



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**DETERMINACION DE COMPUESTOS TOXICOS EN  
AGUA DE CULTIVO DE LARVAS (*Litopenaeus vannamei*)  
EN MAR BRAVO Y LA DIABLICA**

**TESIS DE GRADO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

**ENDARA CIFUENTES JONATHAN DANIEL**

**TUTOR**

**DR. WALTER BRIONES PACHECO MSc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2023**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, DR. BRIONES PACHECO WALTER MSc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “DETERMINACION DE COMPUESTOS TOXICOS EN AGUA DE CULTIVO DE LARVAS (*Litopenaeus vannamei*) EN MAR BRAVO Y LA DIABLICA”, realizado por el estudiante ENDARA CIFUENTES JONATHAN DANIEL; con cédula de identidad N° 0943955245 de la carrera MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

---

Dr. Walter Briones Pacheco, MSc.

Guayaquil, 14 de agosto del 2023



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “DETERMINACION DE COMPUESTOS TOXICOS EN AGUA DE CULTIVO DE LARVAS (*Litopenaeus vannamei*) EN MAR BRAVO Y LA DIABLICA”, realizado por el estudiante ENDARA CIFUENTES JONATHAN DANIEL, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

BLGO. EDWIN MONCAYO CALDERERO, MSc.

**PRESIDENTE**

---

MVZ.SHIRLEY CORNEJO LOZANO, MSc  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

MVZ.NAHIN JORGGE BARQUET, MSc  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 28 de agosto del 2023

## **Dedicatoria**

Dedicado a mi familia y amigos, quienes fueron parte importante en este proceso.

## **Agradecimiento**

Gracias a familia y amigos que estuvieron presentes en las distintas etapas de la carrera y que fueron un pilar durante estos 5 años.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, ENDARA CIFUENTES JONATHAN DANIEL, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre "DETERMINACION DE COMPUESTOS TOXICOS EN AGUA DE CULTIVO DE LARVAS (*Litopenaeus vannamei*) EN MAR BRAVO Y LA DIABLICA" para optar el título de MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 14 de agosto del 2023

**ENDARA CIFUENTES JONATHAN DANIEL**

**C.I. 0943955245**

## Índice general

|                                                       |                               |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------|
| PORTADA.....                                          | ¡Error! Marcador no definido. |
| APROBACIÓN DEL TUTOR .....                            | 2                             |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....          | 3                             |
| Dedicatoria .....                                     | 4                             |
| Agradecimiento .....                                  | 5                             |
| Autorización de Autoría Intelectual.....              | 6                             |
| Índice general.....                                   | 7                             |
| Índice de tablas .....                                | 11                            |
| Resumen.....                                          | 13                            |
| Abstract.....                                         | 14                            |
| 1. Introducción.....                                  | 15                            |
| 1.1    Antecedentes del problema .....                | 15                            |
| 1.2    Planteamiento y formulación del problema ..... | 16                            |
| 1.2.1    Planteamiento del problema.....              | 16                            |
| 1.2.2    Formulación del problema .....               | 16                            |
| 1.3    Justificación de la investigación .....        | 16                            |
| 1.4    Delimitación de la investigación .....         | 17                            |
| 1.5    Objetivo general.....                          | 17                            |
| 1.6    Objetivos específicos .....                    | 17                            |
| 1.7    Hipótesis .....                                | 17                            |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 2. Marco teórico.....                                            | 18 |
| 2.1 Estado del arte.....                                         | 18 |
| 2.2 Bases teóricas .....                                         | 19 |
| 2.2.1 Manejo de un sistema de producción de larvas .....         | 19 |
| 2.2.2 Calidad de agua .....                                      | 20 |
| 2.2.3 Nitritos .....                                             | 21 |
| 2.2.4 Nitratos .....                                             | 22 |
| 2.2.5 Amoniacó .....                                             | 22 |
| 2.2.6 pH.....                                                    | 23 |
| 2.2.7 Oxígeno disuelto .....                                     | 24 |
| 2.2.8 Temperatura.....                                           | 24 |
| 2.2.9 Ciclo del nitrógeno (Ministerio de Producción, 2021) ..... | 25 |
| 2.3 Marco Legal .....                                            | 26 |
| 3. Materiales y métodos .....                                    | 28 |
| 3.4 Enfoque de la investigación .....                            | 28 |
| 3.4.1 Tipo de investigación.....                                 | 28 |
| 3.4.2 Diseño de investigación.....                               | 28 |
| 3.5 Metodología .....                                            | 28 |
| 3.5.1 Variables .....                                            | 28 |
| 3.5.1.1 Variable independiente .....                             | 28 |
| 3.5.1.2 Variables dependientes.....                              | 29 |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
|                                                                                | 9  |
| 3.5.2 Población.....                                                           | 30 |
| 3.5.2.1 Muestra .....                                                          | 30 |
| 3.6 Diseño experimental .....                                                  | 30 |
| 3.6.1 Recolección de datos .....                                               | 30 |
| 3.6.1.1 Recursos.....                                                          | 30 |
| 3.6.1.2 Recursos humanos .....                                                 | 31 |
| 3.6.1.3 Recursos didácticos .....                                              | 31 |
| 3.6.1.4 Recursos Económicos .....                                              | 31 |
| 3.6.1.5 Métodos y técnicas .....                                               | 31 |
| 3.6.1.6 Métodos .....                                                          | 31 |
| 3.6.1.7 Pasos para realizar las mediciones con el espectrofotómetro            |    |
| 31                                                                             |    |
| 3.6.2 Análisis estadístico.....                                                | 33 |
| 4. Resultados .....                                                            | 34 |
| 4.1 Identificación a través del uso del espectrofotómetro las distintas        |    |
| concentraciones de compuestos como nitritos, nitratos y amoniaco en los        |    |
| tanques de producción de larvas .....                                          | 34 |
| 4.2 Relación de los niveles de estos tóxicos presentes en el agua con factores |    |
| como la supervivencia, talla y PL/gramo .....                                  | 39 |
| 5. Discusión.....                                                              | 42 |
| 6. Conclusiones.....                                                           | 45 |
| 7. Recomendaciones.....                                                        | 46 |

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
|                                                   | 10 |
| 8. Bibliografía .....                             | 47 |
| 9. Anexos .....                                   | 56 |
| 9.1 Anexo 1. Espectrofotómetro YSI 9500 .....     | 56 |
| 9.2 Anexo 2. Prueba reactiva de amoniaco .....    | 56 |
| 9.3 Anexo 3. Prueba reactiva de nitritos .....    | 57 |
| 9.4 Anexo 4. Medición de tóxicos en el agua ..... | 57 |

## Índice de tablas

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Medidas de tendencia central y dispersión del amoníaco en los tanques en mg/l .....                                         | 34 |
| Tabla 2. Medidas de tendencia central y dispersión del nitrato en los tanques en mg/l .....                                          | 36 |
| Tabla 3. Medidas de tendencia central y dispersión del nitrito en los tanques en mg/l .....                                          | 37 |
| Tabla 4. Medidas de tendencia central y dispersión de las concentraciones de amoníaco, nitratos y nitritos durante los 14 días ..... | 38 |
| Tabla 5. Medidas de tendencia central y dispersión de los PL/gramo de acuerdo al estadio larvario .....                              | 39 |
| Tabla 6. Medidas de tendencia central globales de los PL por gramo en tanques desde Postlarva 4 hasta Postlarva 10 .....             | 40 |
| Tabla 7. Medidas de tendencia central y dispersión de la talla en mm de acuerdo al estadio larvario .....                            | 40 |
| Tabla 8. Medidas de tendencia central globales de la talla en tanques desde Postlarva 4 hasta Postlarva 10.....                      | 41 |
| Tabla 9. Porcentaje de supervivencia y mortalidad en los tanques.....                                                                | 41 |

### Índice de figuras

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Promedio global de amoniaco de acuerdo a los días.....                | 35 |
| Figura 2. Promedio global de nitrato de acuerdo a los días .....                | 36 |
| Figura 3. Promedio global de los niveles de nitrito de acuerdo a los días ..... | 38 |

## Resumen

El objetivo fue determinar compuestos tóxicos en agua de cultivo de larvas del laboratorio Wanbri II a través del espectrofotómetro con el que se identificaron las distintas concentraciones de nitritos, nitratos y amoníaco en los tanques de producción de larvas. La investigación fue de tipo descriptiva y tuvo una duración de 45 días en los que se midió la talla, PL/gramo y la supervivencia en sus diferentes etapas (PL1 hasta PL10). Durante los 14 días de toma de muestras de agua, el tanque 3 promedió la concentración más alta de amoníaco con  $3.39 \pm 1.68$  mg/l, mientras que, en la concentración de nitrato correspondió al tanque 2 con  $2.67 \pm 1.01$  mg/l y de nitritos al tanque 1 con  $0.0939 \pm 0.1013$  mg/l. Tomando en cuenta los valores referenciales de amoníaco (0.00 a 0.50 mg/l), nitratos (0.2 a 10 mg/l) y nitritos ( $< 0.23$  mg/l); se establece que, en todos los tanques se encontró valores promedios normales de nitratos y nitritos, no obstante, en el amoníaco todos fueron superiores. Se observó que en promedio el Tanque 3 tuvo mayor cantidad de PL por gramo, con  $890.86 \pm 359.38$  PL/g, seguido por el Tanque 2 con  $851.86 \pm 376.54$  PL/g y el Tanque 1 con  $707.83 \pm 305.60$  PL/g. Se registraron tallas mayores en el Tanque 1 con  $7.07 \pm 1.119$  mm. Se sembraron 38 millones de larvas y se cosecharon 33 millones en los tres tanques, se calcula una supervivencia del 86.84% y una mortalidad del 13.16%.

