

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERÍA



**“IMPLEMENTACIÓN DE TANQUES CIRCULARES
SUPERINTENSIVOS EN LA PRECRIA DEL *LITOPENAEUS*
VANNAMEI, EN UNA LANGOSTINERA EN BALAO CHICO -
ECUADOR (2017-2020)”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR TÍTULO
DE INGENIERO PESQUERO**

PEDRO ALEJANDRO ALVARADO ROSAS

LIMA - PERÚ

2022

Document Information

Analyzed document	visado TSP Pedro Alvarado.docx (D148104993)
Submitted	10/30/2022 8:39:00 PM
Submitted by	jessie marina vargas cárdenas
Submitter email	jesvargas@lamolina.edu.pe
Similarity	0%
Analysis address	jesvargas.unalm@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	ANTE TT.docx Document ANTE TT.docx (D22672073)	 2
SA	Informe_cuarta revision.docx Document Informe_cuarta revision.docx (D30985813)	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE PESQUERÍA
"IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS RACEWAYS EN LA ETAPA DE PRECRÍA EN UNA LANGOSTINERA UBICADA EN BALAO CHICO-ECUADOR (2017-2020)"
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO
PEDRO ALEJANDRO ALVARADO ROSAS
Lima - Perú
2022

INDICE Página I. INTRODUCCION 1 1.1. Problemática 1 1.2. Glosario 5 II. OBJETIVOS 7 2.1. Objetivo General 7 2.2. Objetivos específicos 7 III. REVISIÓN DE LITERATURA 8 3.1. Características del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) 8 3.2. Sistema de cultivo en Raceways 14 3.2.1. Uso de probióticos 15 3.2.2. Uso de Cultivos simbióticos 15 3.3. Enfermedades del camarón 16 3.3.1. Enfermedades parasitarias 17 3.3.2. Enfermedades Bacterianas 17 3.3.3. Enfermedades Virales 18 IV. DESARROLLO DEL TRABAJO 19 4.1. Descripción del trabajo 19 4.2. Descripción de la empresa 21 4.3. Cargos dentro de la empresa 23 4.4. Implementación de los Raceways en Camaronera Marfrisco 29 4.5. Funciones laborales 33 4.5.1. Planificación y solicitud de post-larva a laboratorios (propios o terceros) 34 4.5.2. Tratamiento del agua previa a la recepción y llenado de raceways 34 4.5.3. Decoloración y quelado de metales pesados en los raceways 37 4.5.4. Maduración del agua en los raceways 37 4.5.5. Recepción de las post-larva 38 4.5.6. Gestión de la alimentación 42 4.5.7. Evaluación del control sanitario 44 4.5.8. Control de los parámetros físico químicos del agua 46 4.5.9. Evaluación y proceso de transferencia de la post-larva a los estanques de pre-cría 47 4.5.10. Secado y desinfección de unidades de siembra (RW) 50 4.6. Problemas que se reportaron en Raceways 52 4.6.1. Durante la recepción de post-larva 52 4.6.2. Materia orgánica dentro de los tanques raceway 53 4.6.3. Presencia de mortalidad 54 4.6.4. Remanente de Alimento Balanceado 56 4.6.5. Variaciones en los parámetros de calidad de agua 57 4.6.6. Aplicación del método Simbióticas en los Raceways de Marfrisco 57 V. RESULTADOS Y DISCUSIONES 60 5.1. Primera etapa en el área de Raceways 60 5.2. Segunda etapa del área Raceways 62 5.3. Desarrollo de camarones provenientes de raceway en las piscinas de engorde 66 VI. CONCLUSIONES 69 VII. RECOMENDACIONES 70 VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 72 IX. ANEXOS 76

INDICE DE TABLAS Página Tabla 1: Clasificación taxonómica del camarón blanco. Basado en la calificación de Feijó, (2009) 8 Tabla 2: Rangos de aceptación de post larva en su recepción en camaronera Marfrisco 26 Tabla 3: Parámetros de calidad de agua y equipos utilizados durante cultivo de raceways 28 Tabla 4: Tabla de maduración de agua en RW 37 Tabla 5: Valores permitidos de parámetros de calidad de agua en las unidades de siembra 38 Tabla 6: Valores de evaluación (%) de la prueba de estrés en pos larvas 40 Tabla 7: Tamaños de partícula de alimento balanceado según tamaño de Post-larvas. 43 Tabla 8: Proveedores de Alimentos Balanceados utilizados en los Raceways de Marfrisco 44 Tabla 9: Tabla de identificación de vibrios en agar TCBS (Valtek diagnostics) 45 Tabla 10: Parámetros de calidad de agua y equipos utilizados durante cultivo de raceways 47 Tabla 11: Tratamientos de Maduración de agua con el método de simbióticas previo y post siembra de post-larva 59

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERÍA

**“IMPLEMENTACIÓN DE TANQUES CIRCULARES
SUPERINTENSIVOS EN LA PRECRIA DEL *LITOPENAEUS*
VANNAMEI, EN UNA LANGOSTINERA EN BALAO CHICO
- ECUADOR (2017-2020)”**

Presentada por:

Pedro Alejandro Alvarado Rosas

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título de:

INGENIERO PESQUERO

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

M. Sc. Anibal Verástegui M.
Presidente

Mg. Sc. Elsa Vega Galarza
Miembro

Mg Sc. Beatriz Angeles Escobar
Miembro

Dra. Jessie Vargas Cárdenas
Asesor

Lima-Perú

2022

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problemática.....	1
1.2. Glosario	3
II. OBJETIVOS.....	5
2.1. Objetivo General	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
III. REVISIÓN DE LITERATURA	6
3.1. Características del camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	6
3.2. Sistema de cultivo en tanques circulares súperintensivos	11
3.2.1. Uso de probióticos	12
3.2.2. Uso de Cultivos simbióticos	12
3.3. Enfermedades del camarón	13
3.3.1. Enfermedades parasitarias	14
3.3.2. Enfermedades Bacterianas.....	14
3.3.3. Enfermedades Virales.....	14
IV. DESARROLLO DEL TRABAJO	15
4.1. Descripción del trabajo.....	15
4.2. Descripción de la empresa.....	16
4.3. Cargos dentro de la empresa	18
4.4. Implementación del área de cultivo inicial súper-intensivo con tanques circulares en Camaronera Marfrisco.....	23
4.5. Funciones laborales	27
4.5.1. Planificación y solicitud de post-larva a laboratorios (propios o terceros)	27
4.5.2. Tratamiento del agua previa a la recepción y llenado de tanques circulares.....	27
4.5.3. Decloración y quelado de metales pesados en los tanques circulares	31

4.5.4.	Maduración del agua en las unidades de siembra.....	31
4.5.5.	Recepción de las post-larvas.....	32
4.5.6.	Gestión de la alimentación.....	35
4.5.7.	Evaluación del control sanitario	37
4.5.8.	Control de los parámetros fisicoquímicos del agua.....	39
4.5.9.	Evaluación y transferencia de la post-larva a los estanques de precría	40
4.5.10.	Secado y desinfección de unidades de siembra	43
4.6.	Problemas que se reportaron en el área de cultivo inicial.....	44
4.6.1.	Durante la recepción de post-larva	44
4.6.2.	Materia orgánica dentro de los tanques circulares.....	45
4.6.3.	Presencia de mortalidad.....	46
4.6.4.	Remanente de Alimento Balanceado.....	48
4.6.5.	Variaciones en los parámetros de calidad de agua	48
4.6.6.	Aplicación del método Simbióticas en el área de cultivo inicial de Marfrisco .	48
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	51
5.1.	Primera etapa en el área de cultivo inicial.....	51
5.2.	Segunda etapa del área de cultivo inicial súper-intensivo.....	53
5.3.	Desarrollo de camarones provenientes del área de cultivo inicial súper-intensivo en las piscinas de engorde	57
VI.	CONCLUSIONES.....	60
VII.	RECOMENDACIONES	61
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
IX.	ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Clasificación taxonómica del camarón blanco. Basado en la calificación de Feijó, (2009).....	6
Tabla 2: Rangos de aceptación de camarón juvenil para siembra en piscina de engorde en camaronera Marfrisco	20
Tabla 3: Parámetros de calidad de agua y equipos utilizados durante cultivo súperintensivos con tanques circulares	22
Tabla 4: Tabla de maduración de agua en tanques circulares y sus tratamientos con productos comerciales	31
Tabla 5: Valores permitidos de parámetros de calidad de agua en las unidades de siembra del área de cultivo inicial	32
Tabla 6: Valores de evaluación (porcentaje) de la prueba de estrés en post-larvas.....	33
Tabla 7: Tamaños de partícula de alimento balanceado según tamaño de Post-larvas.	36
Tabla 8: Proveedores de Alimentos Balanceados utilizados en área de cultivo inicial de la camaronera Marfrisco	37
Tabla 9: Tabla de identificación de vibrios en agar TCBS (Valtek diagnostic)	37
Tabla 10: Parámetros de calidad de agua y equipos utilizados durante cultivo inicial en tanques circulares	39
Tabla 11: Tratamientos de Maduración de agua con el método de simbióticas previo y post siembra de post-larva	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ciclo biológico del camarón.....	8
Figura 2. Morfología del Camarón (Litopenaeus vannamei)	8
Figura 3. Camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en etapa de engorde tomada en camaronera Marfrisco.....	9
Figura 4. Mapa de ubicación de la Camaronera Marfrisco (Ecuador).....	17
Figura 5. Organigrama de personal dentro de la Camaronera Marfrisco	18
Figura 6. Ejemplo de platos comederos para cálculo de sobras de alimento balanceado.....	19
Figura 7. Ubicación del área de crianza superintensiva en camaronera Marfrisco	24
Figura 8. Esquema de distribución de tanques del área de crianza superintensiva ubicados en la camaronera Marfrisco	25
Figura 9. Colocación de sistema de aireación en una unidad de siembra.....	26
Figura 10. Unidad de siembra del área de cultivo inicial súper-intensivo con cubierta de plástico	26
Figura 11. Distribución de Reservorios de tratamiento de agua dentro de la granja	29
Figura 12. _Reservorios de Agua utilizados para el área de cultivo inicial.....	30
Figura 13. _Filtros de agua previos a unidades de siembra	30
Figura 14. _Placas de Agar TCBS con post-larva recibida en la camaronera Marfrisco	38
Figura 15. Ejemplo de distribución de los pesos en tinas de transporte y cálculo de peso total cosechado.....	42
Figura 16. Limpieza de una de las superficies de la unidad de siembra.....	43
Figura 17. Placa de chromagar que muestra las unidades formadoras de colonias de v. vulnificus.....	45
Figura 18. Mortalidades presentadas en los tanques circulares	47
Figura 19. Bacterias detectadas en hemolinfas de camarón sano vs camarón enfermo	49
Figura 20. Promedios mensuales de sobrevivencia (%) de la Post- larva en el área de cultivo inicial.....	51

Figura 21. Promedios mensuales de sobrevivencia (%) de camarón en pre criadero sembrado desde el área de cultivo inicial (CI) vs camarón sembrado directo de un laboratorio	52
Figura 22. Promedios mensuales de las conversiones alimenticias en precriaderos de camarón sembrado desde el área de cultivo inicial (CI) vs camarón sembrado directo de un laboratorio	53
Figura 23. Promedios mensuales de sobrevivencia de la Post- larva en el área de cultivo inicial durante la segunda etapa (abril 2018 – Oct 2020)	54
Figura 24. Promedios mensuales de sobrevivencia de camarón en pre criadero sembrado desde tanques circulares vs camarón sembrado directo de un laboratorio durante la segunda etapa 55	
Figura 25. Promedios mensuales durante la segunda etapa de las conversiones alimenticias en pre criaderos de camarón sembrado desde el área de cultivo intensivo (CI) vs camarón sembrado directo de un laboratorio.....	56
Figura 26. Promedio mensual de sobrevivencia (puntos azules) y conversión alimenticia de las piscinas de engorde desde enero 2015 a enero 2022	58
Figura 27. Promedios mensuales de sobrevivencia y CA de precriaderos de camaronera Marfrisco volviendo al sistema bifásico	59

