



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Calidad de agua y desarrollo larval de *Litopenaeus vannamei* en tanques para larvicultura con aireación artesanal y manguera microporosa.**

**DOMINGUEZ CRUZ ANDREA JULEYSI  
INGENIERA ACUICOLA**

**VERA LAZO KERLY ESTEFANIA  
INGENIERA ACUICOLA**

**MACHALA  
2022**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Calidad de agua y desarrollo larval de *Litopenaeus vannamei* en  
tanques para larvicultura con aireación artesanal y manguera  
microporosa.**

**DOMINGUEZ CRUZ ANDREA JULEYSI  
INGENIERA ACUICOLA**

**VERA LAZO KERLY ESTEFANIA  
INGENIERA ACUICOLA**

**MACHALA  
2022**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**Calidad de agua y desarrollo larval de *Litopenaeus vannamei* en tanques para larvicultura con aireación artesanal y manguera microporosa.**

**DOMINGUEZ CRUZ ANDREA JULEYSI  
INGENIERA ACUICOLA**

**VERA LAZO KERLY ESTEFANIA  
INGENIERA ACUICOLA**

**SANTACRUZ REYES ROBERTO ADRIAN**

**MACHALA  
2022**

# borrador tesis v2

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1	Submitted to Universiteit van Amsterdam Trabajo del estudiante	1%
2	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador Trabajo del estudiante	<1%
6	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec">repositorio.espe.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://www.epistemonikos.org">www.epistemonikos.org</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%

---

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Las que suscriben, DOMINGUEZ CRUZ ANDREA JULEYSI y VERA LAZO KERLY ESTEFANIA, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado Calidad de agua y desarrollo larval de *Litopenaeus vannamei* en tanques para larvicultura con aireación artesanal y manguera microporosa., otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



DOMINGUEZ CRUZ ANDREA JULEYSI

0706506185



VERA LAZO KERLY ESTEFANIA

0706519220

## **AGRADECIMIENTO**

Primero queremos agradecer a Dios y a nuestras familias, por su apoyo fundamental para alcanzar cada uno de los objetivos propuestos en el ámbito académico y poder superar cualquier adversidad.

Por otra parte, agradecemos a cada uno de los docentes de la Universidad Técnica de Machala por brindarnos sus conocimientos, los cuales han sido parte fundamental en nuestra preparación académica.

Para finalizar, expreso mi gratitud al Dr. Roberto Santacruz Reyes por su apoyo y guía durante el trabajo de titulación, así mismo agradecemos la ayuda y comprensión de los especialistas Dr. Colón Velásquez y Blgo. Milton Cun y profesor Ing. Irán Rodríguez, que nos permitió superar cada obstáculo que se presentó durante la investigación.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios y la Virgen María por haberme brindado salud, confianza y las habilidades para lograr culminar mi etapa universitaria.

Así mismo, dedico este trabajo con toda mi alma y corazón a mi familia; a mis amados padres-abuelos Ninfa Polo y Emilio Cruz que a través de sus enseñanzas, paciencia, firmeza, bondad, bendición diaria e inmenso amor formaron e iluminaron mi camino hacia una persona de bien, a mis queridos padres Marcia Cruz y Moisés Dominguez por sus consejos, apoyo incondicional, amor, fortaleza, determinación y complicidad que me siguen brindando en cada meta propuesta, a mi hermana Marcia Dominguez por su cariño, protección y compañía, a todos los familiares y amigos cercanos. Gracias a todos ustedes y su confianza he logrado culminar esta etapa académica con satisfacción.

*Andrea Dominguez Cruz*

Dedico con todo mi corazón a Dios por haberme brindado salud, paciencia y firmeza para lograr cada objetivo propuesto a nivel académico y personal. Quién siempre está conmigo ayudándome aprender de mis errores y me da fuerzas para levantarme frente a las adversidades.

A mi padre-abuelo Julio Vera por haberme inculcado valores y principios que actualmente me han forjado a ser una persona de buen corazón y con mucha determinación frente a mis metas. Sin su bendición y palabras de apoyo no lo habría logrado, a mis padres Julio Vera y Matilde Lazo por sus consejos, motivación y apoyo durante mi vida académica, a un ser especial que con su presencia y recuerdo le brindo a mis días mucha paz, tranquilidad y amor, a todos los seres queridos, familiares y amigos que estuvieron presente. Me enorgullece dedicar el fruto de mi esfuerzo a todos los que creyeron en mí y mi capacidad.

*Kerly Vera Lazo*

## RESUMEN

Las concentraciones ideales de oxígeno disuelto (OD) en larvicultura son clave para lograr un correcto crecimiento y desarrollo en cada una de sus etapas larvarias. Por tal motivo, se han implementado varios sistemas de aireación con diferentes tamaños de burbuja, de los cuales se destaca el uso de las microburbujas por su eficacia en la transferencia de oxígeno.

Debido a esto, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de dos tipos de aireación sobre parámetros de calidad de agua y desarrollo larvario de *Litopenaeus vannamei* en tanques para larvicultura. Se realizó un experimento DCA (diseño completamente al azar), con 2 tratamientos (manguera artesanal – T1 y manguera microporosa – T2), cada uno por triplicado durante un periodo de 10 días. Se utilizaron 6 tanques con un volumen de 17 toneladas de agua que fueron sembrados con 1'196.000 larvas en estadio PL5 (1300 gramos, con un PL/g de 920). A lo largo del experimento se registraron parámetros de crecimiento, supervivencia, perfil de oxígeno y de calidad de agua tales como oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura y compuestos nitrogenados. Los resultados obtenidos demostraron que los tanques con aireación microporosa tuvieron un peso promedio final de 2,48 mg y una supervivencia del 84,3%, mientras que los tanques con aireación artesanal tuvieron un peso de 2,28 mg y una supervivencia del 79%, es decir, el tratamiento con manguera microporosa tuvo 8% y 6,71% mayor de crecimiento y supervivencia, respectivamente. Adicionalmente, los tanques con manguera microporosa presentaron un perfil de oxígeno disuelto más estable en la columna de agua, todo esto se debe al menor tamaño de burbuja, con lo cual se mejora la transferencia, distribución y solubilidad de OD, y con ello los organismos presentan un menor gasto energético y mejor respuesta de sus funciones fisiológicas.

**Palabras claves:** microburbuja, aireación, larvicultura, *Litopenaeus vannamei*, oxígeno disuelto.



## **ABSTRACT**

The ideal concentrations of dissolved oxygen (DO) in larviculture are key to achieving correct growth and development in each of its larval stages. For this reason, several aeration systems with different bubble sizes have been implemented, of which the use of microbubbles stands out for its efficiency in oxygen transfer.

Due to this, the present study aimed to determine the effect of two types of aeration on water quality parameters and larval development of *Litopenaeus vannamei* in tanks for larviculture. A completely randomized design (CRD) experiment was carried out, with 2 treatments (artisanal hose - T1 and microporous hose - T2), each one by triplicate for a period of 10 days. Six tanks with a volume of 17 tons of water were used, which were stocked with 1'196.000 PL5 stage *L. vannamei* larvae (1,300 grams, with a PL/g count of 920). Throughout the experiment growth, survival, oxygen profile and water quality parameters such as dissolved oxygen (DO), pH, temperature and nitrogenous compounds were recorded. The results obtained showed that the tanks with microporous aeration had a final average weight of 2.48 mg and a survival of 84.3%, while the tanks with artisanal aeration had a final weight of 2.28 mg and a survival of 79%, indicating the treatment with microporous hose had a 8% and 6.71% greater growth and survival, respectively. Additionally, the tanks with microporous hose presented a more stable dissolved oxygen profile in the water column, all this is due to the smaller bubble size, which improves the transfer, distribution and solubility of DO, thus the shrimp larvae presented a lower energy expenditure and a better response of their physiological functions.

**Keywords:** microbubble, aeration, larviculture, *Litopenaeus vannamei*, dissolved oxygen.

## INDICE

AGRADECIMIENTO .....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN .....	iii
ABSTRACT. ....	iv
CAPITULO I .....	13
1.1. Introducción.....	13
1.2. Planteamiento del problema.....	15
1.3. Justificación .....	16
1.4. Objetivos.....	17
1.4.1. Objetivo general.....	17
1.4.2. Objetivos específicos.....	17
CAPITULO II.....	18
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1. Descripción de la especie <i>L. vannamei</i> .....	18
2.1.1. Taxonomía .....	18
2.1.2. Morfología .....	19
2.1.3. Estadios larvarios .....	20
2.2. Alimentación y nutrición en larvicultura.....	23
2.3. Calidad de agua en larvicultura.....	24
2.3.1. Oxígeno disuelto (OD) .....	25
2.3.2. Temperatura.....	26
2.3.3. Salinidad.....	27
2.4. Sistemas de aireación utilizado en larvicultura.....	27

2.4.1. Difusores artesanales.....	28
2.4.2. Difusores microporosos.....	29
2.4.3. Difusores nanoburbujas.....	29
CAPITULO III.....	31
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1.1. Área del estudio .....	31
3.1.2. Equipos y materiales .....	31
3.1.2.1. Equipos.....	31
3.1.2.2. Materiales.....	31
3.1.2.3. Insumos químicos.....	32
3.2. Metodología.....	32
3.2.1. Construcción del sistema de aireación.....	32
3.2.2. Preparación de las unidades experimentales.....	33
3.2.3. Manejo de las unidades experimentales.....	34
3.3. Variables a medir .....	35
3.3.1. Calidad de agua.....	35
3.3.2. Crecimiento larval.....	35
3.3.3. Supervivencia.....	35
3.3.4. Perfil de oxígeno disuelto.....	35
3.4. Diseño experimental .....	36
3.5. Procesamiento estadístico.....	36
CAPITULO IV.....	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	37
4.1. Efecto de tipo de aireación sobre la calidad de agua .....	37
4.2. Efecto del tipo de aireación sobre la concentración de oxígeno disuelto (OD).....	37

4.3. Efecto de tipo de aireación sobre el crecimiento .....	43
4.4. Efecto de tipo de aireación sobre supervivencia.....	45
CAPITULO V .....	48
5.1. CONCLUSIONES .....	48
5.2. RECOMENDACIONES .....	49
6. BIBLIOGRAFÍA .....	50
ANEXOS.....	59

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Morfología de los camarones peneidos. ....	20
<b>Figura 2.</b> Estadio naupliar. ....	21
<b>Figura 3.</b> Subestadios de Zoea. ....	22
<b>Figura 4.</b> Subestadios de Mysis. ....	22
<b>Figura 5.</b> Postlarva. ....	23
<b>Figura 6.</b> Unidades experimentales (tanques). ....	33
<b>Figura 7.</b> Concentración de OD (mg/L) por tratamiento. ....	39
<b>Figura 8.</b> Concentración de OD en las unidades experimentales. ....	40
<b>Figura 9.</b> Gráfica de perfil de lugar de muestreo-tipo de manguera sobre la concentración de OD. ....	42
<b>Figura 10.</b> Gráfica de perfil de lugar de muestreo-unidades experimentales sobre la concentración de OD. ....	42
<b>Figura 11.</b> Efecto del tipo de manguera sobre el crecimiento (mg). ....	45
<b>Figura 12.</b> Efecto del tipo de aireación sobre la supervivencia (%). ....	47

## INDICE DE TRABLAS

<b>Tabla 1.</b> Alimentación y comportamiento según el estadio larvario.....	24
<b>Tabla 2.</b> Solubilidad de oxígeno en agua dulce y agua de mar (Tomado de Bromage y Shepherd, 1988) .....	25
<b>Tabla 3.</b> Efectos de las concentraciones de oxígeno sobre los camarones. ....	26
<b>Tabla 4.</b> Protocolo de administración de insumos .....	34
<b>Tabla 5.</b> Distribución de los tratamientos .....	36
<b>Tabla 6.</b> Prueba de muestras independientes en relación tipo de aireación-parámetros de calidad de agua .....	37
<b>Tabla 7.</b> Prueba estadística para muestras independientes en relación a tratamientos .....	38
<b>Tabla 8.</b> ANOVA de un factor intergrupos para la comparación de concentración de OD entre las unidades experimentales .....	40
<b>Tabla 9.</b> Efecto de interacción entre el tipo de tratamiento y lugar de muestreo en función de concentración de OD.....	41
<b>Tabla 10.</b> Prueba estadística para muestras independientes de la variable crecimiento en base al factor de estudio.....	43
<b>Tabla 11.</b> Prueba estadística para muestras independientes de la variable supervivencia en base al factor de estudio.....	45

## CAPITULO I

### 1.1. INTRODUCCIÓN

La actividad del cultivo de larvas se realiza a nivel mundial destacando su mayor desarrollo en el continente asiático y americano. En Ecuador esta actividad comenzó en la década 60 como un productor de menor escala, actualmente se encuentra muy desarrollada al punto de ser el principal exportador en el hemisferio Occidental. La gran demanda nacional e internacional de camarón conlleva a mejorar aspectos en la producción de larvas para mantener una mejor uniformidad de tallas y libre de agentes patógenos.

A nivel mundial, Ecuador es uno de los principales exportadores de camarón. En el año 2022 se exportó 2.338 millones de libras de camarón (lb/camarón), cuantificado en \$6.653 millones representando un incremento del 26% en sus exportaciones en el lapso de doce meses. Durante el primer mes del 2023 se ha exportado 209 millones de lb/camarón con valor total de \$518 millones según los datos estadísticos de la Cámara Nacional de Acuicultura (CNA), (2022).

Actualmente en Ecuador existen 206 laboratorios de larvas de camarón que abastecen de semilla a las camaroneras (Subsecretaría de Calidad e Inocuidad, 2022). Para la producción camaronera, la obtención de semilla de alta calidad es un punto clave en los cultivos. La aplicación de correctos protocolos de sanidad, bioseguridad y manejo de larvas permite mantener un crecimiento constante y exponencial, de esta manera se asegura la producción de camarón.

