



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EFFECTO DE LA COMBINACIÓN DE ALIMENTO ARTIFICIAL Y  
BIOMASA DE ARTEMIA SP EN CRÍA INTENSIVA DE POSTLARVAS DE  
LITOPENAEUS VANNAMEI.

ORDOÑEZ MEJIA CRISTHIAN ALEXANDER  
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

**Efecto de la combinación de alimento artificial y biomasa de *Artemia* sp en cría intensiva de postlarvas de *Litopenaeus vannamei*.**

**ORDOÑEZ MEJIA CRISTHIAN ALEXANDER  
INGENIERO ACUÍCULTOR**

**MACHALA  
2020**



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

Efecto de la combinación de alimento artificial y biomasa de *Artemia* sp en cría  
intensiva de postlarvas de *Litopenaeus vannamei*.

ORDOÑEZ MEJIA CRISTHIAN ALEXANDER  
INGENIERO ACUÍCULTOR

QUIZHPE CORDERO PATRICIO FREDY

MACHALA, 22 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA  
2020

# TITULACIÓN

## INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE  
INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Tanzeela Nisar, Zi-Chao Wang, Aamina Alim, Muneeb Iqbal, Xi Yang, Lijun Sun, Yurong Guo. "Citrus pectin films enriched with thinned young apple polyphenols for potential use as bio-based active packaging", CyTA - Journal of Food, 2019

Publicación

<1%

2

Submitted to Asian Institute of Technology

Trabajo del estudiante

<1%

3

Submitted to Universidad Nacional de Costa Rica

Trabajo del estudiante

<1%

4

Submitted to Universidad Nacional de Educación

Trabajo del estudiante

<1%

5

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

<1%

6

[ecuadorengineering.com](http://ecuadorengineering.com)

Fuente de Internet

<1%

Submitted to Escuela Politecnica Nacional

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

El que suscribe, ORDOÑEZ MEJIA CRISTHIAN ALEXANDER, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Efecto de la combinación de alimento artificial y biomasa de Artemia sp en cría intensiva de postlarvas de Litopenaeus vannamei., otorga 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 tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

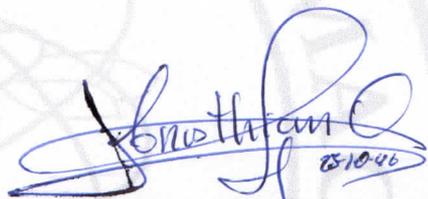
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume 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.

Machala, 22 de diciembre de 2020



Handwritten signature of Cristhian Alexander Ordoñez Mejía, dated 12/10/20.

ORDOÑEZ MEJIA CRISTHIAN ALEXANDER  
0706018124



**UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA**  
**UNIDAD ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA ACUICOLA**

Efecto de la combinación de alimento artificial y biomasa de *Artemia* sp en cría intensiva  
de postlarvas de *Litopenaeus vannamei*.

Cristhian Alexander Ordóñez Mejía

Ing. Acuac. Patricio Fredy Quizhpe Cordero, M. Sc.

**MACHALA-EL ORO**

2020

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mis más sinceros agradecimientos.

En primer lugar a Dios por haberme brindado sabiduría para tomar buenas decisiones con respecto a mis estudios, a mis padres en el cielo por haberme dado la fortaleza para poder terminado mis estudios, a mi familia y amigos por todos los consejos recibidos, a mis tutores por haberme guiado en la elaboración de mi trabajo de titulación, en especial al Ing. Wilmer Galarza por su gran apoyo en los últimos años de mi carrera, a todos mis docentes por haber compartido sus experiencias y conocimiento conmigo, la familia Coello Gálvez por haberme dado el apoyo necesario para el desarrollo del ensayo experimental de mi trabajo de titulación, a la Universidad Técnica de Machala y a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias por haberme partido cumplir mi sueño de ser Ingeniero .

A todos muchas gracias.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres por haberme dado la formación que me dieron en su respetivo tiempo, a mi familia y amigos por los buenos momentos compartidos, a mis mejores amigos Roberth Coello, Ginger Pineda y Angie Encarnación por el apoyo recibido de su parte en lo académico y en lo personal, y a todas aquellas personas que contribuyeron de cierta manera en la culminación de mi carrera profesional.

## RESUMEN

La especie de camarón más cultivada a nivel mundial es el *Litopenaeus vannamei*, esto se debe a su gran adaptabilidad a diferentes ambientes. El aumento en enfermedades virales y bacterianas en el cultivo de camarón ha conducido a la utilización de sistemas de cultivos con mayor bioseguridad y sustentabilidad por lo que se ha optado a la reducción del intercambio de agua, logrando producir en sistemas con cero recambio o muy bajo recambio. Los raceway son sistemas de producción intensiva utilizados como maternidades en el cultivo de camarón, en donde se trata de asegurar principalmente la supervivencia y la salud de las postlarvas; para lo cual intervienen factores como alimentación artificial y natural, factores ambientales y de calidad de agua. Uno de los inconvenientes de estos sistemas intensivos es el excesivo nitrógeno que ingresa al sistema, debido a que los alimentos artificiales no son totalmente consumidos; los residuos de alimento acompañados de las excretas del camarón son convertidos en amonio por procesos microbianos; este metabolito es tóxico en condiciones de pH y temperaturas elevadas, convirtiéndose en un limitante para la producción intensiva de postlarvas. En este contexto, en las instalaciones de la Universidad Técnica de Machala en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, en la Estación de Maricultura ubicada en las coordenadas 3°17'31.2"S 79°54'50.3"W, perteneciente a la Ciudad de Machala, en la Provincia de El Oro, se realizó un ensayo experimental con el objetivo de evaluar el efecto de la combinación de alimento artificial y biomasa de *Artemia* sp en la cría intensiva de postlarvas de *Litopenaeus vannamei*, poniendo como variables la ganancia de peso, la sobrevivencia y el factor de conversión alimenticio en un tiempo de 15 días. La población estudiada fue de 900 postlarvas, en estadio PL-14, con un peso promedio de 3.8 mg, distribuidos en 9 gavetas con un volumen de 30 L de agua de mar con una salinidad de 28 UPS. La densidad de siembra con la que se trabajó fue de 10 PL L<sup>-1</sup>. Los tratamientos consistieron en el 25 y 50% de reemplazo del

alimento artificial por biomasa de artemia y un control que consistió en 100% alimento artificial. El alimento artificial utilizado para alimentación fue un alimento Microencapsulado de 300 micras y 45% de proteína; la biomasa de artemia utilizada como reemplazo del alimento artificial fue obtenida de un cultivo de artemia alimentada con microalgas de las especies *Thalassiosira spp* y *Tetraselmis spp*. La alimentación se basó en tablas de alimentación para raceway y en los sifoneos diario, se adicionaron 8 dosis de alimentación con una frecuencia de 3 horas. La ganancia de peso promedio al final del experimento fue para el tratamiento 1 y 2 de  $27.8 \pm 4.8$  mg y  $27.2 \pm 6.0$  mg respectivamente donde no presentaron diferencias significativas y para el control fue de  $40.36 \pm 3.9$  mg presento diferencia significativa en el ANOVA y la prueba de Tukey con un valor  $p < 0.05$ , esto con respecto al tratamiento 1 y 2. La supervivencia promedio al final del experimento fue para el tratamiento 1 y 2 el  $68.5 \pm 4.95$  % y  $50.66 \pm 6.6\%$  respectivamente y el control  $32.0 \pm 6.12\%$ , encontrando diferencia estadísticamente significativa en el tratamiento 1 con respecto al tratamiento 2 y el control con un valor  $p < 0.05$ . Los factores de conversión alimenticio fueron 1.55 (T1), 2.1 (T2) y 2.25 (Control) no se encontró diferencias significativas, sin embargo, el tratamiento 1 y 2 obtuvieron valores menores en comparación al control. La concentración de oxígeno disuelto promedio en horas de la mañana fue de  $6.0 \pm 0.3$  ppm y un promedio de  $5.5 \pm 0.3$  en horas de la tarde, la temperatura presentó un valor promedio de  $24.7 \pm 0.8$  °C en horas de la mañana y  $28.0 \pm 0.2$  °C en la tarde. Se concluyó que existe una influencia positiva en la combinación de alimento artificial con biomasa de artemia en lo que respecta a la sobrevivencia de postlarvas de *Litopenaeus vannamei*.