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo A: Datos estadísticos de la Cámara Nacional de Acuicultura, sobre la exportación del Camarón Ecuatoriano (2022)	67
Anexo B: Normas de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua	70
Anexo C: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados	74
Anexo D: Norma de calidad del aire ambiente	77
Anexo E: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos	78
Anexo F: Imágenes.....	79
Construcción de unidades de siembra en camaronera Marfrisco.....	79

RESUMEN

El presente trabajo lleva a cabo el análisis y descripción de la implementación del sistema superintensivo de tanques circulares en la Camaronera Marfrisco, que tuvo como objetivo reducir la baja de calidad de semilla de camarón proveniente de los laboratorios que llevaron a la propuesta de implementar los tanques súperintensivos en etapa de precría. Este trabajo comprendió tres partes fundamentales, la primera trata los temas relacionados con el trabajo desarrollado, se definen las enfermedades que se presentaron durante el ciclo de producción tales como: enfermedades parasitarias, bacterianas y virales; se hace una descripción de la metodología utilizada en el cultivo del camarón. La segunda parte describe las funciones desempeñadas en el cargo de subjefe técnico como responsable tanto de las piscinas de engorde, con densidades de siembra de doce a dieciséis camarones por metro cuadrado, y como jefe del área de cultivo de post larvas en tanques súperintensivos, los cuales fueron sembrados con densidades de dieciséis a cuarenta post-larvas (PL) por litro, en esta sección también se describen los problemas y las soluciones que existen en la etapa de cultivo. La última parte muestra y describe los resultados de estos sistemas y su impacto sobre los precriaderos y las piscinas de engorde. Se analizan y comparan estos resultados con los obtenidos en otro grupo de camarones que no pasaron por el sistema de tanques circulares, evidenciando resultados no tan diferenciados en la sobrevivencia, pero si en la conversión alimenticia y sobre todo en los números finales de producción de las piscinas que pasaron por el modelo de tres fases. El trabajo concluye remarcando la ventaja de la implementación de una fase previa al sistema tradicional de dos fases. Este sistema implementado sirve como una buena medida de mitigación.

Palabras clave: tanques circulares, pre criadero, post larva, *Litopenaeus vannamei*, supervivencia.

ABSTRACT

The present report describes the analysis of the implementation of the super-intensive circular tank system at the Marfrisco shrimp farm. The objective was to reduce the decline in the quality of shrimp seed from laboratories, leading to the proposal to implement super-intensive tanks in the pre-nursery stage. This work comprised three fundamental parts. The first addresses topics related to the work carried out, defining diseases that occurred during the production cycle, such as parasitic, bacterial, and viral diseases. It provides a description of the methodology used in shrimp farming. The second part describes the roles performed in the position of technical sub-chief, responsible for both grow-out ponds with stocking densities of twelve to sixteen shrimp per square meter, and as the head of the post-larvae cultivation area in super-intensive tanks. These tanks were stocked with densities of sixteen to forty post-larvae per liter. This section also outlines the problems and solutions encountered during the cultivation stage. The last part presents and describes the results of these systems and their impact on the pre-nurseries and grow-out ponds. The results are analyzed and compared with those obtained in another group of shrimps that did not go through the circular tank system. The findings show relatively similar survival rates but differences in feed conversion and, most importantly, in the final production numbers of the ponds that went through the three-phase model. The work concludes by emphasizing the advantage of implementing a preliminary phase before the traditional two-phase system. This implemented system serves as a good mitigation measure.

Keywords: circular tanks, pre hatchery, post larvae, *Litopenaeus vannamei*, survival.

I. Introducción

Problemática

La acuicultura es una actividad muy importante para la economía ecuatoriana ya que es una de sus principales fuentes de ingresos. Esta agroindustria ha crecido sosteniblemente al hacer un excelente uso y provecho de los factores geográficos y los climas que le acompañan, para sacar adelante el cultivo de una gran variedad de especies: camarón, atún, tilapia, cangrejo, mejillones, conchas, dorado, trucha, entre otras. Específicamente, la rentabilidad del cultivo de camarón se ha hecho evidente a través de la última década ya que este se ha posicionado como el líder de los productos tradicionales no petroleros según el boletín emitido por el Banco Central hasta el mes de octubre del 2021 pasado (ver Anexos A). Las cifras de exportación del crustáceo son las más altas de los últimos cinco años, de acuerdo con la Cámara Nacional de Acuicultura (CNA, 2022).

Dentro del sistema de producción de camarón, en el Ecuador, existen dos componentes muy definidos como son la fase de larvicultura y la fase de engorda - crecimiento. La fase de larvicultura se considera el punto crítico para el ciclo productivo. La calidad de la larva es un elemento clave para que la producción sea la mejor posible en cuanto a su supervivencia y conversión de alimento.

Según los estudios realizados por el Centro Nacional de Acuicultura de Investigaciones Marinas (Arellano, 1993), existen tres fuentes de origen de las larvas preferenciales en el sector camaronero: El primer tipo, es la post-larva silvestre la cual es recolectada directamente del mar; luego tenemos la larva que proviene de nauplios silvestres cuyo ciclo de cría continúa en un laboratorio, y por último está la larva de camarón proveniente de nauplios obtenidos de maduración y reproducción selecta. Este sistema se basa en la obtención de adultos capturados de unidades de producción con alto rendimiento y estimulados a madurar por medio de la técnica de ablación del pedúnculo ocular.

La camaronera Marfrisco trabaja con la última opción donde las larvas son sembradas directamente a precriaderos, los cuales a diferencia de las piscinas de engorde son estaqués de tierra con un área igual o menor a las tres hectáreas. Es así que empleaba un sistema de cultivo de dos fases: pre criadero - Piscina de engorde. Por lo tanto, las post-larvas son primero sembradas en precriaderos y luego transferida a piscinas de engorde, las cuales varían en su tamaño desde las 8 hasta 33 hectáreas, hasta su etapa de cosecha.

En el 2016, la mayoría de las granjas de cultivo de *Litopenaeus vannamei* en Ecuador no incluían criaderos o hatcheries, sino que el cultivo se iniciaba con post-larvas en estadíos PL 10 – 12 (post larva de 10 a 12 días) sembrados directamente en precriaderos. Este modelo tuvo un buen funcionamiento hasta que se presentaron bajos rendimientos en los precriaderos, problema que continuó a las piscinas de engorde resultando en una baja producción.

La producción ecuatoriana de larvas de camarón disminuyó un 30 % tras pasar de 5 mil millones de larvas (producción promedio mensual de 2013 y 2014) a 3.5 mil millones, en los últimos meses de 2015 (CNA, 2020). Una de las principales causas de la caída en la producción larval se debió a la poca demanda de camarón por parte de las plantas procesadoras debido a la baja en el precio del camarón por libra en el 2015.

En abril del 2016, Ecuador sufrió un terremoto que afectó principalmente la costa y muchas infraestructuras camaroneras sobre todo en la provincia de Santa Elena. Según cifras reveladas por Alex Elghoul, dirigente por la provincia de Santa Elena de la Cámara Nacional de Acuicultura (CNA) y representante de los laboratorios de larvas de camarón, funcionan 130 laboratorios de producción larval, las que representan el 75 % de los proveedores de larva a las camaroneras del país, y en esa zona también se realiza el 90 % de los procesos de maduración de reproductores y los trabajos genéticos para mejoras larvales. Es así que los laboratorios empezaron a tener problemas de mortalidad en las unidades de siembra y para cubrir la demanda total que tenían de post-larvas optaron por cosechar días antes del periodo normal, a fin de evitar que se empiecen a presentar dichas mortalidades antes de la venta. Esto afectó de gran manera la calidad de post-larvas que se recibían en las camaroneras.

Específicamente en la camaronera Marfrisco se observó una significativa diferencia en el tamaño de PL recibidas, siendo un promedio mensual de doscientos trece post-larvas por gramo, entre los meses de enero 2015 hasta abril 2017, y a partir de abril 2017 los laboratorios proveedores llegaron a hacer envíos de post larva con un promedio de trescientos sesenta y siete PL por gramo de biomasa de PL de camarón, lo que evidenciaba que el problema preexistente de los laboratorios a las unidades de precría.

Debido a esta decadencia en la calidad de post-larvas provenientes de los laboratorios la sobrevivencia de camarón en la primera fase (la de precría) se vio notoriamente afectada. Los promedios mensuales de sobrevivencias en esta fase eran de 93.3 %, este promedio fue bajando, pero manteniendo un mínimo aceptable de 75 % de sobrevivencia. Es hasta los primeros meses del año 2017 donde se observaron porcentajes de sobrevivencia alarmantes

que llegaron hasta solo 38.87 % los cuales coincidían con el cambio del tamaño de PL despachada por los laboratorios proveedores.

La revista *Líderes* (s.f.), de Ecuador, paralelamente a finales del año 2014 menciona en uno de sus reportes llamados “La industria Nacional de camarón reflató con fuerza” a Álex Elgohul, director de la cámara de Acuicultura en la provincia de Santa Elena; quien explicaba que el sistema de cultivo súperintensivos en tanques circulares había sido implementado ya en un 40 % del total de instalaciones camaroneras en Ecuador, y que hacía 5 años solamente existían un 10 % de estos sistemas dentro de la industria.

En ese mismo tiempo, en la feria anual más importante de Ecuador, AquaExpo, se dieron muchas capacitaciones a los productores acerca de nuevos métodos de cultivo, entre ellos se mencionaron la inclusión de una fase previa superintensiva en tanques circulares, donde se expusieron sus ventajas, costos y modos de implementación como posible solución a las altas mortalidades mencionadas anteriormente. La empresa Promarisco toma particular interés y como una solución se planteó la implementación del sistema de cultivo trifásico (Cultivo inicial súper-intensivo– pre criadero – piscina de engorde) incluyendo una etapa inicial del tipo intensivo para obtener mayor control del ciclo de cultivo con lo cual se esperaría aumentar la supervivencia.

Glosario

- **Ablación:** extirpación de un órgano o de un tejido corporal. En el caso de los camarones se hace una extirpación del pedúnculo ocular para acelerar la maduración sexual de los adultos.
- **Agar TCBS:** es un medio selectivo de diferenciación para el aislamiento y cultivo de *Vibrio* a partir de muestras tomadas de la hepatopáncreas del camarón adulto o de la totalidad del camarón en una edad temprana.
- **Chromagar:** Cumple la misma función que el agar TCBS, pero aísla de manera más específica tres tipos de vibrios: *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* y *V. Alginolyticus*
- **Crustáceo:** es un invertebrado artrópodo con respiración branquial, dos pares de antenas y el cuerpo cubierto generalmente por un caparazón calcáreo.
- **Epibiontes:** protozoos que tienen afinidades de fijación fuerte para las superficies de invertebrados marinos (Carman y Dobbs, 1997), los que se consideran generalmente como agentes etiológicos de enfermedades importantes de crustáceos (Morado y Small, 1995).

- **Epitelio:** se refiere a las capas de células que recubren los órganos huecos y las glándulas. También se refiere a aquellas células que conforman la superficie exterior del cuerpo.
- **Esporangios:** cavidad donde se originan y están contenidas las esporas.
- **Fitoplancton:** organismos acuáticos autótrofos del plancton, tienen capacidad fotosintética y viven dispersos en el agua.
- **Hifas:** su forma es filamentososa y de tipo tubular con paredes celulares, el conjunto de hifas forma un entretejido que constituye el hongo.
- **Larvicultura:** es el primer proceso que constituye a la siembra de larvas.
- **Microorganismos Efectivos:** conocidos por su sigla en inglés EM, son una mezcla de tres grupos de microorganismos naturales. Lactobacilos, Levaduras, y Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas.
- **Nauplios:** término utilizado generalmente para designar la forma del camarón salino recién eclosionado.
- **Ocelo:** Órgano visual rudimentario de algunos animales metazoos, formado por un grupo de células fotosensibles, mediante el cual pueden percibir luz, pero no imágenes.
- **Patógenos:** que causa o produce enfermedad.
- **Pedúnculo ocular:** pequeños tallos móviles, donde se sitúan los ojos de los crustáceos. (Aguilar y Parrales 2015).
- **Punto de Equilibrio:** Es el punto o cantidad exacta donde la empresa se encuentre en un balance donde los ingresos cubren exactamente los costos, Por ende, no existe pérdida ni ganancia. Su cálculo está definido por los costos fijos y variables de la empresa
- **Tinas de transferencia:** Tinas de plástico rectangulares con capacidad de 500 L. Normalmente van equipadas con mangueras y piedras difusoras para oxigenar el agua durante el traslado del camarón desde el área de cultivo inicial súper-intensivo a precriaderos o desde precriadero hasta piscinas de engorde.
- **Vibrio:** es un género de bacterias que afectan al tracto digestivo (Austin, 2010).
- **Zooplancton:** fracción del plancton, los cuales se alimentan por ingestión de materia orgánica ya elaborada.

