

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERÍA



**“ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN DE DOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN INTENSIVA DE POSTLARVAS DE CAMARÓN
GIGANTE DE MALASIA *Macrobrachium rosenbergii* ”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO

BRAULIO ZAGA ALARCÓN

LIMA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE PESQUERÍA

**“ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN DE DOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN INTENSIVA DE POSTLARVAS DE CAMARÓN
GIGANTE DE MALASIA *Macrobrachium rosenbergii*”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO

Presentada por:

BRAULIO ZAGA ALARCÓN

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

M. Sc. Anibal Severo Verástegui Maíta

Presidente

M. Sc. César Abram Cruz Castellón

Miembro

M. Sc. Fernando Santiago Galecio Regalado

Miembro

M. Eng. Maria Cristina Miglio Toledo

Asesora

LIMA – PERÚ

2019

Dedicado a mis padres y abuelos, por seguir creyendo en mí.

En especial para mi chiqui, por no permitir que me rinda.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora la M. Eng. María C. Miglio Toledo por la oportunidad de trabajar a su lado y por el apoyo brindado durante el desarrollo de la presente tesis.

Al Blgo. MSc. José C. Gastelú y al Ing. Iván Sheen, por instruirme en el cultivo del camarón y permitirme trabajar en las instalaciones del hatchery de la G. A. C. Las Palmas, además por su hospitalidad durante mi estadía en la granja.

Al Ing. Rubén Vicencio, por permitirme trabajar en las instalaciones del hatchery Aqua Prawn.

A mi padre y mi madre, Javier y Karina, por su gran amor y apoyo incondicional en mis proyectos realizados y por realizar.

A mi abuelo y mi abuela, Antonio y Martha, que siempre estuvieron prestos a ayudarme y acompañarme.

A la Bach. Maricielo del Carmen Hervay por su gran apoyo durante el desarrollo de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Características generales del camarón gigante de Malasia	4
2.1.1. Clasificación taxonómica	4
2.1.2. Características biológicas	4
2.1.3. Reproducción	5
2.2. Producción de postlarvas	6
2.2.1. Sistema de producción larval	6
2.2.2. Ciclo de producción larval	6
2.2.3. Parámetros de calidad de agua en la fase larval	9
2.2.4. Alimentación	10
2.2.5. Supervivencia	10
2.3. Índice de Estadío Larval	11
2.4. Calidad larval	12
2.5. Rendimiento productivo	14
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Lugar de ejecución	16
3.2. Descripción de las instalaciones	17
3.2.1. Granja Acuícola Camaronera Las Palmas	17
3.2.2. Aqua Prawn	18
3.3. Descripción de los procedimientos operativos	19
3.4. Registro de los parámetros de calidad de agua	19
3.5. Determinación de la supervivencia larval	20

3.6. Cálculo del Índice de Estadío Larval	21
3.7. Evaluación de la calidad larval	21
3.8. Determinación del rendimiento productivo	23
3.9. Procesamiento y análisis de datos	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. Descripción de los procedimientos operativos	25
4.1.1. Granja Acuícola Camaronera Las Palmas	25
4.1.2. Aqua Prawn	32
4.2. Parámetros de calidad de agua	38
4.3. Supervivencia larval	42
4.4. Índice de Estadío Larval	46
4.5. Calidad larval	50
4.6. Rendimiento productivo	51
4.7. Propuestas de mejora	53
V. CONCLUSIONES	54
VI. RECOMENDACIONES	55
VII. BIBLIOGRAFÍA	56
VIII. ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Fases y especificaciones de la larvicultura y pre-cría de <i>M. rosenbergii</i> (Valenti <i>et al.</i> , 2010b, citado por Boada, 2016)	7
Tabla 2: Características seleccionadas de larvas y postlarvas de <i>M. rosenbergii</i> (Uno y Know, 1969, citado por New <i>et al.</i> , 2010)	8
Tabla 3: Glosario explicativo para identificar el índice de calidad larval (Tayamen y Brown, 1999)	13
Tabla 4: Costos operativos por millar de postlarvas producidas, con las principales categorías de costos presentados como porcentajes de los costos operativos totales (New <i>et al.</i> , 2010)	15
Tabla 5: Clasificación de los tanques de cultivo larval de la G. A. C. Las Palmas	17
Tabla 6: Equipos utilizados en la sala de cultivo larval de la G. A. C. Las Palmas	17
Tabla 7: Clasificación de los tanques y estanques del hatchery Aqua Prawn	18
Tabla 8: Equipos utilizados en el hatchery Aqua Prawn	19
Tabla 9: Metodología y frecuencia de medición de los parámetros fisicoquímicos del agua	20
Tabla 10: Glosario explicativo para identificar el índice de calidad larval para <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (Tayamen y Brown, 1999)	22

Tabla 11: Tabla de valoración del índice de calidad larval	23
Tabla 12: Índice productivo de los insumos utilizados en la producción de postlarvas	24
Tabla 13: Parámetros de cultivos registrados en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas	38
Tabla 14: Parámetros de cultivo registrados en el hatchery Aqua Prawn	39
Tabla 15: Porcentaje de sobrevivencia larval de <i>M. rosenbergii</i> en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas durante el ciclo productivo evaluado	43
Tabla 16: Porcentaje de sobrevivencia larval de <i>M. rosenbergii</i> en el hatchery Aqua Prawn durante el ciclo productivo evaluado	43
Tabla 17: Índice de Estadío Larval de <i>M. rosenbergii</i> en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas	46
Tabla 18: Índice de Estadío Larval de <i>M. rosenbergii</i> en el hatchery Aqua Prawn	47
Tabla 19: Calidad larval obtenida en las evaluaciones realizadas en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas	51
Tabla 20: Calidad larval obtenida en las evaluaciones realizadas en el hatchery Aqua Prawn	51
Tabla 21: Índices productivos del hatchery de la G. A. C. Las Palmas	52
Tabla 22: Índices productivos del hatchery Aqua Prawn	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Plano de las instalaciones del hatchery de la G. A. C. Las Palmas	26
Figura 2: Instalaciones del hatchery de la G. A. C. Las Palmas	27
Figura 3: Plano de las instalaciones del hatchery Aqua Prawn	33
Figura 4: Instalaciones del hatchery Aqua Prawn	33
Figura 5: Variación de la concentración de amonio y nitrito del agua de cultivo larval en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas	41
Figura 6: Variación de la concentración de amonio y nitrito del agua de cultivo larval en el hatchery Aqua Prawn	42
Figura 7: Supervivencia en número de larvas de <i>M. rosenbergii</i> en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas	44
Figura 8: Supervivencia en porcentaje de larvas de <i>M. rosenbergii</i> en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas	45
Figura 9: Supervivencia en número y porcentaje de larvas de <i>M. rosenbergii</i> en el hatchery Aqua Prawn	45
Figura 10: Índice de Estadío Larval de <i>M. rosenbergii</i> en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas	49
Figura 11: Índice de Estadío Larval de <i>M. rosenbergii</i> en el hatchery Aqua Prawn	49

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Hembra ovada de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> .	64
Anexo 2: Materiales usados para la eclosión de nauplios de artemia en la G. A. C. Las Palmas.	64
Anexo 3: Conteo de larvas de <i>M. rosenbergii</i> en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas.	65
Anexo 4: Materiales usados para la eclosión de nauplios de artemia en la hatchery Aqua Prawn.	65
Anexo 5: Larvas observadas en la hatchery de la G. A. C. Las Palmas y Aqua Prawn.	66
Anexo 6: Ejemplares evaluados en la hatchery de la G. A. C. Las Palmas.	67
Anexo 7: Ejemplares evaluados en la hatchery Aqua Prawn.	67
Anexo 8: Consumo eléctrico aproximado del hatchery de la G. A. C. Las Palmas.	68
Anexo 9: Consumo de artemia en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas.	68
Anexo 10: Consumo de alimento balanceado en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas.	68
Anexo 11: Acondicionamiento de agua de cultivo en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas.	68

Anexo 12: Consumo eléctrico aproximado del hatchery Aqua Prawn.	69
Anexo 13: Consumo de artemia en el hatchery Aqua Prawn.	69
Anexo 14: Consumo de alimento balanceado en el hatchery Aqua Prawn.	69
Anexo 15: Transporte de agua de cultivo al hatchery Aqua Prawn	69

RESUMEN

La presente evaluación tuvo como objetivo principal analizar la operación de dos sistemas de producción intensiva de postlarvas de *Macrobrachium rosenbergii* de dos hatcheries comerciales. La hatchery de la Granja Acuícola Camaronera Las Palmas (selva norte), que trabaja con un sistema de recirculación acuícola, tiene una capacidad instalada para producir 600 000 postlarvas mensuales, y la hatchery Aqua Prawn (costa central), que trabaja con un sistema estático, tiene una capacidad instalada para producir 100 000 postlarvas mensuales; ambas hatcheries trabajan en diferentes condiciones de operatividad y manejo. Durante un ciclo productivo se registraron datos de calidad de agua y parámetros productivos: sobrevivencia, índice de estadio larval (IEL), calidad larval y el rendimiento productivo. Para determinar este último, se tomaron datos referidos al gasto de energía eléctrica, de alimento vivo (artemia) y balanceado, y de acondicionamiento de agua de cultivo (agua de mar o agua reconstituida con sales comerciales). Se determinó que la calidad de agua en ambas hatcheries estuvo dentro de los rangos óptimos para el cultivo de esta especie, a excepción de los niveles de nitrito (hasta 6 ppm) alcanzados en el sistema estático. En ambas granjas las primeras postlarvas aparecieron a los 18 días y finalizaron su cultivo larval a los 22 días. Para el sistema de recirculación y el sistema estático se obtuvieron los siguientes resultados, la sobrevivencia promedio fue del 50 y 38 por ciento, el IEL al momento de la cosecha fue de 11,7 y 11,5, y el grado de calidad larval obtuvo el calificativo de “Bueno” en ambas hatcheries. El rendimiento productivo fue expresado como índices productivos, y según estos índices calculados, el sistema de recirculación utiliza mejor los insumos alimento y agua de cultivo, mientras que el sistema estático utiliza mejor el insumo energía eléctrica.

Palabras clave: Parámetros de Cultivo, Sobrevivencia Larval, Índice de Estadio Larval, Calidad Larval, Rendimiento Productivo, *Macrobrachium rosenbergii*.

ABSTRACT

The main objective of this evaluation was to analyze the operation of two post-larvae intensive production systems of *Macrobrachium rosenbergii* of two commercial hatcheries. The hatchery of Granja Acuícola Camaronera Las Palmas (northern jungle), which works with a recirculation aquaculture system, has an installed capacity to produce 600 000 monthly postlarvae, and the Aqua Prawn hatchery (central coast), which works with a static system, it has an installed capacity to produce 100 000 postlarvas per month; both hatcheries work in different operating and handling conditions. During a productive cycle, water quality data and production parameters were recorded: survival, larval stage index (LSI), larval quality and productive performance. To determine the latter, data referring to the expenditure of electric energy, live food (brine shrimp) and balanced, and conditioning of culture water (seawater or water reconstituted with commercial salts) were taken. It was determined that the water quality in both hatcheries was within the optimal ranges for the cultivation of this species, with the exception of nitrite levels (up to 6 ppm) reached in the static system. In both farms the first postlarvae appeared at 18 days and finished their larval culture at 22 days. For the recirculation system and the static system the following results were obtained, the average survival was 50 and 38 percent, the LSI at the time of harvest was 11.7 and 11.5, and the degree of larval quality obtained the qualifier of "Good" in both hatcheries. The productive yield was expressed as productive indices, and according to these calculated indices, the recirculation system uses food and crop water inputs better, while the static system uses electrical energy input better.

Keywords: Culture Parameters, Larval Survival, Larval Status Index, Larval Quality, Productive Performance, *Macrobrachium rosenbergii*.

I. INTRODUCCIÓN

Los camarones dulceacuícolas del género *Macrobrachium*, familia Palaemonidae, son los comercialmente más importantes a nivel mundial. Las más de 100 especies pertenecientes a la familia se encuentran distribuidas en las zonas tropicales y subtropicales del mundo, siendo *Macrobrachium rosenbergii* la que ha sido cultivada con mayor éxito en diversos países (New y Singholka, 1984; Valenti, 2006). Las técnicas básicas de producción de esta especie, nativa de la región Indo-Pacífica tropical, fueron desarrolladas a finales de 1950 en Malasia, EE.UU. e Israel (D'Abramo, 2003). Sin embargo, desde hace dos décadas, investigadores han venido desarrollando nuevas tecnologías y técnicas de manejo con el fin de obtener mejoras en la producción comercial del camarón gigante de Malasia *Macrobrachium rosenbergii* (Wang, 1998).

De acuerdo con New *et al.* (2010) el comportamiento en cautiverio (agresividad, territorialismo) del *M. rosenbergii* y los costos del alimento balanceado serían los factores principales que interfieren con el desarrollo del paquete tecnológico de esta especie. En el Perú, el camarón gigante de Malasia fue introducido por la Universidad Nacional Agraria La Molina en el año 1982 (Guerra, 1988) y su cultivo se concentró en la región San Martín debido a las condiciones climáticas e hidrográficas favorables en esta zona. La producción de camarón en el Perú en el año 2017 fue de 26,26 TM y su cultivo se sigue manteniendo en la región San Martín (PRODUCE, 2018), en su mayoría, ya que según el Catastro Acuícola Nacional existen 70 empresas en total, con diferentes niveles de producción, que tienen autorización para producir el *M. rosenbergii*. De estas 70 empresas distribuidas en 9 regiones, 58 se encuentran en la región San Martín, por lo que solo existen registros de producción de *M. rosenbergii* provenientes de esta región. David *et al.* (2016) menciona que a pesar de la alta producción de *M. rosenbergii* en el mundo, la producción de postlarvas es un cuello de botella porque carece de información basada en evaluación científica.

La mayoría de los hatcheries no operan a capacidad total debido a la baja sobrevivencia de postlarvas, restricciones técnicas, brotes de enfermedades y dificultades para asegurar reproductores de buena calidad (Ahmed, 2008). En el Perú también se puede observar este cuello de botella, al haber solo dos empresas productoras de semilla de *M. rosenbergii* formales, registradas en el Catastro Acuícola Nacional, siendo una de las razones que impide el incremento de la producción a nivel nacional. La etapa larval del *M. rosenbergii* necesita de aguas salobres (12 – 16 ups de salinidad) por lo cual, se requiere un manejo más técnico que la etapa de engorde.

Actualmente, en la región San Martín se encuentra instalada la hatchery de mayor producción en el país con una capacidad instalada de 400 000 a 600 000 postlarvas mensuales, la cual utiliza agua de mar reconstituida con sales minerales comerciales en un sistema de recirculación acuícola. Este hatchery abastece de postlarvas principalmente a la misma granja. La otra instalación formal de producción de postlarvas se encuentra en Lima, una hatchery de menor envergadura que abastece de postlarvas a las regiones de la selva central y sur del Perú; utiliza agua de mar de las costas del litoral limeño en un sistema estático. El consumo mínimo de agua es muy importante para los criaderos alejados de fuentes de agua de mar, donde el agua debe ser transportada largas distancias o se utiliza agua de mar artificial (New *et al.*, 2010). Ambos sistemas de recirculación reportan sobrevivencia larval de alrededor del setenta y cinco por ciento (Cohen y Ra'anán, 1989, citado por New *et al.*, 2010). Sin embargo, este porcentaje varía según la operatividad y manejo de la granja (Gastelú, J., comunicación personal, 24 de agosto de 2018).

El Perú es un país con un gran potencial acuícola gracias a una gran diversidad en recursos hidrobiológicos y de cuerpos de agua, con un sector acuícola en permanente crecimiento; sin embargo, para que dicho crecimiento sea alcanzado es necesario tener una producción competitiva. El *Macrobrachium rosenbergii* es una especie prometedora, con un ciclo de producción semestral y buenos precios en el mercado; no obstante, la producción de semilla debe expandirse y tecnificarse; para suplir la actual demanda de semilla en las hectáreas destinadas al monocultivo del camarón y al policultivo con tilapia, estimaciones conservadoras refieren que la producción adicional de 100 millares de postlarva de camarón gigante quincenalmente, para abastecer a los productores en la región San Martín,

podría duplicarse la cosecha de esta especie en la región (Gastelú, J., comunicación personal, 24 de agosto de 2018).

El objetivo principal de la siguiente evaluación es analizar la operación de dos sistemas de producción intensiva de postlarvas de *Macrobrachium rosenbergii* de dos hatcheries comerciales, la Granja Acuícola Camaronera Las Palmas y el hatchery Aqua Prawn, las cuales trabajan en diferentes condiciones de operatividad y manejo; observando las deficiencias y proponiendo mejoras, y del cual derivan los siguientes objetivos específicos los cuales son describir el control y manejo de los parámetros de calidad de agua en cada centro productivo, y realizar propuestas de mejora, determinar la sobrevivencia larval en cada centro productivo, determinar los Índices de Estadío Larval (IEL) en cada centro productivo, determinar la calidad larval en cada centro productivo y determinar el rendimiento productivo, en términos de la sobrevivencia y gastos operativos tales como la alimentación, energía eléctrica y de transporte o acondicionamiento de agua, en cada centro productivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CAMARÓN GIGANTE DE MALASIA

2.1.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del camarón gigante de Malasia según D'Abramo *et al.* (2003) es:

Reino : Animalia

Phylum : Artropoda

Clase : Malacostraca

Orden : Decápoda

Familia : Palaemonidae

Género : Macrobrachium

Especie : *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

2.1.2. Características biológicas

Las especies de camarón de agua dulce del género *Macrobrachium*, son los comercialmente más importantes en esta familia. Están distribuidas por todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Se sabe que existen más de 100 especies y que una cuarta parte de ellos se encuentra en América (New, 1980), siendo el *Macrobrachium rosenbergii* la que ha sido cultivada con mayor éxito en diversos países del mundo, como China, Vietnam, Tailandia, India, Bangladesh; incluyendo las regiones tropicales de América (New y Singholka, 1984; Valenti, 2006), donde ha sido introducido desde los años setenta (New *et al.*, 2010).

M. rosenbergii es la especie más grande del género; los machos pueden alcanzar una longitud total (desde la punta del rostrum hasta la punta del telson) de 320 mm y las hembras de 250 mm. El cuerpo suele ser de un color gris verdoso a pardusco, a veces más azulado, y es más oscuro en los ejemplares más grandes (New *et al.*, 2010).