**PALABRAS CLAVES:** Postlarva, microalgas, artemia, alimento

## ABSTRACT

The most cultivated shrimp species worldwide is *Litopenaeus vannamei*, this is due to its great adaptability to different environments. The increase in viral and bacterial diseases in shrimp farming has led to the use of a culture system with greater biosecurity and sustainability, which is why it has been chosen to reduce the exchange of water, achieving production in systems with zero or very low exchange. Raceways are intensive production systems used as nurseries in shrimp farming, where the main aim is to ensure the survival and health of the postlarvae; for which factors such as artificial and natural feeding, environmental factors and water quality intervene. One of the drawbacks of these intensive systems is the excessive nitrogen that enters the system, due to the fact that artificial foods are not totally consumed; food residues accompanied by shrimp excreta are converted into ammonia by microbial processes; This metabolite is toxic under conditions of pH and high temperatures, becoming a limitation for the intensive production of postlarvae. In this context, in the facilities of the Technical University of Machala in the Academic Unit of Agricultural Sciences, in the Mariculture Station located at coordinates 3 ° 17'31.2 "S 79 ° 54'50.3" W, belonging to the City of Machala, in the Province of El Oro, an experimental trial was carried out with the objective of evaluating the effect of the combination of artificial feed and *Artemia* sp biomass in the intensive rearing of *Litopenaeus vannamei* postlarvae, using weight gain as variables, the survival and the feed conversion factor in a time of 15 days. The population studied was 900 postlarvae, in PL-14 stage, with an average weight of 3.8 mg, distributed in 9 drawers with a volume of 30 L of seawater with a salinity of 28 UPS. The sowing density with which we worked was 10 PL L-1. The treatments consisted of 25 and 50% replacement of artificial feed with brine shrimp biomass and a control that consisted of 100% artificial feed. The artificial food used for feeding was a Microencapsulated food of 300 microns and 45% protein; The brine shrimp biomass used as replacement for the artificial feed was obtained from a culture of brine shrimp fed with

microalgae of the *Thalassiosira* sp and *Tetraselmis* spp. species. The feeding was based on feeding tables for raceway and in the daily siphons, 8 feeding doses were added with a frequency of 3 hours. The average weight gain at the end of the experiment was for treatment 1 and 2 of  $27.8 \pm 4.8$  mg and  $27.2 \pm 6.0$  mg respectively where they did not present significant differences and for the control it was  $40.36 \pm 3.9$  mg, it presented a significant difference in the ANOVA and the Tukey's test with a p value  $<0.05$ , this with respect to treatment 1 and 2. The average survival at the end of the experiment was for treatment 1 and 2  $68.5 \pm 4.95\%$  and  $50.66 \pm 6.6\%$  respectively and the control  $32.0 \pm 6.12\%$ , finding a statistically significant difference in treatment 1 with respect to treatment 2 and the control with a p value  $<0.05$ . The feed conversion factors were 1.55 (T1), 2.1 (T2) and 2.25 (Control). No significant differences were found, however, treatment 1 and 2 obtained lower values compared to the control. The average dissolved oxygen concentration in the morning hours was  $6.0 \pm 0.3$  ppm and an average of  $5.5 \pm 0.3$  in the afternoon hours, the temperature presented an average value of  $24.7 \pm 0.8$  ° C in the morning hours and  $28.0 \pm 0.2$  ° C in the afternoon. It was concluded that there is a positive influence on the combination of artificial feed with brine shrimp biomass regarding the survival of *Litopenaeus vannamei* postlarvae.

**Keywords:** Postlarva, microalgae, brine shrimp, food

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1 PROBLEMATICA	3
2 JUSTIFICACIÓN	4
3 OBJETIVOS	5
3.1 Objetivos generales	5
3.2 Objetivos específicos	5
4 HIPOTESIS	5
5 MARCO REFERENCIAL	6
5.1 Camarón blanco del Pacífico ( <i>Litopenaeus vannamei</i> )	6
5.1.1 Taxonomía	6
5.1.2 Ciclo de vida	6
5.1.3 Alimentación en larvicultura de camarón <i>L. vannamei</i>	7
5.1.4 Calidad de agua en sistemas raceway	7
5.2 Camarón de salmuera ( <i>Artemia sp</i> )	8
5.2.1 Taxonomía	8
5.2.2 Generalidades de la especie	9
5.2.3 Producción de biomasa de <i>Artemia sp</i>	10
5.3 Uso de artemia en acuicultura	11
6 DISEÑO METODOLÓGICO	12
6.1 Área de estudio	12
6.2 Materiales	12
6.2.1 Materiales de Laboratorio.	12
6.2.2 Material biológico	12
6.2.3 Medios de cultivo	13
6.2.4 Materiales de oficina	13
6.3 Metodología	13
6.3.1 Cultivo de microalgas	13
6.3.2 Cultivo de Artemia	14
6.3.3 Ensayo experimental	15
6.3.4 Diseño experimental	18
6.3.5 Análisis estadístico	19
7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
7.1 Parámetro de calidad de agua	20
7.1.1 Oxígeno disuelto	20
7.1.2 Temperatura	21

7.1.3	Nitrógeno amoniacal total (TAN)	22
7.1.4	Potencial de Hidrogeno	23
7.2	Ganancia de peso	24
7.2.1	Sobrevivencia	24
7.2.2	Factor de Conversión Alimenticio (FCA)	25
	CONCLUSIONES	27
8	RECOMENDACIONES	28
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
	ANEXOS	36

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ciclo de vida de <i>Litopenaeus vannamei</i>	6
<b>Figura 2:</b> Morfología de Artemia, hembra y macho	8
<b>Figura 3:</b> Esquema de producción de microalgas	14
<b>Figura 4:</b> Comportamiento de la concentración de oxígeno en horas de la mañana a lo largo del experimento	20
<b>Figura 5:</b> Comportamiento de la concentración de oxígeno en horas de la tarde a lo largo del experimento.	20
<b>Figura 6:</b> Comportamiento de la temperatura en horas de la mañana a lo largo del experimento.	21
<b>Figura 7:</b> Comportamiento de la temperatura en horas de la tarde a lo largo del experimento	21
<b>Figura 8:</b> Comportamiento de la temperatura en horas de la mañana a lo largo del experimento	22
<b>Figura 9:</b> Comportamiento de la temperatura en horas de la tarde a lo largo del experimento	22
<b>Figura 10:</b> Comportamiento de la temperatura en horas de la tarde a lo largo del experimento	23

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Porcentajes de alimento artificial y biomasa de artemia para cada tratamiento	18
<b>Tabla 2:</b> Ganancia de peso de Postlarva de <i>Litopenaeus vannamei</i> a diferentes porcentajes de reemplazos de alimento artificial por biomasa de artemia.	24
<b>Tabla 3:</b> Supervivencia de Postlarva de <i>Litopenaeus vannamei</i> a diferentes porcentajes de reemplazos de alimento artificial por biomasa de artemia	24
<b>Tabla 4:</b> Factor de conversión alimenticio de Postlarva de <i>Litopenaeus vannamei</i> a diferentes porcentajes de reemplazos de alimento artificial por biomasa de artemia	25

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la especie de crustáceo más cultivada es el *Litopenaeus vannamei* esto se debe a su facilidad de adaptarse a diferentes ambientes y especialmente a la concentración de sales (Granda, 2015).

Dada la problemática en la acuicultura mundial por las enfermedades virales y bacterianas urge desarrollar sistemas de cultivo bioseguros y sustentables, como los sistemas intensivos de recirculación con biofloc y bajo o nulo recambio de agua. Los sistemas raceway son utilizados como precría y a lo largo de su desarrollo han contribuido a la disminución de tiempo de cultivo por cada ciclo. Son considerados sistemas que ayudan a la aclimatación de las postlarvas luego que termina su ciclo en los laboratorios de larvicultura, en los raceway se controla los parámetros al igual que en el laboratorio hasta alcanzar un peso ideal para transferir a engorde; la duración de esta etapa del cultivo dura entre 10 y 15 días, este tiempo depende de factores como densidad de siembra y tamaño final de cosecha (Rodríguez-Andrade, 2016).

El uso de raceway durante los últimos años se ha vuelto una metodología común en grandes empresas camaroneras en Sudamérica. En Ecuador el uso de invernaderos conjuntamente con raceway minimizo la incidencia del Síndrome de la Mancha Blanca (WSSW) debido a que las temperaturas en estos sistemas son altas, es decir el uso de raceway da como resultado un animal sano y fuerte que entrara a un proceso de engorde en piscinas tradicionales (Sócola, 2016).

Dentro de estos sistemas intensivos de producción de postlarvas un inconveniente es el nitrógeno ingresado a los sistemas, ya que el alimento que no es consumido, sumado a las excretas y a la respiración del camarón son convertidas en amonio que bajo condiciones elevadas de pH y temperatura llega a ser toxico para los animales (Hernández-Gurrola, 2016).

En el presente trabajo nos enfocaremos en mejorar la nutrición de postlarvas de *Litopenaeus vannamei* en sistemas de raceway, reemplazando parte de la dieta de alimento artificial por biomasa de *Artemia*. Al reducir la contaminación del agua por residuos de balanceado mejoraremos la calidad de agua de los estanques.

## 1 PROBLEMATICA

La utilización de alimentos artificiales con altos porcentajes de proteína en cría intensiva de postlarvas de *Litopenaeus vannamei* es una de las principales causas de la mala calidad del agua, cuando no se tiene un manejo adecuado de la alimentación. Esto se debe a que los desechos generados por el alimento artificial debido al roer del animal, comienzan un proceso de descomposición en el fondo lo cual acompañado de la excreción por la baja digestibilidad generan compuestos nitrogenados principalmente amonio, que en condiciones de temperatura y pH altos llega a ser muy toxico para los postlarvas.

En el medio natural, la alimentación diaria de las larvas y postlarvas de camaron está basada típicamente de una amplia variedad de zooplancton y fitoplancton de diversos tamaños y composición nutricional (Robinson et al., 2005). Los alimentos vivos como Artemia y rotíferos en la cría de postlarvas representan una ventaja nutricional debido a su alta digestibilidad y estabilidad en lo que respecta a calidad de agua (Gamboa-Delgado & Le Vay, 2009).

La propuesta de solución de este problema fue disminuir los residuos de alimento artificial, reemplazando el 25 y 50% de la dosis diaria por biomasa de artemia y de esta manera generar un menor desperdicio de alimento artificial; además de aprovechar mejor la proteína ingresada al sistema debido a que el alimento vivo tiene una mayor digestibilidad en los animales.