El agua y el suelo son los principales componentes que influyen en el cultivo de camarón debido a que la mayoría de los procesos fisiológicos y morfológicos que realiza el camarón se encuentra influenciado con la calidad de agua del medio de cultivo, por ende, es considerado un punto crítico en la producción. Una mala calidad de agua provoca que el animal presente bajo crecimiento, enfermedades por proliferación de patógenos, baja supervivencia y un producto vivo de baja calidad.

La calidad de agua es controlada mediante los parámetros físico, químicos y biológicos, los cuales se interrelacionan en el estanque de cultivo. Estos parámetros deben estar en rangos ideales para el crecimiento y desarrollo del camarón, no obstante, también son muy susceptibles a cambios a lo largo de la producción llegando a rangos adecuados para la inmunodepresión del animal.

Uno de los parámetros de gran importancia es el oxígeno disuelto por la intervención en procesos metabólicos, fisiológicos, morfológicos y determinación de óptima sobre calidad de agua.

Este trabajo tiene como finalidad, conocer y comparar la influencia de dos tipos de aireación sobre la tasa de oxígeno disuelto en los tanques de larvicultura destacando factores de calidad de agua y crecimiento larvario.



## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El oxígeno disuelto (OD) es el parámetro más importante que interviene en la calidad del agua de sistemas de cultivos acuícolas. La solubilidad del oxígeno en los ambientes acuáticos está determinada por factores como presión atmosférica, temperatura, salinidad. Mantener concentraciones adecuadas de oxígeno disuelto es respuesta directa de una buena calidad de agua y crecimiento óptimo de larvas de camarón. Bajos niveles de concentración de OD causa efectos negativos, tales como bajo crecimiento, estrés, inapetencia, susceptibilidad a enfermedades y la mortalidad de los cultivos acuícola.

Durante los últimos años se han implementado nuevos sistemas de aireación para mejorar los niveles de oxígeno en los cultivos. La aireación artificial permite ingresar oxígeno durante todo el día. En larvicultura, la aireación comúnmente aplicada por interfase gas - líquido, es decir, mediante un sistema de distribución se ingresan grandes cantidades de aire por debajo de la columna del agua.

### **Formulación del problema**

¿Cómo influyen dos tipos de aireación sobre la calidad de agua y desarrollo larval de *Litopenaeus vannamei* en tanques para larvicultura?

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

En las producciones acuícolas, mantener una buena calidad de agua es crucial, siendo la concentración de oxígeno disuelto un indicador de calidad, por ende, niveles óptimos de OD y otros parámetros se deben mantener para el correcto crecimiento y desarrollo del camarón (Carchipulla, 2018).

La aireación mecánica posee un rol primordial para lograr mantener en condiciones óptimas la calidad de agua de los tanques larvarios. Al mismo tiempo que influye sobre la concentración de O.D que limita el desarrollo y la supervivencia de los organismos, también logra un ambiente en mejores condiciones para los procesos de descomposición, biorremediación y oxidación de compuestos tóxicos presentes en el suelo y agua (Boyd, 2001).

Por tal motivo, debido a la influencia e importancia del oxígeno disuelto en el crecimiento larvario de *L. vannamei* y al ser un indicador de calidad de agua esta investigación tiene como finalidad evaluar el uso de dos sistemas de aireación en tanques de larvicultura y dar a conocer el efecto de cada sistema sobre los niveles de oxígeno disuelto.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar los parámetros de calidad de agua y desarrollo larvario de *Litopenaeus vannamei* en tanques para larvicultura con aireación artesanal y manguera microporosa

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Comparación de los tipos de aireación en función de parámetros químicos en el agua en tanques de larvicultura
- Determinar la influencia del tipo de aireación sobre el crecimiento y supervivencia de postlarvas de camarón blanco
- Determinar el efecto del tipo de aireación sobre la concentración de oxígeno disuelto.

## CAPITULO II

### 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Descripción de la especie *L. vannamei*

*L. vannamei* llamada camarón blanco es un crustáceo que pertenece al orden decápodo con resistencia a cambios bruscos de factores ambientales. Es una especie nativa de la costa del océano Pacífico. Para llegar a su etapa adulta debe pasar por estadios larvarios. Los adultos viven en ambientes marinos tropicales mientras que las postlarvas y juveniles en estuarios o lagunas costeras (Tizol et al., 2004).

##### 2.1.1. Taxonomía

Camarón blanco pertenece al filo Arthropoda por sus apéndices unidos y el desprendimiento del exoesqueleto por ciclos (Dugassa & Gaetan, 2018).

## **Taxonomía de camarón blanco (Boone, 1931)**

**Domain:** Eukarya

**Kingdom:** Animalia

**Phylum:** Arthropoda

**Subphylum:** Crustacea

**Class:** Malacostraca

**Subclass:** Eumalacostraca

**Superorder:** Eucarida

**Order:** Decapoda

**Suborder:** Dendrobranchiata

**Super family:** Penaeoidea

**Family:** Penaeidae

**Genus:** *Penaeus*

**Species:** *Penaeus vannamei*

### **2.1.2. Morfología**

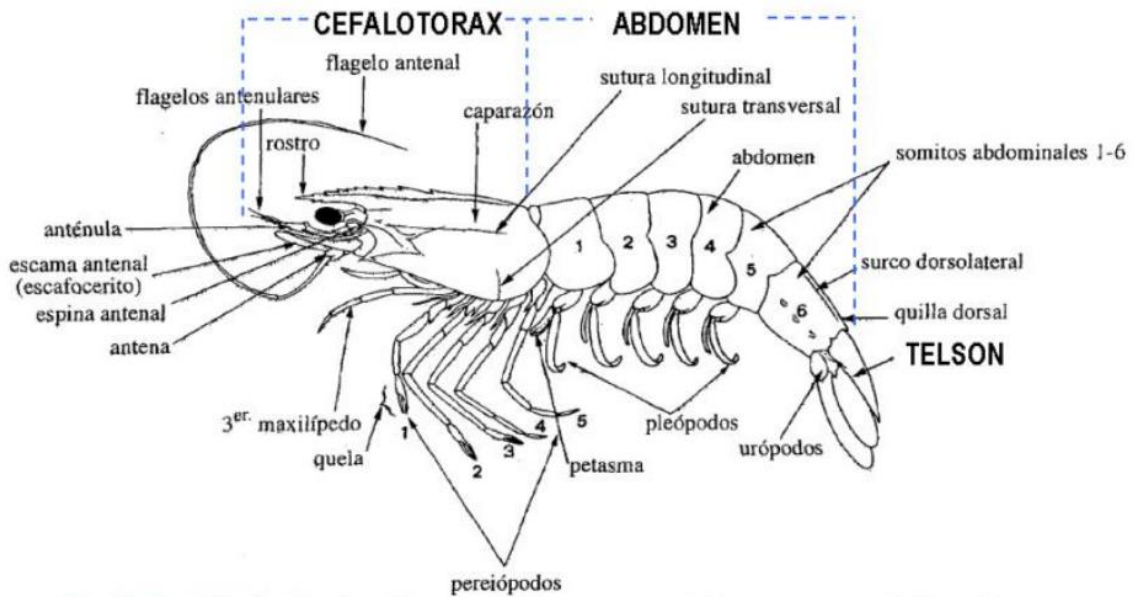
Al igual que otros crustáceos, se caracteriza por tener un exoesqueleto endurecido con articulaciones delgadas responsables de la locomoción del animal. El crecimiento se da mediante el proceso de ecdisis o muda (desprendimiento total del exoesqueleto). El cuerpo del camarón está dividido en dos secciones: cefalotórax y abdomen (Orrala, 2021).

- **Cefalotórax:** es la unión entre la cabeza y el tórax, ahí se encuentra los apéndices sensoriales emparejados como antenas, anténula y un par de pedúnculo ocular. En la cabeza

encontramos tres pares de maxilípedos, mandíbulas y maxilas encargadas de la captación de alimento mientras que el tórax consta de 5 apéndices torácico emparejados tiene la función de manipulación del alimento.

- **Abdomen:** está dividido por 6 segmentos donde encontramos pares de pleópodos o apéndices natatorios en cada segmento. En la parte final del último segmento consta de 4 partes de urópodos y telson.

*Figura 1. Morfología de los camarones peneidos.*



**Fuente:** FAO, (1995)

### 2.1.3. Estadios larvarios

- Nauplio:** Considerado el primer estadio larvario libre caracterizado por su fototactismo positivo. La forma de su cuerpo es piriforme con tres pares de apéndices especializado para su locomoción. Consta de 5 subestadios denominados como nauplio I, II, III, IV y V durante ese tiempo se alimenta de sus reservas del vitelo. En los últimos estadios se desarrollan las maxilípedos de manera rudimentarios (Berry, 2000). Los individuos son de

hábitos planctónicos que tienen un ancho de 0,2 mm y 0,5 mm de longitud con un solo ocelo. Toda esta fase naupliar dura aproximadamente entre 40 a 50 horas. El subestadio 5 es el más utilizado para la siembra en laboratorios (Urresta, 2017).

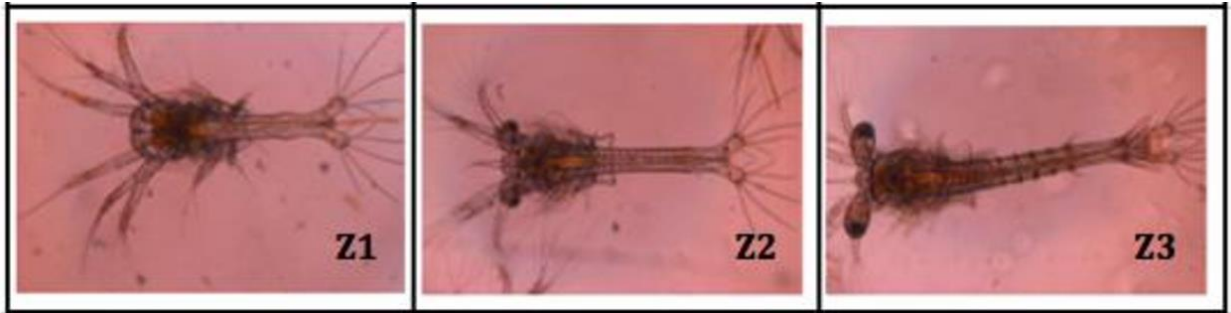
**Figura 2.** *Estadio naupliar.*



**Fuente:** Cobo, (2013)

- b) Protozoa:** El segundo estadio larvario se caracteriza por la división del cuerpo en cefalotórax y abdomen. Su locomoción es vertical ejecutado por las anténulas y antenas (órganos locomotores). Tiene ojos compuestos tomando una pedunculada en el segundo estadio mientras que en la tercera muda aparecen los urópodos. Son individuos pelágicos de aproximadamente 2,2 mm con siete pares de patas, tracto digestivo completo y telson espatulado con dos lóbulos (Berry, 2000). Presenta 3 subestadios denominados zoea 1, II y III con una duración de 3 a 4 días, es decir, 1 día por subestadio. La alimentación primordialmente es de microalgas (Urresta, 2017).

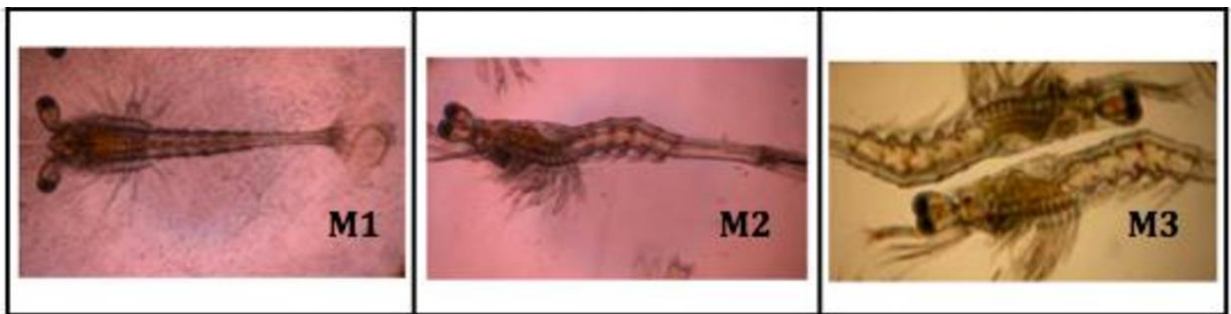
*Figura 3. Subestadios de Zoea.*



**Fuente:** Cobo, (2013)

- c) **Mysis:** Consta de 3 subestadios con una duración de 3 días. Esta fase larvaria se caracteriza por el desarrollo de los pereiópodos con setas muy largas, pleópodos rudimentarios a bisegmentados aparición de la primera esposa dorsal en el rostro y telson casi rectangular (Carvajal & Bolaños, 2013). El cuerpo presenta una encorvadura entre el cefalotórax y abdomen con movimiento de nado por contracciones abdominales. Su apariencia física es similar a un camarón pequeño alcanzando una longitud de 5 mm. Durante este estadio, su alimentación se basa en alimento vivo con aceptación de partículas sólidas (Urresta, 2017).

*Figura 4. Subestadios de Mysis.*



**Fuente:** Cobo, (2013)

- d) **Post larva:** Presenta 20 subestadios con una duración de 20 días. En esta fase se caracteriza por tener un rostro alargado con extremo agudo que sobrepasa los ojos, pleópodos (órganos de natación) bien desarrollado con setas largas, rostro con dos o tres espinas dorsales, es



decir tienen todas sus partes desarrolladas y divididas como un camarón juvenil/adulto alcanzando un tamaño de 14 mm en 14 días (Carvajal & Bolaños, 2013). La alimentación se da por alimento vivo (artemia) y partículas sólidas (Urresta, 2017).

**Figura 5. Postlarva**



**Fuente:** Jory, (2017)

## **2.2. Alimentación y nutrición en larvicultura**

En las fases larvarias se han utilizado especies de microalgas con alto nivel de proteína, ricas en ácidos grasos polinsaturados, ácido ascórbico y riboflavina. Entre las especies comúnmente más utilizadas en los laboratorios se destaca el uso de *Tetraselmis spp*, *Isochrysis spp*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira spp*. y *Chaetoceros sp* de manera combinada entre dos o tres especies para mantener un balance nutricional.

