porque aumenta el rendimiento productivo, optimiza espacio y garantiza producción a menor costo.

Los costos de producción de camarón blanco *L. vannamei*, en sistemas hiper-intensivos estuvieron representados en primer lugar por el balanceado con un 67%, seguido de la semilla con un 28% y un 1.11% de probióticos,

El análisis económico determinó que cualquiera de los tratamientos es factible sin embargo el tratamiento T3 probiótico Aquacombi obtuvo mayor viabilidad generando mayor relación costo beneficio.

## 7.2. RECOMENDACIONES

Evaluar otros probióticos utilizados en acuicultura, a diferentes dosis y densidades de animales que permitan establecer una correlación entre la densidad y las dosis de probiótico.

Medir el efecto de los productos estudiados como biorremediador de la calidad de agua del sistema de producción en camarones para las fases de ceba comprendida entre los nueve y quince gramos.

Hacer un análisis bacteriológico tanto en el agua como en los camarones a partir de la siembra con una frecuencia mensual hasta la cosecha con el fin de determinar la dinámica de bacterias (*Vibrio*) y su relación con las altas densidades, bajos recambios de agua y probióticos.

Analizar el efecto de altas densidades de siembra y el uso de probióticos en condiciones de ambientales normales (sin invernadero) que permita determinar los beneficios del probiótico reflejados en las variables productivas del camarón blanco *L vannamei*

## 8. BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE-HINOJOSA. E. PIÑA-VALDEZ. P. GARZA-AGUIRRE. M. C. GUZMÁN-RAMÍREZ. L. D. MONTOYA-OLVERA. R. TORRES-QUIROGA. J. O. & NIEVES-SOTO. M. (2012). Efecto de las xantofilas de la flor de cempasúchil *Tagetes erecta* L. en la acumulación de astaxantina y la sobrevivencia de postlarvas del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone. 1931). *Revista mexicana de ingeniería química*. 11(2). 249-257

Alpuche, J., Angundis, C. Solórzano, y A. Pereyra. 2003. Lectina en *L. setiferus* una alternativa en cultivo ante enfermedades que afectan al cultivo de camarones. Laboratorio de inmunología, departamento de bioquímica, Facultad de Medicina UNAM, 04510 México. *Revista Electronica de veterinaria REDVET* ISSN 16957504.

ALVAREZ CAPOTE, Josefa Susana. Sustitución de harina de pescado por harina de soya e inclusión de aditivos en el alimento a fin de mejorar la engorda del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*. 2007.

ANAYA ROSAS, Ricardo Ernesto. Cultivo De Camarón Blanco, *Litopenaeus vannamei*, Boone (1931), En Sistema Cerrado A Alta Densidad. Tesis que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS. Ensenada, Baja California: Centro De Investigación Científica Y De Educación Superior De Ensenada. 2005. 2 p.

ARZOLA, Juan, et al. Supervivencia de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a diferentes salinidades y temperatura. *Revista MVZ Córdoba*, 2013, vol. 18.

ARAGÓN-NORIEGA, Eugenio Alberto, et al. Efecto de la densidad de siembra y la estacionalidad en la producción de camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. *Ciencia Pesquera*, 2000, p. 39-46.

Austreng, E., T. Refstie (1979). Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. *Aquaculture*, 18:145- 156

Avnimelech, Y., 1999. Carbon nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, vol. 176, no. 3-4, p. 227-235.

Balcázar, J.L., I. de Blas, I. Ruiz-Zarzuela, D. Cunningham, D. Vendrell & J.L. Múzquiz. 2006. The rol of probiotics in aquaculture. *Vet. Microbiol.* 114: 173-186.

Baldisserotto, B., 2009. *Fisiología de peixes aplicada à aquicultura*. 2. ed. Santa Maria: Editora UFSM.

BALCÁZAR, José Luis; ROJAS-LUNA, Tyrone; CUNNINGHAM, David P. Effect of the addition of four potential probiotic strains on the survival of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) following immersion challenge with *Vibrio parahaemolyticus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2007, vol. 96, no 2, p. 147-150.