## **2 JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo se realizó con el fin de mejorar la sobrevivencia, crecimiento y salud de los animales disminuyendo el principal foco de contaminación que son los desperdicios de balanceado los cuales generan compuestos nitrogenados tóxicos en concentraciones letales para postlarvas de *Litopenaeus vannamei*, esto se conseguirá con el reemplazo en un 25 y 50% de la dosis diaria de balanceado por biomasa de artemia adulta. Artemia no solo aportara nutrientes para el crecimiento de las postlarvas, además promueve la fagocitosis lo que ayudara a la defensa frente al ataque de virus y bacterias, manteniendo un animal sano y resistente a infecciones (Villamar, 2016a).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de la combinación de alimento artificial y biomasa de *Artemia* sp en la cría intensiva de postlarvas de *Litopenaeus vannamei*.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Determinar la ganancia de peso (GP) de las postlarvas de *Litopenaeus vannamei* al finalizar el experimento para cada tratamiento.
- Determinar el Factor de Conversión Alimenticio (FCA) y la sobrevivencia (%SOB) de cada tratamiento, al finalizar el experimento.

### **4 HIPOTESIS**

La combinación de alimento artificial y biomasa de *Artemia* sp tendrá influencia positiva sobre la ganancia de peso, la sobrevivencia y el Factor de Conversión alimenticio en la cría intensiva de postlarvas de *Litopenaeus vannamei*.

## 5 MARCO REFERENCIAL

### 5.1 Camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*)

#### 5.1.1 Taxonomía

Según Pérez- Farfante y Kensly (1997) describieron a *L. vannamei* de la siguiente manera (Morales y Membreño-Centeno, 2015).

Phylum: Arthropoda.

Clase: Malacostraca.

Orden: Decapoda.

Sudorden: Dendobranchiata.

Superfamilia: Penaeoidea.

Familia: Penaeidae.

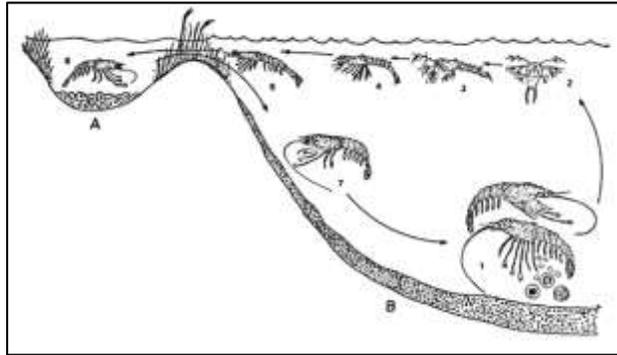
Género: *Litopenaeus*.

Especie: *vannamei*

#### 5.1.2 Ciclo de vida

El ciclo de vida del camarón puede ser dividido en dos fases: la marina y la estuarinas. La reproducción del camarón comienza en aguas alejadas de la costa, cuando el macho deposita en la hembra un paquete de espermatozoides que fertiliza los huevos a medida que son puestos, las hembras grávidas son reconocidas fácilmente por sus ovarios verdes, visibles a través del caparazón (Morales y Membreño-Centeno, 2015).

Luego los huevos maduran y pasan a través de una serie de estadios larvales: nauplio, zoea y mysis, posteriormente alcanzan el estadio de Postlarva que asemeja a un camarón adulto (Figura 1). Luego las postlarvas se mueven en dirección a la costa hacia los estuarios de los ríos, donde se desarrollan rápidamente, pues encuentran una mayor disponibilidad de alimento, menor salinidad, mayores temperaturas y protección contra los depredadores. Después de sucesivas mudas las postlarvas se transforman en juveniles manteniéndose



**Figura 1:** Ciclo de vida de *Litopenaeus vannamei*

**Fuente:** FAO

en los estuarios de los ríos durante un lapso de 3 a 4 meses, posteriormente empiezan a migrar al mar donde su crecimiento es más rápido (Morales y Membreño-Centeno, 2015).

### **5.1.3 Alimentación en larvicultura de camarón *L. vannamei***

Desde el inicio de la larvicultura de *L. vannamei* en los primeros estadios larvarios la alimentación ha sido a base de microalgas como *Thalassiosira weissflogii* y *Chaetoceros muelleri* y lo que respecta a proteína animal con *Artemia sp* (Cárdenas *et al.*, 2017). En estas etapas los animales presentan una deficiencia de su sistema digestivo por lo que a esta fase se lo conoce como el punto crítico de la alimentación en acuicultura, los alimentos artificiales son poco asimilables, por lo que la utilización de alimento vivo es irremplazable hasta el momento (Rodríguez-Canché *et al.*, 2006).

Postlarvas de aproximadamente 1 mg fueron alimentadas con la microalga *Navicula sp.*, teniendo los mejores resultados en concentraciones de  $5 \times 10^4$  cel ml<sup>-1</sup> y  $10 \times 10^4$  cel ml<sup>-1</sup> de *Navicula sp*, con valores de productividad de 2.3 y 2.42 Kg m<sup>-3</sup> de biomasa respectivamente, además las larvas alimentadas por estas concentraciones de microalgas tuvieron las mejores tasas de crecimiento específicas y los niveles más altos de ácidos grasos el cual es un componente muy importante para la salud de las postlarvas (Abreu *et al.*, 2019)

En esta fase el alimento vivo es indispensable por lo que se debe cumplir con las necesidades de cada laboratorio, por lo que para cada millón de larvas se necesita como mínimo 10 Lb de cystos de *Artemia* (Villamar, 2016c).

### **5.1.4 Calidad de agua en sistemas raceway**

Para sistemas de raceway la calidad de agua es muy importante por lo que los parámetros se deben mantener dentro de los límites permitidos para las postlarvas de *L. vannamei* lo cual con respecto a salinidad debido a que es un organismo eurihalino soporta amplios rangos de salinidad entre 2 a 45 ups, pero para estos sistemas se recomienda salinidades entre 10 y 35 ups, lo que respecta a pH los valores entre 7.6 a 8.6 son óptimos para el

cultivo. La temperatura deberá estar entre 29 y 31°C y el oxígeno debe ser mayor 5 mg L<sup>-1</sup>, mantener estos parámetros asegura un excelente desarrollo de los animales y una resistencia frente a patologías (Socola, 2016).

El amonio en estos sistemas intensivos es recomendable mantener amonio por debajo de 1.93 mg L<sup>-1</sup> cuando el pH es 8.5 (Hernández-Gurrola, 2016).

## 5.2 Camarón de salmuera (*Artemia sp*)

### 5.2.1 Taxonomía

Según Leach (1819) La ubicación taxonómica de *Artemia* es la siguiente (Loayza-Mamani, 2017):

<b>Reino</b>	Metazoa
<b>Sub reino</b>	Eumetazoa
<b>Phylum</b>	Arthropoda
<b>Sub phylum</b>	Mandibulata
<b>Clase</b>	Crustacea
<b>Sub clase</b>	Branchiopoda
<b>Infraclase</b>	Sarcostraca
<b>Orden</b>	Anostraca
<b>Familia</b>	Artemiidae
<b>Género</b>	<i>Artemia</i>
<b>Especie</b>	<i>Artemia sp</i>



**Figura 2:** Morfología de *Artemia*, hembra y macho.

**Fuente:** (Ruiz -Pérez, 2008).

## **5.2.2 Generalidades de la especie**

### **5.2.2.1 Morfología**

El tamaño máximo en adultos de *Artemia* es de 10 mm de longitud para poblaciones con reproducción sexual y 20 mm poblaciones partenogénicas (Curto, 2006). *Artemia* no ha cambiado a lo largo de su evolución, consta de un cuerpo con una segmentación uniforme, sus apéndices son de igual número que sus segmentos torácicos, los rasgos más destacados de su morfología son (Figura 2) su cabeza formada por 5 segmentos fusionados, ojos compuestos, antenas y anténulas que en el macho se atrofian para convertirse en apéndices pensiles. En el tórax se puede observar 11 segmentos con sus respectivos apéndices llamados toracodos y su abdomen está dotado de 8 segmentos, de los cuales los dos primeros son genitales, y el último provisto de la furca caudal por lo que se lo denomina telson (Ruiz -Pérez, 2008).

### **5.2.2.2 Hábitat**

*Artemia* es un organismo que presenta un hábitat específico, se ha podido relacionar la ausencia o presencia de este organismo referente a la salinidad; además este animal no se encuentra en hábitat donde el clima es muy húmedo, pero si lo podemos observar en lugares donde existe más evaporación que precipitaciones. En hábitat naturales se ha encontrado *artemia* en salinidad por encima de 340 ups; sin embargo, en estas condiciones extremas el organismo solo está sobreviviendo, ya que todas sus funciones están seriamente afectadas. *Artemia* se encuentra en grandes poblaciones debido a su resistencia a altas salinidades y en este ambiente no tiene depredadores, por lo cual es difícil encontrar *Artemia* por debajo de 45 ups (Mejía *et al.*, 2009).

### **5.2.2.3 Alimentación**

*Artemia* es un animal que se alimenta mediante filtración no selectiva, los criterios para su alimentación se basan en el tamaño de partícula, digestibilidad y solubilidad de este alimento en el agua (Islam *et al.*, 2019)

Es un animal que en sus primeros estadios filtra con sus antenas, de adulto en cambio filtra con los thoracópodos, ingiere partículas de microalgas y de cualquier alimento vegetal con un diámetro menor a 50 micras; su alimentación es 24 horas al día, comen y digieren continuamente (Villamar, 2016b).