**Palabras clave:** Amoníaco, espectrofotómetro, larvas de camarón blanco, nitrito, nitrato.

### Abstract

The objective was to determine toxic compounds in larval culture water from the Wanbri II laboratory through the spectrophotometer with which the different concentrations of nitrites, nitrates and ammonia were identified in the larval production tanks. The research was descriptive and lasted 45 days, in which height, PL/gram and survival in its different stages (PL1 to PL10) were measured. During the 14 days of water sampling, tank 3 averaged the highest concentration of ammonia with  $3.39 \pm 1.68$  mg/l, while the nitrate concentration corresponded to tank 2 with  $2.67 \pm 1.01$  mg/l and nitrites. to tank 1 with  $0.0939 \pm 0.1013$  mg/l. Taking into account the reference values of ammonia (0.00 to 0.50 mg/l), nitrates (0.2 to 10 mg/l) and nitrites (<0.23 mg/l); It is established that, in all the tanks, normal average values of nitrates and nitrites were found, however, in ammonia all were higher. It was observed that on average Tank 3 had the highest amount of LP per gram, with  $890.86 \pm 359.38$  LP/g, followed by Tank 2 with  $851.86 \pm 376.54$  LP/g and Tank 1 with  $707.83 \pm 305.60$  PL/g. Larger sizes were recorded in Tank 1 with  $7.07 \pm 1,119$  mm. 38 million larvae were planted and 33 million were harvested in the three tanks, a survival of 86.84% and a mortality of 13.16% are calculated.

**Key words:** Ammonia, spectrophotometer, white shrimp larvae, nitrite, nitrate.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

La actividad del sector camaronero en Ecuador, ha tenido un gran crecimiento en los últimos años, en el 2020 y a pesar de estar pasando por una crisis sanitaria, el mercado del camarón en Ecuador logro crecer un 7%, sin embargo, antes de la pandemia este sector ya venía acumulando cifras importantes en cuanto a su crecimiento. En 2019 se exportaron aproximadamente 645.000 toneladas de camarón, mientras que en el 2020 fueron 688.000 toneladas, evidenciándose el crecimiento en las cifras de exportación (Gonzabay y Vite, 2021).

En el año 2023, la exportación camaronera llego a ocupar el primer lugar de las exportaciones de origen no petrolero, llegando a una cifra record de \$6.653 millones, lo cual corresponde a un producto interno bruto del 5.7%, adicional a esto se estima que uno de cada cinco camarones vendidos en mercados internacionales, provienen de Ecuador (BBC, 2023).

El crecimiento que tuvo la industria del camarón durante el 2020, se dio porque con la pandemia se llevaron a cabo avances de bioseguridad y protocolos de higiene, ofreciendo así un producto de mejor calidad que podía ser vendido a un mejor precio, se estima que uno de cada 4 dólares de las exportaciones de Ecuador en un año normal, corresponden a la industria del camarón (Gonzabay y Vite, 2021).

Sin embargo, el cultivo de larvas se ve mermado por ciertos parámetros como la calidad de agua, factor que va de la mano con otros problemas como la concentración y presencia de tóxicos, enfermedades bacterianas, proliferación de hongos, entre otros inconvenientes que causan una disminución en el

consumo de alimento, lo que se traduce en animales de bajo peso y con problemas de salud (Olivo y Verduzco, 2018).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

La producción a gran escala de larvas en tanques, es una actividad que está sujeta a distintos protocolos, como los de bioseguridad, nutrición, sin embargo, la actual industria camaronera padece de una falta de planeación y de implementación de acciones de prevención ante ciertas eventualidades como el control de agua en los cultivos, lo cual provoca que sean altamente vulnerables a perder toda una cosecha y con esto comprometer la productividad del sitio (Garcia y Juarez, 2018).

La calidad de agua que está presente en un tanque es de vital importancia para que la crianza de las larvas se cumpla de forma exitosa. Los parámetros del agua son distintas variables que pueden afectar la salud de los animales, provocando un crecimiento tardío y disminuir la reproducción. Estos parámetros usualmente se miden de forma manual con la ayuda de instrumentos para conocer el estado del agua y la concentración de varios componentes presentes en el agua (Flores y Aracena, 2018).

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Existe la presencia de tóxicos en el agua de cultivo de larvas en Mar Bravo y La Diablica?

## **1.3 Justificación de la investigación**

El control y manejo de los tanques deben ser uno de los puntos de mayor importancia para los productores de larvas, el constante monitoreo de la calidad del agua y de la higiene del fondo de los tanques deben ser uno de las principales

actividades a realizarse en un sistema de producción, debido a que altas concentraciones de sustancias como los nitratos, nitritos y amoniaco.

Por ello es de vital importancia que las producciones de larvas mantengan adecuados parámetros de calidad y control en el área de post larvas, evitando las concentraciones de tóxicos como el amonio en el agua, debido a que esto puede provocar la liberación de gas toxico de cloro y provocar mortalidades en los animales.

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

**Espacio:** Laboratorio de larvas Wanbri II La Diablica- Anconcito.

**Tiempo:** La parte práctica de este proyecto tuvo una duración de 45 días.

**Población:** Tanques de larvas pertenecientes al laboratorio Wanbri S.A.

#### **1.5 Objetivo general**

Determinar compuestos tóxicos en agua de cultivo de larvas del laboratorio Wanbri II.

#### **1.6 Objetivos específicos**

- Identificar a través de la utilización del espectrofotómetro las distintas concentraciones de compuestos como nitritos, nitratos y amoniaco en los tanques de producción de larvas.
- Relacionar los niveles de estos tóxicos presentes en el agua con factores como la supervivencia, talla y PL/gramo.

#### **1.7 Hipótesis**

Los altos niveles de tóxicos en el agua de las larvas influyen negativamente en la supervivencia, talla y PI/ gramo.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

Las afirmaciones de Mayer (2020), indican que los primeros estadios larvarios de *Litopenaeus vannamei* tienen buena resistencia a la exposición al amoníaco, sin embargo, hay que tomar en consideración otros factores como la temperatura y particularmente los niveles de pH, debido a que si los niveles de este son superiores a 8.2, el amoníaco presente en agua incrementara su toxicidad para el estadio mysis II de la especie *M. japonicus* y *P. monodon*.

De acuerdo con MAF (2017), existe una relación directa entre las elevadas mortalidades de larvas y las concentraciones de cobre, las más altas mortalidades se presentaron con concentraciones de 1000 ppb dentro de las primeras 24 horas, en donde se registró la mortalidad de todas las larvas, mientras que a concentraciones de 500 ppb la mortalidad se presentó 72 horas después.

Según indica Duggasa y Gaetan (2018) , las concentraciones de sulfato de cobre en distintas proporciones, causan efectos diferentes en las postlarvas, a concentraciones de 0,6 mg y transcurridas 96 horas se puede observar un aletargamiento y una escasez de movimientos natatorios, con una concentración de 3,1 y 4,0 mg, desde las primeras horas posteriores a la exposición, las larvas mostraban un patrón de nado muy errático y después de las 96 horas, la muerte de todos los organismos de la piscina.

En sistemas de cultivo semicerrados o cerrados, los niveles de nitrato se hallan presentes y en concentraciones más elevadas que en aguas costeras de origen natural, estos nitratos son producto del proceso de nitrificación y en actividades como la camaronicultura, este compuesto se presenta debido a las

algas, que en la mayoría de los casos se utilizan como una fuente de alimentación (Flores y Aracena, 2018).

Las altas concentraciones de dicloro difenil tricloroetano y endosulfan en el agua de las piscinas, constituyen un factor de riesgo para los organismos de las mismas, los niveles de estos compuestos pueden incrementarse al momento de realizar procesos como el cambio de las larvas a otras piscinas o la resuspensión del sedimento. Los organismos que fueron expuestos a estos plaguicidas mostraron una reducción en su crecimiento del 5 al 50%, demostrando que el uso de estos plaguicidas tiene un potencial impacto en la actividad acuícola (Bench Marks Genetic, 2021).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Manejo de un sistema de producción de larvas**

La producción de larvas en cautiverio, es una actividad que se da en un medio acuático con el fin de generar ingresos a través de la producción y comercialización de estos animales. El camarón es un animal invertebrado, cuyo desarrollo se produce a través de constantes mudas durante todo su ciclo de vida y que, a su vez, el crecimiento de este animal se relaciona directamente con las distintas condiciones del medio en donde se encuentra (FAO, 2004).

Los laboratorios que albergan a las larvas deben tener un diseño y una buena infraestructura, lo cual repercute directamente en la calidad y la cantidad de larvas que son cosechadas, el adecuado diseño de estos lugares permite una mayor eficacia, eficiencia y una mejor bioseguridad, además los laboratorios deben estar conformados por varios sectores para cada etapa del camarón durante su fase larvaria (Mayer, 2020).

Un correcto diseño de los laboratorios de larvas, debe incluir separaciones físicas y aislamientos de las distintas zonas que conforman las instalaciones, esto para evitar el ingreso de animales y personas no autorizadas que puedan traer consigo agentes patógenos que afecten la bioseguridad. Si se planea realizar nuevas construcciones, estas deben incorporar los diseños de infraestructura en sus planos (MAF, 2017).

### **2.2.2 Calidad de agua**

La calidad de agua en la producción de larvas es uno de los aspectos más importantes y de mayor complejidad, a tener en cuenta si se desea obtener un producto de mayor calidad y evitar costos adicionales por un manejo deficiente que trae como principal consecuencia pérdidas, para evitar estos sobrecostos es importante mantener una óptima calidad de agua a través del monitoreo constante de los distintos parámetros fisicoquímicos como la concentración de ciertas sustancias y el cambio de parámetros como el pH, temperatura entre otros (Flores y Aracena, 2018).

Por otro lado, Kubitza (2017) menciona que hay que mantener en un correcto balance los distintos parámetros del agua y esto permitirá reducir el estrés al que están sometidas la siembra de larvas y promoverá así, un mejor crecimiento para obtener mayor rentabilidad y eficiencia en el proceso productivo. Si se suministran cantidades excesivas de nitrógeno respecto a la capacidad asimilativa de los tanques, esto puede dañar la calidad de agua, a través de la acumulación de amonios, nitratos y nitritos, mismos que son tóxicos para las larvas.

### 2.2.3 Nitritos

Los nitritos son compuestos químicos que siempre están presentes en las producciones de tipo acuícola, estos se generan a partir de del proceso de oxidación de los alimentos residuales que los camarones excretan. El nitrito es un compuesto intermedio en la nitrificación bacteriana, en donde el amoniaco de convierte en nitrato, estos pueden presentar altos niveles de toxicidad, dependiendo de su concentración en el agua y del estadio larvario en el que se encuentre el camarón (Duggasa y Gaetan, 2018).