Barlett, P., Bonilla, P., Quiros, L., Takano, M. 1990. Effects of high salinity on the survival and growth of juvenile *Penaeus vannamei*, *P. stylirostris*, and *P. monodon*. In Abstract, World Aquaculture, 90: 121/CP6. National Research Council. Ottawa, Ontario, Canada

Barbieri, E., 2010. Acute toxicity of ammonia in white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Aquaculture* (Amsterdam, Netherlands), vol. 306, no. 1-4, pp. 329-333.

BAUTISTA, Jaime Francisco Faillace; VERGARA, R.; SUAREZ, A. Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*L. vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. *Revista AquaTIC*, 2017, vol. 1, no 44, p. 12-29.

Berger, C. 2000 Aportes de la bio-tecnología a la alimentación y a la inmunoestimulación de camarones peneidos. En: Cruz, L., Ricque, D., Tapia, M., Olvera, M. y Civera, R., (Eds.), *Avances en Nutrición Acuicola. Memorias del V simposium Internacional de Nutrición Acuicola*, 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.

BOCCA LUNA. Y. 1994. Reporte sobre experiencias en alimentación de camarones.

BOLÍVAR RAMÍREZ, Norha Constanza, et al. Effect of dietary supplementation with butyrate and probiotic on the survival of Pacific white shrimp after challenge with *Vibrio alginolyticus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2017, vol. 46, no 6, p. 471-477.

Boyd, C.E. *Water quality management for pond fish culture*. Elsevier Science Pub Co. Primera Edición. Amsterdam.. 318p.

Boyd, C.E. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama Agricultural Extension. Auburn University

Boyd, C.E. & Musig, Y. 1992. Shrimp pond effluents: observations of the nature of the problem on commercial farms. *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming*. Baton Rouge, Louisiana, 195–197.

Boyd, C.E.2000. Water Quality, an introduction. Kluewr Academic Publishers. Primera Edicion. Boston, Massachusett.330p.

Boyd, C.E.2001. consideraciones sobre la calidad del agua y sueño en cutivos de camaron, en: Haws, MC, Boyd, C.E (eds). Metodos para mejorar la camaronicultura en Centroamérica. Editorial-Imprenta UCA, Managua, Nicaragua. 24.25p

Boyd. C.E, T. Hanson. 2010. Dissolved-Oxigen Concentrations in Pond Aquaculture. Global Aquaculture Advocate. 40-41p.

BURFORD, M.A.; THOMPSON, P.J.; MCINTOSH, R.P.; BAUMAN, R.H.; PEARSON, D.C. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity zero-exchange system. **Aquaculture**, v.232, p.525-537, 2004.

Burford, MA., Thompson, PJ., Mcintosh, RP., Bauman, RH. and Pearson, DC., 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. Aquaculture, vol. 219, no. 1-4, p. 393-411

Bray,W.A., A.L. Lawrence.J.R.Leung-Trujillo.1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observation on interaction of IHHN virus and salinity. Aquaculture.122:133-146.

Castille, F. L. & A. L. Lawrence. 1981. The effect of salinity on the osmotic and chloride concentration in the haemolymph of euryha-line shrimp of the genus *Penaeus*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 68A: 75–85.

CALDERON, Jorge. La nutrición y alimentación en la acuicultura de América Latina y el Caribe, el estado actual de la acuicultura en ecuador y perfiles de nutrición y alimentación, alimentación en fase de larvas., p. 2. Disponible en la web URL:<<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab487s/AB487S08.htm>>.

Castaño, C.S., 1997. Acute toxicity of nitrite on pink-shrimp *Penaeus paulensis*, cultured in different salinities [*Penaeus paulensis* In Portuguese, English summary]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande. Undergraduate Monograph in Oceanology

Cavalli, R.O., Peixoto, S.M. and Wasielesky, W.J., 1998. Performance of (Pérez-Farfante) broodstock under long-term exposure to ammonia. *Penaeus paulensis* Aquaculture Research, vol. 29, no. 11, pp. 815-822

CORDOBA,R. Camaronicultura Sustentable;manejo y evaluación. Editorial:Trillas. 2009. Mexico.p.20.

Clifford, H.C., 1994. Semi-intensive sensation: A case study in marine shrimp pond management. *World Aquaculture*. 25:3- 6.