El alimento vivo más utilizado durante las fases mysis y protozoas son los nauplios de *Artemia sp* por su alto valor nutricional. También se han implementado otras especies como nemátodos y rotíferos en estos estadios como parte de dieta complementaria.

Otra alternativa es la aplicación de alimento vivo enriquecido por bioencapsulación en las dietas larvarias permitiendo la adición de nutrientes como vitaminas, pigmentos, ácidos grasos poliinsaturados (Galano, 1998).

**Tabla 1.** Alimentación y comportamiento según el estadio larvario

<b>Estadio</b>	<b>Alimentación principal</b>	<b>Comportamiento</b>
Huevo	No se alimenta	Flota, tendencia a depositarse en el fondo
Nauplio	Sus propias reservas	Locomoción por antenas, planctónicas
Protozoa	Fitoplancton	Planctónica, natación por apéndices cefálicos.
Mysis	Zooplancton	Planctónica, natación por apéndices del tórax
Postlarva	Zooplancton y posteriormente de alimentación omnívora	Los primeros estadios son planctónicos, luego hábitos bentónicos, natación por pleópodos.

**Fuente:** Carvajal & Bolaños, (2013)

### **2.3. Calidad de agua en larvicultura**

La calidad de agua en los tanques es un factor crucial en las producciones acuícolas por tal motivo debe ser controlada basándose en los parámetros físicos, químicos y biológicos. Mantener rangos óptimos aseguran un buen desarrollo del camarón. Por lo contrario, se podría presentar efectos negativos como lento crecimiento, proliferación de agentes nocivos, índices de mortalidad altos (Cuéllar-Anjel et al., 2010), retraso de ecdisis, aumento de deformidades y disparidad de tallas (Quintanilla Corena, 2021).

El agua actúa como un vector para la transmisión horizontal de agentes nocivos en los estadios larvario de los camarones peneidos (Montenegro, 2017).

Para conseguir un desarrollo larvario adecuado se debe tener un control estricto sobre la calidad de agua considerando parámetros como OD, temperatura, pH, amoníaco, clorinidad a su vez la limpieza del área (GEOBIOS, 2007).

### 2.3.1. Oxígeno disuelto (OD)

En calidad de agua de los cultivos acuícolas, el OD es el parámetro químico más importante. Una baja concentración de OD influye en el desarrollo y salud de los camarones (Carranza, 2020). Los niveles de OD en la columna de agua depende de factores físicos, químicos y bioquímicos del medio de cultivo debido a que bajos niveles de oxígeno disuelto modifica la calidad del agua provocando déficit de conversión alimenticia y baja supervivencia. Por tal motivo, para los productores acuícolas el correcto manejo de la calidad de agua y fuentes de ingreso de oxígeno son determinantes en la producción (Galang et al., 2019).

La disponibilidad de oxígeno disuelto se encuentra relacionada directamente por temperatura y salinidad. A medida que la temperatura aumenta, la disponibilidad de OD decrece relativamente a su vez el consumo de OD por respiración o procesos oxidativos incrementa (Rodríguez & Anzola, 2001). En cuanto a salinidad, tiene la misma tendencia que la temperatura debido a que las sales disueltas presentes en el agua ocupan los espacios intramoleculares para la solubilidad del oxígeno (Carchipulla, 2018). Cuando estos dos factores son elevados se puede llegar a reducir hasta un 65% de la concentración de oxígeno disuelto (Boyd, 2014).

**Tabla 2.** Solubilidad de oxígeno en agua dulce y agua de mar (Tomado de Bromage y Shepherd, 1988)

Temperatura (°C)	OD agua dulce (mg/L)	OD agua de mar (mg/L)
0	14,6	11,3
5	12,8	10,0
10	11,3	9,0
15	10,2	8,1
20	9,2	7,4
25	8,4	6,7
30	7,6	6,1
35	7,1	5,7
40	6,6	5,3

La concentración de OD requerida por el género *Litopenaeus* es mayor a 3 mg/L llegando a un rango óptimo de 5 mg/L (Montenegro, 2017). Según diferentes estudios se ha demostrado que rangos de OD entre 0,2 a 1 mg/L son considerados letales en *Litopenaeus vannamei*, *Penaeus schmitti*, *Penaeus japonicus*, *Penaeus monodon* entre otras especies de camarón, afectando el crecimiento, ecdisis, metabolismo y factor de conversión alimenticio (Vilela, 2020).

Las concentraciones de OD inferiores a 3 mg/L causa estrés en los camarones y peces de aguas cálidas causando disminución de supervivencia y producción. Sin embargo, concentraciones menores a 1,5 mg/L durante un periodo de tiempo prolongado podría causar una muerte súbita en organismos de aguas cálidas (Boyd, 2018).

**Tabla 3.** Efectos de las concentraciones de oxígeno sobre los camarones.

<b>Concentración de oxígeno disuelto</b>	<b>Efecto</b>
Menor de 1 ó 2 mg/L	Letal si la exposición dura más de unas horas
2-5 mg/L	Crecimiento será lento si la baja de oxígeno disuelto se prolonga
5 mg/L-saturación	Mejor condición para crecimiento adecuado
Supersaturación	Puede ser dañino si las condiciones existen por todo el estanque. Generalmente no hay problema

**Fuente:** Boyd, (2001)

### 2.3.2. *Temperatura*

La temperatura influye en el crecimiento y respiración. Según el coeficiente Q10 por cada 10°C que aumente la temperatura, se duplicarán los procesos biológicos, es decir el consumo de oxígeno y tasa de crecimiento es mayor a una temperatura de 30°C que a 20°C. Por lo tanto, en aguas cálidas la concentración de oxígeno disuelto es más crítico que en aguas frías (Vergara, 2021). El control de este parámetro en la producción larvaria es un factor clave debido a que cualquiera

fluctuación provoca un retraso morfológico, es decir el paso de estadio a estadio tomara más tiempo del habitual (Valle, 2020).

La temperatura del agua es un factor físico que interfiere en el crecimiento y supervivencia de peces, camarones y otros animales acuáticos poiquilotérmicos. Cada especie tiene un rango óptimo de temperatura para realizar sus procesos fisiológicos (Boyd, 2018). Los organismos de menor tamaño requieren mayor concentración de OD debido a la elevada tasa metabólica, conforme el organismo aumenta de tamaño, la temperatura óptima se traslada a cantidades inferiores al igual que el OD (Vinatea, 2006).

Una temperatura de 29°C es considerada óptima para siembra de camarón blanco luego desde nauplio V hasta postlarva 8 la temperatura debe ser de 32 a 34 °C. (Valle, 2020)

### **2.3.3. Salinidad**

La salinidad es la concentración de iones disueltos en el agua siendo lo más característicos iones de sodio, potasio, magnesio, calcio, bicarbonato y sulfato en la salinidad del agua. Actúa de una manera directa sobre la presión osmótica (Vinatea, 2006).

Los camarones peneidos son comúnmente eurihalinos y la especie *L. vannamei* se ha reportado cultivos exitosos en salinidades de 3 UPS a mayores de 50 UPS. Sin embargo, a bajas salinidades se ha presentado aumento en la tasa de excreción de amonio, tasa de respiración y producción de dióxido de carbono causando problemas en la fisiología del camarón. Se da un menor crecimiento debido a que la energía es destinada al proceso de osmorregulación (Hernández, 2016). Los camarones toleran un amplio rango de salinidad desde 0 a 50 UPS, pero el rango óptimo de crecimiento es de 15 a 25 UPS (Orrala, 2021).

## **2.4. Sistemas de aireación utilizado en larvicultura**

La aireación artificial por la interfaz gas – líquida requiere del movimiento de grandes volúmenes de aire a través de un sistema de distribución por debajo de la columna de agua formando burbujas de gas siempre y cuando la presión total del gas disuelto en el agua exceda la presión hidrostática

ambiental. La cantidad del aire distribuida por el sistema dependerá de la fuerza del “soplador”, diámetro de los tubos y orificios del sistema de distribución mientras que la transferencia del oxígeno al aire está en relación a la cantidad del aire distribuido por el sistema, área superficial y volumen de la burbuja y el tiempo de flotación de la burbuja (Meyer, 2004).

Una burbuja con un diámetro de 20 mm tiene un área superficial de 1260 mm<sup>2</sup> y 8190 mm<sup>3</sup> de volumen, la proporción del área y volumen es de 0.3 mm<sup>2</sup> por mm<sup>3</sup> de volumen. Una burbuja de 20 mm puede formar 296 burbujas con un diámetro de 3 mm obteniendo un área superficial total de 8360 mm<sup>2</sup>, es decir 6,6 veces superior a la burbuja grande. Por lo tanto, el área superficial y volumen de las burbujas más pequeñas será de 1,99 mm<sup>2</sup> por mm<sup>3</sup> de volumen (Meyer, 2004).

La transferencia de oxígeno al agua es más eficiente en burbujas de menor diámetro debido a que mayor es el área superficial y retención en la columna de agua, pero la generación de este tamaño de burbuja requiere de una mayor fuerza de motor, resistencia del sistema de distribución (Meyer, 2004).

La generación de burbujas comúnmente en acuicultura se da mediante difusores, piedras de aire (flotación de aire), por venturi (flotación por aire inducido) y por mezclador mecánico o impulsor giratorio de alta velocidad (flotación por aire disperso) (Lekang, 2013).

En el sistema de aireación según el proceso se utiliza difusores que generan burbujas finas o gruesas (Villacrés, 2020). Los sistemas de aireación de burbuja fina (micro y nanoburbujas) se están utilizando más en el tratamiento de aguas residuales, estanques acuícolas y otros cuerpos de agua con presentan niveles inaceptables de OD. El sistema consiste en la utilización de un compresor de aire, difusor y tuberías de suministro desde el compresor hasta el difusor que se ubica al fondo de la columna de agua generando múltiples burbujas de aire de esta manera se aumenta y mantiene un nivel constante de oxígeno (Cheng et al., 2019).

#### **2.4.1. Difusores artesanales**

Los difusores de tubos perforados forman macroburbujas que constan de un diámetro mayor a 100 micras (Basso et al., 2018). Por su mayor tamaño su velocidad de flotación/elevación es mayor reventando en la superficie del agua. Por tal motivo, su eficiencia de transferencia de oxígeno es

baja. Según Agarwal et al., (2011) y Marui, (2013) han demostrado que burbujas con 1 mm de diámetro, su velocidad de ascenso es de 5 a 6 m/min.

#### **2.4.2. Difusores microporosos**

Las microburbujas presentan un diámetro entre 50 a 10 micras, permaneciendo mayor tiempo en el agua que las macroburbujas (Basso et al., 2018). Según Endo et al., (2008) microburbujas con 10 micras de diámetro, su velocidad de ascenso es de 3 mm/min.

Según la aplicación de aireación con microburbujas mejoro el rendimiento de crecimiento del camarón blanco, con una ganancia de peso entre un 46 a 53%, ganancia de longitud entre un 15 a 20% también presento una la menor tasa de conversión alimenticia (FCA) en comparación con aireación de macroburbujas (Lim et al., 2021). Otros estudios revelaron que el uso de difusores de microburbujas en tanques de camarón presenta poca flotabilidad por lo cual permanece durante más tiempo en el agua de igual manera permite aumentar los niveles de OD hasta 5,05 mg/L en comparación con el sistema soplador (3,69 mg/L). También aumenta la tasa de crecimiento de los camarones (10,16 g) y tiene mejor eficiencia sobre el uso del alimento presentado un bajo FCA (Rizky et al., 2022)

#### **2.4.3. Difusores nanoburbujas**

Las nanoburbujas o burbujas ultra finas tienen un diámetro menor a 200 nanómetros logrando mantenerse en el agua durante semanas o meses antes de disolverse en la columna de agua (Basso et al., 2018). Debido a su tamaño presenta áreas superficiales elevadas y tiempos de estancamiento altos lo que permite una mayor eficiencia de transporte en la interfase gas – líquida (Meegado et al., 2018). Este tipo de burbujas presentan una superficie cargada negativamente (potencial zeta) evitando que se unan y por su alta densidad logran una elevada tasa de disolución de gas en el agua (Ren et al., 2018)

Según un estudio realizado por Rahmawati et al., (2021) la aplicación de nanoburbujas en estanques de camarones *L. vannamei* permitieron aumentar los niveles de OD manteniéndolo de un rango de 4 a 6 mg/L demostrando la estabilidad de las burbujas en el agua durante una semana

también se evidenció una influencia positiva en la tasa de crecimiento obteniendo un peso promedio de 15,10 g y longitud promedio de 13,10 cm. Otros estudios demostraron que generadores de nanoburbujas aumentaron los niveles de OD hasta 9 mg/L (Ebina, et al., 2013) y 10,8 mg/L (Galang et al., 2019).