II. Objetivos

Objetivo General

Implementar y evaluar el uso del sistema de tanques circulares súperintensivos en la etapa de precría de *Litopenaeus vannamei* en la camaronera Marfrisco - Ecuador

Objetivos Específicos

- Incrementar los porcentajes en la tasa supervivencia y crecimiento de *Litopenaeus vannamei* en los cultivos a partir de la implementación de tanques circulares súperintensivos en la etapa de precría en la camaronera
- Elaborar controles internos en la recepción de post-larvas para asegurar la calidad de estas provenientes de laboratorios proveedores de la camaronera Marfrisco para el funcionamiento óptimo de los tanques circulares en el área de cultivo inicial

III. Revisión De Literatura

Características Del Camarón Blanco (*Litopenaeus Vannamei*)

El camarón (*Litopenaeus vannamei*) proviene del este del Océano Pacífico desde la provincia de Sonora (Norte de México) hasta el Departamento de Tumbes (Perú). Por lo general habita en aguas cálidas (temperaturas mayores a los 20° C). La especie tiene una preferencia por los hábitats de fondos fangosos y se los puede encontrar hasta los 72 metros de profundidad tanto en aguas marinas como estuarinas.

La clasificación taxonómica del camarón obedece al formato señalado la siguiente

Tabla 1: Clasificación taxonómica del camarón blanco.

Reino	Animalia
Filo	Artrópoda
Subfilo	Crustácea: Pennant, 1777
Clase	Malacostraca: Latreille, 1806
Subclase	Eumalacostraca: Grobben, 1892
Superorden	Eucarida: Calman, 1904
Orden	Decápoda: Latreille, 1803
Suborden	Dendrobranchiata: Bate, 1888
Superfamilia	Penaeoidea: Rafinesque, 1815
Familia	Penaeidae: Rafinesque, 1815
Subfamilia	Penaeinae: Dana, 1852
Género	Litopenaeus: Pérez-Farfante & Kensley, 1997
Especie	Vannamei

Nota: Elaborado a partir de “Prospecção de genes relacionados à ocorrência de enfermidades no camarão *Litopenaeus vannamei*”, por Feijó, 2009.

Durante las primeras etapas de su desarrollo el camarón habita en aguas oceánicas, refugiándose luego en aguas costeras y/o estuarinas hasta la etapa de juveniles, momento en el que retornan al mar para reproducirse. Durante la época de apareamiento, las hembras eliminan aproximadamente de 100,000 a 500,000 huevos que son fecundados externamente durante el desove (Feijó, 2009).

Después de un período de 14 a 20 horas desde el desove, las larvas eclosionan y se van desarrollando en etapas las cuales a su vez tienen subetapas (ver Figura 1) de la siguiente manera:

Nauplios

Llamado así al estadio después de la eclosión, tiene 5 subestadios (NI a NV)), toda esta fase dura aproximadamente de 40 - 50 horas, se caracterizan por tener una longitud de 0.5 mm y un ancho de 0.2 mm compuestos por un solo ocelo. Durante esta etapa se alimentan fundamentalmente de las reservas del vitelo (huevo) y son sembrados en los tanques de producción al llegar al estadio de Nauplio V (Alonso y Hernández, 2011).

Protozoa

El estadio de protozoa presenta subestadios (PI a PIII), a estos se los diferencia del estadio anterior por presentar cefalotórax, esta fase tiene una duración de 3 a 4 días, su alimentación de basa fundamentalmente de microalgas presentes en el agua (por no presentar cavidad bucal desarrollada) (Ramírez, 2011).

Misis

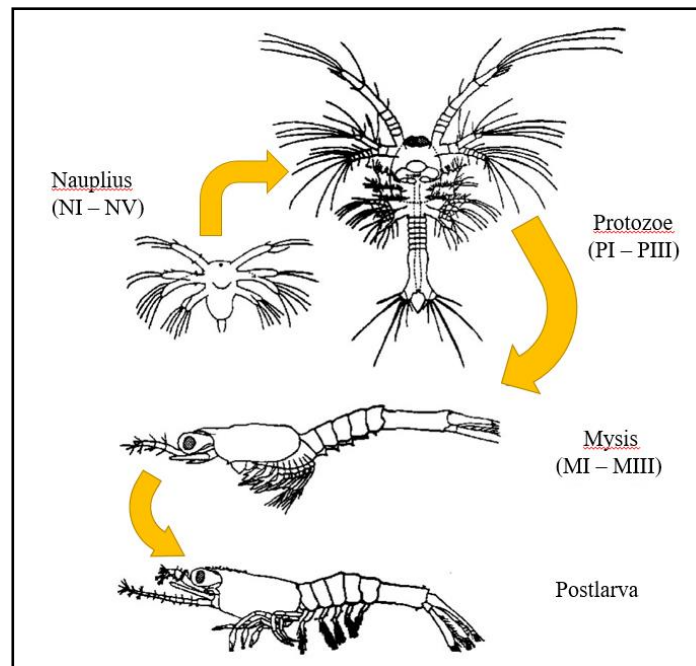
En este estadio, se observa el cuerpo encorvado en la zona abdominal y nado mediante contracciones abdominales, este estadio posee tres subestadios (MI a MIII) con una duración de tres días, su alimentación se basa en alimento vivo, en este estadio ya pueden comenzar a consumir alimentos sólidos (Valarezo, 2016).

Post-larva

El estadio de post-larvas que tienen duración de 20 días hasta que se los considera camarones, su tiempo aproximado es de 20 días es decir un día por subestadio (PLI – PL20), son similares a camarones, pero de menor tamaño, poseen periópodos para agarrarse y arrastrarse, su alimentación se basa en alimento sólido y artemia (Carvajal y Bolaños, 2013).

Figura 1

Ciclo biológico del camarón

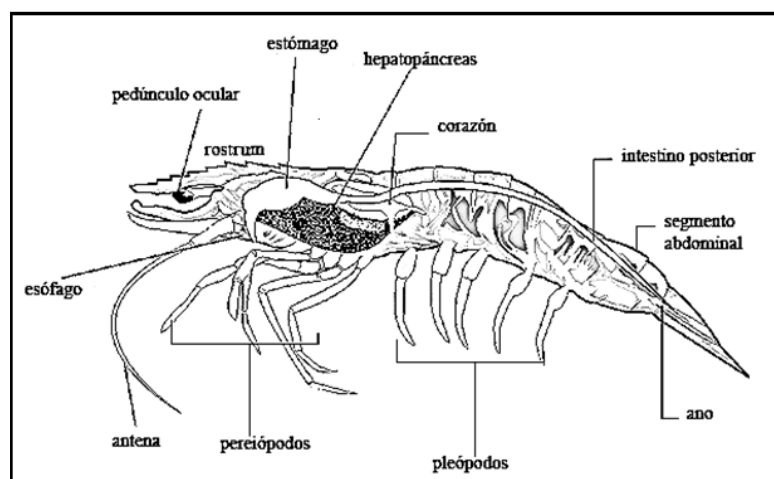


Nota: Adaptado de “Manual de cría de camarones peneidos”, por Fenucci, 1988 (<https://www.fao.org/3/ab466s/AB466S00.htm#TOC>).

El cuerpo del camarón (ver Figura 2) se divide en dos regiones principales: cefalotórax (conocido también como cabeza) y abdomen (denominada también cola), esta última es la porción que se consume. La cola está constituida por 6 segmentos o somitas que terminan en el telson (Martínez y Torres, 1995).

Figura 2

Morfología del Camarón (*Litopenaeus vannamei*)



Nota: De FAO (1995)

Existen 4 técnicas de engorde para el *Litopenaeus vannamei* (extensiva, semiintensiva, intensiva y súper-intensiva) (FAO, 2022). Para el caso de Ecuador la mayoría de las empresas camaroneras desarrolla un cultivo semi- intensivo con una densidad de siembra entre 10 y 30 post-larvas/m² (PL/m²) caracterizado por poca aireación (si fuese necesario) y rendimientos de 500 y 2000 kg/ha/cosecha, con tres cosechas por año en la gran mayoría de casos.

Figura 3

Camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en etapa de engorde tomada en camaronera Marfrisco



Tipos de cultivos de Camarón

Para clasificar las diferentes técnicas para el cultivo de camarón, la FAO ha tomado como referencia las densidades de siembra: baja, media, alta y extremadamente alta para categorizarlas como extensivas, semi-intensivas, intensivas y súper-intensivas, respectivamente.

Cultivo Extensivo

Se desarrollan en las zonas intermareales, en donde el bombeo de agua y aireación es nulo. Las piscinas de engorde no tienen forma definidas, suelen tener entre 5 y 10 ha. de tamaño, aunque en ciertos casos pueden llegar hasta 30 Ha y unos 0.7 a 1.2 m de profundidad. Por lo general, se siembran con semilla silvestre con una densidad de 4 a 10 PL/m². La alimentación para estos estanques está basada en producción primaria (microalgas) la cual es estimulada por la aplicación de fertilizantes, y también por una sola dosis diaria de alimento balanceado con una baja concentración de proteína. Los camarones criados con este sistema de cultivo suelen ser cosechados con un peso de 11 y 12 gramos a los 4 o 5 meses. El rendimiento en estos sistemas es de 150–500 kg/ha/cosecha, con una o dos ciclos al año (FAO, 2022).

Cultivo Semi-intensivo

En este caso se suelen usar estanques de 1 a 5 ha. de tamaño y emplean semillas producidas en laboratorios, con densidades de siembra entre 10 y 30 PL/m². Se usan bombas de agua para su recambio y también pueden usar aireación artificial dado sea el caso, las piscinas tienen una profundidad de entre 1 y 1,2 m. La alimentación está basada en productos naturales para la fertilización del estanque y con alimento balanceado como complemento dividido en 2 o 3 dosis al día. Los rendimientos de la producción en estanques semi intensivos varían entre 500 y 2 000 kg/ha/cosecha, con dos cosechas por año (FAO, 2022).

Cultivo Intensivo

Las granjas intensivas suelen ubicarse fuera de las áreas intermareales, para lograr un drenado total de sus piscinas, y así tengan un secado y preparación adecuada previa a cada ciclo de producción. Comúnmente los estanques son de tierra, pero también se utilizan membranas de recubrimiento para reducir la erosión y mejorar la calidad del agua. Los estanques tienen un tamaño promedio de 0,1 a 1,0 ha. Con una profundidad que suele ser mayor a 1,5 m. Las densidades de siembra varían entre 60 y 300 PL/m². Se requiere una aireación continua de 1 HP por cada 500 kg de camarón cosechado. La alimentación es basada en dietas artificiales suministradas 4 a 5 veces diarias.

Este tipo de sistema requiere un cuidado y monitoreo continuo en cuanto a la alimentación de los camarones, la calidad y recambio del agua, aireación constante y el florecimiento del fitoplancton. Los rendimientos de la producción varían entre 7000 y 20000

kg/ha/cosecha, se pueden llegar a lograr de dos a tres cosechas por año, con cantidades altas de cosecha que varían en el rango de 30000 a 35000 kg/ha/cosecha.

En el sistema de floculación bacterial, los estanques (0,07–1,6 ha) se manejan con alta aireación, recirculación y sistemas de bacterias heterotróficas. Se utilizan alimentos bajos en proteínas, suministrándolos de 2 a 5 veces al día, en un esfuerzo por elevar la relación C: N a >10:1 y desviar los nutrientes adicionados a través procesos bacterianos en vez de la vía algal. Se utilizan densidades de 80–160 PL/m², los estanques se hacen heterotróficos y se forman flóculos de bacterias, que son consumidos por los camarones, reduciendo la dependencia de alimentos altos tanto en proteínas como en tasa de conversión alimenticia incrementándose la eficiencia costo-beneficio. Esos sistemas han logrado una producción de 8000 – 50000 kg/ha/cosecha en Belice e Indonesia (FAO, 2022).