Chen, J.C., Chin, C.K. and Lee, C.K., 1986. Effects of ammonia and nitrite on larval development of the shrimp *Penaeus monodon*. Proceedings of the First Asian Fisheries Forum, 26-31 May 1986, Manila, Philippines. Selangor: Asian Fisheries Society, pp. 657-662

Chen, J.C., y Lei S.C. (1990). Toxicity of ammonia and nitrite to *Penaeus monodon* juveniles. *J. World Aquaculture Society*, 21(4): 300-306.

Chen, J.C., y Chen S.F. (1992). Accumulation of nitrite in the haemolymph of *Penaeus monodon* exposed to ambient nitrite. *Comp. Biochem. Physiol.*, 103C(3): 477-481.

CHIU, Chiu-Hsia, et al. Immune responses and gene expression in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, induced by *Lactobacillus plantarum*. *Fish & Shellfish Immunology*, 2007, vol. 23, no 2, p. 364-377.

Chen, J. C., M. N. Lin, Y. Y. Ting, & J.N. Lin. 1995. Survival, haemolymph osmolality and tissue water of *Penaeus chinensis* juveniles acclimated to different salinity and temperatures levels. *Comparative Biochemistry and Physiology* 3: 253–258.

Chen, J.C. F.H. nan. 1994. Comparisons of oxygen consumption and ammonia-N excretion of five penaeids. *J. Crusact. Biol.* 14:289-294.

CRUZ-SUÁREZ, L. E., RICQUE, M. D., TAPIA-SALAZAR, M., MARTÍN-SALDIVAR, L. F., GUAJARDO, B. C., NIETO-LÓPEZ, M., & SALINAS-MILLER, A. (2002). Historia y estatus actual de la digestibilidad y algunas características fisicoquímicas de los alimentos comerciales para camarón usados en México. Avances en nutrición acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de nutrición acuícola.

Decamp.O., J. Cody. L. Conquest, G. Delanoy, A.G. Tacon.2003. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Bonne), within experimental zer-water Exchange culture systems. *Aquaculture Research*. 34:345-355.

DE MELO COSTA, Weruska, et al. Remoção de compostos nitrogenados e fosfatados de efluentes por meio de reator anaeróbico com fluxo ascendente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2013, vol. 48, no 8, p. 1167-1170.

Díaz, F., C. Farfán., E. Sierra, & A. D. Re. 2001. Effects of temperature and salinity

fluctuation on the ammonium excretion and osmoregulation of juveniles of *Penaeus vannamei*, Boone. *Marine Freshwater Behavior and Physiology* 34: 93–104.

Dong. S. L., N. S. Du & W. Lai. 1994a. Studies on the physio-ecology of *Macrobrachium nipponense* II. Effect of temperature and body weight on energy budget. *Oceanologia Et Limnologia Sinica* 25:238–242

Erchao, L., C. Liqiao, Z. Ceng, C. Xuemin, Y. Na, L. Qiuming, G. Jian. 2007. Grow, body composition, respiration and ammonia nitrogen tolerance of juvenile White shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. *Aquaculture*. 265:385-390  
ESPOL.p.4

FABRICIO, B. Los *peneidos* en la acuicultura semi-intensiva. México: departamento de investigaciones del litoral, 2000 (citado el 05 de Octubre del 2017). Disponible en internet URL: <[www.investigacionesporautorwikipediacuicultura.com](http://www.investigacionesporautorwikipediacuicultura.com)>.

FERREIRA, Maria Gabriela P., et al. Bioremediation and biocontrol of commercial probiotic in marine shrimp culture with biofloc. *Latin american journal of aquatic research*, 2017, vol. 45, no 1, p. 167-176.

Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals-a review. *J Appl. Bacteriol.* 66:365-378.

FRAGA-CASTRO. I. & JAIME-CEBALLOS. B. (2011). Estrategias para optimizar el manejo del alimento en el engorde del camarón blanco del Caribe *Litopenaeus schmitti*. *AquaTIC*. (35). 20-34.

Frías, M., Páez-Osuna, F. 2001. Toxicidad de los compuestos del Nitrógeno en camarones. *Camaronicultura y Medio Ambiente*. El Colegio de Sinaloa, UNAM, México. 270 pp.

FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma., p. 78. Disponible en la web URL: <<http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>>.