Por otro lado, Keller (2007) explica que una vez que el alimento es consumido por las larvas, se llevan a cabo procesos metabólicos para lograr la conversión a biomasa, todos los residuos que no son consumidos por los animales se asientan en el fondo de los tanques, esto es conocido como sedimentos, una vez allí comienza su conversión a nitritos por medio de un proceso oxidativo de las bacterias que se encuentran en el agua.

Para Mayer (2020) la concentración de tóxicos como el nitrito puede aumentar en el medio si en el fondo de los tanques hay una acumulación de materia orgánica como restos de caparzones tras una muda, algas y bacterias muertas. Los niveles de nitritos en el agua de cultivo deben ser de  $<0.23\text{mg/l}$  para evitar las consecuencias que este compuesto causa en altas concentraciones, uno de los problemas más comunes, es el ahogamiento, debido a que una vez ingresa por las branquias, se une la hemocianina y dificulta el transporte de oxígeno.

Seng (2004) afirma que el nitrito en elevadas cantidades puede provocar altos niveles de estrés en las larvas, también disminuye la funcionalidad del sistema inmunológico, causando que los animales sean más propensos a contraer enfermedades como el *Vibrio alginolyticus*, una bacteria muy común en sistemas

de producción acuícola y con grandes repercusiones para la supervivencia de los animales.

#### **2.2.4 Nitratos**

El nitrato al igual que otros compuestos nitrogenados tiene su origen en agua marinas, mucho del nitrato resulta del proceso de nitrificación, proceso mediante el cual, todo el amonio producido por la excreción de los animales y de la descomposición de bacterias, es convertido en nitritos y luego en nitratos (Ribeiro, 2012).

Keller (2007) Entre los tóxicos más comunes en tanques de larvas, están los nitratos, que en comparación a los nitritos y el amoniaco es el de menor toxicidad, los niveles de nitratos deben mantenerse de 0.2- 10 mg/l, sin embargo Kuhn (2011) expuso a larvas de camarón a diferentes concentraciones de este compuesto, obteniendo como resultado que los organismos expuestos a 35-220 mg/l de nitrato, no sufrieron de alteraciones en la supervivencia ni crecimiento, sin embargo al superar los 220 mg/l se pudo observar como las larvas tenían retrasos en el crecimiento y una supervivencia menor.

#### **2.2.5 Amoniaco**

Frias y Paes (2001) explican que uno de los factores que puede llegar a ser un limitante importante en los sistemas de siembra de larvas de camarón, es la acumulación de distintos desechos nitrogenados. El amoniaco es el producto final, en el catabolismo de las proteínas de los crustáceos y puede representar desde un 60-70% de eliminación de nitrógeno, con muy pequeñas partes de urea, ácido úrico y aminoácidos eliminados durante este proceso.

Cobo et al. (2014) aseguran que los niveles de amoniaco presentes en los cultivos de larvas, deben oscilar ente 0.00-0.50mg/l, para que no se produzcan

intoxicaciones asociadas a concentraciones altas de este compuesto. De los distintos compuestos nitrogenados, el amonio es el que tiene mayor grado de toxicidad para las postlarvas, incluso más que los nitratos y nitritos. El amonio se encuentra presente de dos formas en el agua: en su forma ionizada o amonio y en su forma no ionizada, conocido más comúnmente como amoniaco, siendo esta última su forma más toxica porque es capaz de traspasar las membranas celulares.

Seng (2004) concluye que en camarones peneidos el amoniaco puede afectar significativamente la sobrevivencia y el crecimiento de estos, el amoniaco provoca daño en las branquias y afecta también a la hemolinfa, lo trae como consecuencia una reducción en su capacidad para transportar oxígeno. Las altas concentraciones de amoniaco también producen una disminución en la capacidad osmoregulatoria de las postlarvas.

### **2.2.6 pH**

Kubitza (2017) explica que el pH o potencial de hidrogeno es uno de los tantos parámetros de calidad de agua medibles en un sistema de producción acuícola, este es un indicador de la concentración de ion hidrogeno en una solución. La escala del pH va desde el 0 al 14, siendo valores menores a 7 un pH ácido y mayores a 7 los alcalinos o bases. Las distintas variaciones en los valores de pH en el agua pueden traer como consecuencia un desequilibrio ecológico en el tanque y elevar la mortalidad.

Para un correcto desarrollo de las larvas, el pH debe oscilar de 7.5 a 9, si los valores de pH en el agua ascienden a más de 9.5, el medio se vuelve muy alcalino, perjudicando el crecimiento y la supervivencia de las larvas. Estos valores suelen dispararse cuando hay una excesiva cantidad de fitoplancton en

el tanque, y es un fenómeno que se da con mayor frecuencia en horas de la tarde (MAF, 2017).

### **2.2.7 Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto se define como la cantidad de oxígeno gaseoso que se localiza disuelto en distintas proporciones en el agua, la presencia de este elemento es imprescindible para la vida de distintos organismos acuáticos, como peces y plantas. Es por esta razón que se considera como un claro indicador de la capacidad que tiene una masa de agua para albergar vida acuática de forma estable (Bench Marks Genetic, 2021).

Boyd (2017) afirma que en actividades como la producción de larvas de camarón y otros animales marinos, este parámetro suele ser uno de los más importantes, ya que, si la solubilidad de oxígeno en el agua es muy baja, afecta directamente a la salud y desarrollo de los organismos, las cantidades de oxígeno disuelto que se encuentren disponibles en el agua, dependerán directamente de ciertos factores como el fitoplancton y la densidad del cultivo de larvas.

García et al. (2018) exponen que un factor que se encuentra estrechamente relacionado a los niveles de oxígeno disuelto en el agua es la temperatura, debido a que, si la temperatura es muy alta, la disolución de oxígeno disminuirá, afectando el estado de salud y alimentación de los organismos. Cuando los tanques que albergan a las larvas tienen bajos niveles de oxígeno, el consumo de alimento disminuye, afectando la tasa de conversión alimenticia.

### **2.2.8 Temperatura**

OIE (2003) expone que la temperatura corresponde a un parámetro físico importante, dentro de la actividad acuícola, debido a que está relacionada con la

capacidad de absorción de oxígeno, en los tanques de larvas. También tiene importancia en la salud de los individuos, puesto que, si la temperatura del agua es demasiado alta, esto reduce la capacidad del sistema inmune y los deja más susceptibles a contagiarse de una infección por vibrios.

La temperatura del agua de los tanques también incide en otros factores, tales como la supervivencia, la muda, el crecimiento y la resistencia a metabolitos tóxicos, para realizar siembras de *L. vannamei*, la temperatura ideal del agua debe ser de 26 a 33°C, siendo el límite de 34°C, cuando estos rangos de temperatura son sobrepasados, hay riesgo de letalidad, sin embargo, en el medio ecuatoriano las siembras de larvas de camarón se realizan en aguas con temperaturas superiores a los 26°C (Garcia Sanchez & Juarez Agis, 2018).

Duggasa y Gaetan (2018) explican que ciertas funciones biológicas y químicas también están relacionadas a la temperatura del agua, funciones tales como la respiración y crecimiento de los individuos, ciertos estudios destacan que por cada 10°C que aumente la temperatura en el agua, el crecimiento y consumo de oxígeno de las larvas se ve duplicado, esto se traduce en cosechas de larvas que salen en menor tiempo, siempre y cuando la temperatura del agua sea de 30°C.

### **2.2.9 Ciclo del nitrógeno (Ministerio de Producción, 2021)**

Es un proceso biogeoquímico en donde intervienen varios factores, para que el nitrógeno que se encuentra en el aire sea devuelto a la atmosfera, unas de las principales protagonistas de estos procesos son ciertos tipos de bacterias que, por medio de enzimas, se encargan de facilitar la fijación del nitrógeno. Estas bacterias usualmente se encuentran en el suelo o en una relación simbiótica con las raíces de las plantas (OIE, 2003).

Carbajal y Sanchez (2013) afirman que otros tipos de bacterias que intervienen en estos procesos, y que se encuentran más asociadas a la producción de especies acuáticas, son las bacterias quimiosintéticas, del género Nitrosomas y Nitrosococcus, cuya función es la conversión del amonio a nitrito, mientras que otros géneros de bacterias como las Nitrobacter colaboran en el proceso de oxidación para transformar los nitritos a nitratos. Estos distintos géneros de bacterias cumplen la función de fijación del nitrógeno como amonios o nitratos.

### **2.3 Marco Legal**

**Artículo 77.- Impermeabilización.-** En el caso de ser autorizado el ejercicio de la actividad de producción o cultivo de camarón marino u otras especies marinas o estuarinas en tierras privadas dentro de las categorías I, II y III, deberán obligatoriamente utilizar geo membranas para cubrir e impermeabilizar los suelos de piscinas, pre-criaderos, reservorios y realizar recirculación de agua utilizando estanques reservorios cuyo volumen cubra el requerimiento de los recambios de agua, y compensar las pérdidas por evaporación y las cosechas (Ministerio de Producción, 2021).

**Decreto ejecutivo No. 362 ley orgánica para el desarrollo de la acuicultura y pesca en el capítulo V**

**Artículo 124.- Prohibiciones específicas adicionales para laboratorios de larvas de camarón *Litopenaeus vannamei*.**- Se prohíbe a los laboratorios de larvas de camarón lo siguiente: a) La utilización de reproductores hembras o machos y de larvas de camarón extraídas del medio natural (silvestres), con excepción de las autorizaciones otorgadas por el ente rector; y, b) Abastecerse

de nauplios o de larvas de camarón de establecimientos no autorizados (Ministerio de Producción, 2021).

**Artículo 115.-** Control de la calidad de aguas. - El ente rector a través de la Subsecretaría de Acuicultura y la Subsecretaría de Calidad e Inocuidad establecerán, a través de una norma técnica, los lineamientos para el control de la calidad del agua circundante de las granjas marinas y los fondos marinos, en función de las características de los cultivos y en caso de considerarse pertinente. Los registros de control de calidad de aguas, sedimentos y productividad deberán estar disponibles para cualquier inspección o revisión por parte de la Autoridad Ambiental Nacional y Autoridad Única del Agua, en el marco de sus competencias, la Subsecretaría de Acuicultura, o el Instituto Público de Investigación de la Acuicultura y Pesca, debiendo estar completos, actualizados (Ministerio de Producción, 2021).