Esta especie vive en ambientes tropicales de agua dulce influenciados por áreas adyacentes de aguas salobres. A menudo se le encuentra en condiciones extremadamente turbias. Las hembras grávidas migran río abajo a los estuarios, donde los huevos eclosionan como larvas nadadoras libres en agua salobre. Antes de metamorfosear en postlarvas, las larvas planctónicas pasan a través de varios estadios de zoea. Después de la metamorfosis, las postlarvas adoptan un estilo de vida más bentónico y comienzan a migrar río arriba hacia el agua dulce (New, 2002). La especie *M. rosenbergii*, al igual que otros crustáceos, renuevan su exoesqueleto a medida que crecen y aumentan de tamaño en un proceso llamado muda o ecdisis (Hartnoll, 1982). En general, su crecimiento depende de varios factores, incluyendo la edad, sexo, tasa y frecuencia de la alimentación, calidad del alimento, protocolos de control de enfermedades, densidad de carga, factores ambientales, sociales y sobre todo genéticos (Prasuna Devi *et al.*, 2015).

2.1.3. Reproducción

Los camarones pueden reproducirse de forma continua o periódica, dependiendo de su distribución geográfica. En algunas regiones tropicales, la reproducción es posible durante todo el año, pero en otras es estacional. Después de la maduración ovárica, las hembras de *M. rosenbergii* experimentan una muda, conocida como muda previa al desove o antes del apareamiento, que generalmente ocurre en la noche. Después de que se produce este proceso de muda, el cortejo y el apareamiento comienzan (New *et al.*, 2010).

La fecundidad de *M. rosenbergii* varía considerablemente con la edad, el tamaño y la etapa de madurez. Según New y Singholka (1985), la hembra *M. rosenbergii* puede poner entre 80 000 y 100 000 huevos en cada desove cuando está completamente madura. Sin embargo, sus primeras crías a menudo no superan los 5 000 a 20 000. Los huevos son ligeramente elípticos con un eje largo de 0,6 – 0,7 mm, y son de color naranja brillante hasta 2 o 3 días antes de la eclosión, cuando se vuelven de color gris-negro (Ling, 1969; Manush *et al.*, 2006). Las larvas son planctónicas, nadan boca arriba dentro de la columna

de agua y muestran fototropismo positivo. El desarrollo larvario es dependiente de la temperatura. Después de la metamorfosis, la postlarva asume un estilo de vida bentónico y comienza a migrar río arriba hacia el agua dulce. Las postlarvas se asemejan a los camarones adultos en miniatura y nadan con el lado dorsal hacia arriba (New y Singholka, 1985).

2.2. PRODUCCIÓN DE POSTLARVAS

2.2.1. Sistemas de producción larval

La producción de postlarvas se puede realizar en sistemas de agua clara y agua verde, en diferentes escalas de producción (intensiva o artesanal). En la actualidad, muy pocos criaderos de camarones continúan usando el sistema de aguas verdes, porque la tasa de sobrevivencia larval es muy variable (32 – 92 por ciento) (Phuong *et al.*, 2006 citado por New *et al.*, 2010) y la proliferación de algas influye directamente en los parámetros físico-químicos del agua (Hudon *et al.*, 1989).

Los sistemas de "aguas claras" son más eficientes y estables, estos pueden ser sistemas abiertos o cerrados (recirculación) (New *et al.*, 2010). Los sistemas abiertos o de flujo continuo se basan en el intercambio regular de agua para reducir las sustancias tóxicas que se acumulan en el agua de cría. Los sistemas cerrados o de recirculación están diseñados para minimizar las pérdidas de agua y maximizar la calidad del agua para criar larvas. El consumo mínimo de agua es muy importante para los criaderos alejados de fuentes de agua de mar, donde el agua debe ser transportada largas distancias o se utiliza agua de mar artificial (New *et al.*, 2010). Ambos sistemas de "aguas claras" tienen tasas de sobrevivencia larval alrededor del 75 por ciento (Cohen y Ra'anán, 1989, citado por New *et al.*, 2010).

2.2.2. Ciclo de producción larval

La larvicultura comprende la obtención y el desarrollo de las larvas en agua salobre (12 – 16 ups) hasta completar la metamorfosis en postlarvas, las cuales ya pueden ser cultivadas en agua dulce (New, 2002). Al momento de la eclosión, se producen larvas que nadan libremente, las cuales pasan por una metamorfosis de 11 estadíos larvales hasta convertirse

en postlarva (PL) lo que puede tomar de 16 a 35 días, dependiendo de las condiciones de cultivo (Ribeiro y Logato, 2002). En la Tabla 1 se muestran las fases y especificaciones de la larvicultura y pre-cría de *M. rosenbergii*.

Tabla 1: Fases y especificaciones de la larvicultura y pre-cría de *M. rosenbergii* (Valenti *et al.*, 2010b, citado por Boada, 2016)

Fase	Duración (días)	Densidad de siembra	Descripción	Tipo de sistema utilizado
Larvicultura	21 - 35	40 - 100 larvas/L	Huevos eclosionan como zoea y atraviesan por 11 estadios de zoea morfológicamente diferentes.	Sistemas de flujo abierto o sistemas de recirculación acuícola (SRA). Tanques pueden ser ovalados, cilíndricos o rectangulares, de cemento o fibra de vidrio (1 a 10 m ³).
Pre-cría	60 - 90	200 - 600 PL/m ²	Las postlarvas se colocan en los estanques hasta llegar a ser juveniles de 2 – 3 g.	El cultivo puede realizarse en tanques o estanques de tierra, protegidos o no en un invernadero; también pueden utilizarse jaulas que son instaladas en los propios estanques de engorde. Tamaño varía entre 10 – 50 m ³ .

Las larvas nadan activamente con la cola hacia delante y el lado ventral hacia arriba. Desde el estadio de postlarva en adelante, los camarones nadan hacia adelante, con el lado dorsal hacia arriba. Desde la metamorfosis en adelante, los camarones también pueden caminar, no sólo sobre el substrato sino también sobre áreas húmedas incluyendo piedras en los márgenes del río, ascendiendo superficies verticales (pequeñas cascadas, represas, etc.) y a través de la tierra. Las larvas consumen principalmente zooplancton (sobre todo crustáceos diminutos), gusanos muy pequeños y estadios larvales de otros crustáceos (New, 2010).

En la Tabla 2 se muestra las características seleccionadas de larvas y postlarvas *M. rosenbergii* que se utilizan para la determinación del estadio larval.

Tabla 2: Características seleccionadas de larvas y postlarvas de *M. rosenbergii* (Uno y Kwon, 1969, citado por New, 2010)

Estadios	Características						
	Ojos	Rostrum	Flagelo Antenal	Urópodos	Telson	Pleópodos	Periópodos
I	Sésiles						
II	Con pedúnculo						
III		1 diente dorsal		Primera aparición			
IV		2 dientes dorsales		Biramados con setas			
V			2 o 3 segmentos		Más alargado y más estrecho		
VI			4 segmentos		Más estrecho	Primera aparición de brotes	
VII			5 segmentos			Biramados y descubiertos	
VIII			~7 segmentos			Biramados y con cerdas	
IX			~9 segmentos			Endopodos con apéndices internos	
X		3 dientes dorsales	~12 segmentos				Completamente quelado (1ro y 2do)
XI		Muchos dientes dorsales	~15 segmentos				

Postlarva Rostrum con dientes dorsales y ventrales; comportamiento principalmente bentónico, como en adultos.

2.2.3. Parámetros de calidad de agua en la fase larval

La salinidad del agua en el cultivo de larvas de camarón debe mantenerse entre 12 a 16 ups, porque se obtienen los mejores resultados productivos (New, 2002). Las ligeras variaciones en la salinidad no son perjudiciales, pero se debe evitar hacer cambios repentinos.

El rango de temperatura óptimo para la larvicultura de *M. rosenbergii* es de 28 – 31 °C, siendo 30 °C la temperatura ideal. Por debajo de 24 – 26 °C, las larvas no crecerán bien y el tiempo necesario para que alcancen la metamorfosis será mayor, lo que afecta enormemente la economía del criadero. Las temperaturas superiores a 33 °C generalmente causan altas mortalidades. Los cambios bruscos de temperatura, incluso tan pequeños como 1,0 °C, impactan a las larvas y causan mortalidades (New, 2002).

Los niveles de oxígeno disuelto en el agua de cría de larvas deben mantenerse por encima 5 ppm y del 70 por ciento de saturación, este nivel satisface las demandas de oxígeno de las larvas, la respiración de la artemia y el proceso de nitrificación (New *et al.*, 2010).

El pH afecta directamente a las larvas, así como al proceso de nitrificación, la concentración de dióxido de carbono y el balance de amoníaco/amonio. La adición periódica de sustancias tamponantes, como el bicarbonato de sodio (NaHCO₃) y el carbonato de sodio (Na₂CO₃), puede ser necesaria para estabilizar el pH. Se recomienda mantener el pH entre 7,5 y 8,0 para los criaderos de *M. rosenbergii*. (Mallasen y Valenti, 2005).

Los compuestos de nitrógeno inorgánico (amoníaco, nitrito y nitrato) son los parámetros de calidad del agua más importantes en los sistemas de recirculación. La toxicidad de los compuestos nitrogenados incrementa si hay incremento de temperatura y pH (New *et al.*, 2010). Los niveles altos de amoníaco en el agua inhiben la excreción y la respiración en las larvas (Mallasen y Valenti, 2005). Las larvas de *M. rosenbergii* pueden tolerar altos niveles de nitrógeno amoniacal total (8 ppm); la toxicidad depende principalmente del nivel de amoníaco no ionizado (Mallasen y Valenti, 2005).

El amoníaco (NH₃) es tóxico para las larvas de camarón y su concentración en el agua no debe exceder de 1,5 ppm de ion amonio (NH₄⁺) y 0,1 ppm de amoníaco no ionizado (NH₃) (Nandlal y Pickering, 2005). Mallasen y Valenti (2006) sugieren que existen diferencias individuales en la tolerancia al nitrito (NO₂) en las larvas de *M. rosenbergii*. A pesar de esto, estos autores no encontraron ninguna diferencia en el desarrollo larvario sometido a concentraciones de nitrito de hasta 2 ppm. El nitrato (NO₃) presenta una toxicidad muy baja para *M. rosenbergii*, el cual no tiene efecto sobre las larvas a niveles de hasta 180 ppm y se toleran valores tan altos como 600 ppm (Mallasen *et al.*, 2003).

2.2.4. Alimentación

Las larvas de *M. rosenbregii* son carnívoras y en el cultivo se alimentan de nauplios de *Artemia sp.*, además se complementa con otras dietas ricas en proteínas (Nandlal y Pickering, 2005). Las larvas de camarón gigante de Malasia no buscan activamente su alimento, por lo que los nauplios de artemia es un tipo de alimento tan valioso. Lo ideal es tener artemia siempre presente en los tanques en número suficiente; debe haber aproximadamente 3 – 6 nauplios de artemia/ml, dependiendo de la edad de las larvas (New, 2002).

A partir del tercer día de cultivo, se recomienda comenzar a alimentar con pequeñas cantidades de dietas balanceadas semihumedas, incrementando gradualmente la frecuencia de alimentación y la cantidad a medida que crecen las larvas, distribuyéndolas uniformemente en el tanque. No se puede prescribir la cantidad exacta de alimento que se debe administrar en cada comida, ya que depende del estadio larval y si está o no próximo a mudar, esto se debe juzgar visualmente. La regla básica es que se vea a cada larva portando una partícula de este alimento inmediatamente después de cada alimentación (Correia *et al.*, 2000).

2.2.5. Supervivencia

Se ha informado que la supervivencia es típicamente del 40 al 50 por ciento en los sistemas de flujo continuo (New y Singholka, 1985; New, 2002); en sistemas estáticos o de recambio intermitente, cambiando el 25 por ciento del volumen de agua cada 3 días después de los primeros 10 días, la supervivencia es solo del 39 por ciento (Silva *et al.*, 2007); sin embargo, las altas tasas de supervivencia se han obtenido en sistemas de recirculación comercial con biofiltros de baja tecnología, alcanzando supervivencias del 75 al 80 por ciento (Aquacop, 1983; Cohen y Ra'anán, 1989; New *et al.*, 2010).

Varios factores pueden afectar la supervivencia, como la calidad de las larvas, el agua, el alimento y el manejo en general, pero parece que tanto los criaderos comerciales como los artesanales, que siguen buenos protocolos de manejo de criaderos, pueden lograr buenos índices de supervivencia (New *et al.*, 2010).

El control de calidad de las larvas almacenadas es muy importante para maximizar la sobrevivencia. Se han realizado esfuerzos de evaluación para encontrar formas de separar las larvas débiles de las sanas; son potencialmente útiles en trabajos de evaluación, pero cuando se observa que las larvas son débiles en una situación comercial, se recomienda que todo el lote se descarte en lugar de separar lo fuerte de lo débil (New *et al.*, 2010).

La etapa de la muda también influye en la sobrevivencia ya que inmediatamente antes de la ecdisis, el animal no come, lo que quiere decir que, si no tiene buenas reservas energéticas, no logrará mudar, por lo tanto, morirá. Otra característica de esta etapa es que, inmediatamente después de la muda, el animal no puede moverse, lo que la deja propensa a ser canibalizado. Es importante considerar el ciclo de muda como un proceso continuo y con esto comprender el impacto que tiene en las tasas de sobrevivencia (Peebles, 1977; citado por New *et al.*, 2010).

Para la etapa final del cultivo, se ha observado un mayor porcentaje de mortalidad a partir de la aparición de la primera postlarva, debido al canibalismo de parte de las larvas hacia las postlarvas; por lo que se recomienda la separación de las postlarvas cuando la densidad postlarval en el fondo del tanque es superior a 2 postlarvas/cm² (Aquacop, 1983).

2.3. ÍNDICE DE ESTADÍO LARVAL

El Índice de Estadío Larval (IEL) es una medida de tendencia central calculada por el método de promedio ponderado, es decir, los números de larvas en cada etapa se multiplican por el número de etapa y la suma de los productos se dividió por el número total de larvas muestreadas (Manzi *et al.*, 1977).

$$IEL = \frac{\Sigma(N^{\circ} \text{ larvas en cada estadío } \times N^{\circ} \text{ de estadío larval})}{N^{\circ} \text{ total de larvas en la muestra}}$$

Dado que el IEL es basado en una escala abierta (la etapa postlarval no está incluida) necesariamente está sesgada hacia valores por debajo de 12.

2.4. CALIDAD LARVAL

La evaluación del estado y la calidad de las larvas de crustáceos desde hace más de dos décadas ha cobrado una importancia creciente, especialmente para la industria langostinera y camaronesa; la calidad de los individuos en su fase inicial afecta significativamente los rendimientos de los estanques (Daniels *et al.*, 1992). Se han utilizado varios criterios, ya sea como indicadores individuales o en conjunto con una serie de factores. Si bien gran parte de los estudios de evaluación de la calidad de los crustáceos comerciales para la acuicultura se ha concentrado en las postlarvas, la evaluación de la calidad larval también toma importancia por permitir la evaluación de las condiciones de cultivo que se utilizan en una hatchery, y también como herramienta de evaluación, ya que permite una evaluación cuantitativa de la calidad de un stock en particular (Tayamen y Brown, 1999).

En la Tabla 3 se muestra el glosario explicativo para indicar el índice de calidad larval.

Tabla 3: Glosario explicativo para identificar el índice de calidad larval (Tayamen y Brown, 1999)

		Score 0	Score 1	Score 2
1	Plenitud del intestino	Intestino vacío.	Intestino moderadamente lleno.	Intestino lleno con hebras fecales.
2	Contenido de lípidos intestinales (estado del hepatopáncreas)	Las larvas parecen delgadas; no hay glóbulos lipídicos visibles.	Glóbulos muy pequeños visibles en la glándula digestiva.	Glóbulos en la glándula digestiva visiblemente llenos.
3	Pigmentación (estado de los cromatóforos)	Cromatóforos totalmente contraídos asociados. Color azulado, claro u oscuro.	Cromatóforos moderados en un área. Color naranja, claro u oscuro.	Cromatóforos bien dispersos. Color ambar, naranja y rojo tostado.
4	Coloración corporal	Apariencia ploma/azulado oscuro en el segmento abdominal.	Apariencia moderada de naranja claro en el segmento abdominal.	Apariencia ambar, naranja, rojo tostado en el segmento abdominal.
5	Rostrum	Rostrum dañado/desfigurado.	Rostrum rizado, doblado, retorcido.	Rostrum recto, entero.
6	Relación de músculo a intestino	El intestino parece ancho, músculo delgado en el VI segmento.	El intestino parece delgado, músculo ancho en el VI segmento.	El intestino parece delgado, músculo más ancho en el VI segmento.
7	Apariencia muscular del abdomen	Músculo abdominal opaco con gránulos.	Músculo abdominal ligeramente limpio.	Músculo abdominal limpio, transparente, liso.
8	Melanización (presencia de puntos negros)	Puntos negros observados en apéndices/cuerpo.	Menor cantidad de puntos negros en apéndices/cuerpo.	Sin puntos negros (melanización).
9	Organismos incrustantes (fouling)	Mayor parte del cuerpo afectado.	Menor parte del cuerpo afectado.	Cuerpo limpio, ausencia de protozoos, ciliados, etc.
10 a	Comportamiento natatorio	Movimiento lento, errático.	Movimiento moderado con la cabeza al revés.	Movimiento rápido, como saltar.
10 b	Respuesta fotopositiva	Sin respuesta.	Respuesta positiva lenta.	Respuesta positiva rápida.

2.5. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

En la productividad del cultivo de camarones influyen directamente la densidad de siembra, la duración del cultivo y la operación. Además deben considerarse otros aspectos importantes, como los costos de operación y el precio nacional e internacional del producto en el momento de las cosechas. Los costos de producción varían cuando se trata de tecnologías distintas de cultivo y los precios de ventas fluctúan dependiendo de la oferta nacional e internacional del producto. Ante estas perspectivas y fluctuaciones, Valverde y Alfaro (2013) recomiendan hacer un estudio donde se evalúe la producción, la estrategia de producción y de comercialización que deben llevar a cabo, con el fin de lograr su propósito primordial que es obtener ganancias.