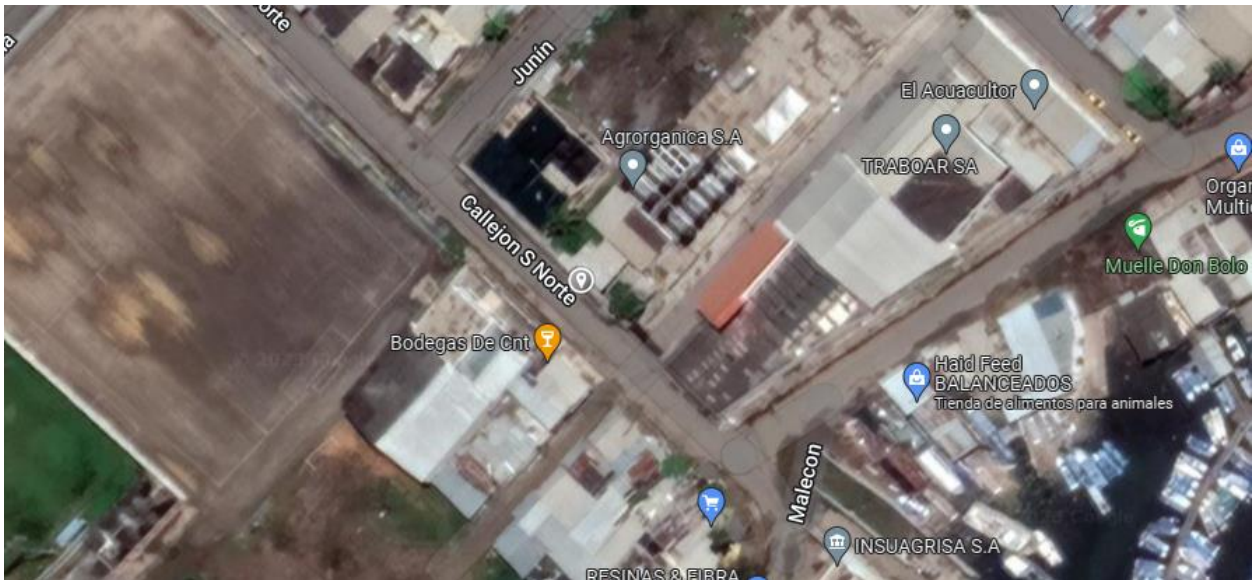
## CAPITULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. Área del estudio

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de larvas “Hermanos Sornoza”, el cual se encuentra ubicado en Puerto Bolívar, en las calles Junín y Callejón S Norte, con coordenadas -3.258610, -79.990500, cantón Machala, provincia de El Oro.



##### 3.1.2. Equipos y materiales

###### 3.1.2.1. Equipos

- Medidor de oxígeno y temperatura YSI Pro20i
- Freshwater Master Test Kit (pH, amonio, nitrito, nitrato)
- Balanza de precision

###### 3.1.2.2. Materiales

- 7 Tubos de PVC 25 mm\*6m Plastigama

- 72 Niplos ½ pulgada FLEX
- 12 Codos 90° x25mm soldable
- Uniones en T 25\*25mm\*1/2 pulgada
- 4 Uniones en Y ½ pulgada FLEX
- 12 CRUZ 25 mm soldable
- 24 Bushing PVC 25mm\*20mm Inyectado
- Pegamento Pegatanke PVC 80 ml
- Manguera transparente lisa ¾ pulgada
- Manguera difusora (microporosa) Aerotube
- Sierra metálica
- Challo (malla)
- Caja preti
- Cuchara

### ***3.1.2.3. Insumos químicos***

- Cloro granulado al 60%

## **3.2. Metodología**

Para la presente investigación se aplicó la siguiente metodología:

### ***3.2.1. Construcción del sistema de aireación***

#### ***3.2.1.1. Manguera artesanal***

Se utilizó el sistema de aireación propio del laboratorio, el cual consta de un blower de 7 HP para generar aire, el cual se distribuye por tubos de un diámetro de 2 pulgadas, posteriormente se reduce a 1 pulgada y luego a 1/2 pulgada para ser conectados a los tubos de PVC 25 mm con perforaciones al alzar realizado con una broca de 1/16 pulgada. La longitud del tubo es de 8 metros.

### **3.2.1.2. Manguera microporosa**

Se adquirió una manguera microporosa de una casa comercial el cual tiene las siguientes características (Anexo 1). Se utilizaron dos tubos PVC 25 mm de 6 metros de longitud, los cuales fueron cortadas a una en secciones de 60 cm. Posteriormente se utilizó las uniones T y CRUZ soldable para unir las secciones de tubos para una mejorar seguridad las partes fueron pegadas con pegamento pegatanke. Luego de tener armada la estructura madre se procedió a cortar la manguera microporosa a una longitud de 70 cm para posteriormente colocar NEPLOX en los costados de la manguera, la cual se fue adhiriendo de manera vertical a los tubos madres. El sistema adopto una forma de parilla en sentido vertical. Para el ingreso de aire al sistema se realizó por dos ingresos por tubo madre para mantener la presión estable permitiendo una mejor distribución de aire (Anexo 2 y 3).

### **3.2.2. Preparación de las unidades experimentales**

Las mangueras fueron desinfectadas con una solución de cloro dejando actuar durante 1 día posteriormente se expusieron a la luz solar por una semana. En caso de los tanques se desinfectaron con una solución de cloro al momento que se realizaba la transferencia de larvas. Se utilizaron 6 unidades experimentales, 3 tanques con manguera artesanal y 3 tanques con manguera microporosa. Cada unidad experimental (1,8 m de alto x 1,8 m ancho x 8 m de largo) con una capacidad total de 20 toneladas de agua y forma cónica abajo, se llenó hasta un volumen de 17 toneladas de agua de mar filtrada con una salinidad de 25 UPS. Posteriormente se sembraron 1300 gramos de postlarva V por unidad experimental.



**Figura 6.** Unidades experimentales (tanques)

### 3.2.3. Manejo de las unidades experimentales

Las unidades experimentales se manejaron acorde al protocolo establecido por el laboratorio (Tabla 4).

**Tabla 4.** Protocolo de administración de insumos

<b>ALIMENTACIÓN</b>			
<b>ALIMENTO</b>	<b>DOSIS</b>	<b>HORARIO</b>	<b>ESTADIOS</b>
PROKURA	2G/Tn	CADA 8 HORAS	Hasta el final de la corrida
PROTACID	5ml/Tn	CADA 4 HORAS	Hasta el final de la corrida
CITROPAC	32,5 g/Tanque	CADA 4 HORAS	Hasta el final de la corrida
CARBONATO DE CALCIO	5g/Tn	CADA 3 HORAS	Hasta el final de la corrida
BACTERIAS HIDRATADAS	1L/Tanque	CADA 6 HORAS	Hasta el final de la corrida
EMBIOPLUS	20ml/Tn	CADA 3 HORAS	Hasta el final de la corrida
SANOLIFE PROW	1g/Tn	CADA 6 HORAS	Hasta el final de la corrida
BENEFIC	20g/Tn	CADA 3 HORAS	Hasta el final de la corrida
ECOBIO		CADA 3 HORAS	Hasta el final de la corrida
GHS7	1L/Tanque	CADA 3 HORAS	Hasta el final de la corrida
EMBIOFUC	10 ml/Tn		Hasta el final de la corrida

BENEFIQUE	10ml/Tn		Hasta el final de la corrida
EDTA	15g/Tn		hasta PL8
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>			
<b>Bacterias de suelo y medio:</b> EPICIN 3W con BIOSIL con melaza o azúcar morena 5g/Tn ( 2,5:2,5)			
<b>Emergencia:</b> BIOFAST 5g/Tn			
<b>Recambio de agua:</b> 40% diario			

### 3.3. Variables a medir

#### 3.3.1. Calidad de agua

Los parámetros físicos químicos como temperatura y oxígeno se midieron con el equipo YSI Pro20i en horarios de 8:00 am y 13:00 pm todos los días. El pH y compuestos nitrogenados (amonio, nitrito y nitrato) se usó Freshwater Master Test Kit en el horario de 8:00 am, tres veces por semana. Se siguió el protocolo establecido por el fabricante del Test Kit para la determinación de valores de los compuestos nitrogenados y pH.

#### 3.3.2. Crecimiento larval

El crecimiento larval se determinó mediante el método gravimétrico que consiste en pesar un 1 gramo de larvas para su contabilización. Los muestreos se realizaron tres veces por semana.

#### 3.3.3. Supervivencia

La supervivencia se calculó al comienzo y al final de la investigación, en base a la biomasa total obtenida de las unidades experimentales.

#### 3.3.4. Perfil de oxígeno disuelto

Se midió la concentración de OD en tres puntos (superficie, centro y profundidad) con el equipo YSI Pro20i.

### 3.4. Diseño experimental

El diseño experimental aplicado fue un DCA (Diseño Completamente al Azar) donde se manipulo un solo factor de estudio denominado tipo de manguera, construyendo dos tratamientos: T1- artesanal y T2 – microporosa, por triplicado. Los tratamientos fueron distribuidos de manera aleatoria para un entorno y material homogéneo.

*Tabla 5. Distribución de los tratamientos*

Replicas	Tratamientos
1	T 1 (A1)
	T 2 (M2)
2	T1 (A3)
	T2 (M4)
3	T1 (A5)
	T2 (M5)

*Fuente: Elaborado por los Autores*

### 3.5. Procesamiento estadístico

Se aplicó un análisis para muestras independientes (T-student) para comparar las medias de las variables de supervivencia, crecimiento y concentración de OD en relación al tipo de tratamiento con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ . También se utilizó un análisis de varianza ANOVA para un factor intergrupos para comparar las varianzas de concentración de OD en las unidades experimentales y un ANOVA factorial intergrupos para determinar la interacción de tipo de tratamiento-lugar de muestreo en función de concentración de OD. Se utilizó prueba “post hoc” de Duncan para encontrar similitudes o diferencias entre los tratamientos Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS (SPSS, versión 22)

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Efecto de tipo de aireación sobre la calidad de agua

Se aplicó una prueba para muestras independientes (T-student) para determinar la influencia del tipo de aireación sobre la calidad de agua en parámetros como pH, amonio, nitrito, nitrato según sus medias no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos debido a los recambios de agua del 40% diarios, por tal motivo no podemos determinar que el tipo de aireación haya influenciado en la calidad de agua (Tabla 6).

*Tabla 6. Prueba de muestras independientes en relación tipo de aireación-parámetros de calidad de agua*

Estadísticas de grupo					
	Tipo de manguera	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Amonio (ppm)	Artesanal	16	1,0000	,00000 <sup>a</sup>	,00000
	Microporosa	17	1,0000	,00000 <sup>a</sup>	,00000
Nitrito (ppm)	Artesanal	16	,2500	,00000 <sup>a</sup>	,00000
	Microporosa	17	,2500	,00000 <sup>a</sup>	,00000
Nitrato (ppm)	Artesanal	16	5,0000	,00000 <sup>a</sup>	,00000
	Microporosa	17	5,0000	,00000 <sup>a</sup>	,00000
pH	Artesanal	16	7,8000	,00000 <sup>a</sup>	,00000
	Microporosa	17	7,8000	,00000 <sup>a</sup>	,00000

a. t no se puede calcular porque las desviaciones estándar de ambos grupos son 0.

#### 4.2. Efecto del tipo de aireación sobre la concentración de oxígeno disuelto (OD)

##### 4.2.1. Comparación entre tratamientos

Mediante una prueba T-Student para muestras independientes con un p-valor menor a alfa (0,05). Se interpreta con una confiabilidad de 95% en la estimación que la media de concentración de OD

con aireación artesanal es menor a la media de concentración de OD con microporosa demostrando que existen diferentes estadísticas significativas (Tabla 7).

**Tabla 7. Prueba estadística para muestras independientes en relación a tratamientos**

Estadísticas de grupo					
Variable	Tipo de manguera	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
OD (mg/L)	Artesanal	165	4,8442	,53172	,04139
	Microporosa	177	5,4130	,56488	,04246

Prueba de muestras independientes												
Variable		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias								
				F	Sig.	t	gl	p-valor	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
											Inferior	Superior
OD (mg/L)	Se asumen varianzas iguales	,277	,599	-9,571	340	,000	-,56875	,05942	-,68564	-,45187		
	No se asumen varianzas iguales			-9,591	339,967	,000	-,56875	,05930	-,68539	-,45211		

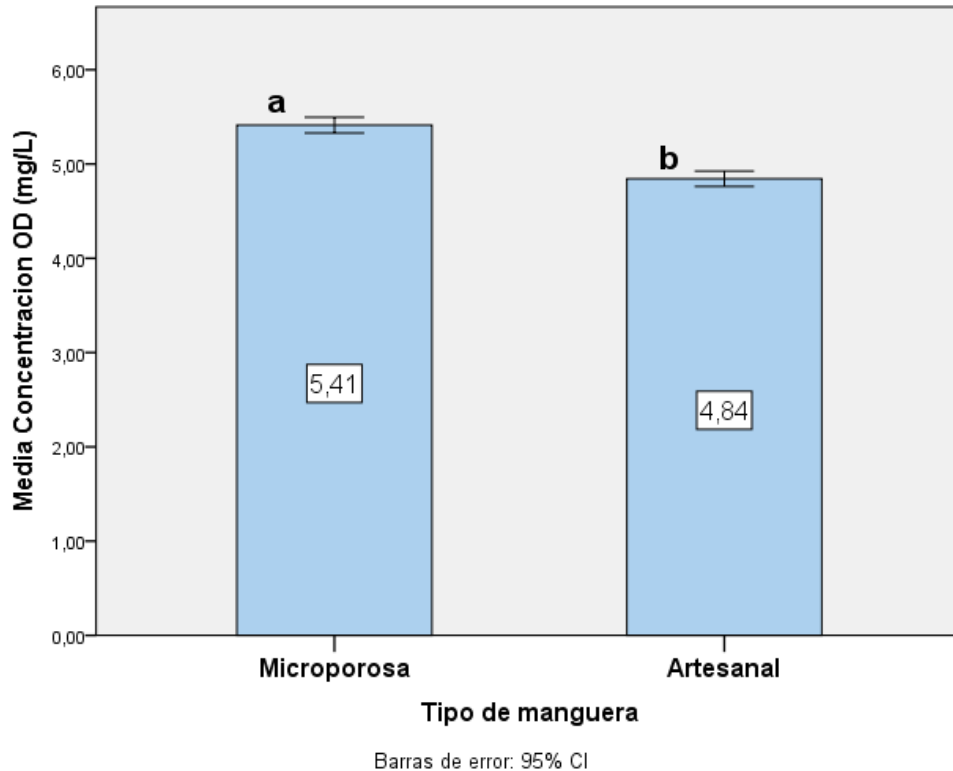
**Nota:** se toma en cuenta el p-valor para llegar a la interpretación estadística.