FAO 2006-2017. Programa de información de especies acuáticas. *Penaeus vannamei*. Programa de información de especies acuáticas. Texto de Briggs, M. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 7 April 2006. [Citado 9 October 2017]., p. 3. Disponible en la web, URL: <[http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus\\_vannamei/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es)>.

Gatesoupe, F. 1993. Elevage Larvaire du Turbot: Les Probiotiques la Rscousse. Aqua. Reveu. 48. 25-28.

Gong, H., D. H. Jiang., D.V. Lightner, C. Collins, & D. Brock. 2004. A dietary modification approach to improve the osmoregulatory capacity of *Litopenaeus vannamei* cultured in the Arizona desert. *Aquaculture Nutrition* 10: 227–236.

GONZÁLEZ, Juan Francisco Arzola, et al. Crecimiento de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un estanque rústico a baja salinidad. *Revista AquaTIC*, 2016, no 28.

Günther, J. & R. Jiménez-Montealegre. 2004. Efecto del probiótico *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento y alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en laboratorio. *Rev. Biol. Trop.* 52: 937-943.

Gross, A., Abutbul, S., Zilberg, D. 2004. Acute and chronic effect of nitrite on white shrimp *Litopenaeus vannamei*, cultured in low salinity brackish water. *Journal of the World Aquaculture Society.* 35: 315-321.

Herrera C, 2012. Factores Físicos y Químicos del agua de los estanques camaroneros Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León Facultad de Ciencias y Tecnología Departamento de Biología, Carrera de Ingeniería Acuícola. Nicaragua. 26-31

Herrera C. 3, 2012. Folleto Sanidad acuícola. (Enfermedades como agente de disminución alimenticia). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNANLeón. Facultad de Ciencias. Carrera de Ingeniería Acuícola. PDF. Pág. 1-72.

Huang, H.J. 1983. Factors affecting the successful culture of *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei* at estuarine power plant site: temperature, salinity, inherent growth variability, damselfly nymph predation, population density and distribution, and polyculture. PhD dissertation. Texas A&M University. College Station, Tx, USA, 221.

Innocenti, A., Zimmerman, S., Ferry, J.G., Scozzafava, A. and Supuran, C.T., 2004. Carbonic anhydrase inhibitors. Inhibition of the zinc and cobalt  $\gamma$ -class enzyme from the archaeon *Methanosarcina thermophila* with anions. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, vol. 14, no. 12, pp. 3327-3331.

Irianto, A. & B. Austin. 2002. Probiotics in aquaculture. *J. Fish. Dis.* 25: 633-642.

Jauncey, K. (1982). The effects of varying dietary protein level on the growth, food

conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture*, 27:43-54

Jiang, D., A.L. Lawrence, W.H. Neill, H. Gong. 2000. Effects of temperatura and salinity on nitrogenous excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 253:193-209

Jory, D.E. 1998. Use of probiotics in penaeid shrimp growout. *Aquac. Mag.* 24: 62-67.

Kim, S; y ABELE, G. Importancia del camarón en América. Ecuador.

Kir, M. and Kumlu, M., 2006. Acute toxicity of ammonia to *Penaeus semisulcatus* postlarvae in relation to salinity *Journal of the World Aquaculture Society*, vol. 37, no. 2, pp. 231-235

Kumlu, M., M. Kumlu, S. Turkmen. 2010. Combined effects of temperatura and salinity on critical thermal minima of Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Penaeidae). *Journal of Thermal Biology*. 35:302-304.

Kumar, M., N.S. Swarnakumar, K. Sivakumar, T. Thangaradjou & L. Kannan. 2008. Probiotics in aquaculture: importance and future perspectives. *Indian J. Microbiol.* 48: 299-308.

LALLOO, R., et al. Isolation and selection of *Bacillus* spp. as potential biological agents for enhancement of water quality in culture of ornamental fish. *Journal of Applied Microbiology*, 2007, vol. 103, no 5, p. 1471-1479.

LARA-ESPINOZA, Claudia Lizeth, et al. Desarrollo de camarón *Litopenaeus vannamei* en un sistema de cultivo intensivo con biofloc y nulo recambio de agua. *Revista AquaTIC*, 2016, no 43, p. 1-13.