### **Reglamento a la ley de Pesca y Desarrollo Pesquero**

**Decreto Ejecutivo 3198, Art. 69.2.-** Quienes se dediquen a la actividad acuícola sólo podrán cultivar las especies autorizadas y deberán aplicar buenas prácticas de acuicultura y protocolos de bioseguridad y utilizar los insumos registrados ante la autoridad nacional competente. La captura de especies bioacuáticas en estado silvestre para ser utilizadas en la reproducción o cultivo, será regulada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, previo informe técnico de la Autoridad Sanitaria Nacional (Ministerio de Producción, 2021).

### 3. Materiales y métodos

#### 3.4 Enfoque de la investigación

##### 3.4.1 Tipo de investigación

La investigación fue cuantitativa de campo y laboratorio, puesto que se monitorearon a diario muestras de agua provenientes de los tanques de larvas, para su posterior análisis en los laboratorios. La investigación fue de tipo descriptiva y tuvo una duración de 45 días.

##### 3.4.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue descriptivo, en donde se utilizaron tres tanques para determinar los niveles de nitratos, nitritos y amoníaco y saber si estos compuestos afectan de algún modo la talla, PL/gramo y la supervivencia.

#### 3.5 Metodología

##### 3.5.1 Variables

De acuerdo al tipo de investigación se incluyen las siguientes variables

##### 3.5.1.1 Variable independiente

- Supervivencia al final de la corrida
- Talla del camarón
- PL/gramo

| Variables     | Tipo         | Escala                                                                       | Descripción                                         |
|---------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Supervivencia | Cuantitativa | ≥70 %                                                                        | La supervivencia se obtuvo por medio de una formula |
| Talla         | Cuantitativa | PL1 (3.50mm)<br>PL2 (3.87mm)<br>PL3 (4.21mm)<br>PL4 (4.47mm)<br>PL5 (4.72mm) | Longitud promedio.                                  |

---

|                  |              |                                                                                                                                                                                         |                                       |
|------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                  |              | PL6 (5.15mm)                                                                                                                                                                            |                                       |
|                  |              | PL7 (5.60mm)                                                                                                                                                                            |                                       |
|                  |              | PL8 (6.02mm)                                                                                                                                                                            |                                       |
|                  |              | PL9 (6.15mm)                                                                                                                                                                            |                                       |
|                  |              | PL10<br>(6.55mm)                                                                                                                                                                        |                                       |
| <b>PI/ gramo</b> | Cuantitativa | <b>Postlarva 4</b><br>1250 PI/g<br><b>P5</b><br>1020 PI/g<br><b>P6</b><br>849 PI/g<br><b>P7</b><br>765 PI/g<br><b>P8</b><br>655 PI/g<br><b>P9</b><br>580 PI/g<br><b>P10</b><br>575 PI/g | Conteo de<br>larvas en los<br>tanques |

---

### 3.5.1.2 Variables dependientes

- Niveles de nitratos
- Niveles de nitritos
- Niveles de amoniacó

---

| Variables | Tipo | Escala | Descripción |
|-----------|------|--------|-------------|
|-----------|------|--------|-------------|

---

|                     |                                     |                                  |
|---------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Niveles de amoniaco | NH <sub>3</sub> (0.00-<br>0.50mg/l) | Compuestos<br>tóxicos a evaluar. |
| Niveles de nitritos | NO <sub>2</sub> (<0.23mg/l),        |                                  |
| Niveles de nitratos | NO <sub>3</sub> (0.2-<br>10mg/l)    |                                  |

### 3.5.2 Población

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio y camaronera Wanbri S.A, ubicado en Mar Bravo, donde se utilizaron tres tanques con una población global (todos los tanques) de 38 millones para la producción de larvas de *Litopenaeus vannamei*.

#### 3.5.2.1 Muestra

Se emplearon tres tanques de larvas, en donde se tomaron las muestras de agua a diario, en los estadios de Zoea 1 y 3, Mysis 1 y 3, y en la etapa de Postlarva, desde Postlarva 1 hasta postlarva 10 para las respectivas mediciones. El Pl/g y la medición de talla de los ejemplares se realizó a partir de PL4, con una población de 30 animales diarios.

### 3.6 Diseño experimental

No experimental, las variables a estudiar no fueron modificadas.

#### 3.6.1 Recolección de datos

##### 3.6.1.1 Recursos

- Microscopio
- Espectrofotómetro YSI 9500
- Tubos de ensayos de 10 ml

- Kit de reactivos para compuestos nitrogenado
- Pipetas pyrex de 1 ml y 10 ml-
- Balanza digital
- Botas
- Papel filtro
- Esfero
- Papel milimetrado

#### **3.6.1.2 Recursos humanos**

Director de tesis: Dr. Walter Briones Msc.

Tutor estadístico: MVZ. César Carrillo Cedeño Ms. c

#### **3.6.1.3 Recursos didácticos**

La información recopilada procede de artículos científicos, investigaciones y revistas.

#### **3.6.1.4 Recursos Económicos**

La realización de este proyecto tuvo un costo de \$155.

#### **3.6.1.5 Métodos y técnicas**

##### **3.6.1.6 Métodos**

El espectrofotómetro YSI 9500 fue empleado para medir las concentraciones de nitratos, nitritos y amoniacó presentes en el agua de los tanques. Para el uso del espectrofotómetro se utilizaron tabletas reactivas para los distintos compuestos, ya sea amoniacó, nitritos o nitratos.

##### **3.6.1.7 Pasos para realizar las mediciones con el espectrofotómetro**

1. Se toma una muestra del tanque de larvas
2. Se coloca 10 ml de agua en un tubo de ensayo
3. Se disuelve una pastilla del reactivo a medir en el agua del tubo de ensayo

4. Se tritura la pastilla y se mueve hasta que se disuelva
5. Se esperan 10 minutos para que la reacción ocurra apropiadamente
6. Se realiza la lectura

### **PL/gramo**

Es el conteo de larvas de los tanques principales, para lograr obtener un estimado de la población de larvas.

$$P = \frac{\sum n}{P}$$

P= Es la cantidad de individuos presentes en un gramo de muestra extraída del tanque

$\sum n$ = suma de los ejemplares de cada muestra.

P= Peso total de ejemplares en cada muestra (mg).

### **Talla**

Es la longitud de las larvas y se determina a través de la escala de platina del microscopio y para la obtención de un promedio de longitud de los ejemplares, se emplea la siguiente formula.

$$Lm = \frac{\sum Li}{\sum n}$$

$L_m$ = longitud promedio de un ejemplar (mm).

$\sum Li$ = suma de las longitudes de los ejemplares en cada muestra (mm).

$\sum n$ = suma de los ejemplares en cada muestra.

### **Supervivencia**

La supervivencia se puede comprobar por medio de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2xn \times V}{N} \times 100\%$$

2= factor de corrección volumétrico ( $L^{-1}$ ).

n= número promedio de ejemplares en cada muestra.

V= volumen del tanque de cultivo (L).

### **3.6.2 Análisis estadístico**

Se utilizaron medidas de tendencia central, para analizar las variables y observar su comportamiento. Se usó el análisis no paramétrico de chi cuadrado para la comparación de los niveles de estos tóxicos presentes en el agua con factores como la supervivencia, talla y PL/gramo

## 4. Resultados

### 4.1 Identificación a través del uso del espectrofotómetro las distintas concentraciones de compuestos como nitritos, nitratos y amoniaco en los tanques de producción de larvas

Durante la fase de recolección se tomó una muestra de agua en cada tanque durante 14 días, en la tabla 1 se pueden observar las medidas de tendencia central y dispersión de cada tanque de acuerdo al día de la toma de muestra. En promedio las concentraciones de amoniaco en los tres tanques estuvieron entre  $0.67 \pm 0.40$  mg/l hasta  $5.47 \pm 0.07$  mg/l, siendo que la medición más alta se ubicó al día 7 de la toma de muestra. La mayoría de las veces las concentraciones promedio de amoniaco en los tanques estuvieron sobre los 3.00 mg/l; por lo tanto, únicamente en seis tomas, correspondientes a los días: 1, 2, 3, 4, 12 y 14, los promedios fueron menores a los 2.70 mg/l de amoniaco.

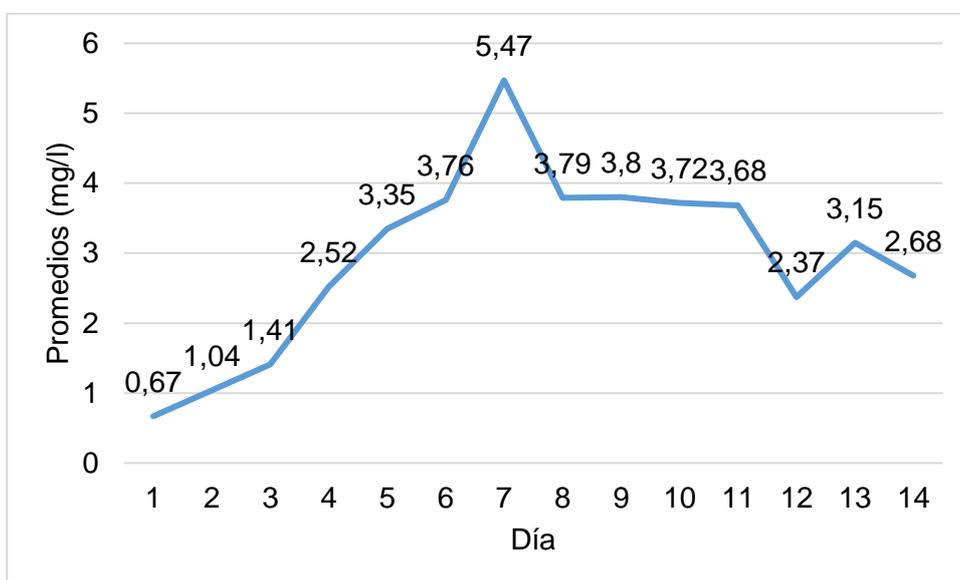
**Tabla 1. Medidas de tendencia central y dispersión del amoniaco en los tanques en mg/l**