Cultivo Súper Intensivo

La investigación desarrollada recientemente en Estados Unidos de Norteamérica se ha enfocado al crecimiento del *L. vannamei* en sistemas de canales de flujo rápido súperintensivos en invernaderos, sin recambio de agua (salvo el reemplazo de pérdidas por evaporación) o la descarga, utilizando larvas de cepas SPF (libres de patógenos específicos). Por lo tanto, son bioseguros, sustentables, con poco impacto ecológico pudiendo producir camarón de alta calidad con eficiencia costo-beneficio. El cultivo en canales de 282 m² con 300–450 juveniles/m² de entre 0,5 y 2 g para su crecimiento entre 3 y 5 meses, ha logrado obtener producciones de entre 28000 y 68000 kg/ha/cosecha a tasas de crecimiento de 1,5 g/semana, tasas de sobrevivencia de 55–91 %, con un peso promedio de entre 16 y 26 g y factores de conversión alimenticia de 1,5 – 2,6. (FAO, 2022).

Sistema De Cultivo En Tanques Circulares Súperintensivos

Este es usado para sistemas de flujo continuo y en pre-siembra. Se presenta como una opción distinta dentro de la producción habitual, constituyendo sistemas de cultivo abiertos. Una de sus principales características es la reducción de días de cultivo de una forma diferenciada, a la vez que los individuos sembrados se les aplican tratamientos especializados frente a enfermedades logrando mayor supervivencia. El sistema de cultivo en tanques circulares se basa en el movimiento continuo del agua dentro de las instalaciones para poder cuidar sus niveles de calidad. Se volvió una práctica muy usada en Ecuador desde el año 2017. Este sistema se desarrolla en cada país dependiendo sus factores geográficos y climáticos, haciendo ajustes especiales según las temperaturas y distintas calidades de agua. Los principales países donde este sistema se ha hecho notar son: México, Nicaragua,

Guatemala y Ecuador en Latinoamérica; Malasia y Vietnam en Asia, logrando ajustar los sistemas de primeras fases al punto de llegar a niveles extraordinarios de rentabilidad diaria.

Para el sistema es esencial el tratamiento de la post-larva, dando un gran impulso a que alcance un mayor tamaño en comparación a sistemas que no usan este sistema, bajo condiciones estrictamente controladas logrando la disminución del tiempo de siembra y mayor rotación del ciclo de producción.

Una gran ventaja de este sistema con tanques circulares es que no solo puede ser utilizado dentro de la industria camaronera, sino en todos los procesos de acuicultura como cultivo de peces y moluscos, con el objetivo de utilizar procesos de cultivos más sanitarios y eficientes, y que pueden ser utilizados incluso en países con climas fríos. (Aguilar y Parrales, 2015).

Uso De Probióticos

Los probióticos son microorganismos esenciales para la bioestimulación de un sustrato, que al ser ingeridos colonizan el intestino generando una reducción en la actividad de microorganismos patógenos, como *Escherichia coli* e incluso *Salmonella spp.* (Betalia, s.f.). De igual utilidad dentro de estas técnicas están los prebióticos, que se definen como un ingrediente alimenticio no digerible específico de los probióticos que afecta beneficiosamente al huésped al estimular selectivamente el crecimiento y / o actividad de una o un número limitado de bacterias (Gibson y Roberfroid, 1995).

Uso De Cultivos Simbióticos

La acuicultura simbiótica es definida por Bioaquafloc (2019) como la interacción de dos organismos de diferentes especies para beneficio mutuo o de un tercero. Esta se basa en la utilización de microorganismos que ejercen una acción beneficiosa directa o indirecta sobre la salud del camarón en este caso y sobre la calidad del agua de cultivo. Es así como la unión de probióticos y prebióticos, lo cual llamamos simbiótico, afecta beneficiosamente al medio acuático y a los individuos en cultivo.

David Kawahigashi (2020) define al sistema de cultivo simbiótico como “una herramienta para estabilizar rápidamente la calidad del agua y los fondos de los estanques para ayudar a controlar los brotes de enfermedades patógenas (Vibriosis, Síndrome de mortalidad temprana, enfermedad de heces blancas, virus de la mancha blanca)”.

Entre los microorganismos utilizados y proliferados tenemos bacterias, protozoos, levaduras y plancton que entablarán una relación simbiótica con camarones, tendrán un efecto biorremediador en el medio y servirán también como alimento de altísima calidad. Así

tenemos los casos de las bacterias nitrificantes, las cuales eliminan amonio o las bacterias heterótrofas, los protozoos que eliminan materia orgánica tal como heces y alimento no ingerido. También se usan las bacterias probióticas las cuales tienen un efecto beneficioso en el tracto digestivo de camarones en su supervivencia. Por último, el plancton ayuda al medio y sirve de alimento altamente nutritivo (Bioaquafloc, 2019).

Los beneficios de las simbióticas aplicados en la columna de agua aumentan la eficacia en las labores acuícolas mediante la reducción de enfermedades, reducción de los costos alimenticios, productivos, reducción del recambio de agua y evita la adición de productos químicos, lo cual genera un impacto positivo en el medio ambiente (Bioaquafloc, 2019).

El simbiótico es el resultado de la mezcla de probióticos y prebióticos, que en su conjunto afectan beneficiosamente al huésped mediante la biomodificación del medio, mejorando la supervivencia e implantación de suplementos dietéticos microbianos vivos en el tracto gastrointestinal del anfitrión (Andersson et al., 2001).

Enfermedades Del Camarón

Gómez et al. (2015), mencionan entre las enfermedades infecciosas más conocidas en la producción del camarón y a las que afectan en sistemas de súperintensivos y de producción en general, las parasitarias, bacterianas y virales.

Enfermedades Parasitarias

Camarón De Leche. Conocido así por el color en que se torna el abdomen del individuo. Esta enfermedad es causada por protozoarios microsporidios (Gómez et al., 2015).

Gregarinas. Son parásitos que invaden el cuerpo del camarón reduciendo su crecimiento. Puede producir perforaciones en el epitelio y la mucosa del intestino medio (Gómez et al., 2015).

Enfermedades Bacterianas

Bolitas Blancas. Se llaman así porque a la luz se puede observar pequeñas formaciones blancas. Estas bacterias a menudo llegan a ser vistas en el tracto digestivo. El resultado de esta infección genera el nado lento, y altos porcentajes de mortalidad (Gómez et al., 2015).

Bolitas Negras. El color negro de estas bacterias ha sido identificado como clorofila, a causa de desórdenes metabólicos y una mala digestión de las algas ingeridas (Gómez et al., 2015).

Vibriosis Sistémica. Es una infección que afecta a la cutícula, corazón, hepatopáncreas; sus signos son opacidad de la musculatura abdominal y anorexia (Gómez et al., 2015).

NHP O Hepatopancreatitis Erotizante. Estas bacterias atacan las células del epitelio de la hepatopáncreas, creando una coloración pálida y encogimiento de la hepatopáncreas debido a la inflamación crónica (Gómez et al., 2015).

Enfermedades Virales

Síndrome Del Virus De La Mancha Blanca (WSSV). El camarón afectado no consume alimento y desarrolla pequeñas manchas blancas en la cutícula. Las poblaciones de camarón que muestran estos signos tienen un índice de mortalidad del 100 % de 3 a 10 días (Gómez et al., 2015).

Necrosis Infecciosa Hipodérmica Y Hematopoyética (IHHN). Sus signos son rostros torcidos, antenas arrugadas, cutícula áspera y otras deformidades cuticulares (Gómez et al., 2015).

Síndrome De Taura. También llamada TSV, se llama así por el primer surgimiento en Taura, Ecuador. Existen 2 tipos: aguda y crónica. De forma aguda se nota una coloración rojiza pálida y de forma crónica muestran lesiones cuticulares melanizadas (Gómez et al., 2015).

IV. Desarrollo Del Trabajo

Descripción Del Trabajo

El presente trabajo describe el desarrollo de las competencias adquiridas en el ejercicio de la profesión, las cuales fueron obtenidas durante más de seis años en las camaroneras Quiñonez y Marfrisco pertenecientes a la empresa Promarisco S.A.

Las actividades realizadas por esta empresa en sus camaroneras están relacionadas a la producción de post-larvas el cual abarca desde la recepción de larva hasta la cosecha en la piscina de engorde, proceso que dura aproximadamente 120 a 150 días. Sin embargo, hasta inicios del año 2015 se empleaba un sistema de cultivo de dos fases: Pre criadero - Piscina de engorde. En este proceso, las post-larvas son primero sembradas en precriaderos con un tamaño entre los 180 a 255 PL/g (post larvas por cada gramo) luego son transferidas a piscinas de engorde hasta su cosecha cuando llegaban a los 0.4 a 0.75 gramos de peso promedio. Este modelo tuvo un buen funcionamiento hasta que se presentaron los bajos rendimientos en los precriaderos. Esto estuvo directamente relacionado con los problemas que se presentaron en los laboratorios proveedores de post-larvas, quienes presentaban mortalidades tempranas, debido principalmente a la presencia de enfermedades como vibriosis o síndrome de mortalidad temprana, realizando la cosecha de sus estanques antes de tiempo para evitarlas, sin embargo, este problema solo se transfirió a las piscinas de engorde, dando bajos resultados de producción.

Es así como este trabajo describe la implementación de una fase más al proceso de cultivo como una solución al problema descrito con la etapa post larval, modificándose a tres fases de cultivo en: Cultivo inicial – pre criadero – piscina de engorde.

La responsabilidad como jefe encargado de este nuevo sistema implementado en la camaronera, incluía las funciones de: a) Revisión de la calidad de post-larvas (PL) recibidas, b) Control sanitario de estas y c) El control de calidad del agua de los tanques de cultivo en cumplimiento a la normativa vigente (anexos B, C, D y E) y de acuerdo con los estándares aprobados por la empresa, las cuales serán descritas a detalle más adelante.

Adicionalmente, dentro de las competencias, se tenía la planificación de las cantidades de PL a ser sembradas en toda la camaronera, manteniendo coordinación con los laboratorios proveedores de PL, así como la revisión y control de calidad de las PL a la

llegada de la camaronera y procurar buenos resultados en la producción a nivel súper-intensivo que terminan reflejándose en los valores de producción.

Las competencias alcanzadas en la camaronera Marfrisco, están referidas al sistema de cultivo de la acuicultura semi-intensiva, la cual permite obtener habilidades para evaluar y analizar los reportes de monitoreo de calidad de agua utilizando equipos como medidores de pH, de oxígeno y temperatura, así como reportes sanitarios enviados por los laboratorios proveedores de post-larvas. Estos controles se realizaban en conjunto con el analista de laboratorio encargado de la parte sanitaria dentro de la camaronera. Es en este punto donde se tiene la posibilidad de poner en práctica los conocimientos que adquiridos en los cursos de Acuicultura, Limnología y Sanidad Acuícola que tienen como finalidad capacitar al alumno en parámetros de cultivo, ambientales e identificar las enfermedades presentadas en especies acuáticas para analizar y decidir la mejor forma de combatirlas de manera tal que vaya de acuerdo con la normativa vigente de calidad de agua.

En el área de cultivo súperintensivos y en las zonas de producción de piscinas de engorde se puede desarrollar la destreza para el cálculo de alimento balanceado a ser repartido, reconocer la importancia de la relación de crecimiento versus el alimento consumido por el camarón, temas cubiertos en el curso de Nutrición y Alimentación de Organismos Acuáticos.

Finalmente, el cargo asignado en la empresa descrito permite poner en práctica los conocimientos acuícolas, de gestión y de sostenibilidad aplicados en el sector acuicultura aprendidos en la universidad, así como el manejo sostenible de los recursos en armonía con el medio ambiente.

Los conocimientos adquiridos en pregrado son utilizados para el desempeño profesional con una actitud analítica y crítica en situaciones que conlleven a la toma de decisiones para la elaboración de programas de trabajo, y dentro de la administración de la camaronera para emitir opiniones, para proponer propuestas, e ideas para proyectos o pruebas de otras metodologías e insumos utilizados en el cultivo, con el objetivo de mejoras.