Lazzari, R. and Baldisserotto, B., 2008. Nitrogen and phosphorus waste in fish farming. *Boletim do Instituto de Pesca*, vol. 34, no. 4, pp. 591-600.

Lin, Y., Chen, J. 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *Journal of Experimental of Marine Biology and Ecology*. 259: 109-119

Lin, Y.C. and Chen, J.C., 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels *Aquaculture (Amsterdam, Netherlands)*, vol. 224, no. 1-4, pp. 193-201

Lin, C. K. 1995. Progression of intensive marine shrimp culture in Thailand, p. 13–23. In C. L. Browdy and J. S. Hopkins (ed.), *Swimming through troubled water. Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming, Aquaculture '95*. World

Aquaculture Society, Baton Rouge, La.

McABEE, B.J.; BROWDY, C.L.; RHODES, R.J.; STOKES, A.D. The use of greenhouse-enclosed raceway systems for the super-intensive production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the United States. **Global Aquaculture Advocate**, v.6, p.40-43, 2003.v

MANOSALVAS, Pablo A.; MANOSALVAS, Pablo A. *Tolerancia del camarón blanco Litopenaeus vannamei y tilapia del Nilo Oreochromis niloticus a cambios de salinidad sin previa adaptación*. 2007. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Martínez, L.R.1999. Cultivo de Camarones Peneidos, principios y prácticas. México, D.F.: AGT Editor. 28.

MEMBREÑO, Leslie, et al. Crecimiento de camarones blancos *Litopenaeus vannamei* en juveniles con dos tipos de alimentos: uno comercial con 25% de proteína vrs experimental con 18% de proteína a densidad de siembra de 12 ind/m<sup>2</sup> (Sistema semi-intensivo). *Universitas (León). Revista Científica de la UNAN-León.*, 2014, vol. 5, no 2, p. 102-117

Miranda-Filho, K.C., Pinho, G.L.L., Wasielesky, W.J. Jr. and Bianchini, A., 2009. Long-term ammonia toxicity to the pink-shrimp *Farfantepenaeus paulensis*. *Comparative Biochemistry and Physiology C*, vol. 150, no. 3, pp. 377-382

MORIARTY, David JW. Disease control in shrimp aquaculture with probiotic bacteria. En *Proceedings of the 8th international symposium on microbial ecology*. Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada, 1999. p. 237-243.

MOLINA, Cesar y VILLARREAL, Humberto. Estrategias de Alimentación en la etapa de engorda del camarón, La Paz, B.C.S., México, 2008., p. 3.

Motoh. H. 1981. Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon* in the Philippines. Southeast Asian Fisheries Development Center. Primera Edicio. Tigbauan, Philippines.128p.

Nelly, C. (2011). *Análisis de la composición de productos probióticos comerciales empleados en la larvicultura de camarón Penaeus litopenaeus vannamei, usando una metodología de análisis molecular, PCR-DGGE* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2011.).

OLIVERA, A. Curso De Calidad De Aguas Y Manejo De Larvicultura De *Litopenaeus vannamei* Ceniagua. 2006.P.16

Ostrensky, A., Marchiori, M.A. and Poersch, L.H., 1992. Toxicidade aguda da amônia no processo produtivo de pós-larvas de *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 64, no. 4, pp. 383-389

Ostrensky, A. and Wasielesky, W.J., 1995. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp . *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967 *Aquaculture* (Amsterdam, Netherlands), vol. 132, no. 3-4, pp. 339-347

Ostrensky, A., 1997. Studies on technological viability of marine shrimp culture in Paraná state, Brazil [In Portuguese, English summary]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. PhD Thesis in Zoology.

Peixoto, S., 1996. Effect of ammonia on reproductive performance of pink-shrimp *Penaeus paulensis* captured in the Patos Lagoon estuary [In Portuguese, English summary]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande. Undergraduate Monograph in Oceanology.

Pérez-Velázquez, M., M.L. Gonzalez-Félix, F. Jaimes-Bustamante, L.R. Martinez-Cordova, D.A. Trujillo-Villalba. 2007. Investigation of the effects of salinity and Dietary Protein Level on Growth and Survival of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 38(4):475-485.

PELEGRIN, Elda. Nuevas alternativas de dietas de bajo costo para el cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei* en Cuba. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 2013, vol. 14, no 6.