| Escala | T1   | T2   | T3   | Promedio | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
|--------|------|------|------|----------|---------------------|--------|--------|
| Dia 1  | 0,44 | 1,14 | 0,44 | 0,67     | 0,40                | 0,44   | 1,14   |
| Dia 2  | 1,02 | 1,06 | 1,03 | 1,04     | 0,02                | 1,02   | 1,06   |
| Dia 3  | 1,19 | 1,04 | 2,00 | 1,41     | 0,52                | 1,04   | 2,00   |
| Dia 4  | 2,40 | 2,76 | 2,40 | 2,52     | 0,21                | 2,40   | 2,76   |
| Dia 5  | 2,64 | 2,73 | 4,68 | 3,35     | 1,15                | 2,64   | 4,68   |
| Dia 6  | 2,72 | 3,32 | 5,23 | 3,76     | 1,31                | 2,72   | 5,23   |
| Dia 7  | 2,43 | 5,52 | 5,42 | 5,47     | 0,07                | 5,42   | 5,52   |
| Dia 8  | 3,20 | 3,96 | 4,20 | 3,79     | 0,52                | 3,20   | 4,20   |
| Dia 9  | 2,16 | 6,23 | 3,00 | 3,80     | 2,15                | 2,16   | 6,23   |
| Dia 10 | 3,00 | 3,00 | 5,16 | 3,72     | 1,25                | 3,00   | 5,16   |
| Dia 11 | 2,88 | 2,52 | 5,64 | 3,68     | 1,71                | 2,52   | 5,64   |
| Dia 12 | 2,33 | 2,37 | 2,40 | 2,37     | 0,04                | 2,33   | 2,40   |
| Dia 13 | 3,00 | 3,22 | 3,22 | 3,15     | 0,13                | 3,00   | 3,22   |
| Dia 14 | 2,43 | 2,94 | 2,66 | 2,68     | 0,26                | 2,43   | 2,94   |

*T1: tanque 1; T2: tanque 2; T3: tanque 3.*

En la figura 1 se puede observar cómo la línea que indica los niveles promedio de nitrato va en aumento desde el día 1 y alcanza su pico en el día 7 con 5.47 mg/l, del día 8 al día 11 se mantienen promedios similares entre 3.68 mg/l y 3.79 mg/l, al día 12 el pico baja drásticamente con 2.37 mg/l y sube ligeramente al día 13 para volver a caer en el día 14 con promedios respectivamente de 3.15 mg/l y 2.68 mg/l.

**Figura 1. Promedio global de amoniaco de acuerdo a los días**



Endara, 2023

En la tabla 2 se puede observar que los promedios de las concentraciones de nitrato entre los tres tanques se mantuvieron desde  $0.68 \pm 0.21$  mg/l hasta 4.30 mg/l, siendo esta última medición identificada al día 4. La medición más baja encontrada correspondió al Tanque 2 en el día 10 con un valor de 0.44 mg/l, mientras que, el valor máximo fue de 6.20 mg/l de amoniaco en el Tanque 1 del día 4.

**Tabla 2. Medidas de tendencia central y dispersión del nitrato en los tanques en mg/l**

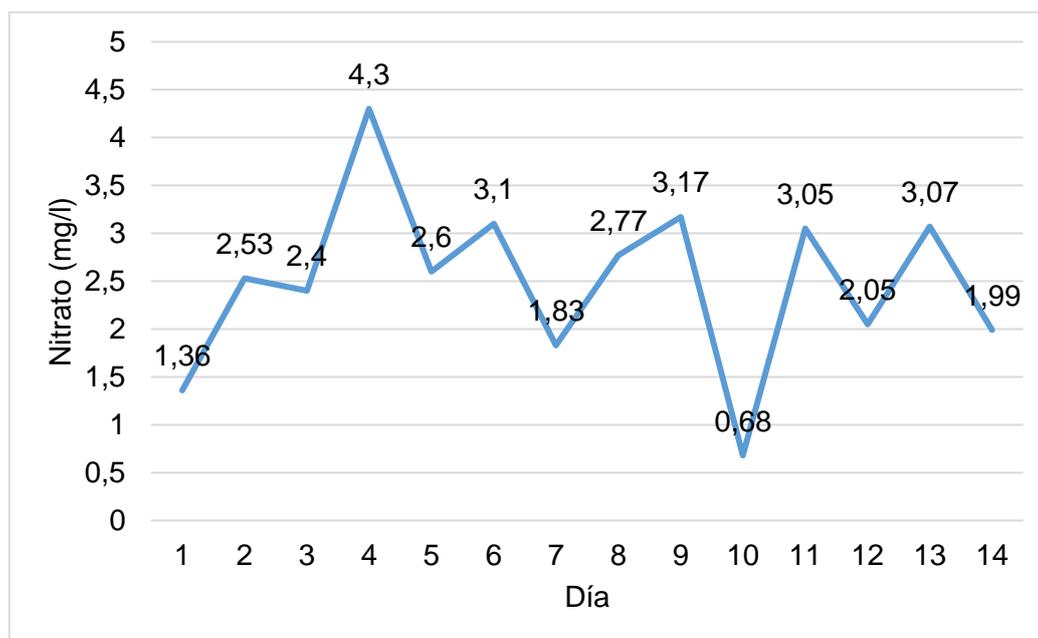
| Escala | T1   | T2   | T3   | Promedio | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
|--------|------|------|------|----------|---------------------|--------|--------|
| Dia 1  | 1,26 | 1,56 | 1,26 | 1,36     | 0,17                | 1,26   | 1,56   |
| Dia 2  | 2,00 | 2,60 | 3,00 | 2,53     | 0,50                | 2,00   | 3,00   |
| Dia 3  | 1,40 | 3,60 | 2,20 | 2,40     | 1,11                | 1,40   | 3,60   |
| Dia 4  | 6,20 | 3,70 | 3,00 | 4,30     | 1,68                | 3,00   | 6,20   |
| Dia 5  | 2,00 | 3,30 | 2,50 | 2,60     | 0,66                | 2,00   | 3,30   |
| Dia 6  | 3,40 | 3,40 | 2,50 | 3,10     | 0,52                | 2,50   | 3,40   |
| Dia 7  | 3,00 | 1,24 | 1,24 | 1,83     | 1,02                | 1,24   | 3,00   |
| Dia 8  | 2,20 | 3,10 | 3,00 | 2,77     | 0,49                | 2,20   | 3,10   |
| Dia 9  | 3,40 | 2,30 | 3,80 | 3,17     | 0,78                | 2,30   | 3,80   |
| Dia 10 | 0,80 | 0,44 | 0,80 | 0,68     | 0,21                | 0,44   | 0,80   |
| Dia 11 | 0,94 | 3,70 | 4,50 | 3,05     | 1,87                | 0,94   | 4,50   |
| Dia 12 | 1,20 | 2,28 | 2,67 | 2,05     | 0,76                | 1,20   | 2,67   |
| Dia 13 | 2,23 | 3,45 | 3,53 | 3,07     | 0,73                | 2,23   | 3,53   |
| Dia 14 | 1,65 | 2,77 | 1,54 | 1,99     | 0,68                | 1,54   | 2,77   |

*T1: tanque 1; T2: tanque 2; T3: tanque 3.*

Endara, 2023

En la figura 2 se observa que los niveles de nitratos promedio global no se mantienen constantes, sino que fluctúan, subiendo y bajando esporádicamente, el pico más alto fue al día 4 con 4.3 mg/l y el más bajo el día 10 con 0.68 mg/l.

**Figura 2. Promedio global de nitrato de acuerdo a los días**



Endara, 2023

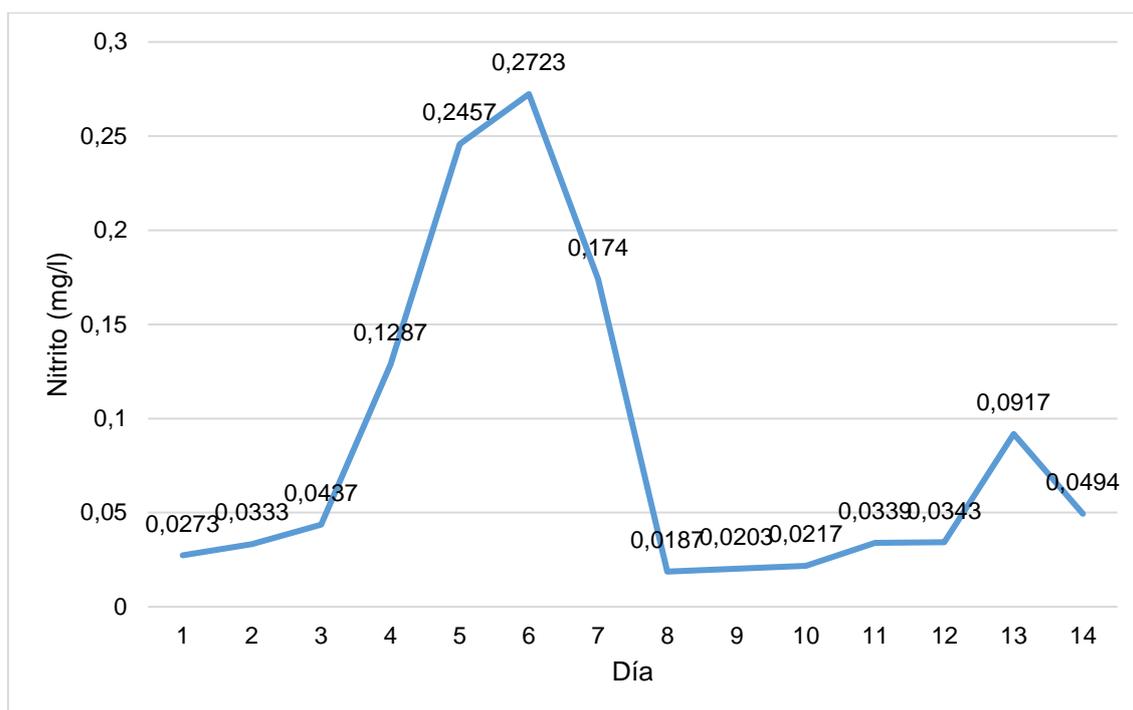
En cuanto a las mediciones de nitritos en los tanques, se presenta en la tabla 3 las medidas de tendencia central y dispersión de acuerdo al día de la toma de muestra. La concentración promedio más baja se cuantificó el día 1 con  $0,0023 \pm 0,0260$  mg/l, mientras que, el más alto entre los tres tanques se registró al día 6 con  $0,2723 \pm 0,0093$  mg/l. Por otra parte, la mayoría de las concentraciones de nitrito entre los tres tanques durante los 14 días de toma de muestras estuvieron por debajo de los 0.04 mg/l; por lo que, únicamente los días 4, 5, 6 y 7 dichos valores superaron los 0.10 mg/l de nitrito.