Según New *et al.* (2010), en el pasado solo había unos pocos estudios de casos publicados de operaciones comerciales existentes, mientras que mucha información sigue siendo de propiedad privada. Desde que Rhodes (2000), citado por New *et al.* (2010), examinó el tema, la disponibilidad de datos inéditos y publicados ha venido aumentando en relación con los costos económicos y la rentabilidad de las empresas comerciales de camarones de agua dulce que operan. New *et al.* (2010) recopiló información económica de distintos hatcheries y presentó los costos de operación en distintos países, además de las principales categorías de costos presentados como porcentajes de los costos operativos totales, los cuales son presentados en la Tabla 4.

Tabla 4: Costos operativos por millar de postlarvas producidas, con las principales categorías de costos presentados como porcentajes de los costos operativos totales (New *et al.*, 2010)

País	Producción ^a (000)	Costo por 1000 PL (US\$)	% de costos de operación				Fuente
			Mano de obra	Alimento	Energía Eléctrica	Otros	
India	200	8,35	32	19	5	44	Sebastian (1990)
Tailandia	450	19,68	15	39	10	36	Anonymous (1980)
Vietnam	1130	1,29	13	42	nr	45	Hai <i>et al.</i> (2003)
Tahití	1500	14,50	48	13	9	30	Aquacop (1979)
Tailandia	2600	15,40	12	21	5	62	Anonymous (1980)
Brasil	4000	14,83	30	50	20	nr	Brasil 1997 no publicado
Tailandia	5000	17,11	9	19	5	67	Anonymous (1980)
Costa Rica	6000	15,63	35	26	12	27	Costa Rica 1997 no publicado
E.E.U.U. ^b	6300	10,41	51	20	9	20	Fuller <i>et al.</i> (1992)
Malasia	10 000	15,64	41	24	3	32	Tiensongrasmee (1983)
India	20 000	4,05	27	43	8	22	India 2004 no publicado ^c
Tailandia	50 000	1,35	6	65	2	27	Tailandia 1997 no publicado
Promedios							
Hatcheries asiáticos ^d		12,91	20	27	5	48	
Hatcheries americanos ^e		13,52	39	32	14	16	
Todos los hatcheries		11,52	27	32	7	34	

^a Capacidad anual reportada de producción de PL de camarón en miles.

^b Mississippi.

^c C. M. Nair y K. Salin, comunicación personal, 2008.

^d Capacidad anual reportada de 10 millones de PL o menos.

^e Hatcheries de América Latina y Estados Unidos de América.

nr = no reportado; los porcentajes de costos operativos con “nr” fueron tratados como ceros al calcular los promedios.

III. METODOLOGÍA

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La evaluación de las condiciones operativas se desarrolló en dos hatcheries comerciales, la Granja Acuícola Camaronera Las Palmas, con coordenadas 6°31'14,9"S 76°19'59,5"W, ubicada en la selva norte del Perú, región San Martín, distrito de La Banda de Shilcayo, Caserío Las Palmas. Este centro acuícola cuenta con una autorización vigente para desarrollar Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa (AMYPE); tiene una extensión de 98 385 m² (Catastro Acuícola Nacional actualizado al 2018). Cuenta con un hatchery con una capacidad de producción de 400 000 a 600 000 postlarvas mensuales. La sala de cultivo larval cuenta con tanques de 1000 L de capacidad conectados entre sí a un sistema de recirculación acuícola.

La hatchery Aqua Prawn, con coordenadas 11°58'18,8"S 76°45'33,4"W, ubicada en la región Lima, distrito de Chaclacayo. Cuenta con una autorización vigente para desarrollar Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa (AMYPE); tiene una extensión de 35 m² (Catastro Acuícola Nacional actualizado al 2018). A diferencia del anterior hatchery, este trabaja con un sistema estático, cada dos días se recambia el 50 por ciento de agua de cada tanque; cabe resaltar que el agua es reutilizada previa filtración mecánica y biológica.

En ambas hatcheries se usan reproductores de la Granja Acuícola Camaronera Las Palmas para abastecerse de larvas de *M. rosenbergii*. La evaluación se desarrolló durante un ciclo productivo, el cual duró 22 días para la Granja Acuícola Camaronera Las Palmas y para Aqua Prawn.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

3.2.1. Granja Acuícola Camaronera Las Palmas

El hatchery de la G. A. C. Las Palmas tiene un área de 200 m², en las cuales se encuentran distribuidos la antesala, la sala de cultivo, la sala de alimentos y la sala de microscopía. La antesala sirve de almacén de algunos artículos de limpieza utilizados en el hatchery.

En la sala de cultivo se encuentran 17 tanques de fibra de vidrio. La clasificación de los tanques se muestra en la Tabla 5. El sistema de recirculación esta constituido por los tanques de cultivo, de recepción y distribución, y de reservorio; cabe mencionar que cada tanque de cultivo tiene su propio sistema de filtración (mecánica y biológica). Los equipos utilizados en esta sala se mencionan en la Tabla 6.

Tabla 5: Clasificación de los tanques de cultivo larval de la G. A. C. Las Palmas

	Nº Tanques	Volumen (L)
Tanque de desove	1	1000
Tanque de colección larval	1	100
Tanque de cultivo larval	9	1000
Tanque de recepción y distribución	1	1000
Tanque reservorio	3	10000
Tanque de uso múltiple	2	1000

Tabla 6: Equipos utilizados en la sala de cultivo larval de la G. A. C. Las Palmas

Equipo	Número	Especificaciones
Blower	2	Marca: SWEET WATER Potencia: 1 HP
Bomba sumergible	13	Marca: VENUSAQUA Flujo: 2000 L/h
Filtro UV	1	Marca: ODYSSEA Tipo de lámpara: UV – 36 W
Skimmer	1	Tipo artesanal
Termostato	10	Marca: SOBO Potencia: 300 W

En la sala de alimentos se encuentra el área de eclosión de artemia, y el área de preparación y almacenamiento de alimento balanceado. La marca de cistes de artemia utilizada es “BRINE SHRIMP DIRECT” del Tipo A (90 por ciento de eclosión). Se utilizan tanques de 18 litros para la eclosión de los cistes.

En la sala de microscopía se encuentra el microscopio, marca Labor Tech, para la observación diaria del desarrollo larval. Además, se almacenan los equipos de laboratorio, tales como el conductímetro (sin marca), kit de reactivos (marca JBL), oxímetro (sin marca), refractómetro (sin marca), potenciómetro (sin marca), termómetro digital (sin marca), e insumos utilizados en el laboratorio.

3.2.2. Aqua Prawn

El hatchery Aqua Prawn tiene un área de 35 m², cuenta con un ambiente para el desarrollo de todos los procesos concernientes al cultivo larval. Trabaja con un sistema estático, que consta de 9 tanques de fibra de vidrio y tres estanques de concreto. La clasificación de los tanques y estanques se muestran en la Tabla 7. También se encuentra el área de eclosión de artemia; la marca de cistes de artemia utilizada es “MACKAY MARINE” del Tipo B (80 por ciento de eclosión). La producción de nauplios de artemia se realiza en envases de 3 litros. Los equipos utilizados en la hatchery se mencionan en la Tabla 8.

Tabla 7: Clasificación de los tanques y estanques del hatchery Aqua Prawn

	Nº Tanques	Volumen (L)
Tanque de cultivo larval	7	500
Tanque de distribución	1	1000
Tanque de acondicionamiento de agua	1	500
Estanque reservorio	1	2000
Estanques (filtro)	2	2000

Tabla 8: Equipos utilizados en el hatchery Aqua Prawn

Equipo	Número	Especificaciones
Blower	1	Marca: SPENCER TURBINE Potencia: 1/2 HP
Hidrobomba	1	Marca: n.r. Potencia: 1/2 HP
Termostato	6	Marca: n.r. Potencia: 150 W

3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

Para la descripción de los procedimientos operativos se realizó trabajo de campo en cada hatchery, se recopiló información a partir de entrevistas con los jefes de producción y se realizó la revisión de la documentación interna (protocolos). Los procedimientos que se evaluaron fueron el manejo hidráulico, desinfección de hembras, conteo larval, programa de alimentación, evaluación larval, limpieza del sistema y mantenimiento de equipos e instrumentos. Una vez obtenidos los datos se procedió al procesamiento de los mismos, se elaboro un diagnostico, se determinaron los puntos deficitarios y se propusieron recomendaciones.

3.4. REGISTRO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA

Se registró datos de la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, según la metodología y frecuencia presentada en la Tabla 9. Además se registró la presencia de los compuestos de nitrógeno inorgánico: nitrógeno amoniacal total, nitrito, nitrato, mediante un kit de reactivos marca JBL, los cuales se registraron diariamente desde el inicio hasta el final del cultivo. Las muestras de agua se obtuvieron de tanque de cultivo. En la Tabla 9 se describe la frecuencia de toma de muestra y la metodología para la lectura de los parámetros.

Tabla 9: Metodología y frecuencia de medición de los parámetros fisicoquímicos del agua

PARÁMETRO	UNIDADES	METODOLOGÍA/EQUIPO	FRECUENCIA
Temperatura del agua	°C	Termómetro digital	Diario
Salinidad	ups	Refractómetro	Semanal
Conductividad Eléctrica	mS/cm	Conductímetro	Semanal
pH	-	Potenciómetro	Diario
Oxígeno Disuelto	ppm	Oxímetro	Diario
Nitrógeno Amoniacal Total	ppm	Kit Colorimétrico JBL	Diario
Nitrógeno como Nitrito	ppm	Kit Colorimétrico JBL	Diario
Nitrógeno como Nitrato	ppm	Kit Colorimétrico JBL	Diario

3.5. DETERMINACIÓN DE LA SOBREVIVENCIA LARVAL

Se realizaron conteos de los individuos semanalmente en cada unidad de producción, suspendiendo el conteo cuando se observaron las primeras postlarvas, porque al ser bentónicas estas se mantendrían en el fondo y las paredes del tanque, representando un error en el protocolo que se utilizó para el conteo de las larvas. El protocolo de conteo de larvas constó en tomar tres muestras de un litro de cada tanque, previamente homogenizado; la homogenización se realizó ejecutando movimientos circulares, utilizando las manos, dentro del tanque. Se procedió al conteo, de los resultados obtenidos se halló un promedio y se calculó el número total de larvas en cada tanque (Gastelú, J., comunicación personal, 24 de agosto de 2018). Este procedimiento es aplicable para la etapa larval.

El conteo final, para la determinación de sobrevivencia de cultivo o el porcentaje de postlarvas presente en los tanques de cultivo, se desarrolló de acuerdo a New *et al.* (2010), utilizando un estándar volumétrico. Se contabilizaron las postlarvas contenidas en un tubo PVC de una pulgada de diámetro por media pulgada de altura (llamada cuchara), el promedio de tres conteos se usó como estándar y se multiplicó por el número de “cuchareadas” para obtener la cantidad de postlarvas cosechadas por tanque evaluado.

3.6. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ESTADÍO LARVAL

Para determinar el Índice de Estadío Larval (IEL) se tomaron muestras diarias de diez larvas por cada lote producido, las cuales se observaron al microscopio marca Labor Tech (Las Palmas) y Nikon (Aqua Prawn), con aumentos de 64X y 160X, para reconocer el estadío larval de acuerdo a la tabla presentada por Uno y Kwon (1969); registrándose el número de larvas en cada estadío.

El cálculo del IEL se realizó por el método del promedio ponderado, es decir, la sumatoria del número de larvas de cada estadío i multiplicado por el estadío larval (i), dividido por el número total de larvas muestreadas (Manzi *et al.*, 1977).

$$IEL = \sum_{i=1}^{12} \frac{N^{\circ} \text{ larvas en el estadío } i \times i}{N^{\circ} \text{ total de larvas en la muestra}}$$

Dado que el IEL se basa en una escala abierta necesariamente está sesgada hacia valores por debajo de 11; por lo que se consideró a las postlarvas presentes como el doceavo estadío, esto con fines prácticos para una mejor interpretación de los resultados.

3.7. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD LARVAL

La evaluación de la calidad larval se realizó en función a la observación de la morfología y el comportamiento de las larvas utilizadas anteriormente para la determinación del IEL. Se utilizó un microscopio marca Labor Tech (Las Palmas) y Nikon (Aqua Prawn), con aumentos de 64X y 160X. Se calificó la calidad larval con los indicadores y criterios de ponderación mencionados por Tayamen y Brown (1999) – modificado, expuestos en la Tabla 10. De las once características propuestas por Tayamen y Brown (1999), solo se evaluaron ocho debido a que no se contaba con las condiciones para evaluar las restantes.

Tabla 10: Glosario explicativo para identificar el índice de calidad larval para *Macrobrachium rosenbergii* (Tayamen y Brown, 1999)

	Score 0	Score 1	Score 2	
1	Contenido de lípidos intestinales (estado del hepatopáncreas)	Las larvas parecen delgadas; no hay glóbulos lipídicos visibles.	Glóbulos muy pequeños visibles en la glándula digestiva.	Glóbulos en la glándula digestiva visiblemente llenos.
2	Pigmentación (estado de los cromatóforos)	Cromatóforos totalmente contraídos asociados. Color azulado, claro u oscuro.	Cromatóforos moderados en un área. Color naranja, claro u oscuro.	Cromatóforos bien dispersos. Color ambar, naranja y rojo tostado.
3	Coloración corporal	Apariencia ploma/azulado oscuro en el segmento abdominal.	Apariencia moderada de naranja claro en el segmento abdominal.	Apariencia ambar, naranja, rojo tostado en el segmento abdominal.
4	Rostrum	Rostrum dañado/desfigurado.	Rostrum rizado, doblado, retorcido.	Rostrum recto, entero.
5	Melanización (presencia de puntos negros)	Puntos negros observados en apéndices/cuerpo.	Menor cantidad de puntos negros en apéndices/cuerpo.	Sin puntos negros (melanización).
6	Organismos incrustantes (fouling)	Mayor parte del cuerpo afectado.	Menor parte del cuerpo afectado.	Cuerpo limpio, ausencia de protozoos, ciliados, etc.
7	Comportamiento natatorio	Movimiento lento, errático.	Movimiento moderado con la cabeza al revés.	Movimiento rápido, como saltar.
8	Respuesta fotopositiva	Sin respuesta.	Respuesta positiva lenta.	Respuesta positiva rápida.

Cabe mencionar que la evaluación se realizó en muestras que superaron el IEL 9. Se obtuvo el score de cada característica evaluada y el promedio de estos permitió, bajo estas condiciones de evaluación, calificar la calidad de las larvas a nivel cuantitativo.

Los niveles de clasificación para hallar el grado de calidad se obtuvieron a partir del promedio de los scores de las ocho características a evaluar asociados a criterios que señalan la observación o no de la evidencia que caracteriza cada indicador. En la Tabla 11 se muestra la valoración de las larvas según su calificación.

Tabla 11: Tabla de valoración del índice de calidad larval

Índice de Calidad Larval	
Promedio	Grado de Calidad
2	Muy bueno
1 – 1,9	Bueno
0 – 0,9	Malo

3.8. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO

Para determinar el rendimiento productivo se tomaron datos referidos al consumo de energía eléctrica, consumo de alimento vivo (artemia) y balanceado, y de acondicionamiento de agua de cultivo (agua de mar o sales); estos datos se recopilaban durante el trabajo de campo realizado en cada hatchery, realizando entrevistas a los jefes de producción y revisando la documentación interna (recibos de consumo de energía eléctrica, boletas de compra). Cabe resaltar que el trabajo de campo fue realizado durante las estaciones de invierno y primavera, caracterizadas por sus temperaturas frías (16 °C promedio) en la costa central y sus temperaturas cálidas (27 °C promedio) en la selva norte (SENAMHI, 2019).

El gasto de energía eléctrica se halló mediante la suma de los watts hora consumidos por los equipos eléctricos utilizados en el hatchery, tales como el blower, termostatos y las bombas de agua, equipos identificados en la evaluación de las instalaciones; en esta evaluación se asumió el constante funcionamiento de los equipos durante el periodo de cultivo.

El gasto en alimento vivo, se registró las cantidades utilizadas en la producción de postlarvas, la calidad de artemia, el costo de cada lata de cistes y su disponibilidad en el mercado; y para el alimento balanceado, se registró las cantidades aproximadas de los insumos utilizadas en su preparación.

Con respecto al gasto por transporte de agua de mar o preparación de agua de mar artificial con sales comerciales, se consideraron los tiempos de uso del agua en cada sistema de cultivo.

Estos gastos se representaron como Índices Productivos, adaptando a esta evaluación lo presentado por Marcillo (2010) y Romero (2010). En la Tabla 12 se muestran las unidades con las que se trabajó.

Tabla 12: Índice productivo de los insumos utilizados en la producción de postlarvas

Insumos de Producción	Unidad	Índice Productivo
Energía eléctrica	kWh	kWh/millar de postlarvas
Alimento	g	g/millar de postlarvas
Agua	L	L/millar de postlarvas

3.9. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos del Índice de Estadío Larval (IEL) de la hatchery de la G. A. C. Las Palmas fueron tabulados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel (v. 2013), adicionalmente se emplearán gráficos descriptivos. Se efectuó la prueba de Mann Whitney ($P \leq 0,05$) para analizar la existencia de diferencias significativas entre el IEL obtenido de cada uno de los tanques. La prueba de Mann Whitney es la opción no paramétrica a la prueba t de Student y la ventaja de trabajar con la primera es que es menos probable obtener un resultado significativo cuando no existen diferencias reales (Montilla y Kromrey, 2010). Los análisis estadísticos mencionados se realizaron usando el software SPSS Statistics Base (v. 22).