La alimentación de proteína al 40% dio como resultado mayores concentraciones de nitrato y fosfato en agua de cultivo, consumo de alcalinidad y uso de bicarbonato, y una mayor densidad de fitoplancton. La presencia de *Vibrio*, específicamente *Vibrio parahaemolyticus*, redujo la supervivencia de los camarones. Esta disminución de la supervivencia correspondió con el aumento de las concentraciones de *Vibrio* en el agua de cultivo (Prangnell *et al.*, 2016).

### **5.2.3 Producción de biomasa de *Artemia sp***

Debido a que la acuicultura ha ido creciendo en el todo el mundo, las necesidades de quistes de *Artemia* han aumentado, además de sus productos alternativos como son biomasa de artemia viva, congelada, liofilizada entre otros; no se ha podido satisfacer las demandas hasta la actualidad (Anh, 2015). Por ello se ha visto la alternativa de su cultivo en escalas intensivas, sin embargo aún sigue siendo el costo más alto la producción del alimento para la artemia en este caso microalgas, pero se están probando diferente harina e insumos para su cultivo más eficiente (Cisneros y Vinatea, 2009).

Para la producción de biomasa de artemia la microalga más utilizada ha sido la *Nannochloropsis*, sin embargo, se han visto resultados muy buenos alimentando con estiércol de pollo, levadura y el salvado de arroz, lo que podría ser una alternativa para el cultivo de artemia intensivo. Además de la alimentación para una buena producción de

biomasa de artemia es preferible controlar los parámetros de calidad de agua, las condiciones más óptimas de cultivo para *Artemia* son salinidades de entre 32 a 65 ups, oxígeno disuelto por encima de 2 mg L<sup>-1</sup>, una temperatura en un rango de 19 a 25°C y un pH entre 6.5 a 8.0 (Islam *et al.*, 2019; Le *et al.*,2018).

### **5.3 Uso de artemia en acuicultura**

Una de las razones por las cuales *Artemia* no ha podido ser reemplazada como uno de los principales alimentos en los primeros estadios larvarios de especies acuáticas es por su valor nutricional, ya que contiene aminoácidos esenciales y también ácidos grasos esenciales altamente insaturados de la serie 3w (HUFA 3w) (Seychelles *et al.*, 2017) entre los cuales se encuentran el ácido eicosapentaenoico (EPA, 20:5 w3) y el ácido docosahexaenoico (DHA, 22:6 w3), estos ácidos son base en el desarrollo nervioso y visual en estadios de peces marinos ( Cisneros y Vinatea, 2009; Nougé *et al.*,2015).

Entre las dietas vivas utilizadas en larvicultura de peces y crustáceos, los nauplios del crustáceo *Artemia* spp., constituyen el alimento más ampliamente utilizado a lo ancho del mundo (Rodríguez-Canché *et al.*, 2006), sin embargo, emplear animales adultos para alimentación de organismos acuáticos tiene varias ventajas entre ellas encontramos el porcentaje de proteína que es aproximadamente 60% lo cual resulta beneficioso para los animales de cultivo (Cisneros, 2002). La biomasa de artemia no solo ha sido utilizada directamente como alimento sino también como suplemento alimenticio en dieta para larvas de peces y crustáceos, se ha analizado la alternativa de reemplazar el nauplio recién eclosionado por biomasa de artemia congelada y microparticulada para el cultivo de peneidos en Hatchery (Cisneros y Vinatea, 2009).

## **6 DISEÑO METODOLÓGICO**

### **6.1 Área de estudio**

El ensayo se lo realizó en las instalaciones de la Universidad Técnica de Machala en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, en la Estación de Maricultura ubicada en las coordenadas 3°17'31.2"S 79°54'50.3"W, perteneciente a la Ciudad de Machala, en la Provincia de El Oro.

### **6.2 Materiales**

#### **6.2.1 Materiales de Laboratorio.**

##### **6.2.1.1 Equipos**

- Oxigenometro YSI
- Salinometro
- Kit de amonio
- PH-metro

##### **6.2.1.2 Materiales**

- Mechero
- Balanza gramera
- Vaso de precipitación
- Tanques (1000 L)
- Gavetas (50 L)
- Tachos (3, 10,20 y 50 L)
- Blower
- Pipetas
- Varilla de vidrio

#### **6.2.2 Material biológico**

- Postlarvas de camarón *L. vannamei*

- Biomasa de Artemia
- Microalgas

### **6.2.3 Medios de cultivo**

- F1/2 Guillard

### **6.2.4 Materiales de oficina**

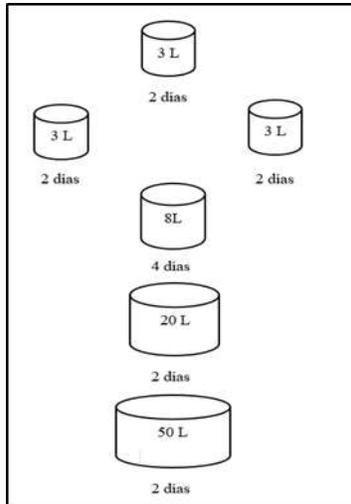
- Computadora.
- Impresora.
- Calculadora
- Libreta de apuntes.
- Esferos.

## **6.3 Metodología**

### **6.3.1 Cultivo de microalgas**

Las especies de microalgas utilizadas para la alimentación del cultivo de *Artemia* sp fueron *Thalassiosira* sp y *Tetraselmis* sp, las cuales fueron obtenidas del Laboratorio “California” ubicado en el sitio Ceibales, Parroquia 9 de mayo, Cantón Machala, Provincia de El Oro.

Para el cultivo de las microalgas se utilizó el medio de cultivo F/2 Guillard, el agua de mar utilizada fue obtenida del laboratorio “California”, con su respectivo tratamiento de desinfección. El cultivo de microalgas fue realizado en las instalaciones de la Universidad Técnica de Machala; partió con un inóculo de 1 L de microalgas en recipientes de 3L hasta llegar a un volumen de 50 L con una concentración celular aproximada de  $10^6$  cel ml<sup>-1</sup> (Figura 3).



**Figura 3:** Esquema de producción de microalgas

### 6.3.2 Cultivo de Artemia

El cultivo de *Artemia* sp partió con la eclosión de 50 g de cystos de Artemia en un medio estéril de agua mar tratada y con luz artificial las 24 horas, la cosecha de los nauplios fue ejecutada a las 24 y 36 horas de iniciado el proceso de eclosión; los nauplios fueron enjuagados y colocados en sus respectivos estanques de cultivo.

Para el cultivo se utilizaron dos tanques rectangulares de 1000 L, el desarrollo del cultivo se realizó en el 70% de la capacidad del tanque, el cultivo tuvo una duración de 30 días. Como parte de la alimentación se emplearon dos microalgas *Tetraselmis* sp y *Thalassiosira* sp, y como complemento nutricional se utilizó levadura viva. Cada 48 horas se procedió a la alimentación con 50 L de cultivo de cada microalga y previamente se limpió el fondo mediante leves sifoneos; de esta manera se mantuvo un medio adecuado para el crecimiento y sobrevivencia de *Artemia* sp. La cosecha de la biomasa se realizó una vez iniciado el experimento con las postlarvas de camarón, y fue diariamente con una malla con ojo de 800 micras.

### **6.3.3 Ensayo experimental**

Para el desarrollo del experimento se utilizaron 9 gavetas color gris, con un volumen operativo de 30 L, la densidad de siembra de las postlarvas fue de 10 PL L<sup>-1</sup> con un peso de 3.5 mg y un estadio de PL 14. Las postlarvas se obtuvieron del Laboratorio “EL COCO” ubicado en la zona El Coco, perteneciente a Pto Bolívar, Machala. fueron transportadas hasta el área donde se desarrolló el experimento en fundas con oxígeno puro, a temperatura ambiente y a una salinidad de 28 UPS.

#### **6.3.3.1 Alimentación**

La alimentación estará basada en tablas de alimentación utilizadas en raceway y constará de un reemplazo del 25% del alimento balanceado para el tratamiento 1 y un 50% de reemplazo para el tratamiento 2. Se adicionarán 8 dosis de alimentación (cada 3 horas) a todos los tratamientos con la diferencia de que para el tratamiento 1 y 2 se aplicarán 4 dosis con alimento vivo (biomasa de artemia) y 4 con alimento artificial con respecto al control el cual sus 8 dosis serán de alimento artificial.

La recolección de la biomasa de artemia que fue utilizada para el experimento, se realizó con una malla de 1 mm de ojo de luz, diariamente. Debido a la humedad y para no afectar la cantidad de alimento que se está aplicando, se dejó escurrir durante 2 min la biomasa recolectada para perder humedad y luego se procedió al pesaje, con una balanza de 0.1 g de precisión.

#### **6.3.3.2 Parámetros de calidad de agua**

Los parámetros oxígeno, temperatura y Nitrógeno Amoniacal Total (TAN) fueron medidos diariamente dos veces al día (7:00 y 18:00 h), el potencial de hidrogeno solo se midió por la tarde (18:00 h). Para el oxígeno y temperatura se utilizó un oxigenometro YSI, el pH se midió mediante un PH-metro de bolsillo y el TAN median un Kit colorimétrico API.