**Tabla 3. Medidas de tendencia central y dispersión del nitrito en los tanques en mg/l**

| Escala | T1     | T2     | T3     | Promedio | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
|--------|--------|--------|--------|----------|---------------------|--------|--------|
| Día 1  | 0,0260 | 0,0300 | 0,0260 | 0,0273   | 0,0023              | 0,0260 | 0,0300 |
| Día 2  | 0,0530 | 0,0140 | 0,0330 | 0,0333   | 0,0195              | 0,0140 | 0,0530 |
| Día 3  | 0,0360 | 0,0260 | 0,0690 | 0,0437   | 0,0225              | 0,0260 | 0,0690 |
| Día 4  | 0,1090 | 0,1320 | 0,1450 | 0,1287   | 0,0182              | 0,1090 | 0,1450 |
| Día 5  | 0,2370 | 0,2370 | 0,2630 | 0,2457   | 0,0150              | 0,2370 | 0,2630 |
| Día 6  | 0,2830 | 0,2660 | 0,2680 | 0,2723   | 0,0093              | 0,2660 | 0,2830 |
| Día 7  | 0,2920 | 0,1200 | 0,1100 | 0,1740   | 0,1023              | 0,1100 | 0,2920 |
| Día 8  | 0,0260 | 0,0270 | 0,0030 | 0,0187   | 0,0136              | 0,0030 | 0,0270 |
| Día 9  | 0,0130 | 0,0450 | 0,0030 | 0,0203   | 0,0219              | 0,0030 | 0,0450 |
| Día 10 | 0,0161 | 0,0330 | 0,0161 | 0,0217   | 0,0098              | 0,0161 | 0,0330 |
| Día 11 | 0,0460 | 0,0430 | 0,0126 | 0,0339   | 0,0185              | 0,0126 | 0,0460 |
| Día 12 | 0,0550 | 0,0360 | 0,0120 | 0,0343   | 0,0215              | 0,0120 | 0,0550 |
| Día 13 | 0,1100 | 0,0670 | 0,0980 | 0,0917   | 0,0222              | 0,0670 | 0,1100 |
| Día 14 | 0,0123 | 0,0120 | 0,1240 | 0,0494   | 0,0646              | 0,0120 | 0,1240 |

Endara, 2023

En la figura 3 se presentan los promedios globales de los tres tanques en los niveles de nitrito, del día 1 al día 3 se observa valores bajos de 0.0273 mg/l hasta 0.0437 mg/l, no obstante, el pico aumenta notoriamente hasta el día 6 donde se alcanzan los 0.2723 mg/l. El día 7 empieza a descender en cuanto a los niveles de este tóxico, por lo que, desde el día 8 hasta el día 12 no supera los 0.04 mg/l, un ligero aumento se da al día 13 con 0.0917 mg/l, pero vuelve a descender.

**Figura 3. Promedio global de los niveles de nitrito de acuerdo a los días**

En la tabla 4 se puede observar que, de manera global durante los 14 días de toma de muestras de agua, el tanque 3 promedió la concentración más alta de amoníaco con  $3.39 \pm 1.68$  mg/l, mientras que, en la concentración de nitrato correspondió al tanque 2 con  $2.67 \pm 1.01$  mg/l y de nitritos al tanque 1 con  $0.0939 \pm 0.1013$  mg/l.

**Tabla 4. Medidas de tendencia central y dispersión de las concentraciones de amoníaco, nitratos y nitritos durante los 14 días**

| Medida              | Amoníaco (mg/l) |      |      | Nitratos (mg/l) |      |      | Nitritos (mg/l) |        |        |
|---------------------|-----------------|------|------|-----------------|------|------|-----------------|--------|--------|
|                     | T1              | T2   | T3   | T1              | T2   | T3   | T1              | T2     | T3     |
| Promedio            | 2,26            | 2,99 | 3,39 | 2,26            | 2,67 | 2,54 | 0,0939          | 0,0777 | 0,0845 |
| Desviación estándar | 0,86            | 1,51 | 1,68 | 1,41            | 1,01 | 1,06 | 0,1013          | 0,0821 | 0,0904 |
| Mínimo              | 0,44            | 1,04 | 0,44 | 0,80            | 0,44 | 0,80 | 0,0123          | 0,0120 | 0,0030 |
| Máximo              | 3,20            | 6,23 | 5,64 | 6,20            | 3,70 | 4,50 | 0,2920          | 0,2660 | 0,2680 |

*T1: tanque 1; T2: tanque 2; T3: tanque 3.*

Endara, 2023

#### 4.2 Relación de los niveles de estos tóxicos presentes en el agua con factores como la supervivencia, talla y PL/gramo

Tomando en cuenta los valores referenciales de amoníaco (0.00 a 0.50 mg/l), nitratos (0.2 a 10 mg/l) y nitritos (< 0.23 mg/l); se establece que, en todos los tanques se encontró valores promedios normales de nitratos y nitritos, no obstante, en el amoníaco todos fueron superiores (Tabla 4). Es por esto que no se pueden realizar análisis estadísticos para relacionar los niveles de los tóxicos presentes en el agua con la supervivencia, talla y PL/gramo de las larvas; puesto que, todos los valores fueron similares si se los clasificaba de acuerdo a los requerimientos.

No obstante, se detallan los datos observados de acuerdo a cada parámetro definido, en la tabla 5 se observa que en promedio en el estadio larvario de Postlarva 4 y 5 se observó la mayor cantidad de PL por gramo, siendo respectivamente de  $1443.0 \pm 181.8$  PL/g y  $1020.7 \pm 277.9$  PL/g. En el resto de estadios en promedio no se superó los 860.0 PL/g con un mínimo de 500.0 PL/g en el estadio de Postlarva 10.

**Tabla 5. Medidas de tendencia central y dispersión de los PL/gramo de acuerdo al estadio larvario**

| Estadio larvario | Día    | T1   | T2   | T3   | Promedio | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
|------------------|--------|------|------|------|----------|---------------------|--------|--------|
| Postlarvas 4     | Día 8  | 1250 | 1611 | 1468 | 1443,0   | 181,8               | 1250   | 1611   |
| Postlarvas 5     | Día 9  | 735  | 1037 | 1290 | 1020,7   | 277,9               | 735    | 1290   |
| Postlarvas 6     | Día 10 | 752  | 855  | 948  | 851,7    | 98,0                | 752    | 948    |
| Postlarvas 7     | Día 11 | 670  | 700  | 670  | 680,0    | 17,3                | 670    | 700    |
| Postlarvas 8     | Día 12 | 550  | 550  | 700  | 625,0    | 106,1               | 550    | 700    |
| Postlarvas 9     | Día 13 | 460  | 650  | 600  | 570,0    | 98,5                | 460    | 650    |
| Postlarvas 10    | Día 14 | 380  | 560  | 560  | 500,0    | 103,9               | 380    | 560    |

*T1: tanque 1; T2: tanque 2; T3: tanque 3.*

Endara, 2023

Durante todo el periodo de evaluación del presente trabajo de investigación se observó que en promedio el Tanque 3 tuvo mayor cantidad de PL por gramo, con  $890.86 \pm 359.38$  PL/g, seguido por el Tanque 2 con  $851.86 \pm 376.54$  PL/g y el Tanque 1 con  $707.83 \pm 305.60$  PL/g (Tabla 6).

**Tabla 6. Medidas de tendencia central globales de los PL por gramo en tanques desde Postlarva 4 hasta Postlarva 10**

| Tanque | PL/gramo            | Amoniaco (mg/l) | Nitrato (mg/l)  | Nitrito (mg/l)    |
|--------|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| T1     | $707.83 \pm 305.60$ | $2.26 \pm 0.86$ | $2.26 \pm 1.14$ | $0.093 \pm 0.103$ |
| T2     | $851.86 \pm 376.54$ | $2.99 \pm 1.51$ | $2.67 \pm 1.01$ | $0.077 \pm 0.082$ |
| T3     | $890.86 \pm 359.38$ | $3.39 \pm 1.68$ | $2.54 \pm 1.06$ | $0.084 \pm 0.090$ |

*T1: tanque 1; T2: tanque 2; T3: tanque 3.*

Endara, 2023

En cuanto a la talla, en la tabla 7 se presentan las medidas de tendencia central y dispersión, en promedio durante el estadio de Postlarva 4 a Postlarva 10 se observaron mediciones de entre 5.1 mm hasta 8.5 mm, aumentando a medida que pasaban los días, al comparar con los datos de medidas establecidas como pertinentes, se observó que todas las larvas tenían la talla correcta de acuerdo a su estadio.

**Tabla 7. Medidas de tendencia central y dispersión de la talla en mm de acuerdo al estadio larvario**

| Estadio larvario | Día    | T1   | T2   | T3   | Promedio | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
|------------------|--------|------|------|------|----------|---------------------|--------|--------|
| Postlarva 4      | Día 8  | 5,30 | 5,06 | 4,88 | 5,1      | 0,2                 | 4,88   | 5,3    |
| Postlarva 5      | Día 9  | 6,10 | 5,94 | 6,10 | 6,0      | 0,1                 | 5,94   | 6,1    |
| Postlarva 6      | Día 10 | 6,40 | 6,46 | 6,38 | 6,4      | 0,0                 | 6,38   | 6,46   |
| Postlarva 7      | Día 11 | 7,26 | 6,84 | 7,30 | 7,1      | 0,3                 | 6,84   | 7,3    |
| Postlarva 8      | Día 12 | 7,54 | 7,68 | 7,26 | 7,5      | 0,2                 | 7,26   | 7,68   |
| Postlarva 9      | Día 13 | 8,34 | 7,94 | 8,04 | 8,1      | 0,2                 | 7,94   | 8,34   |
| Postlarva 10     | Día 14 | 8,52 | 8,68 | 8,44 | 8,5      | 0,1                 | 8,44   | 8,68   |

*T1: tanque 1; T2: tanque 2; T3: tanque 3.*

Endara, 2023

En cuanto a las medidas globales, se presenta en la tabla 8 que se registraron tallas mayores en el Tanque 1 con  $7.07 \pm 1.119$  mm, seguido del Tanque 2 y Tanque 3 con  $6.94 \pm 1.25$  mm y  $6.91 \pm 1.22$  mm respectivamente.