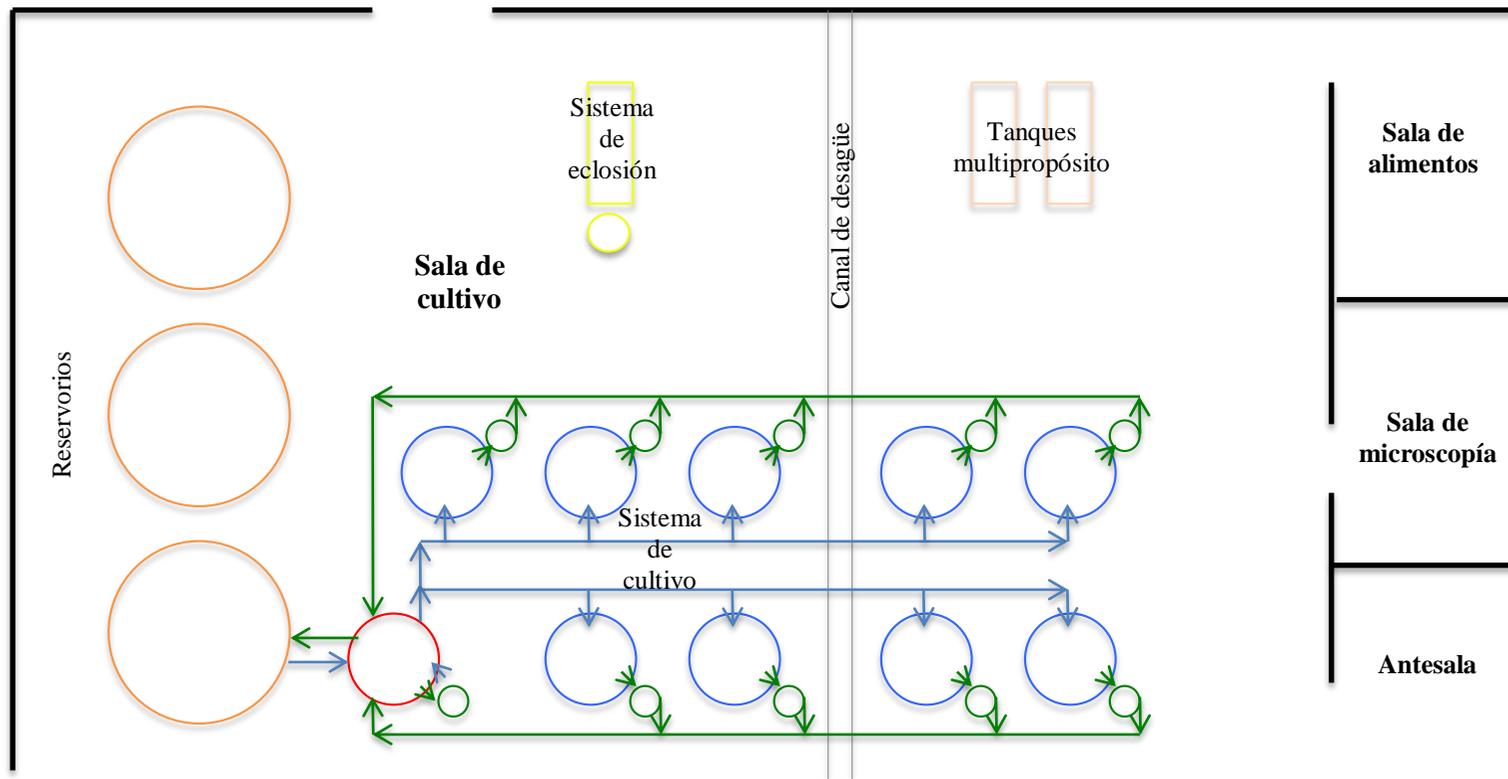
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

4.1.1. Granja Acuícola Camaronera Las Palmas

Este hatchery trabaja en base a un sistema de recirculación acuícola, por lo cual presenta protocolos de operación para la activación y manejo del hatchery. El protocolo de activación inicia con la toma de agua del canal de irrigación proveniente del río Ahuashiyacu, esta toma se realiza cada vez que se necesiten llenar los reservorios. Cuenta con tres reservorios de 2500 litros que se encuentran en la parte posterior de las instalaciones del hatchery, además de tres reservorios de 10 000 litros al interior de las instalaciones. Los reservorios internos son llenados después de la filtración del agua del canal, para la cual se utiliza un filtro de arena, mientras que los reservorios externos no presentan filtración alguna. Una vez llenos los reservorios y los tanques del sistema de cultivo, se procede a la desinfección del agua agregando hipoclorito de sodio (4 por ciento) a una proporción de 20 ml por cada 1000 litros de agua; se espera a que el cloro se evapore y se constata su ausencia utilizando un set de análisis de cloro. Sin presencia de cloro en el agua se procede a agregar la sal comercial de la marca BLUE TREASURE SPS SEA SALT, hasta alcanzar una salinidad de 14 ups la cual es medida con un refractómetro. Este protocolo solo se utiliza cada vez que se realiza el cambio parcial o total de agua del sistema.

En las Figuras 1 y 2 se pueden observar las instalaciones del hatchery de la G. A. C. Las Palmas.



○: Tanque reservorio. ●: Tanque de cultivo. ●: Tanque de recepción y distribución. ●: Filtro mecánico y biológico. →: Flujo de entrada. →: Flujo de salida.

Figura 1: Plano de las instalaciones del hatchery de la G. A. C. Las Palmas



Figura 2: Instalaciones del hatchery de la G. A. C. Las Palmas

Antes de pasar al protocolo de manejo es preciso describir la operación del sistema de aireación y recirculación del hatchery. El sistema de aireación trabaja con dos blowers trifásicos, marca SWEET WATER, de 1 HP de potencia; estos trabajan intercaladamente un mes cada uno. Además de los dos blowers mencionados, se cuenta con un tercero monofásico de las mismas características, el cual es utilizado cuando hay corte de energía eléctrica o cuando los blowers trifásicos necesitan mantenimiento. Este sistema brinda de aireación tanto al hatchery como al área de aclimatación; todos los tanques de cultivo larval cuentan con cuatro piedras difusoras colocadas en cada punto cardinal del tanque. Además la aireación se utiliza para extraer el agua de los tanques de cultivo mediante elevación neumática.

El sistema de recirculación se interconecta utilizando tuberías de PVC de media pulgada de diámetro; dos bombas sumergibles, marca VENUSAQUA, de 2000 L/h de flujo máximo, impulsa el agua por las tuberías desde el tanque de distribución y recepción hacia los tanques de cultivo. El flujo del agua es regulado utilizando válvulas de PVC, ubicadas en el afluente de cada tanque de cultivo. La tasa de recambio de agua es de aproximadamente 50 por ciento por hora. Cabe resaltar que el sistema de recirculación se activa cuando las larvas alcanzan el tercer estadio de cultivo. El efluente del tanque de cultivo pasa por una filtración inicial que impide la salida de las larvas; este primer filtro consta de una malla de 250 micras utilizada a partir del tercer estadio de cultivo, hasta que es reemplazada por una malla de 450 micras cuando se observa que las mayoría de las larvas se encuentran en el séptimo estadio. Mediante elevación neumática, el efluente pasa hacia el sistema de

filtración; un cilindro de polietileno de 200 litros es utilizado como estructura para albergar el filtro mecánico y biológico. El efluente ingresa por la parte superior del cilindro, donde se ubica la filtración mecánica, brindada por una plancha de perlón; a continuación se dirige hacia la filtración biológica, brindada por bacterias nitrificantes asentadas en dos kilogramos de canutillos de cerámica. Finalizada la etapa de filtración, el efluente es impulsado, por una bomba sumergible (2000 L/h) ubicada al fondo del cilindro, hacia el tanque de distribución y recepción. Es necesario mencionar que cada tanque de cultivo tiene su propio sistema de filtración. Con respecto a la pérdida de agua por evaporación, la hatchery repone el agua perdida cuando el sistema no se encuentra con cultivo en curso, ya que se quiere evitar cualquier problema que se pueda suscitar con los cambios de salinidad. Para reponer el agua, la hatchery mide la salinidad del agua, calcula el volumen perdido y agrega la cantidad de agua necesaria para mantener la salinidad en 14 ups.

Como plan de contingencia, en caso de corte de energía eléctrica, se tiene un grupo electrógeno gasolinero, marca Panther PT 6500E, que genera hasta 5000 W de potencia; este grupo se conecta al sistema eléctrico y provee energía hasta por ocho horas continuas.

El agua utilizada durante la evaluación de un ciclo de producción fue renovada por completo; la hatchery renueva el agua cada cuatro meses, porque la sobrevivencia cae drásticamente a partir del quinto mes de uso continuo o cada 8 ciclos de producción (Gastelú J., comunicación personal, 24 de agosto 2018).

El protocolo de operación y manejo del hatchery se divide en las siguientes etapas:

a. Obtención de semilla

El hatchery de la G. A. C. Las Palmas obtiene semilla a partir de hembras ovadas cosechas de las pozas de engorde. Estas hembras son seleccionadas al momento de la cosecha y enviadas al hatchery, aquí se realiza una segunda selección, observando que la coloración de las ovas sean de un tono marrón oscuro (Anexo 1), y se procede a amputar el segundo par de quelas. Se procede a la desinfección de las hembras colocando de 30 a 40 individuos dentro de bandejas de 30 litros, donde se diluyen 2 mililitros de formol. Se deja a las hembras en esta solución durante 30 minutos con aireación al máximo. Pasado el tiempo de desinfección, se enjuaga a las hembras con abundante agua y se las coloca en el tanque

de desove a una densidad de 1 hembra por litro, el agua de este tanque se encuentra a una salinidad de 10 ups y a 29 °C de temperatura; se cubre el tanque con una lona plástica negra, dejando pasar la luz solo por el área de rebose de agua hacia el tanque de colección larval. Dependiendo de la madurez de los huevos y la temperatura del agua, las larvas eclosionarán dentro de uno a tres días. Una vez eclosionadas, las larvas pasan al tanque de colección larval gracias a su fototropismo positivo, que las atrae hacia el área iluminada del tanque, donde son arrastradas por el agua hacia el tanque de colección larval.

b. Siembra en tanque de cultivo

Una vez obtenida la semilla, se procede al conteo de las lavas tomando tres muestras del tanque de colección larval (100 litros), con envases de 300 mililitros; se calcula el número aproximado del total de larvas, se colectan las larvas en un balde de 20 litros y son sembradas a una densidad de 100 larvas por litro en cada tanque de cultivo. La cantidad de tanques a sembrar serán de 4 a 5 tanques por ciclo.

Para esta evaluación se tomaron cuatro tanques de cultivo activos. En estos tanques de cultivo se sembraron larvas de *M. rosenbergii* en distintas fechas y a diferentes densidades, debido a la eclosión asincrónica de las larvas. El total de población inicial que se sembró en el sistema fue de 526 millares de larvas (zoea I).

c. Alimentación larval

La base de la alimentación larval aplicada en este hatchery radica en los nauplios de artemia y el alimento balanceado semihumedo (flan); ambos son producidos en la sala de alimentos. Los nauplios son entregados desde el inicio del ciclo de cultivo larval hasta la aparición de las primeras postlarvas, mientras que el alimento balanceado se entrega a partir del tercer estadio larval hasta finalizar el ciclo.

Los cistes de artemia son descapsulados utilizando hipoclorito de sodio (4 por ciento), previa hidratación de una hora. Luego son eclosionados en tanques de 18 litros, con agua a 25 ups de salinidad. La marca de cistes de artemia utilizada es “BRINE SHRIMP DIRECT” del Tipo A (90 por ciento de eclosión), importada exclusivamente para el hatchery de la G. A. C. Las Palmas. Para un buen desarrollo larval, se debe suministrar 30

nauplios por larva por día; entonces, al tratarse de artemia de Tipo A, teóricamente se obtienen 240 mil nauplios por gramo de cistes, por lo tanto se deben descapsular aproximadamente 14 gramos de cistes, los cuales son divididos en dos turnos al día, 7 gramos por la mañana y 7 gramos por la tarde (Anexo 2). Por temas de manejo de esta hatchery, los primeros dos días se descapsulan solo 10 gramos de cistes. Para el suministro de nauplios de artemia a las larvas, se detiene el sistema de recirculación por dos horas; así se evita la pérdida de los nauplios a causa de la filtración.

Se utiliza el alimento balanceado semihumedo, conocido también como ración micronizada o “flan”, como suplemento alimenticio. Este alimento se prepara en base a harina de pescado, torta de soya, huevos, camarones y aceite vegetal; las proporciones a utilizar son propiedad intelectual de la empresa. Todos los ingredientes son licuados y posteriormente cocinados en baño maría, hasta presentar la consistencia de un flan. Este flan es tamizado antes de ser entregado a las larvas, siendo el primer alimento por la mañana, suministrándolo a saciedad cada dos horas a lo largo del día. El tamaño de las partículas del flan tamizado varían a lo largo del ciclo de cultivo, estas son aproximadamente de 250, 450 y 600 micras.

d. Limpieza de los tanques y filtros

Diariamente se realiza la limpieza de los tanques, filtros mecánicos y mangueras de aireación. Para la limpieza de los tanques y las manqueras se utiliza una esponja con fibra verde; se retiran los restos de mudas de los tanques y se cambian los filtros mecánicos. Estos filtros mecánicos sucios son lavados con agua a presión y desinfectados; la desinfección de los filtros consiste en remojarlos en una solución de agua con hipoclorito de sodio (4 por ciento) al 0,5 por ciento durante un día, después son enjuagados y secados bajo techo. El sifoneo de los tanques de cultivo se realiza semanalmente, retirando los restos de comida del fondo del tanque. Al final de cada ciclo cultivo se procede al lavado y desinfección de cada tanque.

e. Seguimiento de la producción

e.1. Supervivencia

Se realizan conteos de los individuos semanalmente en cada tanque de cultivo, suspendiendo el conteo cuando se observaron las primeras postlarvas. El protocolo de conteo de larvas constó en tomar tres muestras de un litro de cada tanque, previamente homogenizado; se procedió al conteo, se obtuvo un promedio y se calculó el número total de larvas en cada tanque (Anexo 3). El conteo final se desarrolla de acuerdo a New *et al.* (2010), utilizando un estándar volumétrico. Se contabilizaron las postlarvas contenidas en un tubo PVC de una pulgada de diámetro por media pulgada de altura (llamada cuchara), el promedio de tres conteos se usó como estándar y se multiplicó por el número de “cuchareadas” para obtener la cantidad de postlarvas cosechadas por tanque evaluado.

e.2. Parámetros de calidad de agua

Se realiza el seguimiento de los parámetros físico-químicos desde el inicio hasta el final del ciclo de cultivo. La temperatura y el pH son evaluados diariamente, utilizando termómetros analógicos de alcohol y un potenciómetro, respectivamente. La salinidad, la conductividad eléctrica, la alcalinidad, el amonio, el nitrito y el nitrato, son evaluados semanalmente utilizando un refractómetro, un conductímetro y un kit colorimétrico JBL. En el caso del oxígeno disuelto, este se evalúa esporádicamente. Con los datos obtenidos se proceden a tomar decisiones enfocadas en mantener a las larvas dentro de los parámetros de calidad de agua óptimos.

Para esta evaluación, la toma de datos de los parámetros de cultivo se realizó según lo mencionado en la Tabla 5. Al ser un sistema interconectado y trabajar a una tasa de recambio de agua del 50 por ciento por hora, no existen diferencias marcadas entre los parámetros de calidad de agua de cada tanque.

e.3. Estadío y calidad larval

En este hatchery se evalúa el estadío y la calidad larval a partir de la misma muestra de diez larvas extraídas al azar por cada tanque de cultivo. Para reconocer el estadío larval se utiliza la tabla presentada por Uno y Kwon (1969); las observaciones se realizan por la mañana diariamente durante la duración del ciclo de producción, registrando la cantidad de larvas en cada estadío y tomando decisiones en base al estadío mayoritario. La evaluación de la calidad larval se realiza en función a la observación de la morfología y el comportamiento de las larvas muestreadas, en base a los indicadores y criterios mencionados por Tayamen y Brown (1999). Las larvas son observadas con ayuda de un microscopio, marca Labor Tech, a un aumento de 64X y 160X.

4.1.2 Aqua Prawn

Este hatchery trabaja en base a un sistema estático, por lo cual presenta protocolos de operación para la activación y manejo del hatchery. El protocolo de activación inicia con la toma de agua del un pozo de agua ubicado en la hatchery; este hatchery se encuentra a las orillas del río Rímac, por lo que cuenta con disponibilidad suficiente de agua de pozo durante todo el año. Todos los estanques son llenados a la mitad de su capacidad. Una vez llenos los reservorios, se procede a agregar agua de mar procedente de las costas limeñas, previamente filtrada, en las proporciones adecuadas hasta alcanzar una salinidad de 14 ups. Este protocolo se utiliza cada vez que se realiza el cambio parcial o total de agua del sistema.

El sistema de aireación trabaja con un blower monofásico, marca SPENCER TURBINE, de 1/2 HP de potencia; no se cuenta equipo de contingencia. Este sistema brinda de aireación al hatchery; todos los tanques de cultivo larval cuentan con cuatro mangueras colocadas en el centro del tanque; no se utilizan piedras difusoras.

En las Figuras 3 y 4 se pueden observar las instalaciones del hatchery Aqua Prawn.

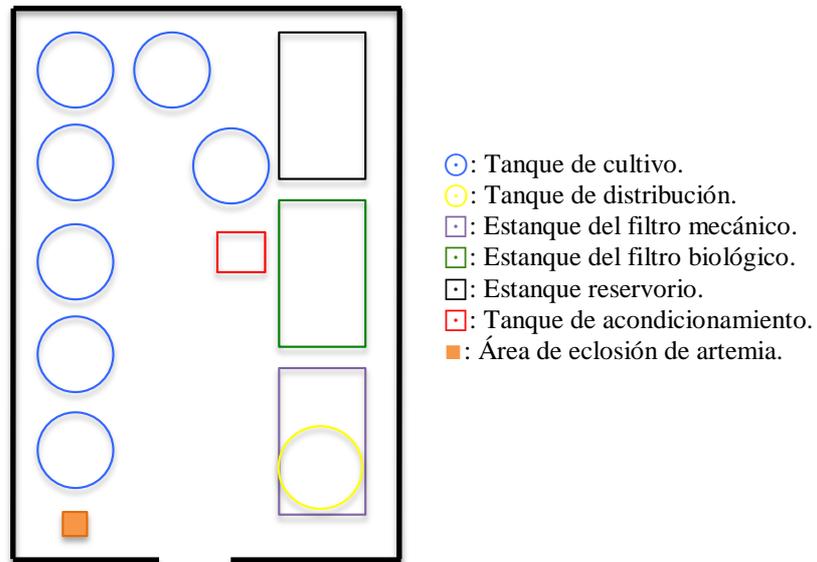


Figura 3: Plano de las instalaciones del hatchery Aqua Prawn



Figura 4: Instalaciones del hatchery Aqua Prawn

El sistema aplicado en esta hatchery no presenta interconexión; por lo tanto las labores de recambio de agua se hacen manualmente cada dos días, a una tasa de recambio del 50 por ciento. La extracción del agua de los tanques de cultivo se realiza mediante sifonéo hacia el estanque del filtro mecánico, donde se sedimentan las partículas.