Para el manejo de la calidad de agua se realizó un recambio de agua diario del 10%, además dos veces al día se realizaron sifoneos para la eliminación de alimento no

consumido, excretas y exoesqueletos por efecto de la muda. Con respecto al amonio para su manejo se aplicó melaza (32% C) como fuente de carbono a una relación 15:1 con respecto a la concentración de TAN, cuando la concentración de TAN supero los 0.25 ppm.

### **6.3.3.3 Ganancia de peso**

Al finalizar el experimento los animales fueron cosechados con una maya de 800 micras, se sacudió tres veces para reducir la humedad de la muestra, posteriormente se realizó un peso total, el cual representa la biomasa; se tomó una muestra de 1 g para realizar el peso promedio de las Postlarva en cada réplica. Se utilizó una gramera digital de 0.01 g de apreciación para registrar el peso húmedo final. Para el cálculo de la ganancia de peso se empleó la siguiente fórmula:

$$GP = Pf - Pi$$

Donde:

$GP$  = Ganancia de peso

$Pf$  = peso final

$Pi$  = peso inicial

#### **6.3.3.4 Sobrevivencia**

La sobrevivencia fue medida al finalizar el experimento y constará en la recolección y conteo de todos los animales, para el cálculo se utilizará la siguiente fórmula tal como lo menciona (Rueda y Álvarez-Alvarado, 2017):

$$\%SOB = \frac{P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

$\%SOB$ =Porcentaje de sobrevivencia del tratamiento

$P_f$ = Población Final del tratamiento

$P_i$ = Población Inicial del experimento

#### **6.3.3.5 Factor de Conversión Alimenticio**

Para el cálculo de Factor de Conversión Alimenticio (FCA) se tomó en consideración tanto el alimento artificial como el alimento vivo y se utilizará la siguiente fórmula:

$$FCA = \frac{AC}{B_f - B_i}$$

Donde:

$FCA$ = Factor de Conversión Alimenticio para cada tratamiento

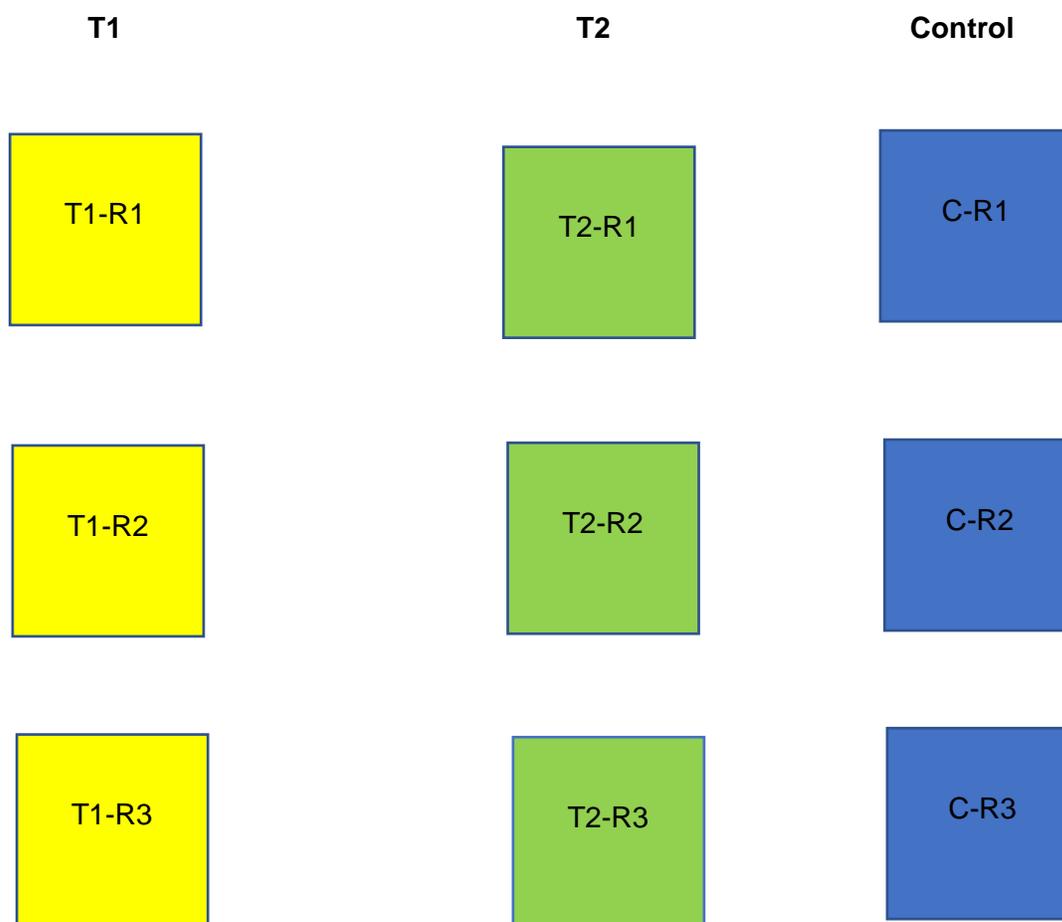
$AC$ =Alimento total consumido de cada tratamiento durante todo el experimento

$B_f$ =Biomasa final cosechada de cada tratamiento

$B_i$ =Biomasa inicial sembrada en cada tratamiento

### 6.3.4 Diseño experimental

El diseño experimental estuvo basado en un diseño en bloques, el cual consistió en dos tratamientos, tratamiento 1 y 2 constará del 25% y 50% de sustitución del alimento balanceado por biomasa de artemia, respectivamente; y un control con el 100% de alimento balanceado (Tabla 1).



**Tabla 1:** Porcentajes de alimento artificial y biomasa de artemia para cada tratamiento

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>Control</b>
<b>Biomasa de Artemia</b>	25%	50%	
<b>Alimento Artificial</b>	75%	50%	100%
<b>Total</b>	100%	100%	100%

### **6.3.5 Análisis estadístico**

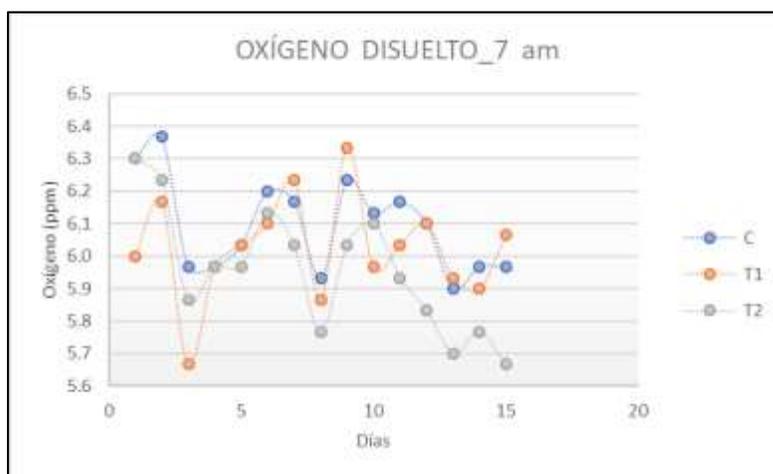
Se realizó un análisis estadístico ANOVA y una prueba de Tukey para verificar si existe diferencias significativas para cada tratamiento con respecto al control, en lo que respecta a ganancia de peso, sobrevivencia y Factor de conversión alimenticio al finalizar el experimento, para lo cual se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 25.0 para Microsoft Windows. Para las curvas de comportamiento de los parámetros de calidad de agua se utilizó Microsoft Excel 2010.

## 7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

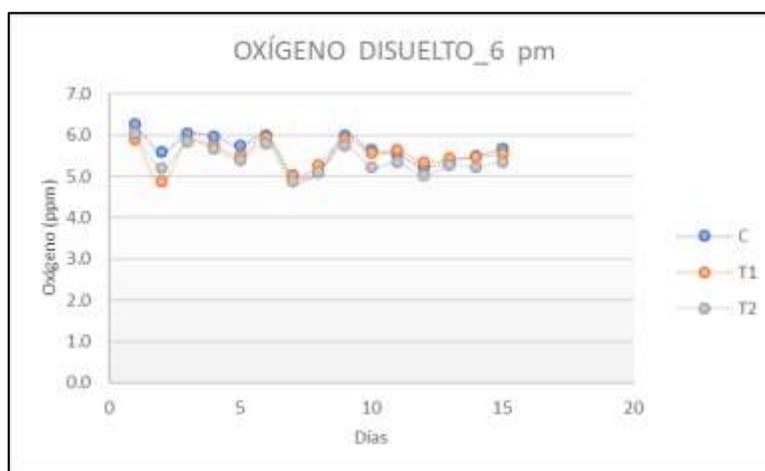
### 7.1 Parámetro de calidad de agua

#### 7.1.1 Oxígeno disuelto

Lo que respecta a la concentración de oxígeno disuelto a lo largo del experimento se mantuvo una concentración promedio de  $6.0 \pm 0.3$  ppm en horas de la mañana (7 am) (Figura 4) y un promedio de  $5.5 \pm 0.3$  en horas de la tarde (6 pm) (Figura 5).