**Tabla 8. Medidas de tendencia central globales de la talla en tanques desde Postlarva 4 hasta Postlarva 10**

| Tanque | Talla (mm)      | Amoniaco (mg/l) | Nitrato (mg/l)  | Nitrito (mg/l)    |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| T1     | $7.07 \pm 1.19$ | $2.26 \pm 0.86$ | $2.26 \pm 1.14$ | $0.093 \pm 0.103$ |
| T2     | $6.94 \pm 1.25$ | $2.99 \pm 1.51$ | $2.67 \pm 1.01$ | $0.077 \pm 0.082$ |
| T3     | $6.91 \pm 1.22$ | $3.39 \pm 1.68$ | $2.54 \pm 1.06$ | $0.084 \pm 0.090$ |

*T1: tanque 1; T2: tanque 2; T3: tanque 3.*

Endara, 2023

En la tabla 9 se observa que se sembraron un total 38 millones de larvas y se cosecharon 33 millones de larvas durante todo el periodo en los tres tanques; por ende, se calcula una supervivencia del 86.84% y una mortalidad del 13.16%.

**Tabla 9. Porcentaje de supervivencia y mortalidad en los tanques**

| Tanque | Supervivencia | Mortalidad | Amoniaco (mg/l) | Nitrato (mg/l)  | Nitrito (mg/l)    |
|--------|---------------|------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| T1     |               |            | $2.26 \pm 0.86$ | $2.26 \pm 1.14$ | $0.093 \pm 0.103$ |
| T2     |               |            | $2.99 \pm 1.51$ | $2.67 \pm 1.01$ | $0.077 \pm 0.082$ |
| T3     | 86.64%        | 13.16%     | $3.39 \pm 1.68$ | $2.54 \pm 1.06$ | $0.084 \pm 0.090$ |

Endara, 2023

## 5. Discusión

En la camaronicultura, la medición de compuestos nitrogenados para determinar la calidad del agua es de suma importancia al igual que su control y regulación, sobre todo, durante la fase de producción de larvas. En el presente estudio se realizó la determinación de concentraciones de compuestos como nitritos, nitratos y amoníaco durante 45 días en tres tanques sumando un total de siembra de 38 millones de larvas. Los promedios de amoníaco se encontraron entre 0.67 mg/l y 5.47 mg/l, los de nitrato entre 0.68 mg/l y 4.30 mg/l y de nitrito entre 0.0120 mg/l y 0.2660 mg/l; al tomar en cuenta los valores referenciales de amoníaco, nitratos y nitritos; siendo estos de 0.00 a 0.50 mg/l, 0.2 a 10 mg/l y menos de 0.23 mg/l respectivamente se observó que, durante todo el ciclo se presentaron rangos normales de nitratos y nitritos, no obstante, el amoníaco estuvo por encima de lo permisible en todas las mediciones.

Normalmente, si los valores de amoníaco son superiores a los normales (0.00 a 0.50 mg/l), también lo serán los de nitrato, ya que es el producto final de la oxidación del primero mencionado, no obstante, en el presente estudio no se observó este hecho al igual que en el trabajo realizado por Cervantes et al. (2001) en un laboratorio de Mar Bravo que posee diez tanques para larvicultura de camarón blanco en la provincia de Santa Elena, donde se registraron valores de nitrato de 0.9 mg/l a 1.07 mg/l, es decir dentro de los rangos normales, mientras que el amonio estuvo entre 0.6 a 1.2 mg/l, por encima de los 0.1 mg/l que se establece como niveles permisibles, además, el nitrito fue superior con promedios de 0.1 a 0.2 mg/l. Bravo y Mielles (2013) en el laboratorio de larvas de camarón "RIVEMAR" de la ciudad de Manta también obtuvieron rangos normales de nitratos y nitritos, durante tres ciclos larvarios de *L. vannamei* completos

(recepción de nauplios hasta PL12) que promediaron de 1.90 mg/l hasta un máximo de 2.50 mg/l de nitratos y de 0.02 mg/l hasta 0.06 mg/l de nitritos.

En el presente trabajo de investigación se obtuvieron, durante todo el periodo de medición de las concentraciones nitrato y nitrito, valores promedios dentro de los permisibles; por el contrario, el amoníaco estuvo por encima de lo estipulado como tolerable por las larvas de *L. vannamei*. Por ello, no se logró identificar si existe una relación entre las concentraciones y la supervivencia, talla y PL/gramo a través del análisis de chi cuadrado, sin embargo, los promedios entre los tres tanques evaluados fueron de 707.83 PL/g a 890.86 PL/g, 6.94 mm a 7.07 mm y una sobrevivencia del 86.64% en PL10.

El amoníaco y su acumulación es una de las principales problemáticas a las que se enfrenta la larvicultura, sobre todo en el caso de los camarones *L. vannamei* que son sumamente susceptibles a niveles superiores a los 0.5 mg/l, a diferencia de otras especies como el de río gigante (*Macrobrachium rosenbergii*) que tolera hasta 0.1 mg/l de amoníaco (Mallase y Cotroni, 2007) y 2 mg/l de nitrito (Mallase y Cotroni, 2006).

En el caso del camarón blanco, Frías et al. (2000) menciona que el exceso de amoníaco incrementa la mortalidad y disminuye la alimentación en postlarvas; por ello, se han establecido métodos para el control de estos tóxicos como el uso de bacterias nitrificantes que han demostrado controlar eficazmente el amonio y el nitrito (Paladines, 2015) o los tapetes microbianos en los que Lezama y Paniagua (2009) observó diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia de postlarvas de *L. vannamei*, ya que con su uso fue del 85.2% (rendimiento final de 423.5 gm<sup>2</sup>). Además, durante el estudio los tanques control

mostraron acumulación de amoníaco, mientras que, el nitrito y nitrato se mantuvieron dentro de los rangos normales, al igual que en el presente estudio. Sin embargo, con el uso de los tapetes microbianos; elaborados con poliéster de baja densidad en el que se colocaban microorganismos que eran recolectados de estanques de camarón blanco criados en sistemas semiintensivo; todo el ciclo mantuvo a los tres tóxicos en concentraciones permisibles dentro de los tanques experimentales.

## 6. Conclusiones

A través del uso del espectrómetro se determinó que las concentraciones promedio de nitrito y nitrato se encontraban dentro de los rangos permisibles en todos los tanques, todo lo contrario, al amoníaco que se ubicó por encima de lo requerido. Los promedios de amoníaco se encontraron entre 0.67 mg/l y 5.47 mg/l, los de nitrato entre 0.68 mg/l y 4.30 mg/l y de nitrito entre 0.0120 mg/l y 0.2660 mg/l; al tomar en cuenta los valores referenciales de amoníaco, nitratos y nitritos que son de 0.00 a 0.50 mg/l, 0.2 a 10 mg/l y menos de 0.23 mg/l respectivamente.

Dado lo antes mencionado no se logró determinar la relación de los niveles de estos tóxicos con los factores de supervivencia, talla y PL/gramo, además de que estos parámetros morfológicos y productivos fueron correctos en todas sus mediciones.

## **7. Recomendaciones**

Debido a los resultados del presente estudio se recomienda la realización de investigaciones similares con más ciclos productivos y un periodo de tiempo prolongado para así tener una mayor cantidad de datos a analizar.

Con base en lo observado se recomienda instaurar técnicas para el control del amoniaco en los tanques del laboratorio del presente estudio, la literatura citada sugiere el uso de microorganismos.

## 8. Bibliografía

- Alatorre, L. (2013). Modelo predictivo de la calidad del agua en reservorios de Chihuahua mediante percepción remota. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/301972787\\_Modelo\\_predictivo\\_de\\_la\\_calidad\\_del\\_agua\\_en\\_reservorios\\_de\\_Chihuahua\\_mediante\\_percepcion\\_remota](https://www.researchgate.net/publication/301972787_Modelo_predictivo_de_la_calidad_del_agua_en_reservorios_de_Chihuahua_mediante_percepcion_remota)
- Ayisi, C.L., Hua, X., Apraku, A., Afriyie, G. & Kyei, B.A. 2017. Recent studies toward the development of practical diets for shrimp and their nutritional requirements. *HAYATI Journal of Biosciences*, 24(3): 109-117. doi: 10.1016/j.hjb.2017.09.004
- Alfaro , B., Diego, J., Cordero Castro, & Segura, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnología en Marcha*.
- Bench Marks Genetic. (2021). *Shrimp Larvae Mangment Guide*. Obtenido de [https://wp-bmkgenetics-2022.s3.eu-west-2.amazonaws.com/media/2021/05/01133136/Benchmark-Genetics\\_Shrimp-Larvae-Feeding-Guide\\_DIGITAL\\_ENG.pdf](https://wp-bmkgenetics-2022.s3.eu-west-2.amazonaws.com/media/2021/05/01133136/Benchmark-Genetics_Shrimp-Larvae-Feeding-Guide_DIGITAL_ENG.pdf)
- Boyd, C. (2017). Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camaron. *Department of Fisheries and Allied*. Obtenido de <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
- Bravo, L. & Mieles, D. (2013). Uso de bacterias probióticas en la fase de cría de post-larvas de camarón (*Penaeus vannamei*) para mejorar la calidad de

agua. Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí. Tesis para la obtención del título de bioquímico en actividades pesqueras.

Carbajal Hernandez, J., & Sanchez Fernandez, L. (2013). Diagnostico y prediccion del habitat en la camaronicultura. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/cys/v17n3/v17n3a14.pdf>

Castro Castro, V., Siu Rodas, Y., Gonzales Huerta, L., & Sokolov, M. (2005). Efecto tóxico de DDT y endosulfan en postlarvas de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei* (Decapoda:Penaeidae) de Chiapas,México. *Revista de biologia tropical*.

Cevallos, J., Cabrera Machado, & Vega Villasante. (2012). Cultivo tierra adentro de camarón marino *Litopenaeus vannamei*: evaluación del agua de dos granjas acuícolas en Cuba. *Red VET*.