Finalizado el sifonéo de todos los tanques, se deja reposar las aguas del estanque del filtro mecánico, por un día, antes de bombear el agua hacia el estanque del filtro biológico, el cual utiliza piedras de canto rodado como sustrato para albergar a las bacterias nitrificantes; en este estanque el agua permanece por un par de días para luego ser bombeada hacia el tanque de distribución; es desde este último del cual se extrae el agua para rellenar los tanques de cultivo mediante bombeo, previamente acondicionando el agua en el tanque del mismo nombre.

El acondicionamiento radica en desinfectar con hipoclorito de sodio (4 por ciento) a una proporción de 2 mililitros por cada 100 litros de agua y calentar el agua a una temperatura de 30 °C, para eso se hace hervir agua y se la combina con agua fría; utilizando un termómetro analógico de alcohol se constata que la temperatura sea la adecuada. Para el bombeo del agua se utiliza una hidrobomba de 1/2 HP de potencia. Con respecto a la pérdida de agua por evaporación, la hatchery no presenta un plan de reposición del agua perdida, ya que no cuenta con equipos de medida de la salinidad.

El protocolo de operación y manejo del hatchery se divide en las siguientes etapas:

a. Recepción de semilla

El hatchery de la G. A. C. Las Palmas provee de semilla al hatchery Aqua Prawn. Estas larvas son enviadas vía aérea previa coordinación. Desde el tiempo de eclosión hasta su arribo al hatchery Aqua Prawn no pasan más de 48 horas; estas larvas recién llegadas son sembradas en un tanque de cultivo, para aclimatarlas por un par de días; posteriormente se procederá al desdoble. La cantidad de larvas enviadas va desde los 200 hasta los 300 millares.

b. Siembra en tanque de cultivo

Una vez aclimatadas, se procede al desdoble de la población de lavas. Este proceso es progresivo y se realiza empíricamente, lo que implica que no se realizan conteos; se inicia desdoblado la población en dos tanques, luego en cuatro y finalmente en seis, dependiendo del criterio del operador del hatchery.

Para esta evaluación, el hatchery Aqua Prawn recibió 270 millares de larvas (zoea I), las cuales fueron sembradas en un solo tanque. Posteriormente se realizaron desdobles a fin de evitar el canibalismo, en total el cultivo se desdobló en seis tanques.

c. Alimentación larval

La base de la alimentación larval aplicada en este hatchery radica en los nauplios de artemia y el alimento balanceado semihumedo (flan). Los nauplios son entregados desde el inicio del ciclo de cultivo larval hasta la venta de las postlarvas, mientras que el alimento balanceado se entrega a partir de la segunda semana de cultivo hasta finalizar el ciclo de cultivo.

Los cistes de artemia son descapsulados utilizando hipoclorito de sodio (4 por ciento), previa hidratación de una hora. Luego son eclosionados en envases de 3 litros, con agua a 0 ups de salinidad (Anexo 4). La marca de cistes de artemia utilizada es la disponible en el mercado; durante el tiempo de evaluación de la hatchery se venía utilizando la marca “MACKAY MARINE” del Tipo B (80 por ciento de eclosión). La cantidad de artemia a preparar es definida por el operario al observar cada tanque de cultivo, entonces se podría decir que se trabaja con alimentación a saciedad.

Se utiliza el alimento balanceado semihumedo, conocido también como ración micronizada o “flan”, como suplemento alimenticio. Este alimento se prepara en base a pescado fresco, huevos, aceite vegetal y otros ingredientes, los cuales, junto a las proporciones a utilizar, son propiedad intelectual de la empresa. Todos los ingredientes son licuados y posteriormente cocinados en baño maría, hasta presentar la consistencia de un flan. Este flan es tamizado antes de ser entregado a las larvas y es entregado a saciedad durante todo el día.

d. Limpieza de los tanques y filtros

Interdiariamente se realiza la limpieza de los tanques. Se retiran los restos de mudas y se sifonea el fondo del tanque, retirando los restos de comida y excretas del fondo. Al final de cada ciclo cultivo se procede al lavado y desinfección de cada tanque. Los filtros son limpiados después de cada ciclo de cultivo, retirando el sedimento acumulado en el fondo del estanque utilizando una hidrobomba.

e. Seguimiento de la producción

e.1. Supervivencia

En el seguimiento de la producción de esta hatchery se aplican métodos empíricos. No se realizan conteos para conocer la supervivencia larval durante el cultivo, sino que se observa a la población larval en el medio de cultivo y según su densidad visual se mantiene un control del cultivo.

Sin embargo, si se realiza un conteo final al momento de la venta de las postlarvas, el cual se desarrolla de acuerdo a New *et al.* (2010), utilizando un estándar volumétrico. Se contabilizaron las postlarvas contenidas en un tubo PVC de una pulgada de diámetro por media pulgada de altura (llamada cuchara), el promedio de tres conteos se usó como estándar y se multiplicó por el número de “cuchareadas” para obtener la cantidad de postlarvas cosechadas por tanque evaluado.

e.2. Parámetros de calidad de agua

Dentro del hatchery Aqua Prawn solo se realiza el seguimiento de la temperatura del agua de los tanques de cultivo; esto se realiza diariamente utilizando termómetros analógicos de alcohol, durante todo el ciclo de cultivo. Por falta de equipamiento no se pueden evaluar otros parámetros del agua que presentan impacto en el cultivo, tales como el oxígeno disuelto, el potencial de hidrógeno, la salinidad, la conductividad eléctrica, la alcalinidad y los compuestos nitrogenados.

Para esta evaluación se utilizaron equipos pertenecientes a la Universidad Nacional Agraria La Molina. La evaluación de los parámetros de cultivo se realizó según lo mencionado en la Tabla 5. Al no ser un sistema interconectado y realizarse los recambios de agua cada dos días, las diferencias de los parámetros del agua de cultivo entre tanques pueden presentarse; sin embargo, no se encontraron diferencias en esta evaluación, ya que la metodología de medición de los parámetros del agua no fue lo suficientemente sensible para evidenciar las pequeñas diferencias que existió entre los tanques de cultivo.

e.3. Estadío y calidad larval

En este hatchery no se evalúa el estadío ni la calidad larval, por falta de microscopio. Se realiza un seguimiento simple del tamaño de las larvas hasta su metamorfosis a postlarva. En lo relacionado a la calidad larval, se observa el color de las larvas a grandes rasgos y su respuesta a la luz (fototropismo).

4.2. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA

Los resultados de la evaluación de los parámetros de calidad de agua para el sistema de cultivo utilizado en la hatchery de la G. A. C. Las Palmas y el hatchery Aqua Prawn se presentan en la Tabla 13 y la Tabla 14, respectivamente.

Tabla 13: Parámetros de calidad del agua registrados en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas

Fecha	Temperatura Cultivo (°C)	pH	Salinidad (ups)	C. E. (mS/cm)	OD (ppm)	NAT (ppm)	NO ₂ (ppm)	NO ₃ (ppm)
29/08/18	29	7,8	13	20	6,7	0,1	0,025	1
30/08/18	29	7,8	13	20	6,7	0,1	0,025	1
31/08/18	29	7,8	13	20	6,7	0,1	0,025	1
1/09/18	30	7,8	13	20	6,5	0,4	0,025	1
2/09/18	30	7,8	13	20	6,5	0,6	0,025	1
3/09/18	28	7,8	13	20	6,8	0,6	0,2	1
4/09/18	28	7,8	13	20	6,8	0,6	0,2	1
5/09/18	28	7,8	13	20,3	6,8	0,4	0,4	1
6/09/18	28	7,8	13	20,3	6,8	0,2	0,6	1
7/09/18	28	7,8	13	20,3	6,8	0,1	0,6	5
8/09/18	28	7,8	13	20,3	6,7	0,1	0,6	5
9/09/18	29	7,8	13	20,3	6,7	0,1	0,6	5
10/09/18	29	7,8	13	20,3	6,7	0,1	0,6	5
11/09/18	29	7,8	13	20,3	6,7	0,1	0,6	5
12/09/18	29	7,8	13	20,5	6,7	0,1	0,4	5
13/09/18	29	7,8	13	20,5	6,7	0,1	0,4	5
14/09/18	29	7,6	13	20,5	6,7	< 0,05	0,4	5
15/09/18	29	7,6	13	20,5	6,7	< 0,05	0,4	5
16/09/18	29	7,6	13	20,5	6,7	< 0,05	0,4	5
17/09/18	29	7,6	13	20,5	6,7	< 0,05	0,4	5
18/09/18	29	7,6	13	20,5	6,7	< 0,05	0,4	5
19/09/18	29	7,6	13,1	20,6	6,7	< 0,05	0,4	5
20/09/18	29	7,6	13,1	20,6	6,7	< 0,05	0,4	5
21/09/18	29	7,6	13,1	20,6	6,7	< 0,05	0,4	5

*  Tanque 1 y 2;  Tanque 3;  Tanque 4

Tabla 14: Parámetros de calidad del agua registrados en el hatchery Aqua Prawn

Fecha	Temperatura Cultivo (°C)	pH	Salinidad (ups)	C. E. (mS/cm)	OD (ppm)	NAT (ppm)	NO ₂ (ppm)	NO ₃ (ppm)
31/10/18	30	8,2	16	24,8	6,4	<0,05	0,1	120
1/11/18	30	8,2	16	24,8	6,6	0,1	0,1	120
2/11/18	30	8,2	16	24,8	6,5	0,1	0,1	120
3/11/18	30	8,2	16	24,8	6,5	0,1	0,1	120
4/11/18	30	8,2	16	24,8	6,4	0,4	1	120
5/11/18	30	8,2	16	24,8	6,5	0,6	1	120
6/11/18	30	8,2	16	24,8	6,4	0,6	3	120
7/11/18	30	8,2	16	25	6,6	0,6	3	120
8/11/18	30	8,2	16	25	6,6	0,6	4	120
9/11/18	30	8,2	16	25	6,6	0,6	4	120
10/11/18	30	8,2	16	25	6,5	0,4	4	120
11/11/18	30	8,2	16	25	6,4	0,4	4	120
12/11/18	30	8,2	16	25	6,6	0,4	4	120
13/11/18	30	8,2	16	25	6,6	0,4	4	120
14/11/18	30	8,2	16	25,1	6,5	0,4	6	120
15/11/18	30	8,2	16	25,1	6,5	0,2	6	120
16/11/18	30	8,2	16	25,1	6,5	0,2	6	120
17/11/18	30	8,2	16	25,1	6,5	0,2	6	120
18/11/18	30	8,2	16	25,1	6,6	0,1	6	120
19/11/18	30	8,2	16	25,1	6,5	0,2	6	120
20/11/18	30	8,2	16	25,1	6,4	0,1	4	120
21/11/18	30	8,2	16	25,1	6,4	0,2	4	120

* Desdobles: ■ a 2 tanques; ■ a 4 tanques; ■ a 5 tanques; ■ a 6 tanques.

** ■ Recambio de agua.

Como se puede observar en la Tabla 13 y la Tabla 14, los distintos parámetros registrados en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas y Aqua Prawn, respectivamente durante el ciclo de cultivo evaluado, evidenciaron la estabilidad que es generada a partir del control de los mismos. La temperatura de cultivo larval se mantuvo dentro del rango óptimo de cultivo de larvas de *M. rosenbergii*, la cual según New (2002) se encuentra entre 28 – 31 °C. La temperatura del agua se ve muy influenciada por los cambios de temperatura ambiental, por eso ambos hatcheries utilizan termostatos para mantener la temperatura dentro del rango óptimo. La temperatura se registra con termómetros de alcohol colocados en cada tanque; si se observa que la temperatura se está aproximando al límite máximo del rango óptimo, se desconectan los termostatos. Por las noches y en días de temperatura ambiental baja, se cubren los tanques con lonas plásticas, las cuales evitan la pérdida de calor y mantienen la temperatura del agua constante.

El pH del agua de la hatchery de la G. A. C. Las Palmas se mantuvo dentro del rango recomendado según Mallasen y Valenti (2005), el cual es de 7,5 – 8,0, a diferencia de Aqua Prawn, el cual se encuentra por encima, lo que generó que el porcentaje de NH_3 presente en el agua llegue alrededor del 11 por ciento del Nitrógeno Amoniacal Total; sin embargo, el pH estuvo cercano al rango recomendado, por lo que no impactó negativamente al cultivo. La disminución del pH del agua de la hatchery de la G. A. C. Las Palmas en los días finales del ciclo de cultivo se debe a la aceleración del metabolismo de las larvas, lo que conlleva al incremento del consumo de oxígeno disuelto (New *et al.*, 2010). Diversos autores indican que este parámetro se puede controlar adicionando bicarbonato de sodio (Ebeling *et al.*, 2006; Azim y Little, 2008; Hargreaves, 2013); solo la hatchery de la G. A. C. Las Palmas realiza este procedimiento.

La salinidad del agua de la hatchery de la G. A. C. Las Palmas durante la evaluación fue de 13 ups, mientras que del hatchery Aqua Prawn fue de 16 ups; estas salinidades no cumplen con los protocolos establecidos por cada hatchery. Ambas hatcheries mencionan en su protocolo que la salinidad de cultivo es de 14 ups; se toma este valor porque es el punto isosmótico del *M. rosenbergii* (Charmantier *et al.*, 2001). Sin embargo, estas salinidades se encuentran dentro del rango (12 a 16 ups) donde se obtienen los mejores resultados productivos (New, 2002). El incremento de la salinidad y la conductividad al final del ciclo se debió a la evaporación del agua del sistema. La conductividad eléctrica se evaluó para constatar los datos de la salinidad obtenida, en este caso se observa que también va incrementándose a lo largo del ciclo de cultivo y su valor va acorde a la salinidad (1000 mS/cm = 640 ups)

El oxígeno disuelto registrado en ambas hatcheries se encontró por encima de los 5 ppm, mínimo recomendado por New *et al.* (2010). La aireación mantiene a ambos sistemas por encima del 70 por ciento de saturación.

Los compuestos nitrogenados inorgánicos se mantuvieron por debajo de los límites máximos de tolerancia en ambas hatcheries, a excepción del nitrito en Aqua Prawn. Cabe resaltar que en la hatchery de la G. A. C. Las Palmas, al finalizar cada ciclo de producción, se procede a la limpieza del sistema, por lo cual se interrumpe el flujo una semana aproximadamente, además que recién se activa la recirculación de agua del sistema cuando las larvas se encuentran en zoea IV; esto genera que las bacterias del filtro biológico no

tengan compuestos nitrogenados para poder realizar su función, en consecuencia hay una disminución en la cantidad de bacterias nitrificantes. Lo mismo ocurre en el hatchery Aqua Prawn, que no cuenta con la disponibilidad constante de larvas recién eclosionadas, depende de los envíos del hatchery de la G. A. C. Las Palmas; por lo tanto, hay ocasiones que el filtro biológico se encuentra detenido por periodos de hasta dos meses. Esto se evidencia en los datos registrados, como se observa en las Tablas 13 y 14, el amonio (NH_4^+) incrementó su concentración durante la primera semana, sin superar la concentración tóxica de 1,5 ppm (Nandlal y Pickering, 2005), y disminuyó en las siguientes, hasta niveles menores que el inicial en el caso de la G. A. C. Las Palmas (Figura 5); este incremento fue debido a que el sistema de recirculación no se activó hasta que las larvas alcanzaron el estadio de Zoea IV.

El nitrito (NO_2), a diferencia del amonio, incrementó su concentración durante la primera semana y se mantuvo a lo largo del ciclo sin superar la concentración tóxica de 2 ppm (Mallasen y Valenti, 2006) en la hatchery de la G. A. C. Las Palmas; sin embargo, en Aqua Prawn sí se excedió, debido a que la conversión nitrito a nitrato no se estabilizó durante la evaluación (Figura 6), esto por los meses de pausa y por la competencia entre las bacterias nitrificantes en relación a la superficie ocupada en el filtro biológico (Pérez, 2001; Hendrikus *et al.*, 1993).

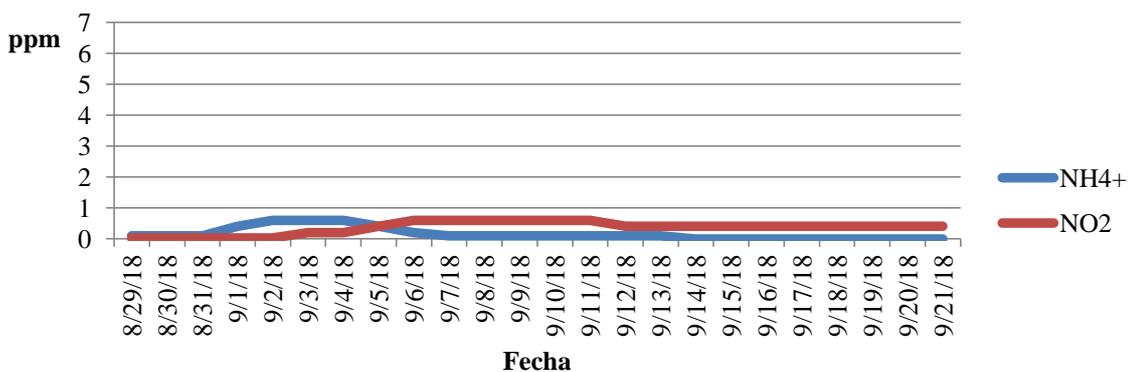


Figura 5: Variación de la concentración de amonio y nitrito del agua de cultivo larval en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas

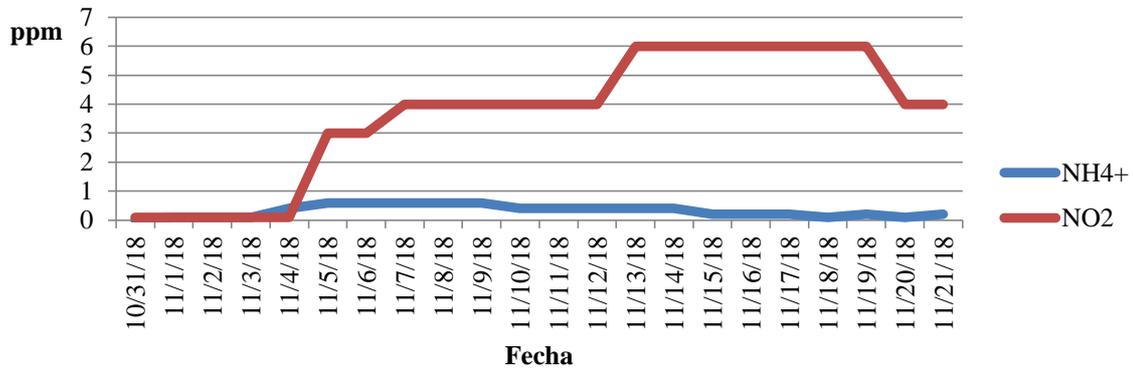


Figura 6: Variación de la concentración de amonio y nitrito del agua de cultivo larval en el hatchery Aqua Prawn

Con relación al nitrato (NO_3), no se vieron incrementos significativos, esto debido a la falta de estabilización del filtro biológico y a la baja sensibilidad de la prueba (kit colorimétrico de amplia escala). Sin embargo, este incremento no tiene impacto alguno ya que el nitrato no representa un elemento tóxico para el *M. rosenbergii*, el cual tiene un nivel de tolerancia de hasta 600 ppm (Mallasen *et al.*, 2003).