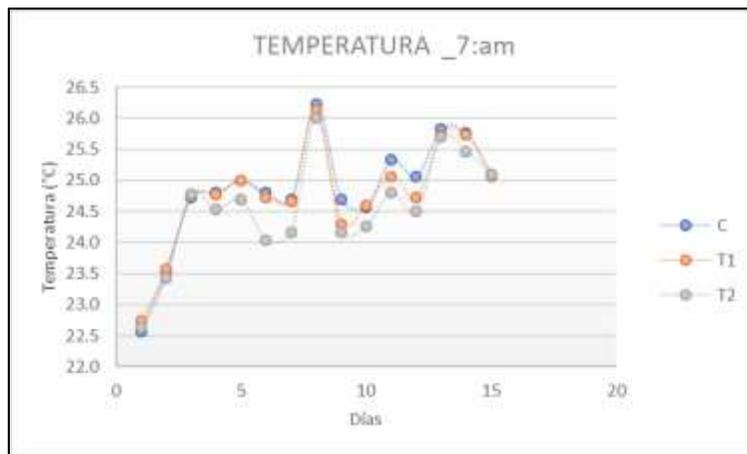
**Figura 4:** Comportamiento de la concentración de oxígeno en horas de la mañana a lo largo del experimento.



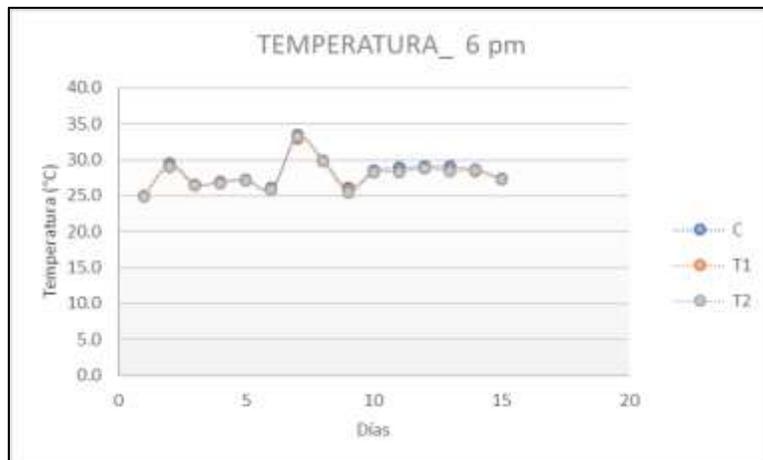
**Figura 5:** Comportamiento de la concentración de oxígeno en horas de la tarde a lo largo del experimento.

### 7.1.2 Temperatura

La temperatura fue el parámetro que presentó inconvenientes en el experimento, ya que por condiciones ambientales se mantuvo en niveles bajos a los recomendados para sistemas intensivos; presentando un valor promedio de  $24.7 \pm 0.8 \text{ }^\circ\text{C}$  en horas de la mañana (7 am) (Figura 6), en horas de la tarde (6 pm) presentó mejores valores de temperatura con un promedio de  $28.0 \pm 0.2 \text{ }^\circ\text{C}$  (Figura 7).



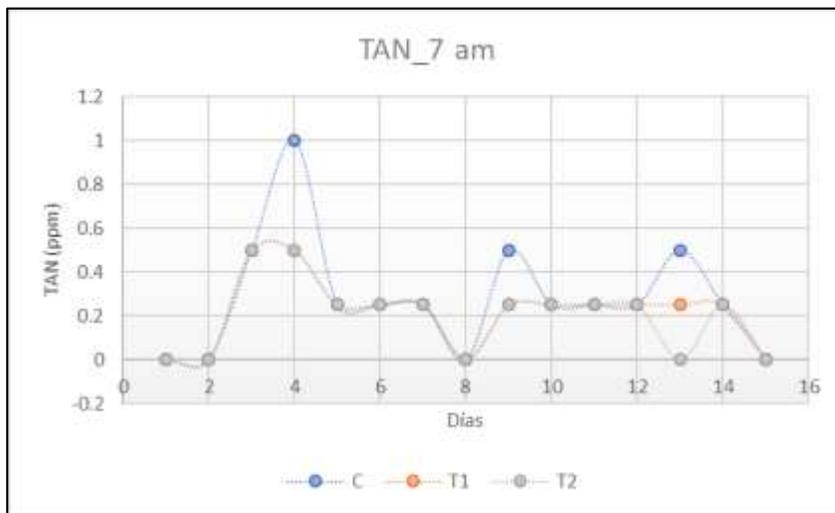
**Figura 6:** Comportamiento de la temperatura en horas de la mañana a lo largo del experimento



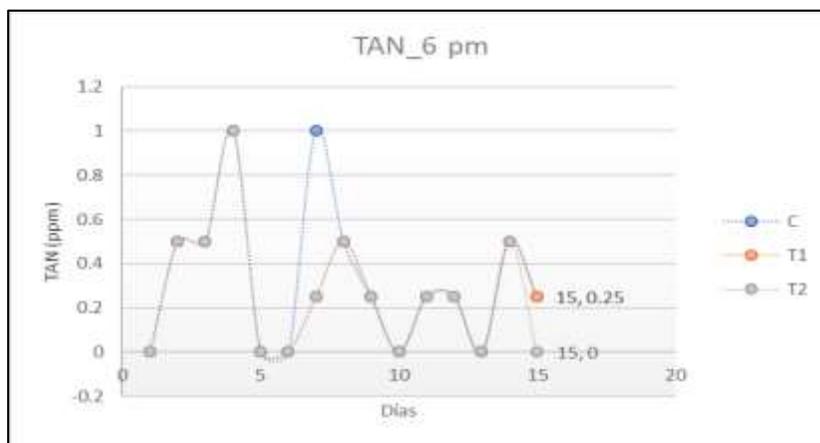
**Figura 7:** Comportamiento de la temperatura en horas de la tarde a lo largo del experimento

### 7.1.3 Nitrógeno amoniacal total (TAN)

La concentración más alta de TAN en horas de la mañana fue para el control con una medición de 1 ppm (Figura 8), sin embargo también se registraron mediciones de 1 ppm para el tratamiento 1 y 2 en horas de la tarde (Figura 9).



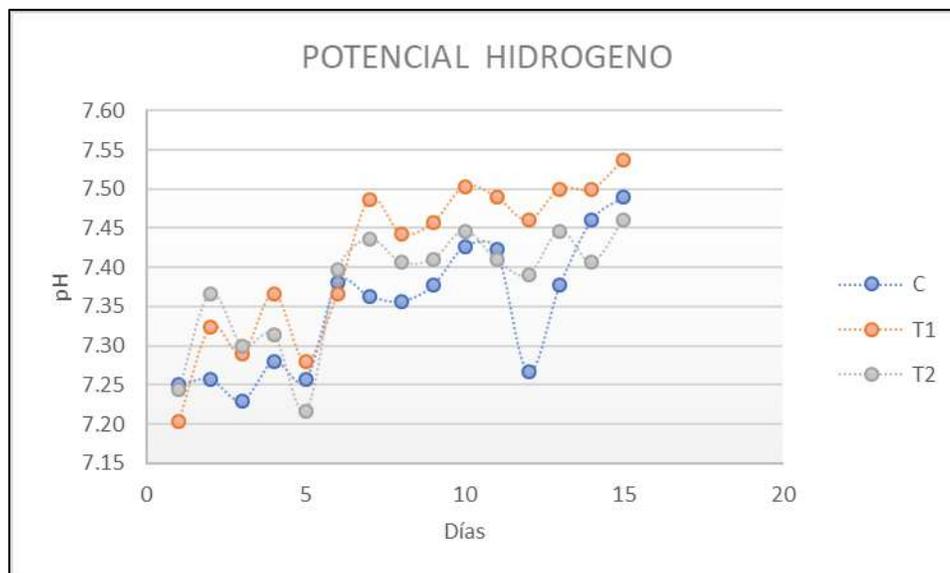
**Figura 8:** Comportamiento de la temperatura en horas de la mañana a lo largo del experimento



**Figura 9:** Comportamiento de la temperatura en horas de la tarde a lo largo del experimento.

#### 7.1.4 Potencial de Hidrogeno

El pH se mantuvo en un valor promedio de  $7.38 \pm 0.09$  en todo el experimento presentado valores normales a lo largo del día (Figura 10).



**Figura 10:** Comportamiento de la temperatura en horas de la tarde a lo largo del experimento.

Con respecto a la calidad de agua los valores de temperatura no fueron los ideales ya que se tuvo un valor promedio de  $24.7 \pm 0.8$  °C por la mañana y según lo reportado por Ching (2014) las temperaturas óptimas para cultivo de postlarvas debe estar entre 29 a 32 °C.

Según Vite- Arismendiz (2018) los niveles de oxígeno, en sistemas de cría de postlarvas de *L. vannamei* la concentración de oxígeno debe ser igual o superior a 5 ppm, en el presente trabajo obtuvimos niveles de oxígeno superiores a 5 ppm. Merchán -Pérez (2014), postula concentraciones de TAN de no más de 0.5 ppm y pH no mayores a 8.5 en cría de Postlarva en raceway, lo cual no fue posible en el experimento ya que se obtuvieron picos de TAN hasta de 1 ppm, sin embargo, el pH se mantuvo en un promedio de 7.38, lo cual hipotéticamente no genera toxicidad a estas concentraciones de amonio.

## 7.2 Ganancia de peso

La ganancia de peso de las postlarvas para el tratamiento 1 y 2 fue de  $27.8 \pm 4.8$  mg y  $27.2 \pm 6.0$  mg respectivamente y para el control fue de  $40.36 \pm 3.9$  mg (Tabla 2), los resultados estadísticos obtenidos del ANOVA en el factor ganancia de peso nos da un valor de  $p < 0.05$  por lo que existe diferencia significativa, con la prueba de Tukey identificamos que existía diferencia significativa del control hacia los tratamientos, pero entre los dos tratamientos no existió diferencia significativa.