En la figura 7, se observa que el tratamiento con mayores concentraciones de OD se dio en el T2 con una media de 5,41+0,56 mg/L en comparación con el tratamiento T1 que tiene una media de 4,84+0,53 mg/L. Dichos resultados concuerdan con lo mencionado por Rizky et al., (2022) que concluye que la flotabilidad de las microburbujas es baja por tal motivo puede durar mucho tiempo en el estanque mejorando las concentraciones de OD (5,05 mg/L) mientras que Edi et al., (2021) menciona que el uso de microburbujas aumenta la solubilidad del oxígeno (5,05 mg/L) teniendo un impacto positivo en los camarones y otras biotas acuáticas. Por



consiguiente Li, (2006) define que la aireación de microburbujas por su pequeño tamaño tiene un área interfacial gas-líquido más grande que las burbujas grandes, poseen una presión interna más alta, una velocidad de ascenso más lenta, mejor distribución de OD, lo cual otorga una mayor eficiencia de transferencia de oxígeno.

**Figura 7.** Concentración de OD (mg/L) por tratamiento



#### 4.2.2. Comparación entre unidades experimentales

Mediante la prueba de ANOVA de un factor intergrupos con un p-valor (0,000) menor al alfa predefinido (0,05) se demuestra que existen diferentes estadísticas significativas en las medias de concentración de OD entre las unidades experimentales del factor de estudio, por ende, se puede concluir que el tipo de aireación de los tanques tiene un efecto sobre la concentración de OD (Tabla 8).

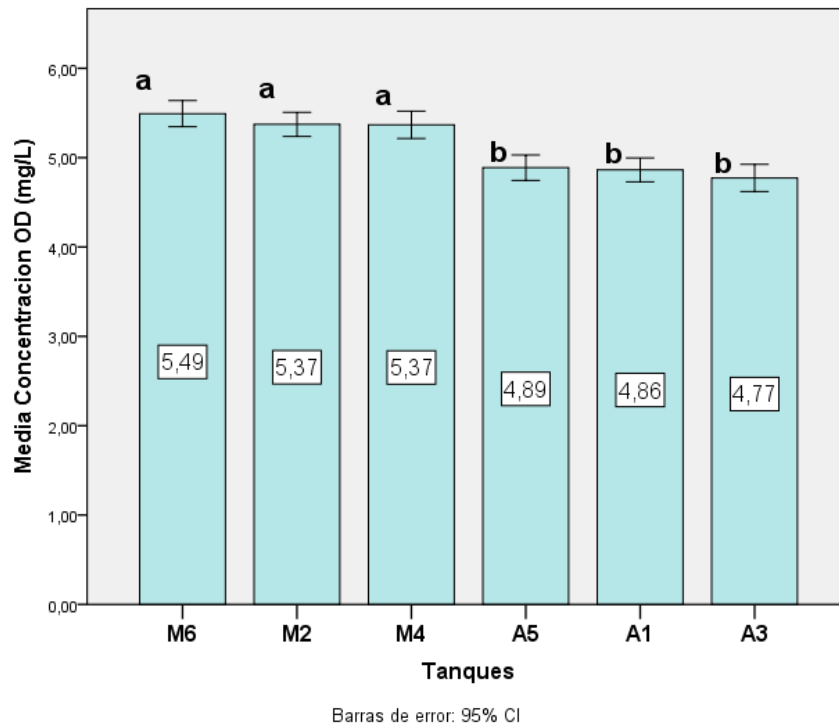
**Tabla 8.** ANOVA de un factor intergrupos para la comparación de concentración de OD entre las unidades experimentales

ANOVA					
Concentración OD (mg/L)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Entre grupos	28,632	5	5,726	18,953	,000
Dentro de grupos	101,518	336	,302		
Total	130,151	341			

**Nota:** se toma en cuenta el p-valor para llegar a la interpretación estadística.

En cuanto a la figura 8, se observa dos subconjuntos homogéneos. Del cual las unidades experimentales con el tratamiento T2 tienen la mayor concentración de OD en comparación con las del T1. En el grupo a, la unidad experimental M6 tiene una mayor concentración (5,49 mg/L) entre unidades experimentales y tratamientos.

**Figura 8.** Concentración de OD en las unidades experimentales



### 4.2.3. Perfil de oxígeno disuelto

#### 4.2.3.1. Tratamientos

Mediante un ANOVA factorial intergrupos aplicado para evaluar la interacción entre el tipo de tratamiento y el lugar de muestreo en función de la concentración de OD dio como resultado un p-valor (0,000) menor al alfa predefinido (0,05) lo cual indica que existe una relación entre estas variables (Tabla 9).

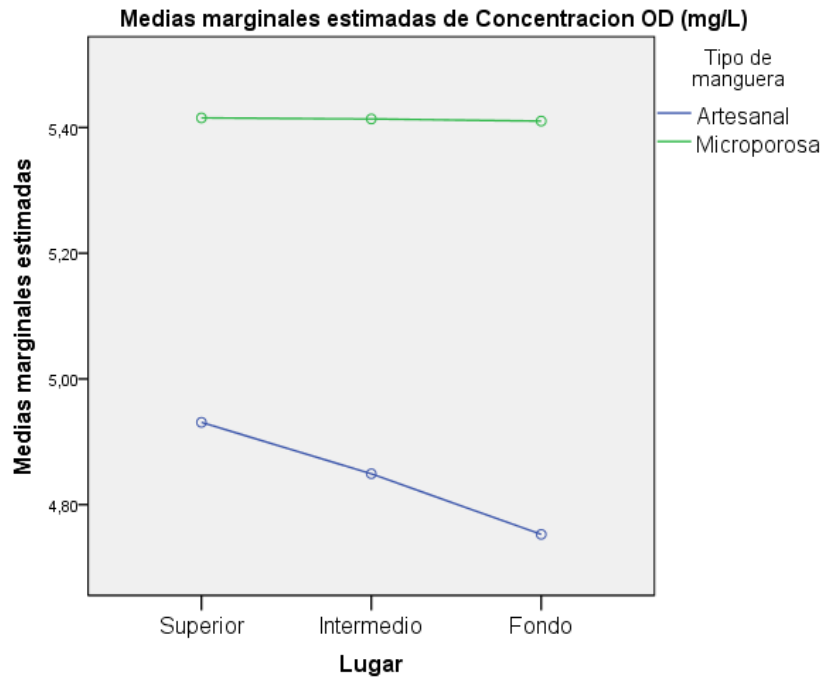
**Tabla 9.** Efecto de interacción entre el tipo de tratamiento y lugar de muestreo en función de concentración de OD

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Concentración OD (mg/L)					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	p-valor
Modelo corregido	28,499 <sup>a</sup>	5	5,700	18,840	,000
Interceptación	8984,458	1	8984,458	29697,378	,000
Lugar * Tipo_Manguera	28,051	3	9,350	30,906	,000

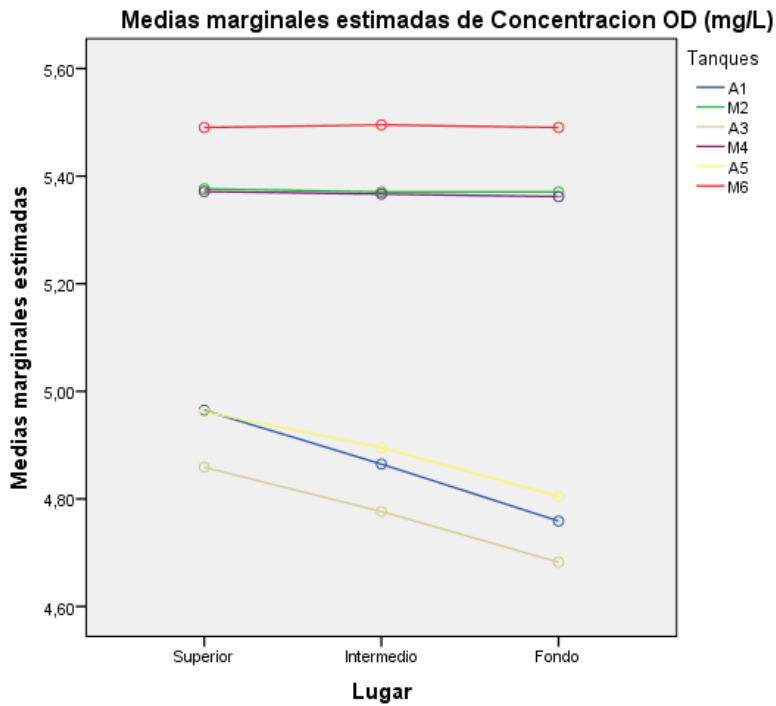
**Nota:** se toma en cuenta el p-valor para llegar a la interpretación estadística.

En la figura 9 y 10, se observa que las concentraciones de OD por tratamiento y unidades experimentales de la manguera microporosa son más homogéneos en la columna de agua en comparación con la artesanal, esto se debe a la baja flotabilidad de las microburbujas, lo cual les permite mantenerse en la columna de agua durante más tiempo. Concuerdan con estudios realizados por Kim et al., (2019) y Takahashi, (2005) donde la velocidad de ascenso en microburbujas es relativamente lenta en función del diámetro de la burbuja. Por otra parte, Parmar & Majumder, (2015) demostraron que la velocidad de flotabilidad de la burbuja aumentó conforme aumentaba su tamaño, confirmando lo descrito en la ley de Stokes “la velocidad de ascendencia de las burbujas disminuye al disminuir el diámetro”.

**Figura 9.** Gráfica de perfil de lugar de muestreo-tipo de manguera sobre la concentración de OD.



**Figura 10.** Gráfica de perfil de lugar de muestreo-unidades experimentales sobre la concentración de OD



### 4.3. Efecto de tipo de aireación sobre el crecimiento

Mediante una prueba T-student para muestras independientes con un p-valor (0,685) mayor a alfa (0,05). Se interpreta que las medias de la variable peso en función al tipo de manguera no presenta diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, se presenta una diferente práctica entre el objeto de estudio y los tratamientos (Tabla 10).

**Tabla 10.** Prueba estadística para muestras independientes de la variable crecimiento en base al factor de estudio

Estadísticas de grupo					
	Tipo de manguera	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Peso (mg)	Artesanal	16	2,2969	1,24097	,31024
	Microporosa	17	2,4818	1,34371	,32590

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	p-valor	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Peso (mg)	Se asumen varianzas iguales	,246	,623	-,410	31	,685	-,18489	,45107	-1,10486	,73508
	No se asumen varianzas iguales			-,411	30,991	,684	-,18489	,44995	-1,10259	,73281

**Nota:** se toma en cuenta el p-valor para llegar a la interpretación estadística.

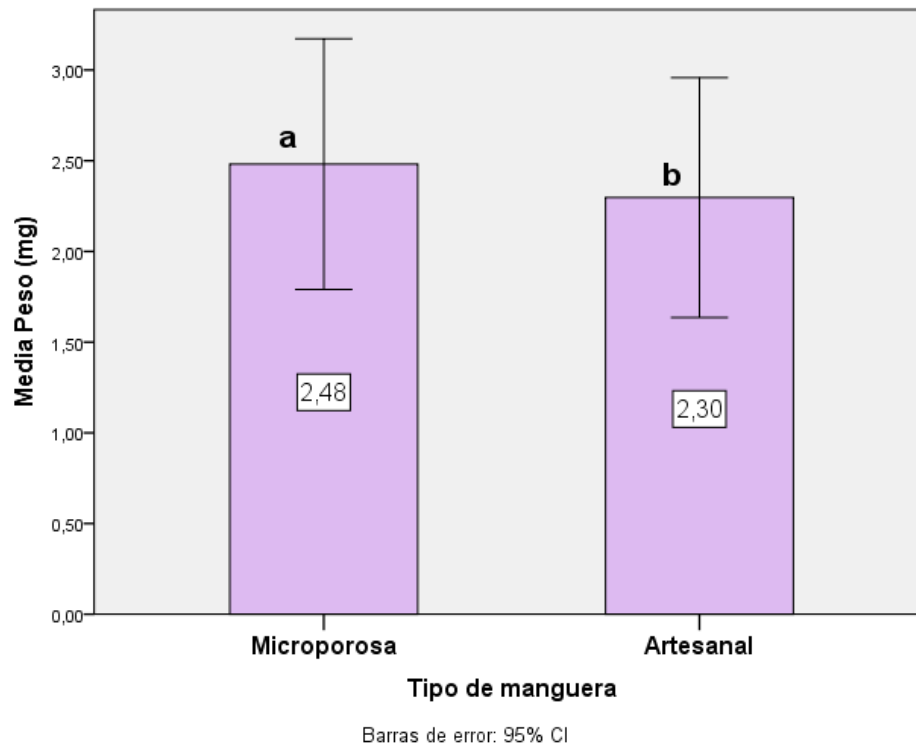
En la figura 11, se observa que el objeto de estudio en los tanques con aireación microporosa presentaron un crecimiento de  $2,48 \pm 1,34$  mg mientras que en la aireación artesanal tuvieron  $2,29 \pm 1,24$  mg, es decir, existió un 8% de mayor crecimiento entre el T1 y T2.

En un estudio realizado por Radulovich & Fuentes (2019), en postlarva 10-12 de *L. vannamei* con aireación artesanal, las tallas de crecimiento fueron más bajas ( $P < 0,05$ ) que con microburbuja, por

tal motivo se postula que este tipo de aireación presenta un mayor potencial para mejorar el crecimiento de los camarones. Según Rahmawati, et al., (2021) la mejora del crecimiento se debe a que la energía retenida por los camarones es mayor debido a los niveles de oxígeno disponible y menor gasto energético. Por otro lado, Re & Díaz (2011), concuerdan con que la capacidad de los camarones para adquirir energía y distribuirla eficientemente para su crecimiento depende de la influencia de factores ambientales. La concentración de oxígeno es uno de estos factores que afectan el metabolismo de un organismo. Si los costos asociados con el consumo y procesamiento de los alimentos ingeridos no son suficientes para cubrir los niveles de oxígeno, los camarones dejarán de comer, sacrificando la posibilidad de obtener energía de los alimentos para enfocarse en el crecimiento. El género *Penaeus* especialmente *P. vannamei*, *Penaeus setiferus* y *P. schmitti* son reguladores de oxígeno en 4,5 a 5 mg/L correspondiente al nivel crítico de OD según la salinidad. El consumo menor a estos niveles disminuye la capacidad metabólica de los camarones hasta un 26% y 34% y reduce la energía metabolizable entre un 14% y 38% (Cuzon et al., 2006).