Entonces, después de lo mencionado, se puede decir que las condiciones de cultivo de larvas de *M. rosenbergii*, en relación a los parámetros del agua de cultivo, se encontraron dentro de lo recomendado por la literatura consultada, a excepción de la concentración de nitrito en Aqua Prawn.

4.3. SOBREVIVENCIA LARVAL

La densidad inicial de larvas cultivadas no fue igual en todos los tanques incluidos en esta evaluación; si bien lo recomendable es sembrar a una densidad de 100 a 120 larvas por litro (Phuong *et al.*, 2006), el hatchery de la G. A. C. Las Palmas trabaja adecuando su densidad de siembra a lo disponible en el momento; lo mismo se realiza en el hatchery Aqua Prawn, con la diferencia que se trabaja mediante desdobles. En la Tabla 15 y 16 se presentan la sobrevivencia de cada hatchery obtenida a lo largo de esta evaluación.

Tabla 15: Porcentaje de sobrevivencia larval de *M. rosenbergii* en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas durante el ciclo productivo evaluado

Día de cultivo	Tanque							
	1		2		3		4	
	Nº Larvas	Porcentaje						
1	93000	100	93000	100	100000	100	120000	100
7	86000	92	87000	94	96000	96	109000	91
14	75000	81	79000	85	95000	95	95000	79
22	42000	45	46000	49	61000	61	54000	45

Tabla 16: Porcentaje de sobrevivencia larval de *M. rosenbergii* en el hatchery Aqua Prawn durante el ciclo productivo evaluado

Día de cultivo	Nº Larvas	Tanques						Total	
		1	2	3	4	5	6	Nº Larvas	Porcentaje
1	270000	0	0	0	0	0	0	270000	100
7	72000	104000	45000	40000	0	0	0	261000	97
14	26000	61000	33000	34000	40000	15000	0	209000	77
22	13000	30000	16000	17000	20000	7000	0	103000	38

Para comprender estos resultados presentados en la Tabla 15, se debe mencionar que el protocolo de la G. A. C. Las Palmas precisa una densidad de siembra de 100 larvas por litro, a partir de la cual se realiza el cálculo de alimento a entregar a cada tanque de cultivo. Solo el Tanque 3 cumplió con el protocolo del hatchery y es este donde se obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia. En los Tanques 1 y 2, existió una sobrealimentación, lo que se evidenció por la presencia de materia orgánica sedimentada en el fondo del estanque. En el Tanque 4 debido a una densidad mayor de siembra, existió una subalimentación de las larvas, lo que explica el bajo porcentaje de sobrevivencia obtenido en este tanque.

Con respecto al hatchery Aqua Prawn, este no precisa una densidad de siembra en su protocolo, trabaja mediante desdobles los cuales no se realizaron adecuadamente como se puede observar en la Tabla 16.

En ambos hatcheries, la sobrevivencia larval disminuyó drásticamente durante la última semana de cultivo. Aquacop (1983) explica que la mortalidad en esta evaluación puede deberse al canibalismo entre larvas de diferentes estadios. Como menciona Peebles (1977), citado por New *et al.* (2010), la larva gasta gran parte de su energía al momento de la muda

y es blanco fácil de sus similares. Las larvas al ser tan voraces aprovechan la debilidad de sus similares para canibalizar a su víctima, lo que ocurre con las primeras postlarvas que aparecen, ya que las postlarvas tienen distinto comportamiento que las larvas, son menos voraces y son las más propensas a ser canibalizadas (Aquacop, 1983).

En el hatchery de la G. A. C. Las Palmas y en Aqua Prawn, las primeras postlarvas aparecieron el día 18; es dentro de esta semana donde la sobrevivencia larval cae drásticamente; por lo tanto, se podría decir que estas primeras postlarvas son canibalizadas por las larvas (Figura 7, 8 y 9). Además, en lo que respecta al hatchery Aqua Prawn, el nitrito pudo influir negativamente en la sobrevivencia durante el tiempo de investigación. Sin embargo, se recomienda realizar a mayor detalle el seguimiento de la sobrevivencia larval durante la última semana de cultivo, para corroborar lo mencionado.

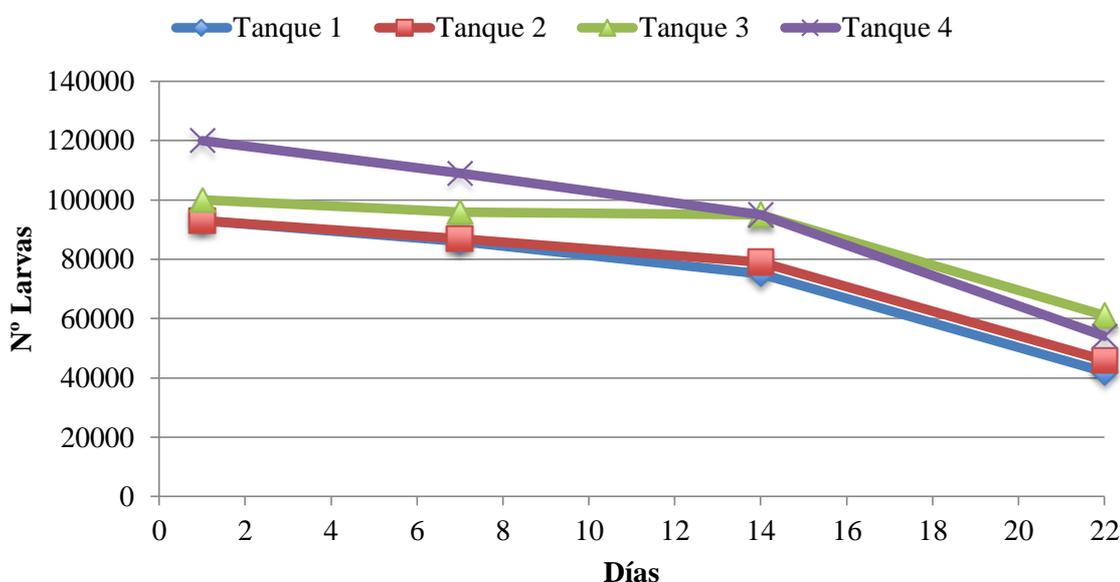


Figura 7: Sobrevivencia en número de larvas de *M. rosenbergii* en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas

En la Figura 8 se presenta el porcentaje de sobrevivencia por cada tanque; se observan que los Tanques 1, 2 y 4 presentan similitudes, mientras que el Tanque 3 es el que presenta mejores resultados; sin embargo, las diferencias no son significativas.

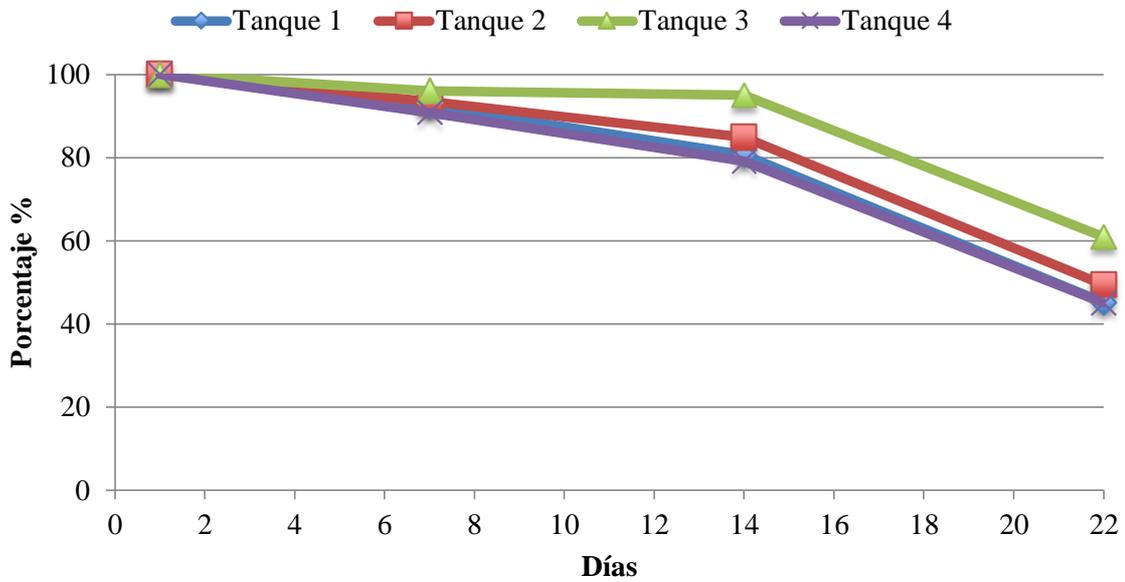


Figura 8: Supervivencia en porcentaje de larvas de *M. rosenbergii* en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas

En la Figura 9 se presenta la supervivencia en número y porcentaje de larvas de la hatchery Aqua Prawn, donde se puede observar el total de larvas cultivadas durante el ciclo, así también como los parciales en los distintos tanques a donde se desdoblaron.

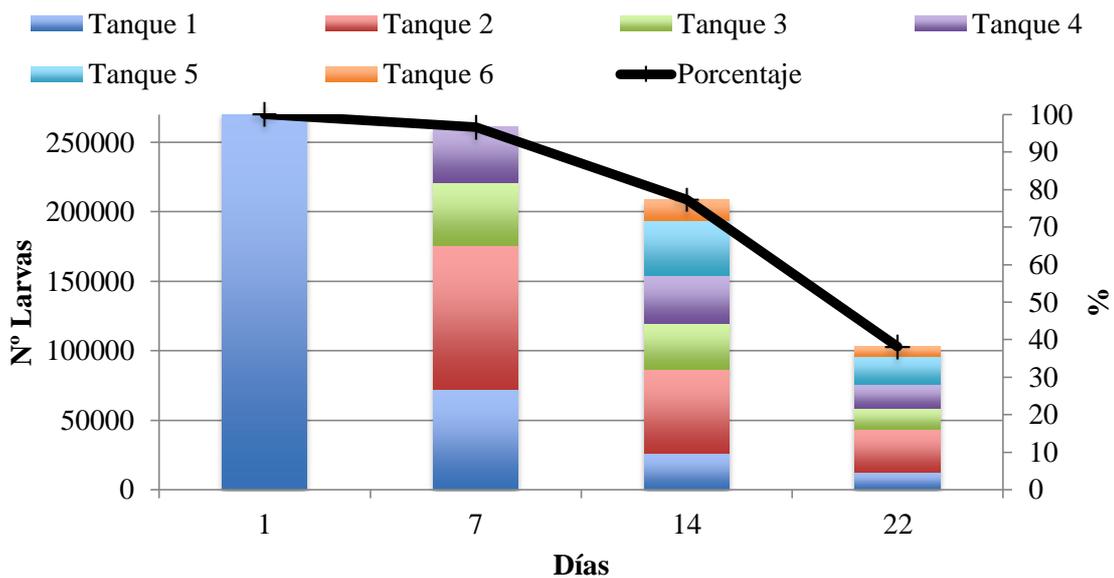


Figura 9: Supervivencia en número y porcentaje de larvas de *M. rosenbergii* en el hatchery Aqua Prawn

La tasa de sobrevivencia promedio obtenida en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas fue del 50 por ciento, el cual se encuentra por debajo de lo registrado por New *et al.* (2010), quien menciona sobrevivencias alrededor del 75 por ciento en este tipo de sistemas de cultivo larval. Mientras que en el hatchery Aqua Prawn, la tasa de sobrevivencia larval obtenida si va acorde a lo mencionado por Silva *et al.* (2007), quien menciona sobrevivencias del 39 por ciento para sistemas estáticos.

4.4. ÍNDICE DE ESTADÍO LARVAL

Los resultados del Índice de Estadío Larval (IEL) hallados durante la evaluación se muestran en la Tabla 17 y la Tabla 18.

Tabla 17: Índice de Estadío Larval de *M. rosenbergii* en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas

Índice de Estadío Larval				
Día	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3	Tanque 4
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	2	2	3	2
4	3	3	3,2	3
5	4	4	4	4
6	5	5	5	5
7	5,4	5,3	5,7	5,3
8	5,5	5,5	6,7	5,5
9	6,2	6,2	6,5	6,2
10	7	7	7,2	7
11	7,6	7,6	8,1	7,6
12	8,2	8,2	8,6	8,2
13	9	9	8,8	9
14	8,9	8,9	9	8,9
15	9,3	9,3	9,7	9,3
16	9,8	9,8	10,2	9,8
17	10,6	10,6	10,5	10,6
18	10,9	10,9	10,7	10,9
19	10,8	10,8	10,8	10,8
20	11,3	11,3	11	11,3
21	11,5	11,5	11,1	11,7
22	11,7	11,7	11,5	11,7

Tabla 18: Índice de Estadío Larval de *M. rosenbergii* en el hatchery Aqua Prawn

Día	Índice de Estadío Larval
1	1
2	2
3	3
4	3
5	4
6	5
7	5,2
8	5,7
9	6,4
10	6,8
11	7,5
12	7,8
13	8,2
14	8,4
15	8,8
16	9,6
17	10,2
18	10,7
19	10,7
20	11
21	11,2
22	11,5

En la Tabla 17 se observa como el IEL del hatchery de la G. A. C. Las Palmas es muy similar para los Tanque 1 y 2, ya que ambos tanques iniciaron su cultivo el mismo día, lo que quiere decir que pertenecen al mismo lote de larvas eclosionadas, así que presentan las mismas características con relación al crecimiento. Se puede observar que el IEL es un número entero hasta el sexto día de cultivo, a excepción del día cuatro del Tanque 3. La continuidad de crecimiento hasta ese momento era constante, que casi todos los días las larvas se encontraban en un nuevo estadío. Los IEL con presencia de decimales evidencian la presencia de dos a más estadíos conviviendo en un tanque. Durante la experimentación solo se observó hasta tres estadíos conviviendo en el tanque.

En la Tabla 18 se presenta el IEL del hatchery Aqua Prawn determinado de todo el cultivo, ya que pertenecen al mismo lote de larvas enviadas por el hatchery de la G. A. C. Las Palmas, así que presentan las mismas características con relación al crecimiento. Se puede

observar que el IEL es entero hasta el sexto día de cultivo, donde la continuidad del crecimiento hasta ese momento era constante, ya que casi todos los días las larvas se encontraban en un nuevo estadio. Los IEL con presencia de decimales evidencian la presencia de dos a más estadios conviviendo en un tanque.

Según New *et al.* (2010), se pueden presentar de tres a seis estadios en un cultivo; sin embargo, no quiere decir que esto sea lo ideal, ya que la presencia de más de tres estadios puede evidenciar problemas en la alimentación, en los parámetros óptimos de cultivo o el posible brote de alguna enfermedad.

Cabe resaltar que en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas, el efluente del tanque de cultivo pasa por una filtración inicial que impide la salida de las larvas; este primer filtro consta de una malla de 250 micras utilizada a partir del tercer estadio de cultivo, hasta que es reemplazada por una malla de 450 micras cuando se observa que el IEL es superior a siete; esto permite un mejor flujo de agua, por lo tanto una mejor eliminación de sólidos suspendidos, pero también sirve de selección larval, eliminando a los individuos de menor tamaño, que no llegan a superar el centenar de larvas.

En cambio, Aqua Prawn al trabajar con un sistema sin flujo continuo, no existió una selección larval por filtración, por lo que se pudo observar hasta cuatro estadios conviviendo en el mismo tanque. También se podían observar metanauplios de artemia conviviendo con las larvas; estos metanauplios son más difíciles de cazar. Además, contienen cantidades bajas de aminoácidos libres, menor peso en seco, menor contenido de energía y son menos digeribles (García-Ortega *et al.*, 1998; citado por New *et al.*, 2010). Si bien no depredan larvas, estos metanauplios pueden ser perjudiciales al formar parte del medio, ya que también respiran y excretan. En el Anexo 5 se pueden observar los distintos estadios larvales evaluados.