Descripción De La Empresa

Promarisco es una empresa ecuatoriana privada perteneciente al Grupo español Nueva Pescanova. Fue constituida en 1981 en Ecuador, en Eloy Alfaro. La empresa desarrolla varias líneas de negocio: cultivo larval, crecimiento de la post-larva en piscinas camaroneras hasta

talla comercial, empaque y exportación de *Litopenaeus vannamei*. Cuenta con tres granjas ubicadas en el Golfo de Guayaquil y, tiene alrededor de 3.000 hectáreas de cultivo bajo el sistema extensivo.

La empresa cuenta con tres camaroneras:

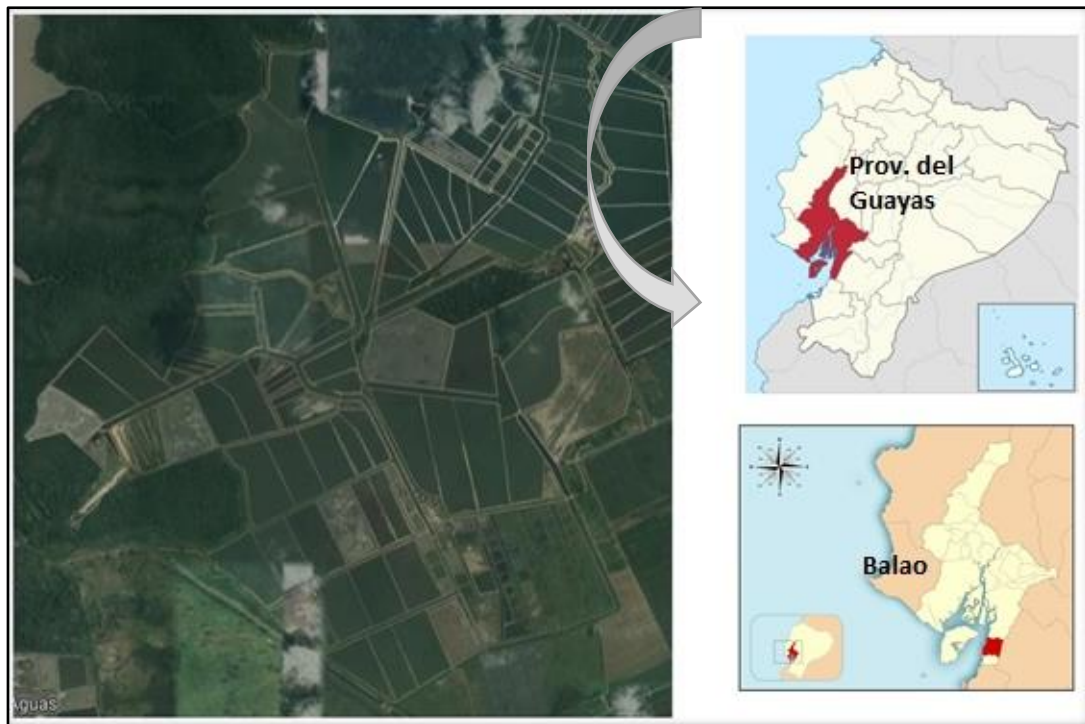
Camaronera Quiñonez ($2^{\circ}28'13''$ S, $80^{\circ}01'24''$ O) cuenta con 800 HA activas

Camaronera Bellavista ($2^{\circ}26'12''$ S, $79^{\circ}59'02''$ O) cuenta con 550 HA activas

Camaronera Marfrisco ($2^{\circ}47'18''$ S, $79^{\circ}46'00''$ O) cuenta con 800 HA activas

Figura 4

Mapa de ubicación de la Camaronera Marfrisco (Ecuador).



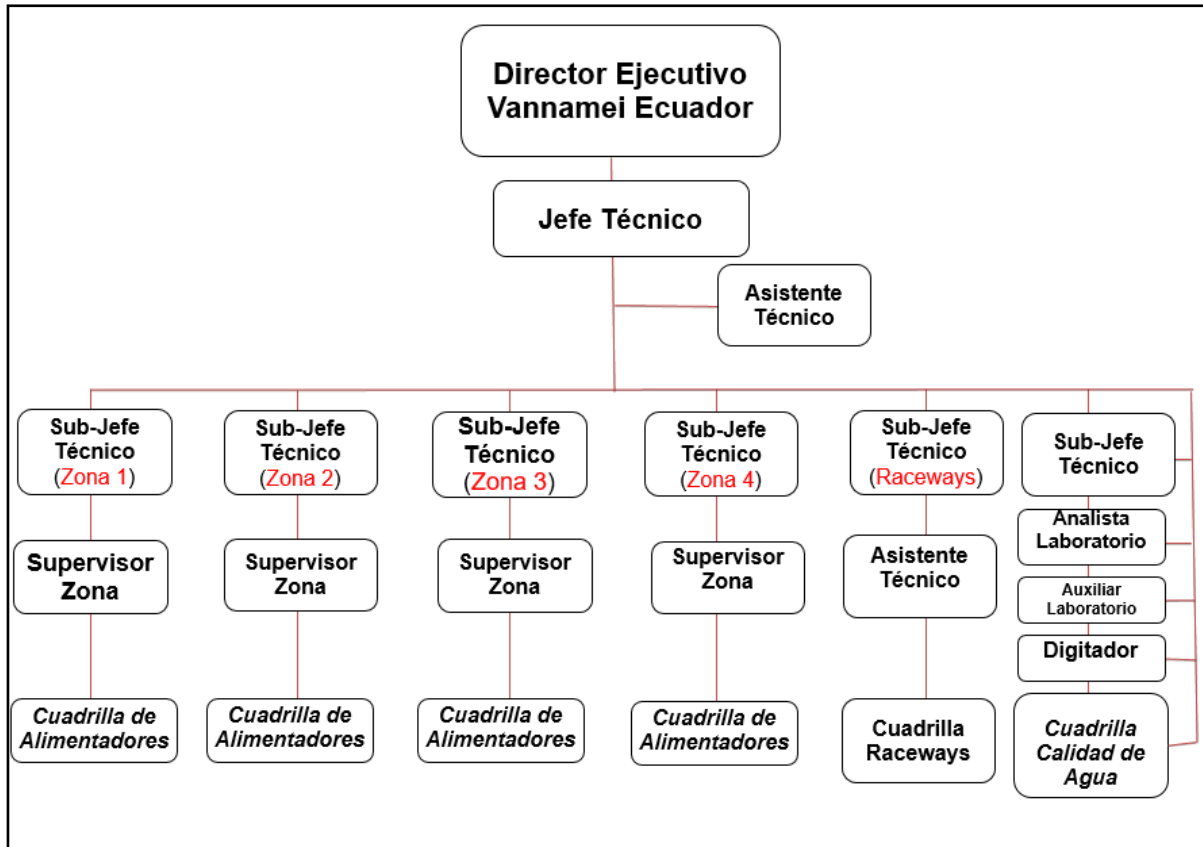
Nota: Adaptado de Google Maps.

El desarrollo del presente trabajo se realizó en la camaronera Marfrisco (ver Figura 4) en la cual se lleva a cabo el ciclo de producción del camarón para luego ser enviado a la fábrica procesadora de Promarisco, situada en las orillas del río Guayas ($2^{\circ}12'45''$ S, $79^{\circ}49'34''$ O), cuenta con capacidad para procesar un total de 90.000 toneladas anuales. En esta factoría se clasifica, prepara y congela el producto cultivado en sus granjas camaroneras y ofrece camarones de tipo entero y productos de camarones cocidos y crudos (Ver Anexo F.1). La empresa exporta su gama de productos a América del Norte, Colombia, Chile, Argentina, Brasil, Uruguay, Francia, España, Italia, Portugal, Japón, China y Taiwán.

La compañía ofrece servicios de laboratorio a terceros en: Patología, Microbiología y análisis de suelos y agua.

Figura 5

Organigrama de personal dentro de la camaronera Marfrisco



Cargos Dentro De La Empresa

Subjefe Técnico

Este cargo fue desempeñado desde el mes de enero del año 2015, reportando directamente con el jefe Técnico de la camaronera quien a su vez reporta al gerente general de la empresa Promarisco (ver Figura 5).

Las labores asumidas incluían supervisar y programar las actividades de una de las zonas de producción (de cuatro). Estas tienen en promedio 200 Hectáreas operativas divididas en 8 a 10 piscinas de engorde en total. Las labores como responsable comprendían todas las actividades dentro del ciclo de producción hasta la cosecha. Como son: dosificar, distribuir, programar y evaluar el consumo del alimento balanceado ya que este representa aproximadamente un 60 % del costo de la producción total (Devresse, 2019). Para esta

evaluación se usaban los “platos comederos”, los cuales son estructuras circulares planas en estos platos de cerca de 50 cm de diámetro que pueden ser de plástico o una estructura revestida de malla de 1 mm de ojo (ver Figura 6). Se distribuían a razón de 2 platos por cada hectárea, se colocaba aproximadamente el 10 % de la dosis dada para verificar si era consumida parcialmente o en su totalidad. Esta evaluación se hacía diariamente y revisaba dos horas después de la primera dosis del día, entonces si se encontraban los platos vacíos por tres días seguidos se subía la cantidad de alimento diaria, si estaba entre un 90 % a 70 % consumido se mantenía la misma cantidad. Con valores del 70 a 40 % de consumo se pedía revisar más veces los platos para poder tener una noción de las horas de mayor consumo en la piscina y se ajustaba mucho el consumo diario. Con consumos menores se suele hacer el mismo procedimiento anterior con reducciones de la cantidad de alimento dado pero repartido en mayor cantidad de dosis al día y se pide hacer un recalcu de la población de camarón dentro de la piscina de engorde.

Figura 6

Ejemplo de platos comederos para cálculo de sobras de alimento balanceado



Nota: De Agrotendencia.tv

Labor En Los Preciaderos

En los preciaderos la densidad de siembra variaba de acuerdo con el cuidado que se tenía de los estanques, de la capacidad técnica de la granja, del suministro o no de alimentación, cambios de agua, etc.

En la camaronera Marfrisco se sembraban entre 100 y 150 PL/m² de acuerdo con lo indicado en el manual para la cría de manejo de camarones peneidos (Fenucci, 1988) que lo estabulaba entre 100 y 200 animales/m². En algunos criaderos de Perú la densidad inicial de post-larvas se encuentra en los 100/m².

El manejo de los juveniles en esta fase se diferenciaba básicamente en la cantidad de dosis de alimento, la cual era de cuatro o cinco dosis diarias a razón del 40 % de la biomasa, cuando en las piscinas de engorde eran de dos o tres dosis a razón del 25 % inicial ya que este se iba modificando de acuerdo a la demanda del camarón. En cuanto al recambio de agua este era nulo en los primeros quince días y luego mantenía un pequeño flujo de una tabla de entrada y salida (Las tablas de madera tenían una altura estandarizada de 20 cm para todas las compuertas de entrada y salida de agua en las piscinas y preciaderos por lo cual se tomaban como una medida de referencia para la entrada y salida del flujo de agua en estos).

Los animales permanecían en los preciaderos de la granja entre 19 y 23 días, hasta alcanzar pesos que variaban entre 0.3 g y 1g.

Para la siembra de las piscinas de producción y comienzo de la fase de engorde se toman en cuenta dos factores: la textura del animal a ser transferido y su tamaño.

Para determinar la textura se toma una muestra de 200 camarones en el mismo estanque de origen con animales de peso entre 0.3 a 1 g y a través del tacto y análisis de cada uno. La muestra total debe cumplir los rangos de aceptación de camarón juvenil para ser transferidos a la fase de engorde (ver tabla 2)

Tabla 2: Rangos de aceptación de camarón juvenil para siembra en piscina de engorde en camaronera Marfrisco

Condición de camarón	Rango aceptado
Duros	mayor a 95 %
Blandos	menor a 10 %
Mudados	menor a 5 %
Necrosis	menor a 5 %

Ya durante la transferencia se sigue haciendo esta evaluación cada 20 a 30 kilos de animal transferido.

El nivel del agua en el pre criadero para la cosecha depende de la profundidad del precriadero, del tamaño del juvenil y de la biomasa. Lo sugerido es bajar 50 % el nivel del precriadero.

Esto también dependerá de la hora de la cosecha. Si se tenía un día con alta temperatura se sugería no bajar mucho el nivel de agua (máximo 40 %) y tenerlo con flujo continuo.