Según Harun et al., (2019) diferentes tipos de aireación influyeron en el crecimiento de postlarvas de *L. vannamei*, siendo más eficiente el sistema de aerotubo. Además Subhan et al., (2022) mencionan que la presencia de microburbujas o burbujas ultrafinas disminuyen la dinámica de agua, lo cual puede causar aumento en los niveles de estrés en las larvas comparado con la aireación normal. Por consiguiente, Pontes et al., (2006) indican que el mayor consumo de OD y gasto energético en *L. vannamei* se da durante las actividades natatorias. En razón de lo cual, la mayor agitación observada en el agua de los tanques con manguera artesanal dio como resultado postlarvas de menor tamaño en comparación a los tanques con manguera microporosa.

**Figura 11.** Efecto del tipo de manguera sobre el crecimiento (mg).



#### 4.4. Efecto de tipo de aireación sobre supervivencia

Se aplicó una prueba estadística para muestras independiente (T-student) donde se obtuvo un p-valor (0,007) menor al alfa predefinido (0,05) demostrando que las medias de supervivencia en función de los tratamientos presentan diferencias estadísticas significativas. Por tal motivo, con un 95% de confiabilidad se concluye que la media de supervivencia del tratamiento T2 es mayor en comparación a la media del tratamiento T1 (Tabla 11).

**Tabla 11.** Prueba estadística para muestras independientes de la variable supervivencia en base al factor de estudio

Estadísticas de grupo					
	Tipo de manguera	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Supervivencia (%)	Artesanal	3	79,00	1,000	,577
	Microporosa	3	84,33	1,528	,882

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	p-valor	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Supervivencia (%)	Se asumen varianzas iguales	,727	,442	-5,060	4	,007	-5,333	1,054	-8,260	-2,407
	No se asumen varianzas iguales			-5,060	3,448	,011	-5,333	1,054	-8,454	-2,212

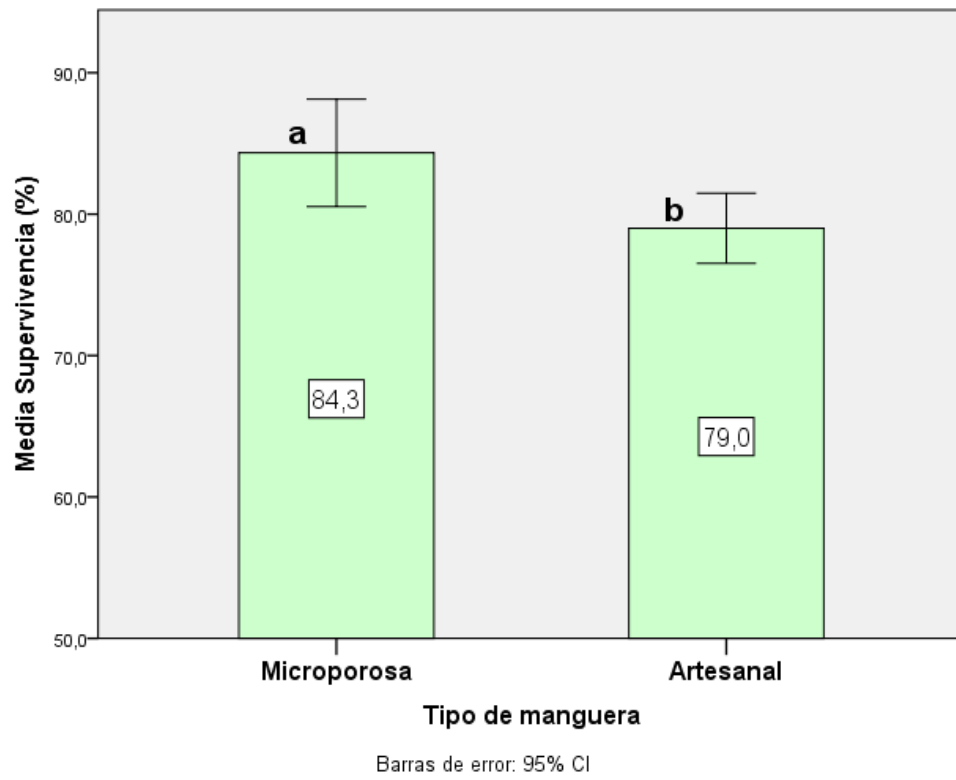
**Nota:** se toma en cuenta el p-valor para llegar a la interpretación estadística.

En la figura 12, los resultados demuestran que en el tratamiento T2 tiene una supervivencia del  $84,3 \pm 1,53\%$  mientras que en el tratamiento T1 fue del  $79 \pm 1,0\%$ .

En otro estudio realizado por Ayuningrum et al., (2022), la supervivencia fue mayor (79%) en la aireación con microburbuja que en el control (39%) debido a la presencia de más oxígeno en el agua. Según Deendarlianto, et al., (2015), el diámetro de la burbuja en un rango de 50 a 10 micras tendría un numero de burbujas de 200 mientras que en un rango mayor de 100 a 200 tendría un total de 50 burbujas, dando por entendimiento que las burbujas más pequeñas tendrán mayor difusión de aire, por ende, el grupo microbiano recibe mayor oxígeno que en aireación normal. Por consiguiente, Nonwachai et al., (2011) y Jiang & Pan, (2005) indican que la exposición de varias horas a concentraciones menores a 2 mg/L causa estrés fisiológico, detiene la alimentación, disminuye los mecanismos de defensa mientras que a concentraciones de 2 a 3,9 mg/L a lo largo del ciclo puede llegar a presentar disminución del crecimiento, propagación de enfermedades y baja conversión alimenticia.



**Figura 12.** Efecto del tipo de aireación sobre la supervivencia (%)



## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1.CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente;

1. El crecimiento de las postlarvas con aireación microporosa tuvo un peso final de 2,48 mg mientras que en la aireación artesanal fue de 2,29 mg, es decir un 8% mayor de crecimiento con la aireación microporosa. Esto se puede deber a que existe una mejor retención y distribución de la energía en relación con las óptimas concentraciones de OD presentes en los tanques, con lo cual se puede mantener una eficiente capacidad metabólica y menor gasto energético de los organismos. Adicionalmente, la manguera microporosa genera una agitación moderada en la columna de agua, lo cual disminuye la actividad natatoria de los camarones, por ende, el gasto energético por actividad física es menor en comparación con una agitación vigorosa observada en los tanques con la manguera artesanal, con lo cual esa energía se la redirige a un mayor crecimiento de los organismos.
2. En la manguera microporosa se obtuvo una supervivencia de 84,3% mientras que en manguera artesanal fue 79%. Esto se debe a que el sistema de cultivo recibe mayor concentración de OD, lo cual influye en un correcto apetito, crecimiento, respuesta inmune entre otras funciones fisiológicas y metabólicas.
3. La concentración de OD en la manguera microporosa fue de 5,41 mg/L mientras que la manguera artesanal de 4,84 mg/L, lo cual se relaciona con una mejor transferencia de la interfase gas-líquida, distribución y solubilidad de OD dentro de los tanques por el tamaño de la microburbuja. Así mismo los tanques con aireación microporosa tuvieron un mejor perfil de OD en la columna de agua, siendo más estable debido a que la flotabilidad o velocidad de ascenso de la microburbuja es más lenta en comparación con la macroburbuja.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Para futuras investigaciones se recomienda analizar el efecto de aireación microporosa en todo un ciclo productivo de larvicultura.
- Aplicar este modelo de aireación en un cultivo con bajo recambio de agua para una mejor perspectiva sobre la influencia en la calidad de agua.
- Se recomienda un ensayo preliminar tomando en consideración tanto las necesidades físicas (materiales) y químicas (concentración de OD) que se requieran según la intensidad del cultivo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Agarwal, A., Ng, W., & Liu, Y. (2011). Principle and applications of microbubble and nanobubble technology for water treatment. *Chemosphere*, 84(9), 1175-1180. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.05.054>
- Ayuningrum, S., Istiqomah, I., Rustadi, R., Triyatmo, B., Isnansetyo, A., Budhijanto, W., & Deendarlianto, D. (2022). Protective effect of microbubble aeration and dietary probiotics BALSS on survival and immunity of white Leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae against acute Low salinity stress. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*(1), 1-7. Obtenido de <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1725974&val=11977&title=Protective%20Effect%20of%20Microbubble%20Aeration%20and%20Dietary%20Probiotics%20BALSS%20on%20Survival%20and%20Immunity%20of%20White%20Leg%20Shrimp%20Litopenaeus%20vannamei>
- Basso, A., Hamad, F., & Ganesan, P. (2018). Effects of the geometrical configuration of air–water mixer on the size and distribution of microbubbles in aeration systems. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*, 13(6), 1-11. doi:<https://doi.org/10.1002/apj.2259>
- Berry, G. (2000). *Dinámica de crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei en el estanque No.2 de la cooperativa COPROMAR en el primer ciclo productivo 1999*. Tesis de pregrado, UNAN, León, Nicaragua. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/8642/1/172408.pdf>
- Boyd, C. (1990). *Water quality in ponds for aquaculture*. Birmingham Publishing, Alabama.
- Boyd, C. (2001). Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. *Métodos para mejorar la Camaronicultura en Centroamerica*, 1-30. Obtenido de <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
- Boyd, C. (2014). *Water Quality An Introduction (2° ed.)*. Auburn, Alabama, USA:: Springer International Publishing Switzerland . Obtenido de 10.1007/978-3-319-17446-4

- Boyd, C. (2018). *Dinámica de oxígeno disuelto*. Obtenido de Responsible Seafood Advocate: <https://www.globalseafood.org/advocate/dinamica-del-oxigeno-disuelto/#:~:text=Boyd%3A%20La%20gesti%C3%B3n%20adecuada%20del,neta%20de%20ox%C3%ADgeno%20del%20fitoplancton.>
- Boyd, C. (2018). *Temperatura del agua en acuicultura*. Obtenido de Responsible Seafood Advocate: <https://www.globalseafood.org/advocate/temperatura-del-agua-en-acuicultura/>
- Cámara Nacional de Acuicultura. (2022). Estadísticas. *Aquicultura*(148), 68-71. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/revista-acuicultura>
- Carchipulla, V. (2018). *Importancia del oxígeno disuelto para mejorar la calidad de agua en estanques de camarón blanco Litopenaeus vannamei*. Examen complejo, UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador. Obtenido de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12905/1/DE00006\\_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12905/1/DE00006_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf)
- Carranza Lucas, D. (2021). *Problemas genéticos y posibles repercusiones asociados al manejo en la producción de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)*. Examen complejo, UTMACH, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17511/1/ECUACA-2021-IAC-DE00010.pdf>
- Carranza, E. (2020). Evaluación de la tasa de consumo de oxígeno del *Penaeus vannamei* con relación a la salinidad, temperatura y peso corporal. *Revista Ciencia y Tecnología*(25), 55-65. doi:<https://doi.org/10.5377/rct.v13i25.10412>
- Carvajal, J., & Bolaños, M. (2013). *Efecto de dos tipos de dietas: Comercial y Experimental sobre el crecimiento de camarones Litopenaeus vannamei en etapa de postlarvas*. Tesis de pregrado, UNAN, León, Nicaragua. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3107/1/225254.pdf>
- Cheng, X., Xie, Y., Zhu, D., & Xie, J. (2019). Modeling re-oxygenation performance of fine-bubble-diffusing aeration system in aquaculture ponds. *Aquaculture International*(27), 1353–1368. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00390-6>

- Cobo, M. (2013). *Intensification of white shrimp Litopenaeus vannamei (Boone) larviculture*. Tesis doctoral, Ghent University, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1854/LU-3172967>
- Cuéllar-Anjel, J., Lara, C., Morales, V., De Garcia, A., & García, O. (2010). Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. *OIRSAOSPESCA, C.A.*, 1-132. Obtenido de [https://utm.edu.ec/fcv/acuicultura/images/acuicultura/pdf\\_revistas/Manual\\_de\\_buenas\\_practicas\\_de\\_manejo\\_para\\_el\\_cultivo\\_de\\_camaron\\_blanco.pdf](https://utm.edu.ec/fcv/acuicultura/images/acuicultura/pdf_revistas/Manual_de_buenas_practicas_de_manejo_para_el_cultivo_de_camaron_blanco.pdf)
- Cuzon, G., Gaxiola, G., & Rosas, C. (2006). Balance energético y requerimientos. *Estado actual y perspectivas de la nutrición de los camarones peneidos cultivados en Iberoamérica*, 198-228. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/C-Rosas/publication/288965764\\_Principales\\_rutas\\_metabolicas\\_Utilizacion\\_de\\_la\\_energia/links/5984985ba6fdcc75624fbc93/Principales-rutas-metabolicas-Utilizacion-de-la-energia.pdf#page=198](https://www.researchgate.net/profile/C-Rosas/publication/288965764_Principales_rutas_metabolicas_Utilizacion_de_la_energia/links/5984985ba6fdcc75624fbc93/Principales-rutas-metabolicas-Utilizacion-de-la-energia.pdf#page=198)
- Deendarlianto, W., Tontowi, A., & Indarto, A. (2015). The implementation of a developed microbubble generator on the aerobic wastewater treatment. *Mechanical Engineering*, 6(6). Obtenido de <https://doi.org/10.14716/ijtech.v6i6.1696>
- Dugassa, H., & Gaetan, D. (2018). Biology of White Leg Shrimp, *Penaeus vannamei*: Review. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 10(2), 5-17. Obtenido de [https://idosi.org/wjfms/wjfms10\(2\)18/1.pdf](https://idosi.org/wjfms/wjfms10(2)18/1.pdf)
- Ebina, K., Shi, K., Hirao, M., Hashimoto, J., Kawato, Y., Kaneshiro, S., . . . Yoshikawa, H. (2013). Oxygen and air nanobubble water solution promote the growth of plants, fishes, and mice. *PLoS One*, 8(6), 1-7. Obtenido de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0065339>
- Edi, M., Nasuki, N., Alauddin, M., Abrori, M., Ritonga, L., Primasari, K., & Rizky, P. (2021). Pengaruh penggunaan microburbuja terhadap kelimpahan plankton pada budidaya udang *vannamei*. *Chanos Chanos*, 19(2), 60-155. Obtenido de <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/chanos2/article/view/10331>