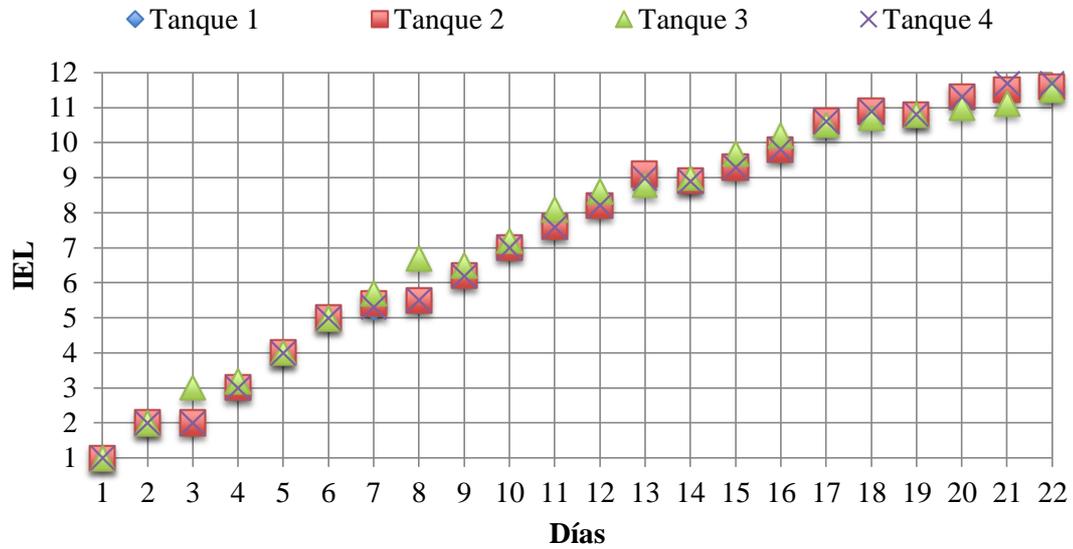


Figura 10: Índice de Estadío Larval de *M. rosenbergii* en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas

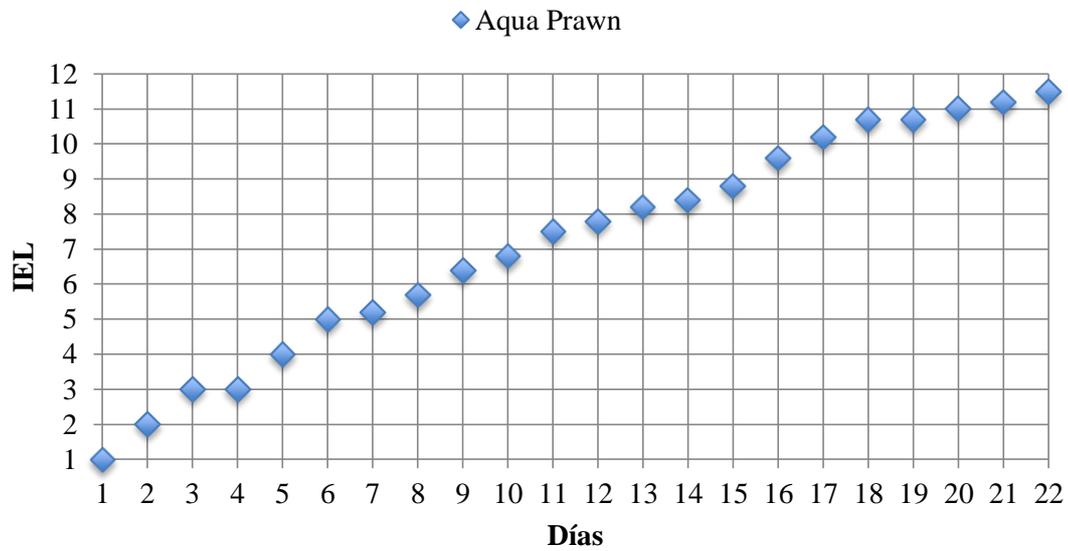


Figura 11: Índice de Estadío Larval de *M. rosenbergii* en el hatchery Aqua Prawn

Tal como se puede observar en las Figuras 10 y 11, el IEL presenta un crecimiento con posible tendencia potencial a lo largo del ciclo de cultivo. En la hatchery de la G. A. C. Las Palmas (Figura 10) a simple vista no se observan diferencias significativas entre los tanques cultivados; sin embargo, se efectuó la prueba de Mann Whitney ($P \leq 0,05$) para determinar estadísticamente la veracidad de esta hipótesis.

En la hatchery de la G. A. C. Las Palmas se puede observar que los Tanques 1, 2 y 4 finalizan su cultivo larval con un IEL de 11,7 y el Tanque 3 finaliza con 11,5. Según la prueba de Mann Whitney ($P \leq 0,05$) estas diferencias entre tanques no son significativas.

El cultivo larval en ambas hatcheries finalizaron el día 22, cuando tenían el 70 por ciento de postlarvas en los tanques. En el hatchery de la G. A. C. Las Palmas, los individuos se cosechan y se trasladan a las piscinas de acondicionamiento, donde se espera que el 20 por ciento de larvas restantes viren a postlarvas. En cambio, en el hatchery Aqua Prawn, los individuos se mantienen en sus respectivos tanques de cultivo y es en estos donde se realiza el acondicionamiento.

4.5. CALIDAD LARVAL

La calidad larval evaluada según Tayamen y Brown (1999), con modificaciones expuestas en la Tabla 6, se presentan en las Tablas 19 y 20. El puntaje obtenido para las evaluaciones llevadas a cabo en la G. A. C. Las Palmas durante el ciclo productivo fue de 1,6 puntos, equivalente a un grado de calidad larval “Bueno”. La calificación obtenida refleja que los procedimientos operativos en el hatchery se están realizando apropiadamente durante el ciclo de cultivo, manteniendo los parámetros de calidad de agua en rangos óptimos y la buena aplicación del protocolo de alimentación, a excepción de los problemas mencionados anteriormente (sobrealimentación y subalimentación) los cuales se evidenciaron en el estado del hepatopáncreas.

A diferencia de la hatchery de la G. A. C. Las Palmas, en la hatchery Aqua Prawn, se obtuvo una calificación de 1,4 puntos, equivalente a un grado de calidad larval “Bueno”. Esta diferencia se debe principalmente a las concentraciones tóxicas de nitrito que se alcanzaron en este hatchery, lo que generó estrés en las larvas, evidenciado en su comportamiento natatorio lento y la poca dispersión de sus cromatóforos. Además se presentaron problemas en el estado del hepatopáncreas, debido a la falta de un protocolo de alimentación adecuado.

Tabla 19: Calidad larval obtenida en las evaluaciones realizadas en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas

Calidad Larval		Score
1	Contenido de lípidos intestinales (estado del hepatopáncreas)	1
2	Pigmentación (estado de los cromatóforos)	2
3	Coloración corporal	2
4	Rostrum	2
5	Melanización (presencia de puntos negros)	1
6	Organismos incrustantes (fouling)	1
7	Comportamiento natatorio	2
8	Respuesta fotopositiva	2
Promedio		1,6
Grado de calidad		Bueno

Tabla 20: Calidad larval obtenida en las evaluaciones realizadas en el hatchery Aqua Prawn

Calidad Larval		Score
1	Contenido de lípidos intestinales (estado del hepatopáncreas)	1
2	Pigmentación (estado de los cromatóforos)	1
3	Coloración corporal	2
4	Rostrum	2
5	Melanización (presencia de puntos negros)	1
6	Organismos incrustantes (fouling)	1
7	Comportamiento natatorio	1
8	Respuesta fotopositiva	2
Promedio		1,4
Grado de calidad		Bueno

4.6. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

El rendimiento productivo se trabajó con la aplicación de Índices Productivos (IP) para un grupo de insumos utilizados en la producción de postlarvas. La unidad con la que se evaluó está referida a los insumos utilizados para la producción de un millar de postlarvas, estos insumos fueron el consumo de energía eléctrica, la cantidad de alimento vivo, la cantidad de alimento balanceado y la cantidad de agua de cultivo. Estos índices son específicos para cada hatchery y cada estación del año; esta evaluación se realizó durante el invierno en Las Palmas y primavera en Aqua Prawn. Los resultados obtenidos para el periodo de evaluación se presentan en las Tablas 21 y 22.

Tabla 21: Índices productivos del hatchery de la G. A. C. Las Palmas

Insumos de Producción	Unidad	Consumo	Nº PL	IP	Unidad
Energía eléctrica	kWh	1277,76	203000	6,29	kWh/millar PL
Alimento vivo	g	1168	203000	5,75	g/ millar PL
Alimento balanceado	g	1100	203000	5,42	g/ millar PL
Agua de cultivo	L	2250	203000	11,08	L/ millar PL

**IP: Índices Productivos. PL: Postlarva.*

Tabla 22: Índices productivos del hatchery Aqua Prawn

Insumos de Producción	Unidad	Consumo	Nº PL	IP	Unidad
Energía eléctrica	kWh	453,46	103000	4,40	kWh/millar PL
Alimento vivo	g	681	103000	6,61	g/ millar PL
Alimento balanceado	g	660	103000	6,41	g/ millar PL
Agua de cultivo	L	1500	103000	14,56	L/ millar PL

**IP: Índices Productivos. PL: Postlarva.*

La información presentada en las Tablas 21 y 22 fue calculada considerando los siguientes supuestos:

- Duración del ciclo de producción: 22 días.
- Funcionamiento continuo de los termostatos.
- Servicio de energía eléctrica continuo.
- Agua dulce sin costo.

Según los resultados mostrados en las Tablas 21 y 22, el hatchery Aqua Prawn utiliza mejor el insumo energía eléctrica, esto se explica principalmente por el sistema de cultivo larval aplicado en cada hatchery; sin embargo, el hatchery de la G. A. C. Las Palmas incurre en capacidad ociosa al no utilizar la totalidad de sus tanques de cultivo, y eso le generó un mayor IP.

No obstante, el hatchery de la G. A. C. Las Palmas utiliza mejor el insumo alimento (vivo y balanceado). La calidad de ciste de artemia utilizado en cada hatchery influyó en la obtención de este resultado, el hatchery de la G. A. C. Las Palmas utilizó cistes del Tipo A (90 por ciento de eclosión), mientras que el hatchery Aqua Prawn utilizó cistes del Tipo B (80 por ciento de eclosión). Con respecto a la entrega de alimento balanceado, la metodología empírica aplicada en el hatchery Aqua Prawn no es la mejor ya que no se realiza una buena dosificación del suministro de alimento.

Respecto al agua de cultivo, la diferencia en los resultados se debe a que cada hatchery contempla en su protocolo diferentes tiempos de vida útil del agua de cultivo. El hatchery de la G. A. C. Las Palmas contempla 8 ciclos de producción, mientras que el hatchery Aqua Prawn contempla solo 5.

4.7. PROPUESTAS DE MEJORA

- Se recomienda que los hatcheries evaluados cubran los reservorios de agua del sistema, para evitar la pérdida de calor durante las noches y mermar la evaporación del agua.
- Mantener en funcionamiento sus filtros biológicos, aplicando cloruro de amonio (NH_4Cl), para evitar la tardía reactivación en sus periodos de cultivo.
- Se recomienda la adquisición de mejor equipamiento para la lectura de parámetros de la calidad del agua de cultivo.
- Continuar con el seguimiento de la sobrevivencia larval a lo largo de su producción y extenderla a la etapa de acondicionamiento.
- Sembrar las larvas a la misma densidad en cada tanque, ya sea siembra directa o mediante desdobles.

V. CONCLUSIONES

Se analizó la operación de dos sistemas de producción intensiva de postlarvas de *Macrobrachium rosenbergii* de dos hatcheries comerciales, encontrando las siguientes conclusiones:

1. Ambos sistemas de cultivo larval permitieron mantener la calidad de agua dentro de los rangos óptimos para la especie, con excepción de los niveles tóxicos de nitrito alcanzados en el sistema estático.
2. En ambos sistemas de cultivo se obtuvieron bajas tasas de sobrevivencia larval.
3. Como resultado del manejo de los dos sistemas de cultivo, se observó la aparición de las primeras postlarvas el día 18 y su cosecha se realizó el día 22.
4. La calidad larval fue calificada como “Buena”, para ambos sistemas, de acuerdo a la escala establecida por Tayamen y Brown (1999).
5. En términos de los índices productivos, se ha observado que el sistema de recirculación utiliza mejor los insumos alimento y agua de cultivo, mientras que el sistema estático utiliza mejor el insumo energía eléctrica.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda determinar los valores o rangos óptimos de los principales parámetros de manejo, como son la densidad de cultivo, cantidad de alimento, rotación de agua, entre otros, para ambos sistemas de cultivo larval, dada la evidencia de que estos pueden ser mejorados.

Se recomienda desarrollar un procedimiento específico de evaluación de calidad larval para *M. rosenbergii*, tomando como referencia lo establecido en el cultivo larval de otras especies.

Se recomienda evaluar el impacto técnico y económico en la producción de postlarvas cuando se aplican mayores densidades de cultivo larval, cercanas a lo recomendado por otros autores.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Ahmed, N. (2008). Freshwater prawn hatcheries in Bangladesh: Concern of broodstock. *Aquaculture Asia* (p. 22–26). Bangladesh.
2. Alva, V. (2015). Proceso productivo de *M. rosenbergii* “camarón tropical” desde larva hasta precria en la granja camaronera Las Palmas, Tarapoto – San Martín. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Biológicas. Trujillo, Perú.
3. AQUACOP (1983). Intensive larval rearing in clear water of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, Anuenue Stock) at the Centre Oceanologique du Pacifique, Tahiti. En *CRC Handbook of Mariculture, Vol. 1: Crustacean Aquaculture*. (p. 179–87). Recuperado de: <https://www.crcpress.com/CRC-Handbook-of-Mariculture-Volume-I-Crustacean-Aquaculture-SecondEdition/McVey/p/book/9780849302558>.
4. Azim, M. & Little, D. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. (p. 29-35).
5. Boada, B. S. (2016). Substratos y Bioflocs en el Cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* en Altas Densidades Durante la Etapa de Engorde. Tesis para optar el grado de Magister Scientae en Acuicultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. (p. 101). Lima, Perú.
6. Boudour-Bouchecker, N.; Boulo, V.; Charmantier-Daures, M.; Anger, K.; Charmantier, G.; Lorin-Nebel; C. (2016). Osmoregulation in larvae and juveniles of two recently separated *Macrobrachium* species: Expression patterns of ion transporter genes, *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular y*

Integrative Physiology, Volume 195. (p. 39-45). Recuperado de:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S109564331630023X>

7. Charmantier, G. & Charmantier-Daures, M. (2001). Ontogeny of osmoregulation in crustaceans: The embryonic phase. *Amer. Zool.* (p. 1078-1089).
8. Correia, E. S.; Suwannatous, S.; New, M. B. (2000). Flow-through hatchery systems and management. In M.B. New y W.C. Valenti, eds. *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, England, Blackwell Science. (p. 52-68).
9. Coyle, S. D.; Alston, E. D.; Sampaio, C. M. S. (2010). Nursery systems and management. In: New, MB; Valenti, WC; Tidwell, JH; D'Abramo, LR, Kutty, MN, *Freshwater Prawns. Biology and Farming*. Blackwell Science. (p. 108-126). Oxford, UK.
10. D'Abramo, L.; Ohs, C.; Fondren, M.; Steeby, J.; Posadas, B. (2003). Culture of Freshwater Prawns in Temperate Climates: Management and Economics. Mississippi Agricultural y Forestry Experiment Station. Bulletin 1138. (p. 1-23).
11. Daniels, W. H.; D'Abramo, L. R.; Parseval, L. D. (1992). Design and management of a closed, recirculating 'clearwater' hatchery system for freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879. *Journal of Shellfish Research*. (p. 65–73).
12. David, F. S.; Cohen, F.; Valenti, W. C. (2016). Intensification of the Giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii* hatchery production. *Aquaculture Research*. (p. 3747-3752).
13. Ebeling, J.; Timmons, M.; Bisogni, J. (2006). Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*. (p. 346-358).

14. Electro Oriente. (2018). Pliegos Tarifarios. Recuperado de:
http://www.elor.com.pe/portal_elor/Media/Uploads/PUB_PT_VIG_04082018_SAN%20MARTIN_2.pdf.
15. FAO (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Recuperado de:
<http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>.
16. Gastelú, J. (2018). Operatividad y manejo en una granja camaronera (comunicación personal). Tarapoto, San Martín. Perú.
17. Gastelú, J & Sheen, I. (2016). Larvicultura comercial del camarón tropical *Macrobrachium rosenbergii* (De Mann) con uso de agua de mar artificial en la región amazónica del Perú. LACQUA – SARA 2016 – Meeting Abstract, World aquaculture Society Lima – Perú.
18. Gobierno Regional de San Martín. (2013). Plan Regional de Acuicultura de San Martín 2014 – 2023, Dirección Regional de la Producción – Gerencia Regional de Desarrollo Económico del Gobierno Regional de San Martín; Dirección de Acuicultura – Dirección General de Extracción y Producción Pesquera para el Consumo Humano Directo del Ministerio de la Producción. San Martín, Perú.
19. Guerra, A. (1988). El Aprovechamiento del Camarón de Río en el Futuro. Encuentro Internacional: Ciencia, Tecnología y Desarrollo con Proyección al Siglo XXI. (p. 1-11).
20. Hargreaves, J. (2013). Biofloc Production Systems for Aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC).
21. Hartnoll, R. G. (1982). Growth in the Biology of crustacean. Embryology, Morphology and Genetics. (p. 96-111).
22. Hendrikus, J.; Laambroek, H. J.; Gerards, S. (1993). Competition for limiting amounts of oxygen between *Nitrosomonas europaea* and *Nitrobacter winogradskyi* grown in mixed cultures. Microbiology. (p. 453 – 459).

23. Hudon, C. G.; Adison, E. D.; Matson, A. L. (1989). Effects of high pH on the mortality of *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae in green and clear water. *Journal of the World Aquaculture Society*.
24. Junta de Andalucía (2006). Manual de procedimientos para la calificación de la calidad ambiental de humedales según parámetros hidrológicos, físico químicos y biológicos. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Andalucía, España. Recuperado de: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Estado_Y_Calidad_De_Los_Recursos_Naturales/Ecosistemas/Humedales/PDFs/Informe_MEDWET_SUDOE_MGP.pdf.
25. Ling, S. W. (1969). The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *FAO Fisheries Report*. (p. 589– 606).
26. López, Á. S.; Zúniga, C. A.; López, M. R.; Quirós, O. J.; Colón, A. P.; Navas, J.; Rangel, R. A. (2016). Estado del arte de la medición de la productividad y la eficiencia técnica en América Latina: Caso Nicaragua. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. (p. 76-100).
27. Luz del Sur (2018). Pliego Tarifario. Recuperado de: <https://www.luzdelsur.com.pe/media/pdf/tarifas/TARIFAS.pdf>.
28. Manush, S. M.; Pal, A. K.; Das, T.; Mukherjee, S. C. (2006). The influence of temperatures ranging from 25 to 36 degrees C on developmental rates, morphometrics and survival of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) embryos. *Aquaculture*.
29. Marcillo, F. (2010). Administración de Empresas Acuícolas. ESPOL. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Marcillo+Morla%2C+Fabrizio>.
30. Martínez, F. J.; Sánchez, E.; Aguilar, V.; Pérez, R. (2015). Eficiencia técnica y ambiental de la camaricultura en Nayarit aplicando el índice de

- Malmquist. Estudios sociales (Hermosillo, Son.). (p. 237-260). Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01884557201500000010&lng=es&tlng=es.
31. Mallasen, M. & Valenti, W. C. (2005). Larval development of the giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii* at different ammonia concentrations and pH values. *Journal of the World Aquaculture Society* 36:32–41.
 32. Mallasen, M. & Valenti, W. C. (2006). Effect of nitrite on larval development of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*.
 33. Mallasen, M.; Valenti, W. C.; Ismael, D. (2003). Effects of nitrate concentration on larval development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). *Journal of Applied Aquaculture*. (p. 55–69).
 34. Manzi, J. J.; Maddox, M. B.; Sandifer, P. A. (1977). Algal supplement enhancement of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) larviculture. *Proceedings of the World Mariculture Society*. (p. 207-223).
 35. Morales, M. C. & Meruane, J. (2012). Indicadores de condición larvaria aplicados al camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782), en condiciones de cultivo controlado. Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar Universidad Católica del Norte. Coquimbo, Chile.
 36. Montilla, J. & Kromrey, J. (2010). Robustez de las pruebas T en comparación de medias, ante violación de supuestos de normalidad y homocedasticidad. Universidad de Los Andes. Área de Estadística. Departamento de Ciencias Económicas Administrativas y Contables. (p. 102-107). Mérida, Venezuela.
 37. Nandlal, S. & Pickering, T. (2005). Freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* farming in Pacific Island countries. *Volume one. Hatchery operation*. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community.