Si se presentaban temperaturas elevadas lo aconsejable era no cosechar porque los juveniles podían sufrir mortalidad por estrés. Lo apropiado era transferir en temperaturas más bajas, donde la presencia de sol sea menor, es decir desde las 6 pm en adelante.

El bolso de cosecha lleva un marco de madera que encaja en la compuerta de salida, va bien sellado. Lleva una malla de 1.5 mm para recoger a los juveniles los cuales saldrán por esta vía, desde el precriadero hasta la piscina de engorde.

Posteriormente el camarón se transporta en camiones con tinas de 1000 litros con agua de la precría o piscina, en cada camión promedio entran 6 tinas y cada una va con su tanque de oxígeno y difusores.

Para el cálculo de la cantidad de camarones juveniles que van siendo cosechados a través del bolso de cosecha, estos son colocados en gavetas con agujeros que ayudan a escurrir el agua y pesados en una balanza tipo romana. Por cada gaveta que va siendo cosechada se apunta el peso, el cual es distribuido en las tinas de transferencia y se toma una pequeña muestra de camarones juveniles, los cuales son puestos en un depósito con agua aparte. El propósito de esto es para que una persona encargada pueda hacer el cálculo del tamaño promedio de los camarones cosechados y tener una medida más exacta de la cantidad de animales obtenidos en la cosecha y sembrados en las piscinas de engorde.

Los kilos colocados por tina dependerán mucho de la distancia de la piscina de engorde a ser sembrada y peso del animal. Ejemplo con un animal de 0,50 g y a una distancia promedio de tres km sería lo óptimo diez kilos por tina. La textura se la mide cada 20 a 30 kilos. La colocación de cama de sobrevivencia en zona de siembra y la revisión se la hace al día siguiente. Los criaderos de la camaronera Marfrisco tenían una superficie entre 6 y 33 hectáreas, pero los de menor tamaño (6 – 12 ha) eran los más prácticos, ya que, en ellos, se podía ejercer un mayor control sobre los camarones en cría, lo que permitía sembrar una mayor densidad de animales.

Labores Realizadas Durante La Fase Engorde

Por el lado de las piscinas de engorde los animales eran llevados hasta talla comercial, ésta se encontraba entre 18 y 25 g.

En términos generales en una piscina de engorde la densidad se podía encontrar entre 12 y 16 animales por metro cuadrado, teniendo en cuenta que este llevaba una complementación en la alimentación y buen recambio de agua.

Para el mantenimiento de las piscinas que ya se encuentra en un ciclo de producción era muy importante el recambio de agua, el cual podría variar entre un 10 % a 30 %, este se realizaba quitando o colocando tablas de 20 cm de altura (el largo depende del tamaño de las compuertas) que se utilizaban para cerrar tanto las compuertas de entrada como de salida de agua. Este recambio por lo general se realizaba cada 3 o 4 días. En los precriaderos era conveniente no cambiar el agua durante los primeros 15 días (Fenucci, 1988).

La frecuencia con la que se realizaba el recambio de agua dependía de los parámetros y valores mostrados en la siguiente Tabla 3:

Tabla 3: Parámetros de calidad de agua y equipos utilizados durante cultivo súperintensivos con tanques circulares

Parámetro	Equipo utilizado	Periodicidad	Valor permitido	Unid.
Temperatura	Multiparámetro YSI Pro20i	Mañana y tarde	20 - 30	°C
Salinidad	Refractómetro de salinidad TRANS-INSTRUMENTS TI-RSA0100	Semanal	15,000 – 40,000	Ppm
Oxígeno	Multiparámetro YSI Pro20i	Mañana y tarde	4 - 9	mg/L
pH	Tester de pH HANNA HI 98129	Semanal	7 - 9	
Turbidez	Disco Secchi	Diario	mayor a 30	Cm
Coloración		Diario	verde claro	

Respecto a la gestión de la alimentación, el porcentaje de alimentación variaba en el tiempo. Así por ejemplo en los precriaderos se iniciaba con una cantidad de alimento balanceado del 35 – 40 % de la biomasa existente. Esta iba bajando paulatinamente hasta su etapa final a punto de ser cosechada en los estanques de engorde esta podía llegar hasta 3 % del total de la biomasa.

Respecto al factor de conversión de las dietas, esta debía ser inferior a 1:2 para una mayor rentabilidad en la producción. (Fenucci, 1988).

En cálculo de la conversión alimenticia se realizaba con la siguiente fórmula:

$$\text{Conversion Alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento (kg)}}{\text{peso biomasa final(kg)} - \text{peso biomasa inicial(kg)}}$$

Implementación Del Área De Cultivo Inicial Súper-Intensivo Con Tanques Circulares En Camaronera Marfrisco

A finales del año 2016, a la vista de rendimientos bajos tanto en precría como en piscinas de engorde, se decidió destinar parte del presupuesto anual de la camaronera a la construcción del área de crianza superintensiva para pasar a un modelo trifásico el cual tuvo como objetivo principal, actuar como un primer filtro para detectar enfermedades y otros problemas en los primeros días de la recepción de larvas desde su traslado de los laboratorios proveedores de post-larva.

Labores Como Subjefe Técnico Del Área De Crianza Superintensiva

Se seleccionó un área de 900 m² (30 x 30) cercana al campamento, a otros precriaderos, que se encuentre a una corta distancia de unos precriaderos con cubierta de geomembrana con la intención de poder ser usados como reservorios de agua y sobre todo con un mayor espacio para ser ampliado en caso las primeras pruebas fuesen satisfactorias. El área escogida se muestra en la Figura 7.

Figura 7

Ubicación del área de crianza superintensiva en camaronera Marfrisco



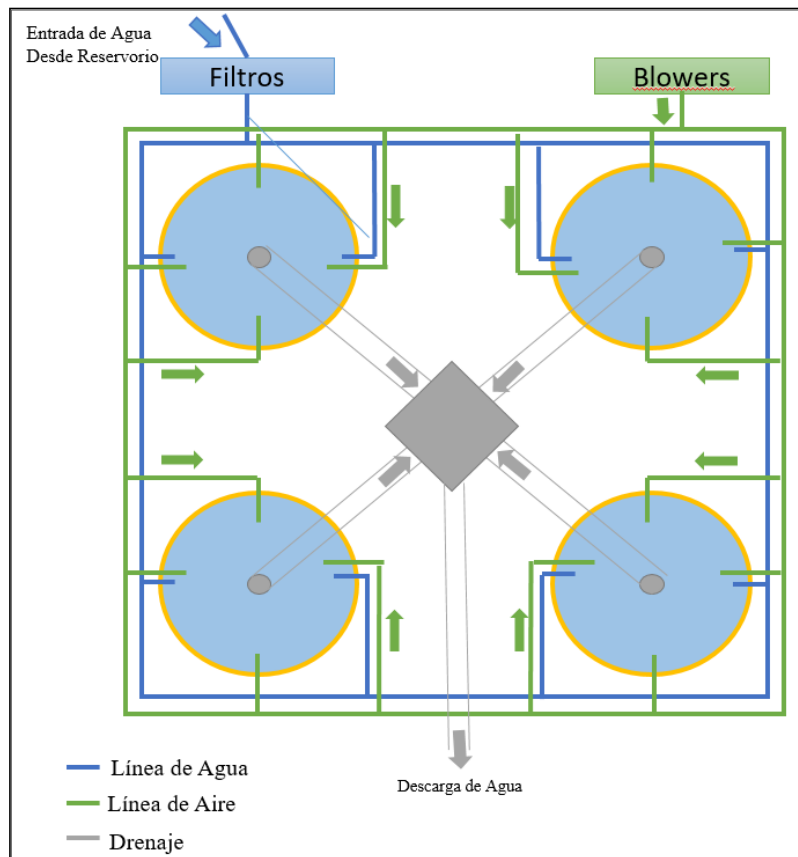
Nota: Adaptado de Google Maps

La camaronera Marfrisco optó por hacerlos circulares y de 75 m³ de capacidad, así se podría aprovechar su capacidad auto limpieza y aumentar la capacidad de post-larvas sembradas en cada unidad de siembra llegando a recibir entre 1.5 a 3 millones de post-larvas por tanque.

El diseño de uno de los cuatro módulos que conformaron el área de crianza superintensiva se muestra en la Figura 8.

Figura 8

Esquema de distribución de tanques (vista cenital), Líneas de agua y aire de un módulo (de cuatro) del área de crianza superintensiva ubicados en la camaronera Marfrisco



Los tanques del área de crianza superintensiva de la camaronera estaban hechos con tablero marino de 1 pulgada de grosor (ver Anexo F.2) con una forma circular de 10 m de diámetro con base cónica de concreto, revestimiento de geomembrana de 1mm. con una cubierta de plástico tipo carpa y con una capacidad máxima de 75m³. Estaban adecuados con aireación proveniente de una batería de tres *blowers*, los cuales iban alternando de acuerdo a la cantidad de tanques sembrados (un *blower* suministraba aireación para 4 tanques) cada *blower* de 4 HP de potencia que utilizaba 4 porterías hechas con tuberías de PVC de 1 pulgada de diámetro forradas con geomembrana (ver Figura 9) y el suministro de aire lo recibía en la base por medio de una parrilla de PVC con manguera porosa; la forma de los tanques súperintensivos y el sistema de aireación facilitaban el movimiento circular del agua, dejándose el centro del tanque como centro de acumulación para sedimentos o desechos

los cuales eran retirados a diario por succión con el tubo de renovación o por sifonado que se aplicaba a través de una manguera.

Figura 9

Colocación de sistema de aireación en una unidad de siembra (Tanque circular)



La elección de los tanques circulares tiene la ventaja que permite la circulación del agua junto con la aireación de los arcos colocados dentro del tanque. Aparte permitía que la materia orgánica pueda acumularse en el centro del tanque donde estaba colocada la tubería para poder desaguar y limpiar de manera rápida los tanques circulares.

Figura 10

Unidad de siembra del área de cultivo inicial súper-intensivo con cubierta de plástico



En el centro de cada unidad de siembra se colocaron mástiles de PVC (Figura 9) con relleno de cemento para sostener los plásticos (Figura 10) los cuales funcionaban como protectores contra lluvia y aves, pero sobre todo servían como invernadero para poder mantener una temperatura interna entre los 28°C y los 31°C que es ideal para mantener las condiciones óptimas de post-larva (Nicovita, s.f.).

Funciones Laborales

La jefatura del área de crianza superintensiva tenía a cargo ocho personas, seis como personal de campo, uno en la parte de laboratorio y un asistente técnico.

Las funciones desempeñadas incluyeron:

Planificación Y Solicitud De Post-Larva A Laboratorios (Propios O Terceros)

Se realizaba un cálculo tomando en cuenta la densidad de siembra deseada en la piscina de engorde ($16 \text{ camarones}/\text{m}^2$) luego se estimaba el porcentaje de sobrevivencia en precría, este podía variar entre el 50 % al 60 % dependiendo del promedio que se observaba en los resultados de campo y en los tanques súperintensivos.

Se mantenía con una estimación del 90 % de supervivencia para obtener el número de post-larvas a ser sembradas por hectárea. Con esta información se hacía la solicitud al proveedor de post-larvas para que este pueda programar el envío de animales a la granja, en promedio por pedido se solicitaban entre 10 a 12 millones de post-larvas por envío semanal.

Tratamiento Del Agua Previa A La Recepción Y Llenado De Tanques Circulares

El reservorio de agua es abastecido por agua salada del río Balao, la cual es bombeada por dos estaciones de bombeo hasta su toma. El reservorio tenía una capacidad aproximada de 1.200 m^3 el cual es llenado con agua salobre la cual era la misma utilizada para los precriaderos y piscinas de engorde, esta era bombeada del río Balao chico con un mínimo de 7 días de anticipación a la recepción de la larva usando un filtro malla de Nylon negra de $\frac{1}{4}$

de pulgada. La desinfección del agua en el reservorio se realizaba mediante cloración del agua en dosis de 30ppm, se podía utilizar hipoclorito de calcio al 65 % (cloro granulado) o hipoclorito de sodio al 10 % (cloro líquido).

El cloro actuaba por 24 horas en la columna de agua, para facilitar la mezcla del cloro en el agua, adicional se utilizaba un aireador eléctrico de 2 HP con objeto de cubrir en toda el agua del reservorio una concentración de cloro mayor a 3 ppm.