- Endo, A., Srithongouthai, S., Nashiki, H., Teshiba, I., Iwasaki, T., Hama, D., & Tsutsumi, H. (2008). DO-increasing effects of a microscopic bubble generating system in a fish farm. *Marine pollution bulletin*, 57(1-5), 78-85. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.10.014>
- FAO. (1995). *Guía FAO Para la identificación de especies para los fines de pesca*. . Pacífico Centro-Oriental., Vertebrados. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Friedhelm-Krupp/publication/292139039\\_Guia\\_FAO\\_para\\_la\\_identificacion\\_de\\_especies\\_para\\_los\\_fines\\_de\\_la\\_pesca\\_Pacifico\\_centro-oriental\\_vol\\_1/links/56a9ced308ae2df821653fb6/Guia-FAO-para-la-identificacion-de-especies-par](https://www.researchgate.net/profile/Friedhelm-Krupp/publication/292139039_Guia_FAO_para_la_identificacion_de_especies_para_los_fines_de_la_pesca_Pacifico_centro-oriental_vol_1/links/56a9ced308ae2df821653fb6/Guia-FAO-para-la-identificacion-de-especies-par)
- Galang, D., Ashari, A., Sulmawati, L., Mahasri, G., & Sari, L. (2019). The oxygen content and dissolved oxygen consumption level of white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the nanobubble cultivation system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 236(1), 012014. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/236/1/012014/pdf>
- Galano, T. (1998). Nutrición de Larvas de Camarón. *Avances en Nutrición Acuicola*. Obtenido de [https://www.uanl.mx/utillerias/nutricion\\_acuicola/IV/archivos/4tsai.pdf](https://www.uanl.mx/utillerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/4tsai.pdf)
- GEOBIOS. (2007). *Laboratorio de producción larvari y postlarvaria de camarón Granmar*. Proyecto, GEOBIOS. Manifestación de Impacto Ambiental, Subsector Acuícola, Baja California Sur, México. Obtenido de <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/bcs/estudios/2007/03BS2007PD003.pdf>
- Harun, A., Mohammad, N., Ikhwanuddin, M., Jauhari, I., Sohaili, J., & Kasan, N. (2019). Effect of different aeration units, nitrogen types and inoculum on biofloc formation for improvement of Pacific Whiteleg shrimp production. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45(3), 287-292. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687428519300500>

- Hernández, J. (2016). *Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado*. Tesis de posgrado, CIBNOR, Baja California Sur. Obtenido de [http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/505/hernandez\\_j.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/505/hernandez_j.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Jiang, L., & Pan, L. (2005). Effect of dissolved oxygen on immune parameters of the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Fish and shellfish immunology*, 2(18), 185-188. Obtenido de [google.com/search?q=Effects+of+Dissolved+Oxygen+Levels+on+Growth%2C+Survival+and+Immune+Response+of+Juvenile+Pacific+White+Shrimp+Litopenaeus+vannamei&sxsrf=AJOqlzU7F6kkKGvdLwx2APvSW5WvBFtQZw%3A1678069304950&source=hp&ei=OE4FZP6IN\\_ewkvQPquSUEA&iflsig=AK50](http://google.com/search?q=Effects+of+Dissolved+Oxygen+Levels+on+Growth%2C+Survival+and+Immune+Response+of+Juvenile+Pacific+White+Shrimp+Litopenaeus+vannamei&sxsrf=AJOqlzU7F6kkKGvdLwx2APvSW5WvBFtQZw%3A1678069304950&source=hp&ei=OE4FZP6IN_ewkvQPquSUEA&iflsig=AK50)
- Jory, D. (2017). *Aclimatización de PLS en camaronera*. Obtenido de Balnova: <https://www.balnova.com/aclimatizacion-de-pls-en-camaronera/>
- Kim, S., Kim, H., Han, M., & Kim, T. (2019). Generation of sub-micron (nano) bubbles and characterization of their fundamental properties. *Environmental Engineering Research*, 24(3), 382-388. Obtenido de <https://koreascience.kr/article/JAKO201928462662145.pdf>
- Lekang, O. (2013). Protein skimming, flotation, coagulation and flocculation. En *Aquaculture Engineering* (págs. 66-98).
- Li, P. (2006). Development of advanced water treatment technology using microbubbles. Obtenido de <http://iroha.scitech.lib.keio.ac.jp:8080/sigma/bitstream/handle/10721/2127/document.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Lim, Y., Ganesan, P., Varman, M., Hamad, F., & Krishnasamy, S. (2021). Effects of microbubble aeration on water quality and growth performance. *Aquacultural Engineering*, 93, 102159. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2021.102159>
- Marui, T. (2013). An introduction to micro/nano-bubbles and their applications. *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 11(4), 68-73. Obtenido de



<https://www.hidronano.com.br/wp-content/uploads/2018/10/An-Introduction-to-Microano-Bubbles-and-their-Applications-1.pdf>

Meegado, J., Hewage, S., & Batagoda, J. (2018). Stability of nanobubbles. *Environmental Engineering Science*, 35(11), 1216-1227. Obtenido de <https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/ees.2018.0203>

Meyer, D. (2004). *Introducción a la Acuicultura*. Zamorano, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7fce00bc-0466-4957-98bb-f2fdcf01ddd/content>

Montenegro, D. (2017). *Medidas preventivas para la utilización del agua proveniente del Estero Huaylá para el uso en laboratorio de cría de larvas*. Examen complejo, UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador. Obtenido de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10513/1/DE00003\\_EXAMENCOMPLEJO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10513/1/DE00003_EXAMENCOMPLEJO.pdf)

Nonwachai, T., Purivirojku, W., Chuchird, N., & Limsuwan, C. (2011). Nonwachai, T., Purivirojku, W., Chuchird, N., & Limsuwan, C. (2011). Effects of dissolved oxygen levels on growth, survival and immune response of juvenile pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Fisheries and Environment*, 35(3), 1-10. Obtenido de <https://www.thaiscience.info/journals/Article/KFRB/10892544.pdf>

Orrala, G. (2021). *Comparación de producción larvaria de distintas maduraciones en el laboratorio INCAMAR-ALFAMARINA, San Pablo-Provincia de Santa Elena*. La Libertad, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6585/1/UPSE-TBM-2021-0007.pdf>

Parmar, R., & Majumder, S. (2015). Terminal rise velocity, size distribution and stability of microbubble suspension. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*, 10(3), 450-465. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/apj.1891>

Pontes, C., Arruda, M., De Lara Menezes, A., & Pereira de Lima, P. (2006). Daily activity pattern of the marine shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) juveniles under laboratory

- conditions. *Aquaculture Research*, 37(10), 1001-1006. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01519.x>
- Quintanilla Corena, A. (2021). *Diseño de protocolo de buenas prácticas para el manejo de la calidad físico-química y biológica del agua utilizada para cultivos acuícolas de camarón marino*. ITCA-FEPADE, La Libertad, El Salvador. Obtenido de <https://www.itca.edu.sv/wp-content/uploads/2021/11/12.pdf>
- Radulovich, R., & Fuentes, J. (2019). Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) artisanal production in floating cages at sea and polyculture with oyster (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture*, 512(734354), 1-12. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734354>
- Rahmawati, A., Saputra, R., Hidayatullah, A., Dwiarto, A., Junaedi, H., Cahyadi, D., . . . Rochman, N. (2021). Enhancement of *Penaeus vannamei* shrimp growth using nanobubble in indoor raceway pond. *Aquaculture and Fisheries*, 6(3), 277-282. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468550X20300356>
- Re, D., & Díaz, F. (2011). Effect of different oxygen concentrations on physiological energetics of blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). *The Open Zoology Journal*, 4(1). Obtenido de <https://benthamopen.com/ABSTRACT/TOZJ-4-1>
- Ren, F., Noda, N., Ueda, T., Sano, Y., Takase, Y., Umekage, T., . . . Tanaka, H. (2018). CFD-PBM coupled simulation of a nanobubble generator with honeycomb structure. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 372(1), 1-9. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/372/1/012012/pdf>
- Rizky, P., Ritonga, L., & Primasari, K. (2022). Use of microbubble generator on the growth *vannamei* shrimp culture. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1-8. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1036/1/012081/pdf>
- Rodríguez , H., & Anzola, E. (2001). La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura. En *Fundamentos de acuicultura continental (Segunda ed.)*. Bogotá, Republica de Colombia. Obtenido de [https://www.academia.edu/36695278/FUNDAMENTOS\\_DE\\_ACUICULTURA\\_CONTI](https://www.academia.edu/36695278/FUNDAMENTOS_DE_ACUICULTURA_CONTI)

NENTAL\_EDITORES\_HORACIO\_RODR%C3%ADGUEZ\_G%C3%93MEZ\_PI\_EDA  
D\_VICTORIA\_DAZA

- Subhan, U., Panatarani, C., & Joni, I. (2022). Effect of ultrafine bubbles on various stocking density of striped catfish larviculture in Recirculating Aquaculture System. *Fishes*, 7(4), 1-21. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2410-3888/7/4/190>
- Subsecretaría de Calidad e Inocuidad. (2022). *Listado oficial de Laboratorios de larvas*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/mas-temas-vice-ministerio-de-acuicultura-y-pesca/subsecretaria-de-calidad-e-inocuidad/>
- Takahashi, M. (2005). Potential of microbubbles in aqueous solutions: electrical properties of the gas– water interface. *Journal of Physical Chemistry B*, 109(46), 21858-21864. Obtenido de <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jp0445270>
- Tizol, R., Jaime, B., Pérez, L., Machado, R., & Silveria, R. (2004). *Introducción en Cuba del camarón blanco del pacífico L. vannamei. Etapa I Cuarentena*. Centro de Investigaciones Pesqueras. Obtenido de <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/3588/TRABAJO%20CUARENTENA%20Feb%2017%5b1%5d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urresta, P. (2017). *Evaluación de 2 probióticos comerciales como controladores de patógenos en tanques de larvas de camarón blanco Litopenaeus vannamei*. Tesis de pregrado, UCSG, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7712/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-117.pdf>
- Valle, C. (2020). *Evaluación de dos concentraciones de salinidad para la producción del camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en piscinas de agua dulce, cantón Arenillas, provincia de El Oro*. Tesis de pregrado, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15500/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-173.pdf>
- Vergara, J. (2021). *Relación entre parámetros ambientales y el crecimiento de Litopenaeus vannamei (Camarón Blanco), caso Camaroneras Pinguimar S. A.* Tesis de pregrado, La

libertad, Ecuador. Obtenido de  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6608/1/UPSE-TBM-2021-0021.pdf>

Vilela, J. (2020). *Influencia de temperatura y oxígeno disuelto en el agua para supervivencia de Litopenaeus vannamei "Langostino blanco" en primera fase de nauplio 5 a post larvar 8 en el laboratorio Marinasol S.A., Tumbes 2019*. Tesis de pregrado, UNP, Facultad de Ingeniería Pesquera, Piura, Perú. Obtenido de  
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2862/IPES-VIL-ZET-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villacrés, E. (2020). *Influencia del tamaño de la burbuja de aire en la remoción de contaminantes de aguas residuales de faenamiento*. Tesis de pregrado, UCE, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental, Quito, Ecuador. Obtenido de  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21892/1/T-UCE-0012-FIG-232.pdf>

Vinatea, L. (2006). *Principios químicos de calidad de agua en acuicultura*. Obtenido de  
<https://es.scribd.com/doc/89752257/Calidad-de-Agua-para-piscicultura-2-edici-n-1>

## ANEXOS

Manguera difusora Aerotube	
Diámetro exterior (mm)	16
Diámetro interior (mm)	10
Espesor de la pared (mm)	3.0 +-0,5
Metros pesados (g/m)	115
Cantidad de embalaje (metros/rollo)	200
Dimensión de embalaje	62* 62* 32Cm
Peso del embalaje (kg)	23
El flujo de aire	0,1-0,4M3/h m
Promedio de microporos diámetro	Y phi; 0,03~Y phi; 0,06mm
Microporadas de densidad	1000~1600/m
Diámetro de la burbuja	0,5~2mm (agua dulce); 0,8~3mm (agua de mar)
Eficaz de aireación de	0,002~ 0,004M3/min m
Eficaz de área de trabajo	1 ~ 8M2/m