38. New, M. B. (1980). El Potencial del Cultivo de *Macrobrachium* en Latinoamérica. Revista latinoamericana de Acuicultura. (p. 49-61). Ciudad de México, México.
39. New, M. B & Singholka, S. (1984). Cultivo del camarón de agua dulce. FAO. Doc. Téc. Pesca. No. 225. Roma.
40. New, M. B. (2002). Farming freshwater prawn. A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). FAO Fisheries Technical Paper 428. FAO, Rome, Italy.
41. New, M. B. (2005). Freshwater prawn farming: global status, recent research, and a glance at the future. Aquaculture Research.
42. New, M. B.; Valenti, W. C.; Tidwell, J. H.; D'Abramo, L. R.; Kutty, M. N. (2010). Freshwater prawns biology and farming. 1. Ed. New Delhi, IN, Wiley-Blackwell.
43. Pérez, J. (2001). Aplicación de Nitrosomonas y Nitrobacter en forma de biopelícula para la nitrificación biológica en reactores de lecho fijo. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Ingeniería Química. (p. 38 – 43). Barcelona, España.
44. Prasuna, D. V.; Hareesh, K.; Srinivasulu, M. (2015). Studies on the Proximate Composition of Tropical Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii*. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. (p. 329-336).
45. PRODUCE. (2018). Estadística de cosecha. Dirección General de Acuicultura, Ministerio de Producción. Lima, Perú. Recuperado de: http://rnia.produce.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=78.
46. PRODUCE. (2016). Especies cultivadas en el Perú. Dirección General de Acuicultura, Ministerio de Producción. Lima, Perú.
47. Phuong, N. W.; Hai, T. N.; Hien, T. T.; Bui, T. V.; Huong, D. T.; Son, V. N.; Morooka, Y.; Fukuda, Y.; Wilder, M. N. (2006). Current status of freshwater

- prawn culture in Vietnam and the development and transfer of seed production technology. *Fisheries Science*. (p. 1–12).
48. Raizada, S.; Javed, H.; Ayyappan, S.; Mukherjee, S. C.; Maheshwari, U. K.; Fielder, D. S. (2015). Hatchery seed production of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* using inland ground saline water in India. *Aquac Res.* (p. 49-58).
49. Ribeiro, P.; Logato, P. (2002). Crianza de camarones de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*). Universidad Federal de Minas Gerais.
50. Romero, R. (2010). Programa Maestro Camarón de Cultivo Oaxaca. México. Recuperado de: https://www.academia.edu/13677467/Programa_Maestro_Camar%C3%B3n_de_Cultivo_Oaxaca.
51. SENAMHI. (2019). Temperaturas promedio. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Perú. Recuperado de: <https://senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>.
52. Summerfelt, S. T.; Wilton, G.; Roberts, D.; Rimmer, T.; Fonkalsrud, K. (2004). Developments in recirculating systems for Arctic char culture in North America. *Aquacultural Engineering*. (p. 31-71).
53. Tayamen, M. & Brown, J. H. (1999). A condition index for evaluating larval quality of *M. rosenbergii* (De Man, 1879). *Aquaculture Research*. (p. 917-922).
54. Uno, Y. & Kwon, C. S. (1969). Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) reared in the laboratory. *Journal of the Tokyo University of Fisheries* (p. 55-90).
55. Valenti, W. C. (2002). Criação de camarões de água doce. Em: Congresso de Zootecnia, 12vo, Vila Real, Portugal: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. (p. 229-237).

56. Valenti, W. C. (2006). Current status of freshwater prawn culture in Brazil. En Nair C.M., D.D. Nambudiri y S. Jose (Eds.) International Symposium on Freshwater Prawns, Kochi. Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture y Marketing. Allied Publishers. (p. 106-111). New Delhi, India.
57. Valenti, W. C & Tidwell, J. H. (2006). Economics and management of freshwater prawn culture in Western Hemisphere. In *Shrimp Culture: Economics, Market, and Trade*. (Ed. by P.S. Leung y C. Engle). Blackwell Science. (p. 78-120). Oxford. UK.
58. Valverde, J. & Alfaro, J. (2013). La experiencia del cultivo comercial de camarones marinos en estanques de producción en Costa Rica. *Rev. Mar. Cost.* (p. 87-105).
59. Wang, J.; Li, D.; Dong, S.; Wang, K.; Tian, X. (1998). Experimental Studies on Polyculture in Closed Shrimp Ponds. Intensive Polyculture of Chinese Shrimp (*Penaeus chinensis*) with Tilapia Hybrids. *Aquaculture*. (p. 11-27).

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Hembra ovada de *Macrobrachium rosenbergii*.



ANEXO 2: Materiales usados para la eclosión de nauplios de artemia en la G. A. C. Las Palmas.



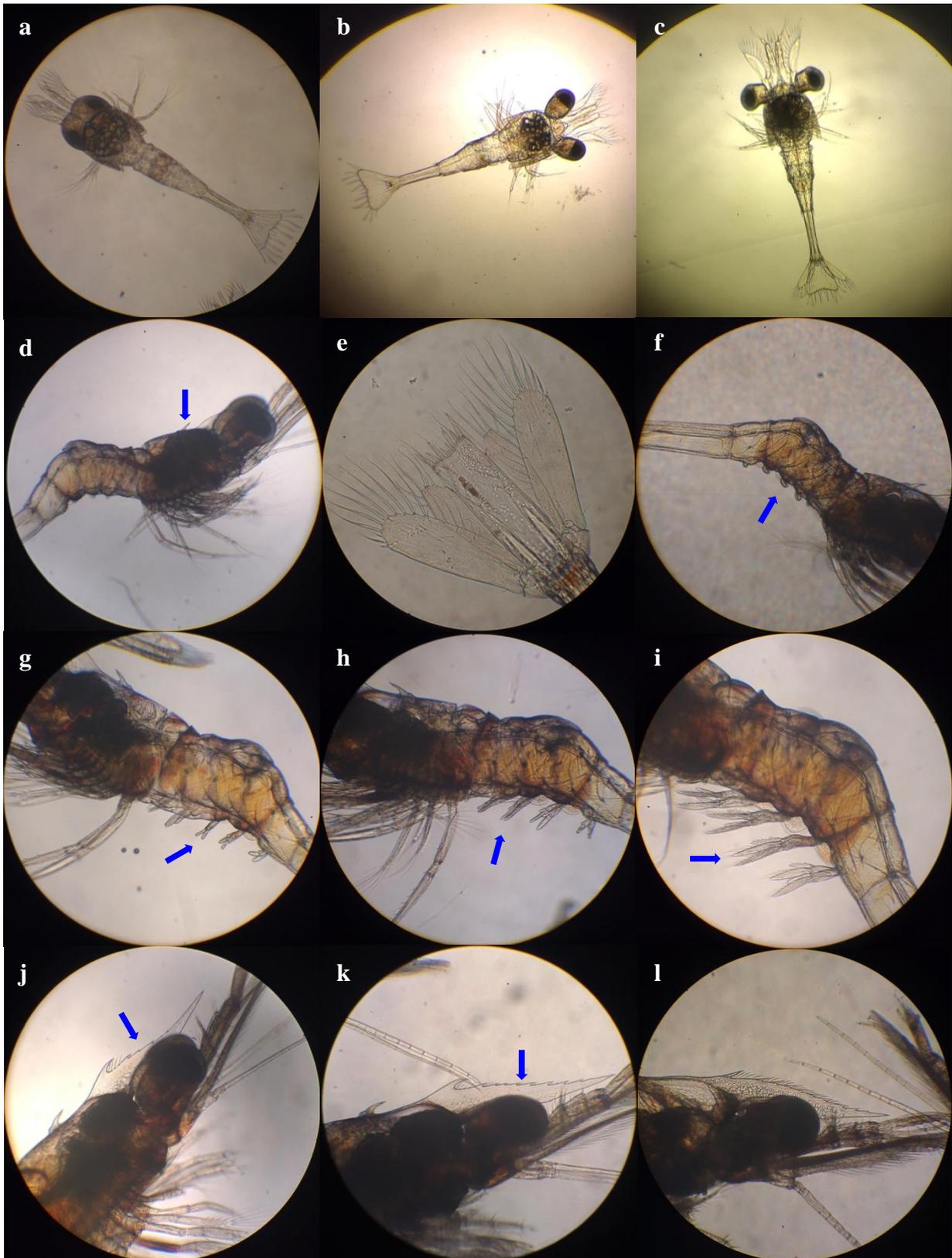
ANEXO 3: Conteo de larvas de *M. rosenbergii* en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas.



ANEXO 4: Materiales usados para la eclosión de nauplios de artemia en la hatchery Aqua Prawn.

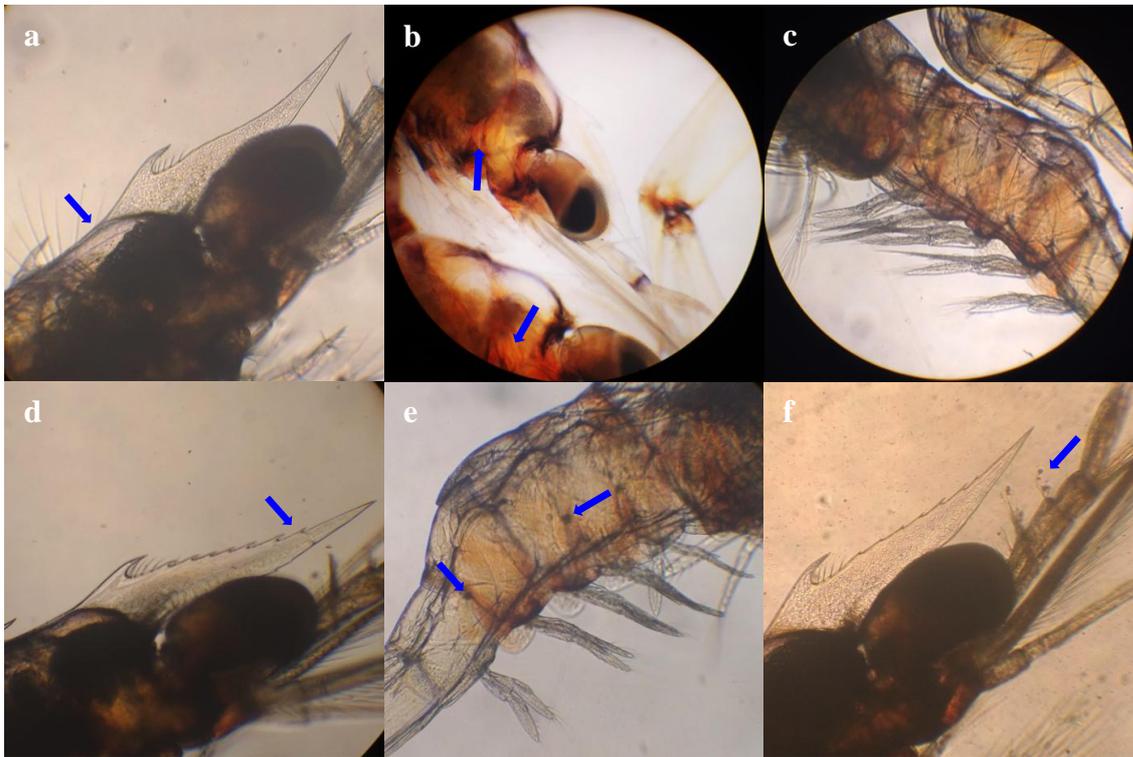


ANEXO 5: Larvas observadas en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas y Aqua Prawn.

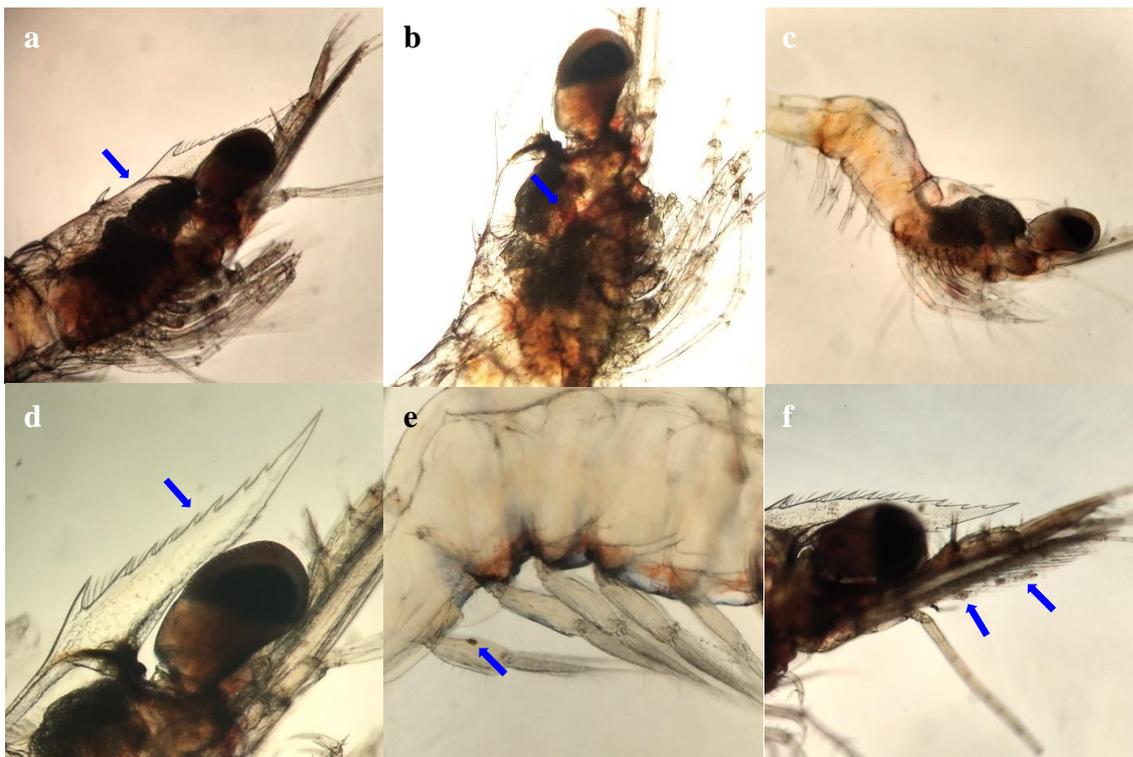


a: zoea I; b: zoea II; c: zoea III; d: zoea IV; e: zoea V; f: zoea VI; g: zoea VII; h: zoea VIII; i: zoea IX; j: zoea X; k: zoea XI; l: Postlarva.

ANEXO 6: Ejemplares evaluados en la hatchery de la G. A. C. Las Palmas.



ANEXO 7: Ejemplares evaluados en la hatchery Aqua Prawn.



a: Estado del hepatopáncreas; b: Pigmentación; c: Coloración corporal; d: Rostrum; e: Melanización; f: Organismos incrustantes.

ANEXO 8: Consumo eléctrico aproximado del hatchery de la G. A. C. Las Palmas.

Equipo	Tipo de Cargo	Potencia (W)	Cantidad	Horas uso/ciclo	Consumo (kWh)
Blower	Fuera de Punta	860	1	418	359.48
	En Horas de Punta	860	1	110	94.6
Termostato	Fuera de Punta	300	4	418	501.6
	En Horas de Punta	300	4	110	132
Bombas	Fuera de Punta	45	8	418	150.48
	En Horas de Punta	45	8	110	39.6
Total Fuera de Punta					1011.56
Total en Horas de Punta					266.2
Total					1277.76

**FHP: Fuera de horas de punta; HP: En horas de punta.*

ANEXO 9: Consumo de artemia en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas.

Cantidad (g)/día	Días	# Tanques	Consumo (g)
10	4	4	160
14	18	4	1008
Total			1168

ANEXO 10: Consumo de alimento balanceado en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas.

Cantidad (g)/día	50
Días	22
Total (g)	1100

ANEXO 11: Acondicionamiento de agua de cultivo en el hatchery de la G. A. C. Las Palmas.

Volumen Sistema (L)	Volumen (L)/bolsa	# Bolsas	Vida útil (lote)
18000	475	38	8

ANEXO 12: Consumo eléctrico aproximado del hatchery Aqua Prawn.

Equipo	Potencia (W)	Cantidad	Horas uso/ciclo	Consumo (kWh)
Blower	180	1	528	95.04
Termostato 1'	150	1	528	79.2
Termostato 2'	150	2	432	129.6
Termostato 3'	150	1	360	54
Termostato 4'	150	2	192	57.6
Iluminación	18	4	528	38.016
			Total	453.456

ANEXO 13: Consumo de artemia en el hatchery Aqua Prawn.

Cantidad (g)/día	Días	Consumo (g)
31	22	682
Total		682

ANEXO 14: Consumo de alimento balanceado en el hatchery Aqua Prawn.

Cantidad (g)/día	30
Días	22
Total (g)	660

ANEXO 15: Transporte de agua de cultivo al hatchery Aqua Prawn.

Volumen Sistema (L)	Volumen agua de mar 35 ups (L)	Vida útil (lote)
7500	3000	5