Posteriormente, se llenaba un reservorio de decantación, el cual tenía forma rectangular (ver Figura 11) con una capacidad de 600 m³ se realizaba 24 horas después de haber clorado el reservorio de tratamiento, a través de un filtrado con malla de 1.000 micras. En este reservorio el agua era decantada y declorada con abundante aireación por paletas, movidas por motores de 2HP, si la determinación de cloro libre era menor a 0,06 ppm se podía seguir a la siguiente fase, caso contrario se utilizaba vitamina C para contrarrestar el exceso de cloro en una relación de una parte de vitamina C por dos de Cloro libre.

La última fase de filtrado se realizaba con una malla de 100 micras hasta llegar a la unidad de siembra (ver Figura 13). Aquí se procedía con la aplicación de un probiótico conformado por bacterias benéficas (Bacterias Ácido-Lácticas, fototróficas y levaduras) utilizando como base el protocolo de manejo de cultivo inicial súper-intensivo redactado por el subjefe técnico.

Figura 11

Distribución de Reservorios de tratamiento de agua dentro de la granja

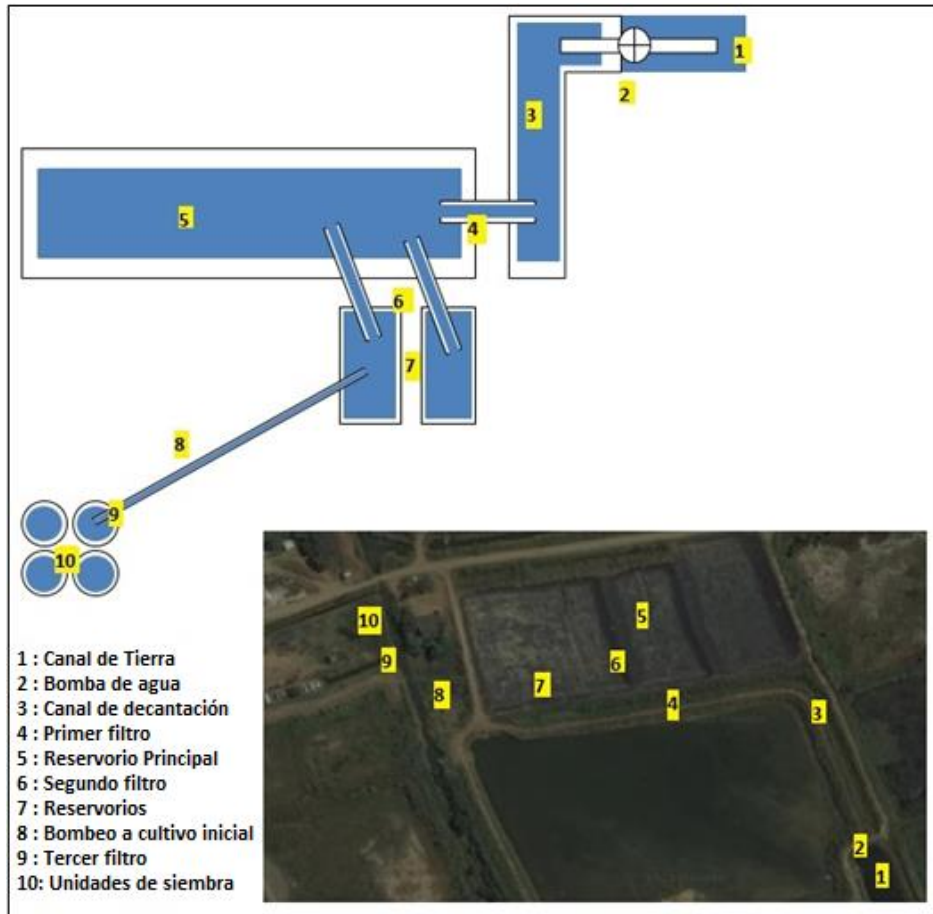


Figura 12

Reservorios de Agua utilizados para el área de cultivo inicial



Figura 13

Filtros de agua previos a unidades de siembra



Decloración Y Quelado De Metales Pesados En Los Tanques Circulares

La decloración del agua dependía de la determinación del cloro residual con el fotómetro DPD Free Chlorine de Hach. Si los valores eran mayores a 0,06ppm se podía utilizar como desactivador la Vitamina C en una concentración igual al 50 % del excedente de cloro.

Como quelante de metales pesados se utilizaba ácido etilendiaminotetraacético “EDTA” al agua en dosis de 5ppm (el ácido actúa mínimo por 12 horas). Esta venía en presentación en polvo y era administrado directamente al agua como una práctica rutinaria debido a la cercanía de la camaronera a una zona minera.

Maduración Del Agua En Las Unidades De Siembra

El agua en los tanques circulares debía tener un tiempo de maduración o colonización del probiótico de por lo menos cuatro días. Este proceso de maduración se realizaba con aplicación de bacterias benéficas (bacterias ácido-lácticas, fototróficas y levaduras) para el medio con los productos tal como se muestran en la siguiente Tabla 4:

Tabla 4: Tabla de maduración de agua en tanques circulares y sus tratamientos con productos comerciales

Día	Acción	Tratamiento (Producto)	Dosis	Nutriente	Dosis
0	Llenado de tanques	EDTA	5 ppm		
1	Maduración	Bacteria Terminate	10 ppm	Melaza	15 ppm
2	Maduración	EQPlus /Hatchery	10 ppm	Melaza	10 ppm
3	Maduración	Bacteria - Pro-W	8 ppm	Melaza	10 ppm
4	Maduración	Bacteria - Terminate	3,5 ppm	Melaza	5 ppm

Por último, 48 horas antes de recibir la post-larva se realizaban análisis microbiológicos en placas de agar TCBS (tiosulfato-citrato-sales biliares-sacarosa) donde se sembraban muestras de agua de cada unidad de siembra para corroborar la ausencia de unidades formadoras de colonias (ufc) de vibrios. A la par se tomaba muestras de agua para medir los parámetros fisicoquímicos como alcalinidad, potasio, magnesio, calcio y fosfato y compuestos nitrogenados. Los cuales eran medidos con un fotómetro YSI- 9500 controlando los valores permitidos (ver Tabla 5).

Tabla 5: Valores permitidos de parámetros de calidad de agua en las unidades de siembra del área de cultivo inicial

PARÁMETRO	Valor permitido	Unid.
Salinidad	20,000-38,000	ppm
pH	7-8.5	
NH3	< 0.05	(ppm)
NH4	<5	(ppm)
NO2	<50	(ppm)
NO3	<30	(ppm)
PO4	<0.06	(ppm)
K	200-410	(ppm)
Mg	640-1320	(ppm)
Ca	200-410	(ppm)
Cl	< 0.06	(ppm)
Alcalinidad	90-250	(ppm)

Recepción De Las Post-Larvas

El personal que encargado de recibir la post-larva estaba capacitado para la manipulación y traslado de estas a los tanques circulares utilizando redes de pesca como aparejo. Estas fueron sembradas a una densidad que oscilaba entre las 25 PL y 40 PL por litro para hacer la descarga de las tinas de transporte en las que viene la post-larva. Estas tinas tenían 1000 litros de capacidad. Se obtenía una muestra de aproximadamente 2 gramos de PL por tina de transporte representativa aparte de post-larvas para aplicar pruebas de estrés.

La prueba de estrés medía a través de la resistencia de las post-larvas a cambios drásticos, la calidad de estas. Para realizar estas pruebas unas 100 post-larvas eran sometidas a un choque térmico, osmótico y/o químico para luego determinar el número de post-larvas que sobrevivían a la prueba (Marcillo, 1991).

En la camaronera Marfrisco se utilizaba la prueba de estrés por cambio de salinidad. Esta consistía en estimar la sobrevivencia de la post-larva recibida al ser sometida a un cambio drástico de salinidad que se manejaba según la temporada ya que en temporada de lluvias la salinidad oscila entre los 10,000 ppm a 14,000 ppm mientras en la segunda mitad del año llega hasta los 25,000 ppm de salinidad.

A continuación, se describe este protocolo:

- Se preparaba agua dulce (500 ml)
- Se toma al azar 100 Post-larvas del tanque de cultivo (donde la salinidad estaba entre los 10,000 a 25,000 ppm según la temporada) y se depositan en el recipiente con agua a 5 partes por mil de salinidad.
- Se espera 30 minutos.
- Se llevan las post-larvas a la salinidad en que se encontraban originalmente.
- Se deja transcurrir otros 30 minutos.
- Al final de este segundo periodo se contabilizan las post-larvas vivas y muertas. El resultado se expresaba en porcentajes del total y se calificaba según lo mostrado en la Tabla 6.

Tabla 6: Valores de evaluación (porcentaje) de la prueba de estrés en post-larvas

Porcentaje de supervivencia	Evaluación
100-95 %	Excelente
94 – 85 %	Aceptable
84 – 80 %	Regular
< 80 %	No aceptable

Nota: Adaptado de “Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*”, por Cuéllar-Anjel et al., 2010.

Otro punto para aceptar o rechazar el envío de post-larva, era realizar diagnósticos de simple observación. Como observar la actividad de la larva, uniformidad de tallas, color. Deformidades, colores característicos (post larvas blancas o azuladas), nados erráticos, etc. (Cuéllar-Anjel et al., 2010).

Se empezaba tomando un pequeño puñado de muestra al azar que se aproximan a los 5 gramos por tina y se revisaba que por lo menos el 95 % de las post-larvas se mantenían activas. Un método muy práctico era ponerlas en un recipiente con agua y mover el agua para que genere un efecto de corriente, las post-larvas saludables suelen nadar activamente contra la corriente (Rojas et al., 2005).

En el tamaño se verificaba la homogeneidad, ya que al presentar tallas muy dispares de un mismo lote misma camada podría indicar que habría unas post-larvas menos saludables que otras. También se buscaba si existía presencia de deformidades; no se aceptaban post-larvas con el rostrum deforme o doblado, daños de apéndices causados por bacterias, problemas de muda y pérdida de apéndices etc. La presencia de cuerpos torcidos era evidencia del uso de diversos medicamentos (Rojas et al., 2005). El rostrum y los apéndices debían encontrarse de forma normal, sin erosiones ni deformidades. No se aceptaban post-larvas que presenten más de un 5 % de deformidades. Se realizaba observaciones con el microscopio. Se buscaba determinar el grado, presencia o ausencia de las siguientes variables:

Contenido intestinal. Las post-larvas con buena salud por lo general se alimentaban de manera continua y agresiva y deberían presentar el intestino lleno. Las post-larvas bajo estrés usualmente dejan de comer.

Movimiento intestinal (peristalsis). Los movimientos rítmicos del cordón intestinal indicaban un buen funcionamiento del sistema digestivo de los animales. De igual modo, un indicador de la correcta alimentación de las post-larvas era observar un color oscuro del hepatopáncreas.

Presencia de epibiontes. Las post-larvas saludables al ser observadas al microscopio no presentan organismos adheridos al exoesqueleto (caparazón), apéndices o branquias, pues están mudando normalmente. Las post-larvas que presentaban una cantidad abundante de epibiontes es un indicio de la existencia de pobres condiciones de calidad de agua. Estas condiciones evitan una correcta muda de las post-larvas y presentan un bajo estado de salud.

Opacidad muscular. Una de las características más notorias es la opacidad en su musculatura, lo que es también indicio de estrés causado por pobres condiciones ambientales. Acá era

necesario rechazar el envío si se observaba más del 10 % de los animales presentando esta condición.

Desarrollo branquial. Un buen desarrollo branquial se observaba cuando las lamelas o filamentos branquiales de las post-larvas se ramificaban como en forma de “árbol de navidad”. Generalmente las post-larvas alcanzan este desarrollo entre los días 9 y 10 de desarrollo de las post-larvas (PL- 9 o PL-10). Un buen desarrollo branquial permite a las post-larvas el tolerar con mayor facilidad cambios rápidos de salinidad y otros parámetros durante la aclimatación (Rojas et al., 2005).

Gestión De La Alimentación

El alimento se estimaba de acuerdo con la biomasa que se encontraba en cada unidad de siembra. Las sobras diarias y la mortalidad que se encontraba. Se procedía a hacer un cálculo para determinar la cantidad de alimento que era suministrado en una frecuencia de ocho dosis diarias. Para hacer el cálculo, se utilizaron las fórmulas basadas en el manual sobre la preparación y presentación de alimentos compuestos para camarones y peces en acuiculturas de New (1987).