Ponce-Palafox, J., C. A. Martinez-Palacios & L. G. Ross. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates

Prieur, G., Nicolas, J.L., Plusquellec, A., Vigneulle, M., 1990. Interactions between bivalves molluscs and bacteria in the marine environment. *Oceanogr. Marine. Biology Annual. Rev.* 28, 227–352

RENGPIPAT, Sirirat, et al. Enhanced growth and resistance to *Vibrio* challenge in pond-reared black tiger shrimp *Penaeus monodon* fed a *Bacillus* probiotic. *Diseases of aquatic organisms*, 2003, vol. 55, no 2, p. 169-173.

RODRÍGUEZ-AGUILERA, A.; GARCÍA-ARAYA, A. Efecto de la Temperatura sobre el Crecimiento y Sobrevivencia del Camarón de Río Del Sur (*Samastacus spinifrons*, Phillipi: 1992) en su etapa Joven. *Revista AquaTIC*, 2016, no 32.

Romano, N. and Zeng, C., 2013. Toxic effects of ammonia, nitrite and nitrate to decapod crustaceans: a review on factors influencing their toxicity, physiological

consequences, and coping mechanisms. *Reviews in Fisheries Science*, vol. 21, no. 1, pp. 1-21.

Sachisida, A., 1997. Effect of nitrate on growth of pink-shrimp juveniles *Penaeus paulensis* (Crustacea: Decapoda) [In Portuguese, English summary]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande. Undergraduate Monograph in Oceanology

SADAT HOSEINI MADANI, Nasim, et al. The effects of dietary probiotic *Bacilli* (*Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*) on growth performance, feed efficiency, body composition and immune parameters of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae. *Aquaculture Research*.

Santamaría, L. García, E. 1991. Parámetros importantes en la Calidad de Aguas del Cultivo de Organismos Acuáticos en Estanques de agua salobre. Manual Técnico. Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria. Panamá. pp. 5- 89.

Sakata, T., 1990. Microflora in the digestive tract of fish and shellfish. In: Lesel, R. (Ed.), *Microbiology in Poecilotherms*. Elsevier,

SOWERS, A.D.; GATLIN, D.M.; YOUNG, S.P.; ISELY, J.J.; BROWDY, C.L.; TOMASSO, J.R. Responses of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in water containing low concentrations of total dissolved solids. ***Aquaculture Research***, v.36, p.819-823, 2005.

Sprague, J.B., 1971. Measurement of pollutant toxicity to fish-III. Sublethal effects and "safe" concentrations. *Water Research*, vol. 5, no. 6, pp. 245-266.

Tacon, A. (1987). The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp a training manual. I. The essential nutrients. FAO. Trust fund GCP/RLA/075/ITA. Brasilia, Brasil. 117 pp

Tahon, J.P., Van Hoof, D., Vinckier, C., Witters, R., De Ley, M. and Lontie, R., 1988. The reaction of nitrite with the haemocyanin of *Astacus leptodactylus*. *The Biochemical Journal*, vol. 249, no. 3, pp. 891-896

Teichert-Coddington, D.R., R. Rodrigues, W. Toyofoku. 1994. Cause of cyclic variation in Honduran shrimp production. *World Aquaculture*. 25:57-61

TINOCO, Fanny Cano; MENACHO, Silvia Carrión; AVALOS, Walter Eduardo Reyes. Efecto de altas densidades de siembra en el crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) en agua salobre. *REVISTA CITECSA*, 2014, vol. 5, no 8, p. 37-53.

Tomasso, J.R., 1994. Toxicity of nitrogenous Wastes to Aquaculture Animals. *Reviews in Fisheries Science*, vol. 2, no. 4, pp. 291-314.

Thurston, R.V., Russo, R.C. and Smith, C.E., 1978. Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat trout fry. Transactions of the American Fisheries Society, vol. 107, no. 2, pp. 361-368

VALENZUELA-QUIÑÓNEZ. W. ESPARZA-LEAL. H. M. NAVA-PÉREZ. E. & Quiroz. G. R. (2012). EL CULTIVO DE CAMARÓN EN AGUA DE BAJA SALINIDAD CON ALIMENTO A BASE DE HARINA DE LOMBRIZ. *Ra Ximhai*. 8(3b). 131-136.