**Tabla 2:** Ganancia de peso de Postlarva de *Litopenaeus vannamei* a diferentes porcentajes de reemplazos de alimento artificial por biomasa de artemia.

Tratamientos	Ganancia de peso $\pm$ DE (mg)
Control	$40.36 \pm 3.9^a$
T1 (25%)	$27.8 \pm 4.8^b$
T2 (50%)	$27.2 \pm 6.0^b$

- D.E.: Desviación Estándar
- Superíndices diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

Según Curbelo et al. (2016) al reemplazar el 50% de la dieta diaria de postlarva de camarón, obtuvieron los mejores pesos en el tratamiento con el 100% de alimento artificial, lo que coincide con los resultados, ya que en el control se obtuvo la mayor ganancia de peso.

### 7.2.1 Sobrevivencia

Los resultados de sobrevivencia para el experimento fueron para el tratamiento 1 el  $68.5 \pm 4.95$  %, para el tratamiento 2 el  $50.66 \pm 6.6\%$  y el control con el  $32.0 \pm 6.12\%$  (Tabla 3), para el tratamiento 2 y el control no se encontraron diferencias significativas en la prueba de Duncan, sin embargo, el tratamiento 2 presento un valor  $p < 0.05$  con respecto al tratamiento 2 y al control.

**Tabla 3:** Supervivencia de Postlarva de *Litopenaeus vannamei* a diferentes porcentajes de reemplazos de alimento artificial por biomasa de artemia

Tratamientos	Supervivencia $\pm$ DE (%)
<b>Control</b>	32.0 $\pm$ 6.12 <sup>a</sup>
<b>T1 (25%)</b>	68.5 $\pm$ 4.95 <sup>b</sup>
<b>T2 (50%)</b>	50.66 $\pm$ 6.6 <sup>a</sup>

- D.E.: Desviación Estándar
- Superíndices diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

Gelabert, *et al.* (2008) en un ensayo realiza con postlarvas de PL 5 hasta PL14 alimentadas con artemia franciscana obtuvo supervivencias por encima del 90%, en el presente experimento la supervivencia más alta fue de 68.5 y correspondió a la combinación a la combinación de 25 % de artemia con 75 % de alimento artificial.

### 7.2.2 Factor de Conversión Alimenticio (FCA)

En lo que respecta a FCA los resultados fueron para el tratamiento 1 una conversión de 1.55, tratamiento 2 una conversión de 2.1 y el control 2.25 (Tabla 4) para lo cual en el ANOVA no existió diferencia significativa.

**Tabla 4:** Factor de conversión alimenticio de Postlarva de *Litopenaeus vannamei* a diferentes porcentajes de reemplazos de alimento artificial por biomasa de artemia

Tratamientos	FCA
<b>Control</b>	2.25
<b>T1 (25%)</b>	1.55
<b>T2 (50%)</b>	2.1

Las altas cantidades de alimento artificial que deben ser agregadas en sistemas intensivos de postlarvas tiene como consecuencia el aumento del FCA, de la misma manera existirán desechos de alimento no consumido lo cual en un punto del cultivo contribuirá a deterioro de la calidad de agua (Sócola, 2016); lo cual coincide con el experimento realizado, ya que el control (100% alimento artificial) obtuvo las concentraciones más altas de TAN.

## CONCLUSIONES

- En conclusión, con respecto a lo observado el reemplazo del alimento artificial por biomasa de artemia no tuvo un efecto positivo sobre la ganancia de peso, ya que el control que consistía en 100% alimento artificial obtuvo la mayor ganancia de peso ( $40.36 \pm 3.9$ ), existiendo una diferencia estadísticamente significativa.
- En lo que respecta a sobrevivencia si existió un efecto positivo, ya que el mayor porcentaje de sobrevivencia fue para el tratamiento 1 ( $68.5 \pm 4.95$ ) que consistía en 25% de biomasa de artemia y 75 % de alimento artificial.
- En el FCA no hubo diferencias significativas entre los tratamientos sin embargo los tratamientos 1 y 2 obtuvieron FCA más bajos que el control.

## 8 RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir realizando ensayos sobre sustitución del alimento artificial debido a que este es uno de los mayores impactos en la acuicultura.
- Mantener los parámetros ideales para la producción de larvas es de mucha importancia para obtener buenos resultados en lo que respecta a sobrevivencia.
- Afinar protocolos en la crianza intensiva de artemia adulta para tener otra fuente de proteína para la cría de postlarvas de *L. vannamei* y otras especies

N°	ACTIVIDADES	MES 1 -AGOSTO				MES 2 -SEPTIEMBRE				MES 3-OCTUBRE				MES 4-NOVIEMBRE			
		SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
1	Revisión del tema	■															
2	Planteamiento del problema		■														
3	Planteamiento y desarrollo de la justificación y objetivos		■	■													
4	Revisión de literatura			■													
5	Desarrollo del Marco referencial				■	■											
6	Desarrollo de la metodología					■	■	■	■								
7	Montaje del experimento							■	■	■	■						
8	Inicio del cultivo de microalgas							■	■	■	■						
9	Inicio del cultivo de <i>Artemia</i>											■					
10	Recolección de las postlarvas											■					
11	Siembra de las postlarvas											■					
12	Inicio del experimento												■				
13	Fin del experimento												■	■			
14	Desarrollo de resultados, discusión, conclusión y recomendaciones													■	■	■	
15	Exposición del Proyecto																■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J. L., Brito, L. O., Lima, P. C. M., Silva, S. M. B. C. da, Severi, W., & Gálvez, A. O. (2019). Effects of addition of *Navicula* sp. (diatom) in different densities to postlarvae of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in a BFT system: Growth, survival, productivity and fatty acid profile. *Aquaculture Research*. doi:10.1111/are.14104
- Anh, N. T. N. (2015). *Yield and Economic Efficiency of Green Water in Combination with Supplemental Feeds for Artemia Production in Vietnamese Salt Ponds*. *Journal of Applied Aquaculture*, 27(1), 72–86. doi:10.1080/10454438.2015.1006496
- Cisneros, R. (2002). Producción semi-intensiva de biomasa de *Artemia franciscana* Kellogg 1906 (Cepa Virrila, Perú) utilizando diferentes dietas (Doctoral dissertation, Tesis de Mestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Fac. de Ciencias Biológicas. Lima. Perú).<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3325>
- Cisneros, R., & Vinatea, E. (2009). Producción de biomasa de *Artemia franciscana* Kellogg 1906 utilizando diferentes dietas. *Ecología Aplicada*, 8(1/2), 9–14. <https://doi.org/10.21704/rea.v8i1-2.377>
- Curto, E. D. (2006). *Artemia, el camarón de la sal*. *Banados del río Dulce y laguna Mar Chiquita (Cordoba, Argentina)*, Academia Nacional de Ciencias, Cordoba, Argentina, 161, 171.[http://www.promarmarchiquita.com.ar/documentos/archivos/publicaciones/capitulo\\_artemia\\_el\\_camaron\\_de\\_la\\_sal.pdf](http://www.promarmarchiquita.com.ar/documentos/archivos/publicaciones/capitulo_artemia_el_camaron_de_la_sal.pdf).
- Curbelo, R., Leal, S., Núñez, N., & González, O. (2016). Sustitución del alimento artificial en el esquema alimentario de postlarvas tempranas del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(11), 1-9.
- Ching, C. (2014). Manejo de raceways y/o pre-crías en el cultivo del camarón marino. (Presentación en Power Point). Nicovita-VITAPRO. Tumbes, Perú.

- Gelabert, R., Brito, R., Gaxiola, M. G., Castro, T., & Rosas, C. (2008). Efecto de nauplios de *Artemia franciscana* enriquecidos sobre el crecimiento, supervivencia y resistencia al estrés de postlarvas (PL5-PL40) de *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931). *Universidad y ciencia*, 24(1), 29-40.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792008000400004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792008000400004&script=sci_arttext)
- Gamboa-Delgado, J., & Le Vay, L. (2009). Artemia replacement in co-feeding regimes for mysis and postlarval stages of *Litopenaeus vannamei*: Nutritional contribution of inert diets to tissue growth as indicated by natural carbon stable isotopes. *Aquaculture*, 297(1), 128–135. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.09.009>
- Granda G., A. F. (2015). Estudio de factibilidad para la implementación de una camaronera intensiva de agua dulce. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil, 119 pp. (Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8407/1/Granda%20Granda%20Fabi%C3%A1n.pdf>).
- Hernández-Gurrola, J. A. (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.  
<http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/505>
- Islam, M. S., Kibria, M. M., & Bhuyan, S. (2019). *Production of Artemia Biomass in Indoor Culture Tank in Bangladesh. Journal of Scientific Research*, 11(1), 101–110. doi:10.3329/jsr.v11i1.36467
- Le, T. H., Hoa, N. V., Sorgeloos, P., & Van Stappen, G. (2018). *Artemia feeds: a review of brine shrimp production in the Mekong Delta, Vietnam. Reviews in Aquaculture*. doi:10.1111/raq.12285