Cervantes, U.; Jiménez, C.; Villón, Jimmy. (2001). Diseño de un sistema de tratamiento de agua para su recirculación en laboratorios de larvas de camarón. [TESIS]. Escuela Superior Politécnica del Litoral

Cobo, M., Sonnenhözner, S., Wille, M., & Sorgeloos, P. (2014). Tolerancia de las larvas de camaron *Litopenaeus vannamei* al amoniaco. *CENAIM*.

Duggasa, H., & Gaetan, D. (2018). Biology Of White Leg Shimp. *World Journal of Fish and Marine Sciences*. Obtenido de [https://idosi.org/wjfms/wjfms10\(2\)18/1.pdf](https://idosi.org/wjfms/wjfms10(2)18/1.pdf)

FAO. (2004). *Manejo sanitario y mantenimiento de la bioseguridad de los laboratorios de postlarvas de camarón blanco (Penaeus vannamei)*. Roma: Departamento de Pesca de la FAO.

- Flores Mollo, S., & Aracena Pizarro, D. (2018). Sistema de monitoreo remoto de acuicultura en estanques para la crianza de camarones. *Revista chilena de ingeniería*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v26s1/0718-3305-ingeniare-26-00055.pdf>
- Frias Espericueta, M., & Paes Osuna, F. (2001). Toxicidad de los compuestos del nitrogeno en camarones.
- Frías, M, Melendez, M. & Páez, F. (2000). Effects of Ammonia on Mortality and Feeding of Postlarvae Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*, 65:98-103. <https://www.proquest.com/openview/ad4d66875cb81fedbb9ba1f3b289cf51/1?pq-origsite=gscholar&cbl=54041>
- Garcia Sanchez, S., & Juarez Agis, A. (2018). Variables fisico quimicas ambientales que inciden en el cultivo de camaron *Litopenaeus Vannamei*, Coyuca de Benitez, Guerrero, Mexico. *Revista Mexicana de Agrosistemas*. Obtenido de [https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/wp-content/uploads/2020/11/7-2018\\_RMAE-20-camaron-to-edit.pdf](https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/wp-content/uploads/2020/11/7-2018_RMAE-20-camaron-to-edit.pdf)
- Gonzabay Crespín, A., & Vite Cevallos, H. (31 de Marzo de 2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17632>
- Hamidoghli A, Won S, Farris NW, Bae J, Choi W, Yun H, Bai SC. 2020. Solid state fermented plant protein sources as fish meal replacers in whiteleg

shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Anim Feed Sci Tech* 264: 114474. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114474

Hari, B., Kurup, B.M., Varghese, J.T., Schrama, J.W. & Verdegem, M.C.J. 2004. Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture*, 241: 179-194.

Keller, J. (2007). Effect of free ammonia on the respiration and growth processes of an enriched *Nitrobacter* culture. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135406006786>

Kubitza, F. (2017). El parametro de calidad de agua a menudo ignorado: PH. *Global Aquaculture Advocate*. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/el-parametro-de-calidad-del-agua-a-menudo-ignorado-ph/>

Kuhn, D. (2011). Altos niveles de nitrato tóxicos para los camarones. *Responsible sea food*.

MAF. (2017). *Ornamental Fish and Marine Invertebrates*. New Zealand government.

Lan, S., Wu, L., Zhang, D. & Hu, C. 2015. Effects of light and temperature on open cultivation of desert cyanobacterium *Microcoleus vaginatus*. *Bioresource Technology*, 182: 144-150.

Lezma, C & Paniagua, J. (2010). Effects of constructed microbial mats on water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* post-larvae.

*Aquacultural Engineering*, Volume 42, Issue 2, March 2010, Pages 75-81. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2009.12.002>

Maciel JC, Francisco CJ, Miranda- Filho KC. 2018. Compensatory growth and feed restriction in marine shrimp production, with emphasis on biofloc technology. *Aquacult Int* 26: 203-212. doi: 10.1007/s10499-017-0209-z

Mallase, M & Cotroni, W. (2006). Effect of nitrite on larval development of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, Pages 1292-1298. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.07.048>

Mallase, M & Cotroni, W. (2007). Larval Development of the Giant River Prawn *Macrobrachium rosenbergii* at Different Ammonia Concentrations and pH Values. *Journal of the World Aquaculture Society*, Volume 36, Issue 1 p. 32-41. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2005.tb00128.x>

Mayer, E. (2020). *Monitoreo de la calidad de agua del estanque para mejorar la producción de camarones y peces*. Obtenido de [https://aquafeed.co/entrada/monitoreo-de-la-calidad-de-agua-del-estanque-para-mejorar-la-produccion-de-camarones-y-peces-20528/#:~:text=Un%20nivel%20sub%2D%C3%B3ptimo%20es,del%20fitoplancton%20\(Figura%201\)](https://aquafeed.co/entrada/monitoreo-de-la-calidad-de-agua-del-estanque-para-mejorar-la-produccion-de-camarones-y-peces-20528/#:~:text=Un%20nivel%20sub%2D%C3%B3ptimo%20es,del%20fitoplancton%20(Figura%201).).

Mendoza, R. (2009). Toxicidad aguda del sulfato de cobre en postlarvas de camaron *cryphiops caementarius*.

Milhazes-Cunha, H. & Otero, A. 2017. Valorization of aquaculture effluents with microalgae: the integrated multi-trophic aquaculture concept. *Algal Research*, 24: 416-424.

Muñoz, M. (2022). *Analisis de la calidad de agua en el agua de cultivo de larvas de camaron aplicando el indice de calidad de agua (ICA)*. Universidad Estatal de la peninsula de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8857/1/UPSE-TBI-2022-0046.pdf>

Noboa Bejarano, G. (2016). *Reglamento a la ley de pesca y desarrollo*. Obtenido de [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento\\_Reglamento\\_Ley\\_Pesca\\_Reformado\\_2016.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_Reglamento_Ley_Pesca_Reformado_2016.pdf)

OIE. (2003). *Manual of Diagnostics Tests and Vaccines for Aquatic Animals*. Paris.

Olivo Gutierrez, M., & Verduzco Ramirez, J. (2018). Prototipo para el manejo automatizado de parametros de calidad del agua en una granja de camaron. *Asime*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/614/61458109001/html/>

Orrala, G. (2021). *Comparacion de produccion larvaria de distintas maduraciones en el labortaorio Incamar- Alfamarina, San Pablo- Provincia de Santa Elena*. Universida Estatal de la peninsula de Santa Elena. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6585/1/UPSE-TBM-2021-0007.pdf>

Paladines, F. (2015). *Uso de Bacterias Nitrificantes para el Control de Amonio y Nitrito en Cultivos Intensivos de Camarón*. [TESIS]. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 9

Peña Navarro, N., & Varela Mejias, A. (2016). Prevalencia de las principales enfermedades infecciosas en el camarón blanco *Penaeus Vannamei* cultivado en el golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de biología marina y oceanografía*. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-19572016000300007#:~:text=La%20prevalencia%20general%20fue%20del,%2C3%20y%2050%25%20respectivamente.](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572016000300007#:~:text=La%20prevalencia%20general%20fue%20del,%2C3%20y%2050%25%20respectivamente.)

Peña-Rodríguez, A., Elizondo-González, R., Nieto-López, M.G., Ricque-Marie, D. & Cruz-Suárez, L.E. 2017. Practical diets for the sustainable production of brown shrimp, *Farfantepenaeus californiensis*, juveniles in presence of the green macroalga *Ulva clathrata* as natural food. *Journal of Applied Phycology*, 29(1): 413-421. doi: 10.1007/s10811-016-0846-z

Perez Coello, G. (2018). Revision de las principales enfermedades producidas por protozoarios en el cultivo de camarón (*Litopenaeus Vannamei*) y sus posibles tratamientos. *UTMACH*. Obtenido de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12226/1/DE00003\\_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12226/1/DE00003_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf)

Pico Lozano, E., & Mendoza Intriago, M. (2020). Evaluacion de la calidad de agua de mar en la desembocadura del río Manta y sus efectos en la supervivencia de larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura "Yaku"*. Obtenido de <https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/yaku/article/view/9/41>

Ribeiro, B. (2012). *TOXICIDADE AGUDA DA AMÔNIA, NITRITO E NITRATO SOBRE OS JUVENIS DE CAMARÃO-ROSAFARFANTEPENAEUS*

*BRASILIENSIS*(LATREILLE, 1817) (CRUSTACEA: DECAPODA).

Obtenido de <https://periodicos.furg.br/atlantica/article/view/2712/1488>

Rodriguez, H., & Anzola, E. (2016). La calidad de agua y la productividad de un estanque en la acuicultura. *Instituto nacional de pesca y acuicultura*.

Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34940>

Saoud, I.P., Davis, D.A. & Rouse, D.B. 2003. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. *Aquaculture*, 217(1-4): 373-383.

doi: 10.1016/S0044-8486(02)00418-0

Scelzo, M. (1997). Toxicidad del cobre en larvas nauplii del camaron comercial *Artemesia Longinaris* Bate (Crustacea, Decapoda, Penaeidae).

*Investigaciones marinas*.

Seng, T. (2004). The immune response of white shrimp *Litopenaeus* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus* under nitrite stress. *Fish &*

Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S10504648040004>

15

Tarazona U, León J, Galindo N, Vallejo M, Marguet E. 2018. Caracterización de actinomicetos de sedimento marino y su actividad antagonista frente a

*Vibrio* sp aislados de «langostino blanco» *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Rev Inv Vet Perú* 29: 676-691. doi: 10.15381/rivep.v29i2.14999

Valverde Moya, J., & Varela Mejias, A. (2018). Cultivo comercial de camarones *Litopenaeus vannamei* en Costa Rica durante El Niño 2015: incidencia de

enfermedades. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*.

Obtenido

de

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172018000100019](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172018000100019)

Zhu, C.B., Dong, S.L., Wang, F. & Zhang, H.H. 2006. Effects of seawater potassium concentration on the dietary potassium requirement of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 258(1-4): 543-550. doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.03.038

## 9. Anexos

### 9.1 Anexo 1. Espectrofotómetro Ysi 9500



### 9.2 Anexo 2. Prueba reactiva de amoniaco



### 9.3 Anexo 3. Prueba reactiva de nitritos



### 9.4 Anexo 4. Medición de tóxicos en el agua