VALVERDE-MOYA, José A.; MONTOYA, Jorge Alfaro. Crecimiento compensatorio y producción en las fases de precría, preengorde y engorde comercial del camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, en Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 2015, vol. 7, no 1, p. 99-115.

VAN WYK, P. and SCARPA, J., 1999. Water quality and management. In VAN WYK, P., DAVIS-HODGKINS, M., LARAMORE, R., MAIN, KL., MOUNTAIN, J. and SCARPA, J. (Eds.). *Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems*. Tallahassee: Florida Department of Agriculture and Consumer Services. p. 128-138.

VERA MORALES, MARCOS XAVIER. *Efectos de una combinación del probiótico *Pediococcus acidilactici* con vitaminas y antioxidantes en el crecimiento y supervivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei**. 2014. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil; Facultad de Ciencias Naturales.

VIEIRA, Felipe do Nascimento, et al. Use of probiotic-supplemented diet on a Pacific white shrimp farm. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2016, vol. 45, no 5, p. 203-207.

Villareal, H., A. Hernandez-Llamas, R Hewitt.2003. Effect of salinity on growth, survival and oxygen consumption of juvenile Brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes). *Aquaculture Research*. 34:187-193.

WASIELESKY JUNIOR, W.; ATWOOD, H.; STOKES, A.; BROWDY, C.L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*,v.258, p.396-403, 2006.

Wyban,J.A,W.A. Walsh, D.M. Godin. 1995. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversión of the Pacific White shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*. 138:267-279.

Wright, P.A. and Wood, C.M., 2012. Seven things fish know about ammonia and we don't. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, vol. 184, no. 3, pp. 231-240.

YANG, Shuenn-Der; LIOU, Chyng-Hwa; LIU, Fu-Guang. Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture*, 2002, vol. 213, no 1-4, p. 363-372.

Ziemer, C.J., G.R. Gibson. 1998. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. *Int. Dairy J.* 8, 473– 479.

# ANEXOS

**Anexo A. Prueba de homogeneidad de varianzas.**

	Estadístico de Levene	gl1	l2	ig.
SUPERVIVENCIA	1.195			366
PESO FINAL	.359			712
TEC	.065			938

**Anexo B. Prueba de contraste de Tukey para incremento de peso.**

HSD Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2.00	3	5.6000	
1.00	3	6.6333	6.6333
3.00	3		8.2667
Sig.		.466	.196

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

### Anexo C. Prueba de contraste de Tukey para TEC

HSD Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2.00	3	7.2000	
1.00	3	7.3667	7.3667
3.00	3		7.6333
Sig.		.495	.213

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

### Anexo D. Prueba no paramétrica para FCA

#### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de FCA es la misma entre las categorías de TRATAMIENTO.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.516	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

## Anexo E. Prueba normalidad para calidad de agua

	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
AMONIO	1	.096	45	.200 <sup>*</sup>	.965	45	.186
	2	.072	45	.200 <sup>*</sup>	.975	45	.434
	3	.102	45	.200 <sup>*</sup>	.952	45	.063
NITRITOS	1	.184	45	.001	.778	45	.000
	2	.145	45	.019	.906	45	.001
	3	.200	45	.000	.747	45	.000
NITRATOS	1	.171	45	.002	.860	45	.000
	2	.190	45	.000	.863	45	.000
	3	.191	45	.000	.844	45	.000

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

## Anexo F. Prueba de homogeneidad de varianzas de amonio

### Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
AMONIO	1.164	2	132	.315

## Anexo G. Prueba no paramétrica para nitritos y nitratos

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de NITRITOS es la misma entre las categorías de TRATAMIENTO.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.780	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de NITRATOS es la misma entre las categorías de TRATAMIENTO.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.412	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

### Anexo H. Prueba no paramétrica para temperatura y oxígeno

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de TEMPERATURA es la misma entre las categorías de TRATAMIENTO.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.000	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de OXIGENO es la misma entre las categorías de TRATAMIENTO.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