*Anexo 1. Tabla de las características de la manguera microporosa*



*Anexo 2. Elaboración del sistema de aireación microporosa*



*Anexo 3. Elaboración del sistema de aireación microporosa*



*Anexo 4. Desinfección del sistema por luz solar*



*Anexo 5. Unidades experimentales*



*Anexo 6. Colocación del sistema con microporosa en los tanques*



*Anexo 7. Sistema de aireación artesanal*



*Anexo 8. Toma de parámetros de concentración de OD y T°*





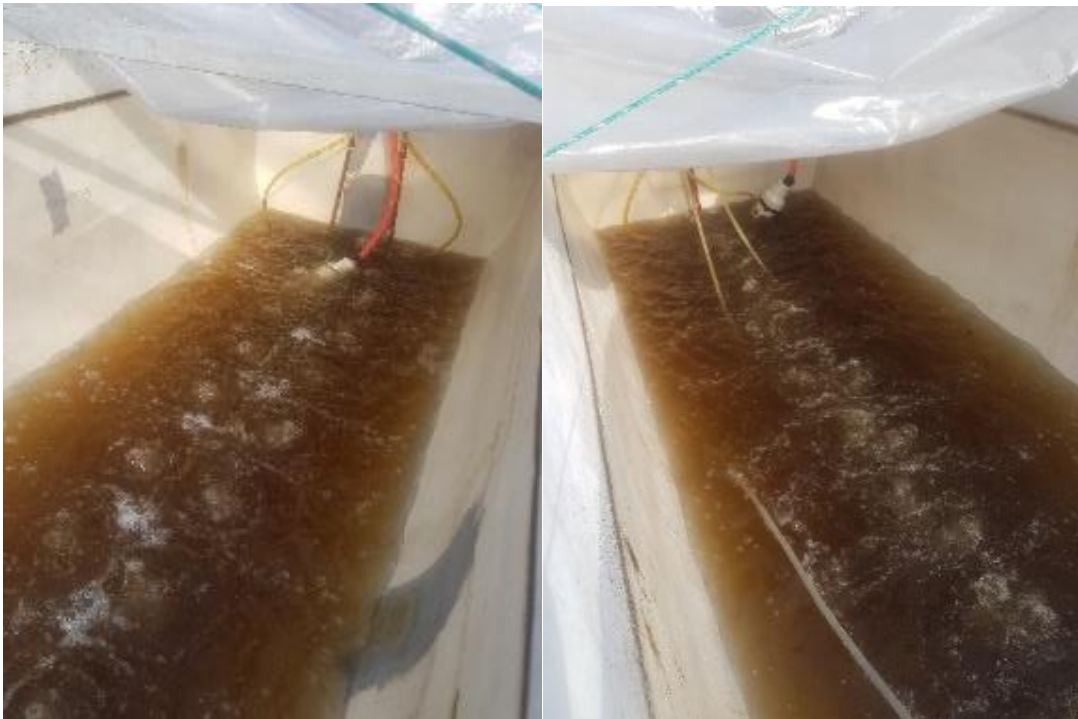
*Anexo 9. Toma de muestras para el PL/g*



*Anexo 10. Conteo de PL/g*



*Anexo 11. Conteo de PL/g*



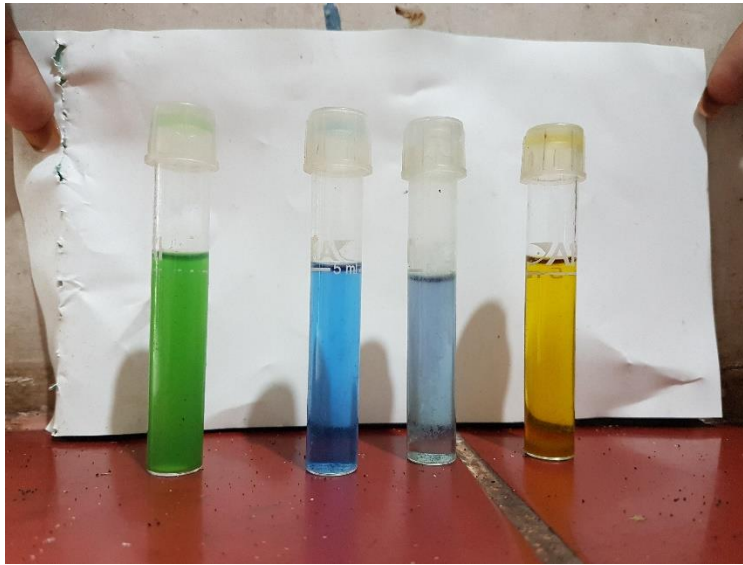
*Anexo 12. Recambio de agua del sistema con microporosa*



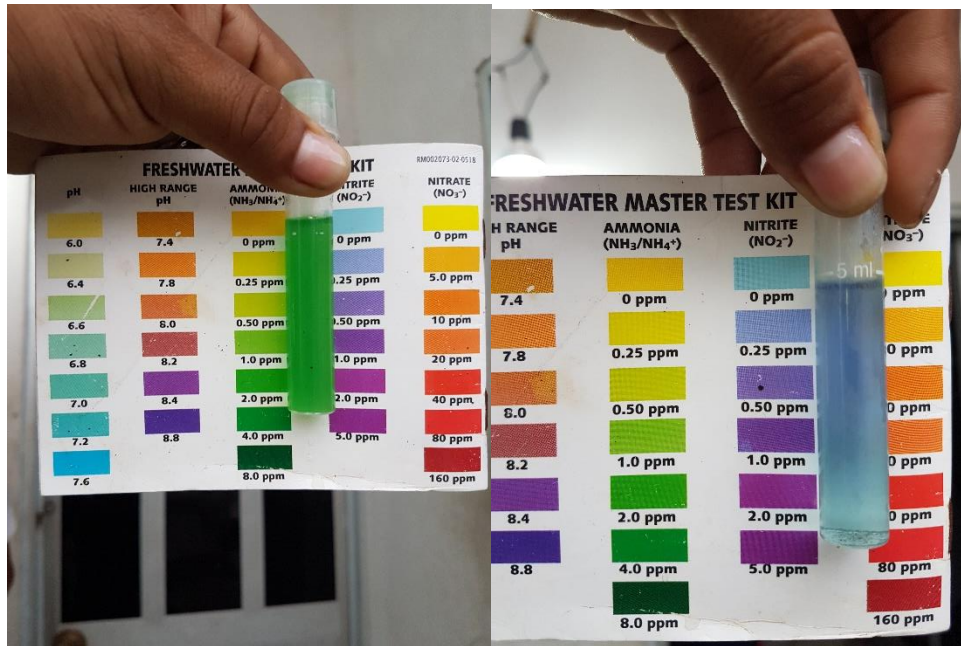
*Anexo 13. Freshwater Master Test Kit*



*Anexo 14. Toma de parámetros según las instrucciones del fabricante*



*Anexo 15. Amonio, pH, nitrato y nitrito*



*Anexo 16. Resultado de los análisis de amonio y nitrito*

Fecha	Tanques	Temperatura (°C)	DÍA			T°	TARDE		
			Superior	Intermedia	Fondo		Superior	Intermedia	Fondo
3-ene	A1	32,9	5,4	5,3	5,2	33	5,3	5,2	5,1
	M2	33	5,9	5,9	5,9	33,1	5,7	5,7	5,6
	A3	32,2	5,7	5,5	5,5	33,5	5,1	5	4,9
	M4	32,9	6	6	6	33	5,8	5,7	5,7
	A5	32	5,8	5,7	5,6	33,2	5,2	5,2	5,1
	M6	33,1	6	6	6	33,6	5,5	5,6	5,5
4-ene	A1	31	4,6	4,5	4,4	31,9	4,4	4,3	4,2
	M2	31,4	4,7	4,7	4,7	32,1	4,9	4,9	4,9
	A3	31,8	4,4	4,3	4,2	32,1	4,3	4,3	4,2
	M4	31	5	5	5	32	5	5	5
	A5	31,5	4,5	4,4	4,2	31,9	4,2	4,1	4
	M6	31,2	5	5	5	31,8	5,1	5,1	5,1
5-ene	A1	31,3	4,1	4	3,9	30,8	4,8	4,7	4,6
	M2	30,9	5,7	5,7	5,7	31,2	5,3	5,3	5,3
	A3	31,2	4,1	4,1	4	30,8	4,7	4,6	4,5
	M4	31,5	4,5	4,5	4,5	31,1	5,1	5,1	5,1
	A5	31	4	4,1	4	30,6	4,9	4,8	4,7
	M6	31,2	4,6	4,6	4,6	30,8	5,6	5,6	5,6
6-ene	A1	31,1	4,5	4,4	4,2	31,1	5,1	5	4,9
	M2	32	5	5	5	31,5	5,4	5,4	5,4
	A3	31,8	4,5	4,4	4,3	31,2	5	4,9	4,8
	M4	31,7	4,9	4,9	4,9	31,6	5,3	5,3	5,3
	A5	31,7	4,4	4,3	4,2	31,2	5	4,9	4,8
	M6	31,3	5,1	5,1	5,1	31,3	5,5	5,5	5,5
7-ene	A1	28,3	4,9	4,8	4,7	28	5,2	5,1	5
	M2	28,6	5,4	5,4	5,4	28,5	5,3	5,2	5,3
	A3	28,7	4,5	4,6	4,5	28,2	5,2	5,1	5
	M4	28,5	5,2	5,2	5,2	28,6	5,3	5,3	5,3
	A5	28,3	4,8	4,7	4,6	28	5,1	5,1	5
	M6	28,1	5,6	5,6	5,6	28,1	5,3	5,3	5,3
8-ene	A1	28,9	4,8	4,7	4,6	28,8	5,3	5,2	5,1
	M2	28,8	5,1	5,1	5,1	29	5	5	5
	A3	28,8	4,9	4,8	4,7	28,9	4,8	4,7	4,6
	M4	28,8	5	5	5	28,7	5,1	5,1	5,1
	A5	28,9	4,7	4,6	4,5	28,3	5	5	5
	M6	28,9	5	5	5	28,5	5,2	5,2	5,2
9-ene	A1	28,2	4,9	4,8	4,7	28,5	4,7	4,6	4,5
	M2	28,4	5,3	5,3	5,3	29	4,9	4,9	4,9
	A3	28,7	4,9	4,8	4,7	29	4,3	4,2	4,1
	M4	28,9	4,9	4,9	4,9	29	4,8	4,8	4,8
	A5	28,6	4,8	4,7	4,8	28,8	4,1	4	3,9
	M6	28,7	5,2	5,2	5,2	28,4	5	5	5
10-ene	A1	27,8	5,2	5,1	5	27,8	5	4,9	4,8
	M2	27,8	5,4	5,4	5,4	27,9	5,6	5,6	5,6
	A3	27,6	4,7	4,6	4,5	28	5,1	5	4,9
	M4	27,6	5,3	5,3	5,3	29	5	5	5
	A5	27,8	4,8	4,8	4,6	28,2	4,8	4,7	4,6
	M6	27,7	5	5	5	27,2	5,9	5,9	5,9
11-ene	A1	27,2	6,2	6,1	6	-	-	-	-
	M2	27,6	6,8	6,8	6,8	-	-	-	-
	A3	27	6,4	6,3	6,2	-	-	-	-
	M4	27,8	6,6	6,6	6,6	28,4	5,3	5,3	5,3
	A5	27,7	5,9	5,8	5,7	28,1	5,1	5,1	5
	M6	27,8	6,7	6,7	6,7	28,2	5,4	5,4	5,4
12-ene	A1	-	-	-	-	-	-	-	-
	M2	-	-	-	-	-	-	-	-
	A3	-	-	-	-	-	-	-	-
	M4	27	6,8	6,8	6,8	28,5	5,4	5,4	5,3
	A5	27,6	5,9	5,8	5,7	28,1	5,2	5,1	5
	M6	27,5	6,4	6,4	6,4	28,7	5,3	5,3	5,3
13-ene	A1	-	-	-	-	-	-	-	-
	M2	-	-	-	-	-	-	-	-
	A3	-	-	-	-	-	-	-	-
	M4	27,3	6,5	6,5	6,5	-	-	-	-
	A5	27,1	6	5,9	5,9	-	-	-	-
	M6	27	6,9	6,9	6,9	-	-	-	-

*Anexo 17. Tabla de datos registrados de concentración de OD durante el experimento*

<b>Día</b>	<b>Parámetro</b>	<b>A1</b>	<b>M2</b>	<b>A3</b>	<b>M4</b>	<b>A5</b>	<b>M6</b>
Martes 3/1/2023	Amonio	1	1	1	1	1	1
	Nitrato	5	5	5	5	5	5
	Nitrito	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	pH	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Jueves 5/1/2023	Amonio	1	1	1	1	1	1
	Nitrato	5	5	5	5	5	5
	Nitrito	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	pH	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Sábado 07/01/2023	Amonio	1	1	1	1	1	1
	Nitrato	5	5	5	5	5	5
	Nitrito	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	pH	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Lunes 09/01/2023	Amonio	1	1	1	1	1	1
	Nitrato	5	5	5	5	5	5
	Nitrito	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	pH	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Miércoles 11/01/2023	Amonio	1	1	1	1	1	1
	Nitrato	5	5	5	5	5	5
	Nitrito	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	pH	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Viernes 13/01/2023	Amonio				1	1	1
	Nitrato				5	5	5
	Nitrito				0,25	0,25	0,25
	pH				7,8	7,8	7,8

*Anexo 18. Tabla de datos registrados de parámetros químicos durante el experimento*

	<b>A1</b>	<b>M2</b>	<b>A3</b>	<b>M4</b>	<b>A5</b>	<b>M6</b>
<b>Larvas sembradas</b>	1196000	1196000	1196000	1196000	1196000	1196000
<b>Larvas cosechadas</b>	959520	1025040	942000	989550	932850	1008450
<b>% Supervivencia</b>	80%	86%	79%	83%	78%	84%

*Anexo 19. Tabla de datos registrados de supervivencia (%)*

<b>Fecha</b>	<b>A1</b>	<b>M2</b>	<b>A3</b>	<b>M4</b>	<b>A5</b>	<b>M6</b>
Martes 03/01/2023	922	920	922	920	920	922
Jueves 05/01/2023	787	778	782	774	781	771
Sábado 07/01/2023	578	568	579	549	565	549
Lunes 09/01/2023	390	380	400	382	384	372
Miércoles 11/01/2023	241	235	240	231	242	235
Viernes 13/01/2023				225	231	226

*Anexo 20. Tabla de datos registrados de PL/g*

	<b>A1</b>	<b>M2</b>	<b>A3</b>	<b>M4</b>	<b>A5</b>	<b>M6</b>
<b>Peso (mg)</b>	1,08	1,09	1,08	1,09	1,09	1,08
	1,27	1,29	1,28	1,29	1,28	1,30
	1,73	1,76	1,73	1,82	1,77	1,82
	2,56	2,63	2,50	2,62	2,60	2,69
	4,15	4,26	4,17	4,33	4,13	4,26
				4,44	4,33	4,42

*Anexo 21. Tabla de datos de conversión en base a PL/g para obtener peso (mg)*