- Loayza Mamani, W. (2017). Crecimiento y sobrevivencia en la primera etapa de alevinaje de *Trichomycterus rivulatus* (sucbe) alimentados con nauplio de *Artemia salina* y *Daphnia pulex* en condiciones controladas. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6939>
- Mejía, J. C., Barrera, T. C., Figueroa, J. L. A., Hernández, L. H. H., Mejía, G. C., Andrade, R. D. L., & Monroy, M. D. C. D. (2009). La salinidad y su efecto en la reproducción del crustáceo *Artemia* sp. *ContactoS*, 73, 5-15. <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n73ne/artemia.pdf>
- Merchán Pérez, L. A. (2014). Dinámica del biofloc en cultivo intensivo de post-larva del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en un sistema de raceways, Taura-2013 (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.). <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/1872/LILIANA%20ANGELITA%20MERCH%c3%81N%20P%c3%89REZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morales, S. G., & Membreño Centeno, L. I. (2015). Crecimiento de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* con dos tipos de alimentos: comercial 25% de proteína Vs. experimental 18% de proteína sistem (Doctoral dissertation). <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3959/1/229173.pdf>
- Morales, Q., Cuellar Anjel, J., Almanza Abud, M. J., Anna Barracco, M., Lightner, D. V., Shinozaki Mendes, E., ... & Rosa, R. D. (2008). Patología e inmunología de camarones penaeidos: Guía técnica. Programa CYTED Red II-D *Vannamei*, Panamá (Panamá). [http://www.cesasin.com.mx/LIBRO\\_PATOLOGIA0EINMUNOLOGIA.pdf](http://www.cesasin.com.mx/LIBRO_PATOLOGIA0EINMUNOLOGIA.pdf)
- Nougué, O., Gallet, R., Chevin, L.-M., & Lenormand, T. (2015). Niche Limits of Symbiotic Gut Microbiota Constrain the Salinity Tolerance of Brine Shrimp. *The American Naturalist*, 186(3), 390–403. doi:10.1086/682370

- Prangnell, D. I., Castro, L. F., Ali, A. S., Browdy, C. L., Zimba, P. V., Laramore, S. E., & Samocha, T. M. (2016). Some Limiting Factors in Superintensive Production of Juvenile Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in No-water-exchange, Biofloc-dominated Systems. *Journal of the World Aquaculture Society*, 47(3), 396–413. doi:10.1111/jwas.12275
- Rodríguez-Canché, L. G., Maldonado-Montiel, T. D., & Carrillo Navarro, L. A. (2006). Calidad biológica y bioquímica de la población de Artemia (Anostraca: Artemiidae) localizada en las salinas de Real de Salinas, Calkiní, Campeche, México. *Revista de biología tropical*, 54(4), 1283-1293. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442006000400025&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442006000400025&script=sci_arttext)
- Robinson, C. B., Samocha, T. M., Fox, J. M., Gandy, R. L., & McKee, D. A. (2005). The use of inert artificial commercial food sources as replacements of traditional live food items in the culture of larval shrimp, *Farfantepenaeus aztecus*. *Aquaculture*, 245(1), 135–147. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.11.051>
- Rodríguez-Andrade, J. A. (2016). Efectos de la pre inoculación de probióticos comerciales en el agua de raceways sobre el crecimiento de postlarvas de *litopenaeus vannamei* (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala) <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7630>.
- Rueda, Y. E. R. y Álvarez-Alvarado, M. E. (2017). Cultivo intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en sistemas cerrados de recirculación (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21008>
- Sócola, S. M. S. (2016). Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de post larvas *litopenaeus vannamei* en raceway camaronera La

- Bocana SA Tumbes Perú (Master's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala) <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/9873>.
- Ruiz -Pérez, O. (2008). *Caracterización de diversas poblaciones de Artemia desde el punto de vista de su composición en ácidos grasos y de sus patrones moleculares*. Universitat de València. <https://www.tdx.cat/handle/10803/9497>
- Seychelles, L. H., Happe, S., Palacios, E., Ludwig, M., Hollmer, S., Ehlers, R.-U., ... Mercier, L. (2017). Successful rearing of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* larvae fed a desiccation-tolerant nematode to replace *Artemia*. *Aquaculture Nutrition*, 24(2), 903–910. doi:10.1111/anu.12626
- Villamar, O. C. A. (2016a). Protocolo para la cría de biomasa de *Artemia* adulta en Raceways. *Revista AquaTIC*, (21). <http://revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/228/216>
- Villamar, O. C. A. (2016b). La *Artemia* salina y su importancia en la producción camaronera. *Revista AquaTIC*, (11). <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/95>
- Villamar, O. C. A. (2016c). Programa de bioseguridad para la cría de camarón orgánico *Litopenaeus vannamei* en cautiverio. *Revista AquaTIC*, (21). <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/236>
- Villarreal-Cavazos, D. A., Cruz-Suárez, L. E., Tapia-Salazar, M., Nieto-López, M., Gamboa-Delgado, J., Lemme, A., & Ricque-Marie, D. (2017). Efecto de la lixiviación de heces sobre los coeficientes de digestibilidad aparente en camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*). *Hidrobiológica*, 27(3), 353-357. [https://scholar.google.es/scholar?as\\_ylo=2015&q=alimentos+para+litopenaeus+vannamei&hl=es&lr=lang\\_es&as\\_sdt=0,5#d=gs\\_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AeCfUAatneTHgJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Des](https://scholar.google.es/scholar?as_ylo=2015&q=alimentos+para+litopenaeus+vannamei&hl=es&lr=lang_es&as_sdt=0,5#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AeCfUAatneTHgJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Des)

Vite Arismendiz, A. M. (2018). Influencia de la densidad en el crecimiento de post larva pl 7 hasta pl 13 de langostino blanco (*litopenaeus vannamei*) en Raceway en la empresa Marinazul SA Tumbes, 2018.  
<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1975/FIP-VIT-ARI-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXOS



**Anexo 1:** Cultivos primarios de microalga *Thalassiosira sp.*



**Anexo 2:** Cultivos intermedios de *Tetraselmis sp* y *Thalassiosira sp*



**Anexo 3:** Revisión de muestra de cultivo de artemia



**Anexo 4:** Invernadero del ensayo experimental



**Anexo 5:** Toma de parámetros de oxígeno y temperatura en cada tratamiento



**Anexo 6:** Pesaje de la biomasa cosechada de cada tratamiento

ANOVA					
Peso (g)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.001	2	.000	11.625	.009
Dentro de grupos	.000	6	.000		
Total	.001	8			

**Anexo 7:** Tabla ANOVA para el variable peso.

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: Peso (g)							
	(I) Artemia	(J) Artemia	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Limite inferior	Limite superior
HSD Tukey	Control	Tratamiento 1 (25%)	.01667*	.00407	.015	.0042	.0292
		Tratamiento 2 (50%)	.01733*	.00407	.013	.0048	.0298
	Tratamiento 1 (25%)	Control	-.01667*	.00407	.015	-.0292	-.0042
		Tratamiento 2 (50%)	.00067	.00407	.985	-.0118	.0132
	Tratamiento 2 (50%)	Control	-.01733*	.00407	.013	-.0298	-.0048
		Tratamiento 1 (25%)	-.00067	.00407	.985	-.0132	.0118
Games-Howell	Control	Tratamiento 1 (25%)	.01667*	.00359	.022	.0037	.0296
		Tratamiento 2 (50%)	.01733*	.00418	.039	.0014	.0332
	Tratamiento 1 (25%)	Control	-.01667*	.00359	.022	-.0296	-.0037
		Tratamiento 2 (50%)	.00067	.00441	.988	-.0155	.0168
	Tratamiento 2 (50%)	Control	-.01733*	.00418	.039	-.0332	-.0014
		Tratamiento 1 (25%)	-.00067	.00441	.988	-.0168	.0155

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**Anexo 8:** Tabla de prueba de comparaciones múltiples de Tukey para la variable peso.

ANOVA					
Sobrevivencia					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1332.480	2	666.240	18.941	.020
Dentro de grupos	105.522	3	35.174		
Total	1438.002	5			

**Anexo 9:** Tabla ANOVA para la variable sobrevivencia.

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: Sobrevivencia							
	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	control	Artemisa (25%)	-36.5000 <sup>*</sup>	5.93077	.018	-61.2830	-11.7170
		Artemisa (50%)	-18.66500	5.93077	.101	-43.4480	6.1180
	Artemisa (25%)	control	36.50000 <sup>*</sup>	5.93077	.018	11.7170	61.2830
		Artemisa (50%)	17.83500	5.93077	.112	-6.9480	42.6180
	Artemisa (50%)	control	18.66500	5.93077	.101	-6.1180	43.4480
		Artemisa (25%)	-17.83500	5.93077	.112	-42.6180	6.9480
Games-Howell	control	Artemisa (25%)	-36.50000 <sup>*</sup>	5.56767	.045	-70.8938	-2.1062
		Artemisa (50%)	-18.66500	6.36484	.176	-56.3826	19.0526
	Artemisa (25%)	control	36.50000 <sup>*</sup>	5.56767	.045	2.1062	70.8938
		Artemisa (50%)	17.83500	5.83200	.176	-19.5634	55.2334
	Artemisa (50%)	control	18.66500	6.36484	.176	-19.0526	56.3826
		Artemisa (25%)	-17.83500	5.83200	.176	-55.2334	19.5634

\* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**Anexo 10:** Tabla de prueba de comparaciones múltiples de Tukey para la variable sobrevivencia.

## ANOVA

FCA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.543	2	.272	4.794	.116
Dentro de grupos	.170	3	.057		
Total	.713	5			

**Anexo 11:** Tabla ANOVA para el variable FCA.