### Anexo I. Prueba de normalidad para salinidad y pH

### Pruebas de normalidad

	TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SALINIDAD	1.00	.306	588	.000	.837	588	.000
	2.00	.275	588	.000	.800	588	.000
	3.00	.292	588	.000	.801	588	.000
pH	1.00	.180	588	.000	.883	588	.000
	2.00	.191	588	.000	.850	588	.000
	3.00	.182	588	.000	.882	588	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

## Anexo J. Prueba no paramétrica para salinidad y pH

### Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de SALINIDAD es la misma entre las categorías de TRATAMIENTO.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.000	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de pH es la misma entre las categorías de TRATAMIENTO.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

## Anexo K. Datos promedio de Calidad de agua.

Semana	Tratamiento 1			Tratamiento 2			Tratamiento 3		
	Amonio	Nitritos	Nitratos	Amonio	Nitritos	Nitratos	Amonio	Nitritos	Nitratos
1	0,04	0,07	2,65	0,05	0,09	3,53	0,05	0,09	3,53
2	0,63	0,43	0,63	0,78	0,57	0,72	0,59	0,43	1,05
3	0,10	0,53	0,98	0,23	0,56	1,02	0,68	0,56	0,99
4	0,42	1,59	2,87	0,33	2,14	3,14	0,91	1,42	2,44
5	0,54	5,32	13,81	0,62	3,83	8,27	0,56	6,11	12,73
6	0,39	10,12	10,95	0,98	10,28	14,34	0,83	8,80	15,41
7	0,56	7,40	14,31	0,71	11,67	15,73	0,32	11,08	15,26
8	0,52	6,59	17,39	0,65	11,71	33,56	0,85	8,66	19,71
9	0,43	6,60	16,11	0,83	10,05	32,28	0,83	7,60	19,18
10	0,47	6,59	16,75	0,74	10,88	32,92	0,84	8,13	19,45
11	0,46	6,00	20,97	0,82	17,61	37,92	0,23	11,62	29,05
12	0,37	4,92	12,24	0,72	8,02	19,09	0,41	21,27	15,46
13	0,23	1,54	2,70	0,33	3,85	4,46	0,42	1,71	1,85
14	0,30	3,23	7,47	0,47	5,16	11,50	0,41	11,49	8,66

### Anexo L. Datos promedio de temperatura y oxígeno

Semana	T1		T2		T3	
	T°	OD	T°	OD	T°	OD
1	27,78	5,51	27,69	4,16	27,71	5,53
2	26,82	5,50	26,76	4,09	26,73	5,50
3	25,17	5,80	25,11	4,30	25,10	5,81
4	26,85	5,58	26,68	4,20	26,71	5,67
5	26,96	5,73	26,80	4,26	26,82	5,80
6	26,89	5,46	26,61	4,10	26,71	5,53
7	26,50	5,57	26,29	4,15	26,47	5,63
8	25,74	5,28	25,65	3,87	25,66	5,36
9	24,97	5,25	24,90	3,95	24,92	5,40
10	25,83	4,92	25,90	3,65	25,72	4,97
11	26,91	4,75	26,84	3,54	26,82	4,83
12	26,95	4,63	26,88	3,63	26,94	4,80
13	26,39	4,59	26,46	3,32	26,26	4,60
14	26,39	4,35	26,47	3,21	26,26	4,30

### Anexo M. Datos promedio de salinidad y pH

Semana	T1		T2		T3	
	Salinidad	pH	Salinidad	pH	Salinidad	pH
1	35,00	8,12	35,00	8,15	35,00	8,14
2	35,17	8,08	35,14	8,11	35,14	8,10
3	35,67	8,36	36,00	8,39	36,00	8,41
4	35,02	8,11	35,10	8,15	35,05	8,18
5	35,71	8,15	35,52	8,15	35,43	8,23
6	36,14	8,10	35,81	8,12	35,86	8,17
7	36,52	8,11	37,29	8,13	36,81	8,14
8	36,02	8,02	37,13	8,04	36,63	8,10
9	37,00	7,99	37,95	8,02	37,48	8,11
10	36,24	7,96	36,64	8,06	36,67	8,03
11	35,57	7,92	35,88	8,06	36,00	7,99
12	34,81	7,86	35,05	8,00	35,10	7,91
13	35,33	7,94	35,38	7,99	35,48	7,90
14	35,81	7,82	35,60	7,82	36,14	7,75