La fórmula es la siguiente:

$$pl/g \text{ diario} = \frac{\#de \text{ postlarvas}}{\text{peso (g)}}$$

$$Biomasa (Kg) = \frac{(cantidad \text{ sembrada} - mortalidad \text{ diaria})}{pl/g \text{ diario} \times 1000}$$

$$Dosis \text{ de alimento (g)} = \frac{Biomasa \text{ estimada} \times Valor \text{ Tabla Alimentación} (*)}{\#dosis \text{ dia} \times 100 \times 1000}$$

(*) Se utilizaron tablas de alimentación brindadas por los proveedores de alimento balanceado y posteriormente se fueron ajustando los valores de estos de acuerdo al comportamiento del camarón experimentado en la camaronera Marfrisco.

Cabe mencionar que las fórmulas dadas servían como referencia ya que la dosis real se ajusta a la demanda y sobras de balanceado si se presentaban.

Ching (2014) señala que, a una densidad de siembra de 30 PL/L, se utiliza una tasa de alimentación de 25 % de la biomasa la cual va bajando 1 % diario, con alimento balanceado de concentración proteica de 35 % a 40 % y un recambio de agua de 5 % diario. Siguiendo este protocolo se obtuvo un peso entre 10 PL/g a 20 PL/g y supervivencia de 80 %, en 15 a 20 días de cultivo. Esto se tomó como referencia en los primeros ciclos de producción del cultivo inicial súper-intensivo y fue aumentando gradualmente hasta llegar a una tasa de alimentación inicial de 35 % ya que presentaron mejores resultados en cuanto a crecimientos y sobrevivencias.

Para el cálculo de residuos del alimento balanceado sobrante se hacía una relación de uno en diez, ya que las sobras que se llegaban a observar en la limpieza del tanque se asumen como solo un 10 % de las sobras totales. Con este dato tomado al momento de la limpieza con el método de sifonado se recalculaba la dosis diaria de alimento balanceado.

En esta etapa es importante identificar el tamaño de los gránulos de alimento para que la post-larva pueda alimentarse sin problemas. En la Tabla 7, se muestran tamaños de pellet recomendados según el tamaño de post-larva. (Informe de los Certificados de Registro Sanitario Unificado RSU 2022 VIGENTES)

Tabla 7: Tamaños de partícula de alimento balanceado según tamaño de Post-larvas.

Tamaño Partícula	Fase Desarrollo PL	Rango de PL/gr
250 – 400 micras	PL 01 – 07	Desde 750 hasta 400
400 – 550 micras	PL 07 – 15	Desde 401 hasta 180
550 – 800 micras	PL 15 – 30	Desde 181 hasta cosecha

Con la finalidad de mantener una estabilidad en los costos de la alimentación se mantuvieron siempre tres proveedores de alimento balanceado, los que figuran en la Tabla 8.

Tabla 8: Proveedores de Alimentos Balanceados utilizados en área de cultivo inicial de la camaronera Marfrisco

Marca	Distribuidora	Tipos
Skretting	Nutreco	PL#2
		PL#3
		PL#4
		N 0.3
Nicovita	VitaPro	N 0.5
Molinos Champion	Wayne	Raceway 2
		Raceway 3

Adicionalmente se administraba como parte de la gestión en la alimentación los tratamientos con ácidos orgánicos y probióticos

Se aplicó Protacid Ox (Acido Orgánico) en dosis de 10 - 20 ppm dependiendo de la patología en las dos primeras raciones del día laboral (06:00 am y 09:00 am). Las 6 Raciones restantes recibían el Probiótico en dosis de 5 a 10 mg / Kg de Balanceado, el cual debía ser previamente activado con 1 % de Melaza + 2 g de Vitamina C. (Se activaba el Total del probiótico diario y se dosificaba en cada ración 1/6 del volumen total activado).

Evaluación Del Control Sanitario

Diariamente se extraía muestras de agua y post-larvas y se realizaba una prueba microbiológica (placas de agar TCBS y chromagar (Figura 14 y Figura 17) y al microscopio para determinar la salud del animal analizado. En el caso de post-larvas se preparaba un macerado con 1 g. de muestra disuelto en 9 mL de agua destilada que es sembrado en las placas según protocolo del Manual operativo y definición de un laboratorio de 160PL/año (FAO, 1988).

Una vez completado el período de incubación, se observa el desarrollo de las unidades formadoras de colonias (ufc). Algunas especies de *Vibrio* pueden fermentar la sacarosa, el medio de cultivo cambiará de verde a amarillo por acidificación. Los resultados se comparaban con la siguiente tabla adaptada de Valtek Diagnosites (2020).

Tabla 9: Tabla de identificación de vibrios en agar TCBS (Valtek diagnosticos)

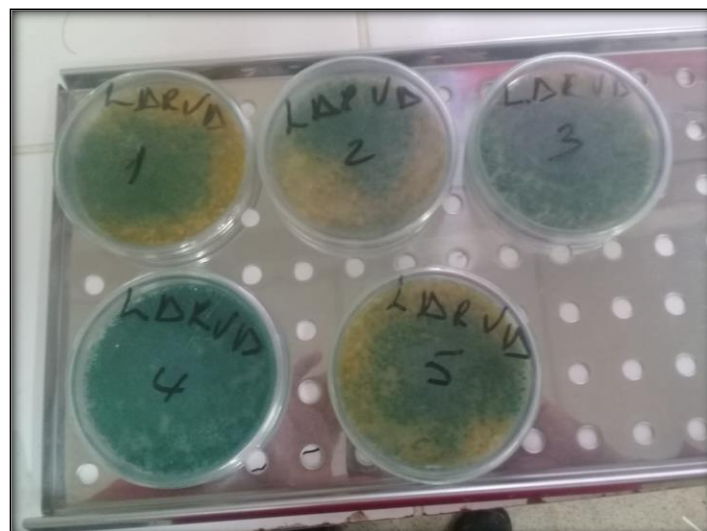
Vibrio detectado	Color
<i>Vibrio cholerae</i>	Colonias amarillas, pueden revertir a verde
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Colonias de mayor tamaño, de 3 a 5 mm, presentan color verde
<i>Vibrio alginolyticus</i>	
<i>Vibrio metschnikovii</i>	Colonias amarillas
<i>Vibrio fluvialis</i>	
<i>Vibrio vulnificus</i>	
<i>Vibrio mimicus</i>	Colonias verdes

El resultado es orientativo, es así como, ante la presencia de vibrios en las muestras de post larvas se aumenta la concentración de ácidos orgánicos en las primeras dosis de balanceado del día, el resto de las dosis del día son reforzadas con probióticos para recolonizar el tracto digestivo.

Paralelamente si las muestras de agua de las unidades de siembra muestran presencia de ufc de vibrios, se hacen aplicaciones de cal P24 para desinfectar el agua y al cabo de 4 horas se aplica la mezcla de probióticos o simbióticas al medio para repoblarlo con bacterias benéficas para la post larva.

Figura 14

Placas de Agar TCBS con post-larva recibida en la camaronera Marfrisco



Control De Los Parámetros Físicoquímicos Del Agua

Al igual que el control sanitario, se hacía un análisis de las condiciones del agua del estanque midiendo los parámetros para poder aplicar medidas correctivas. Los datos de oxígeno y pH se tomaban a partir de las 6 am para luego volver a ser tomados 12 horas y 6 horas después respectivamente. Los parámetros físicoquímicos se tomaban junto con la muestra de post-larvas diaria a las 9 am aproximadamente.

Tabla 10: Parámetros de calidad de agua y equipos utilizados durante cultivo inicial en tanques circulares

PARAMETRO	Equipo utilizado	Periodicidad	Valor permitido	Unid.
pH	Tester de pH HANNA HI 98129	Cada 12h.	7-8.5	
OD	Multiparámetro YSI Pro20i	Cada 6h.	>4.0	mg/L
NH3	Fotómetro YSI-9500	Diario	< 0.05	(ppm)
NH4	Fotómetro YSI-9500	Diario	<5	(ppm)
NO2	Fotómetro YSI-9500	Diario	<50	(ppm)
PO4	Fotómetro YSI-9500	Diario	<0.06	(ppm)
K	Fotómetro YSI-9500	Diario	200-410	(ppm)
Mg	Fotómetro YSI-9500	Diario	640-1320	(ppm)
Ca	Fotómetro YSI-9500	Diario	200-410	(ppm)
Cl	Fotómetro YSI-9500	Diario	< 0.06	(ppm)
Alcalinidad	Fotómetro YSI-9500	Diario	90-250	(ppm)

Evaluación Y Proceso De Transferencia De La Post-Larva A Los Estanques De Precria

La post larva era diariamente evaluada y medida para conocer su tamaño promedio calculando el número de post larvas que se podían encontrar en un gramo de biomasa.

Este valor se calcula con la siguiente fórmula:

$$PL/g = \frac{\# \text{ Animales pesados en muestra}}{\text{Peso de la muestra}}$$

Con este valor se podía tener conocimiento del ritmo de crecimiento que tenía cada En base al tamaño promedio de la post-larva que debía ser requerida a ser sembrada en la segunda fase (precrias) se coordinaba la cosecha del tanque y el traslado para que empiece la etapa con mejores condiciones y mejor tamaño que en un sistema bifásico.

Para esto se realizaban las siguientes actividades:

Bajado De Nivel De La Unidad De Siembra. Se descargaba el agua de manera gradual a partir del mediodía para que el sistema llegue a un 30 % del volumen total de agua (25 m³ aproximadamente). Esto se realizaba a las 6:00 pm que es la hora cuando hay mayor cantidad de personal disponible para ejecutar la transferencia.

Cosecha. La cosecha era realizada por dos personas dentro del tanque con redes de 1 mm de cocada con las que se van recolectando y pasando los camarones hacia fuera para ser pesados inmediatamente conforme iban saliendo de la unidad de siembra.

Asimismo, debía haber personal en la llave de descarga del tanque circular súper-intensivo mientras se iba bajando gradualmente el nivel de agua y controlando con una red del mismo material con la que se hacía la cosecha cualquier filtración de animales que pudiesen escapar por la tubería de descarga. Esto se iba haciendo en un lapso no mayor a 15 minutos para que los camarones que se estaban acumulando en la zona de descarga no tengan mucho tiempo con una situación que les generase estrés y afectara la calidad de esta.

Pesaje De Camarones. Se hace un escurrido que consiste en sacudir tres veces la red con la que se está recogiendo los camarones para eliminar la mayor cantidad de agua sin comprometer en demasía por estrés el estado del camarón. Luego la biomasa ya escurrida era colocada en recipientes previamente tarados en la balanza marca Ohaus de 0.5 g de aproximación y se procedía a la toma de datos controlados por la persona a cargo de la transferencia. En paralelo un personal asistente iba tomando por cada pesada una pequeña muestra de aproximadamente 3 a 5 gramos de camarones para ser pesados aparte en otra balanza de 0.1 de aproximación marca Ohaus para determinar el PL/g y calcular de manera más precisa la cantidad de camarones que han sido transferidos.

Distribución Hacia Tinas De Transferencia. Las biomasas se iban distribuyendo equitativamente en las tinas de transporte de 500 m³ de capacidad eran llenadas en un 50 % de su capacidad con agua de los estanques de los tanques circulares y el resto con agua del tanque de pre cría destino para que los camarones transportados se vayan aclimatando, tenían en su interior canastillas revestidas con la misma malla con la que están hechas las redes de cosecha con el objeto de evitar una manipulación al momento de sacarlas para sembrarlas en los precriaderos correspondientes

La distribución de las tinas se disponía de la siguiente manera:

4,0 kg de camarón juvenil / Tina para distancias cortas, es decir 15 minutos o menos de transporte.

2,5 kg de camarón juvenil / Tina para distancias largas que son mayores 15 minutos de transporte.

Esta distribución se presenta en la siguiente Figura 15:

Figura 15

Ejemplo de distribución de los pesos en tinas de transporte y cálculo de peso total cosechado

TANQUE #1		#TOTAL DE ANIMALES SEMBRADOS	
TINA 1	TINA 2	TINA 3	TINA 4
Peso a	Peso d	Peso b	Peso f
Peso c	Peso h	Peso e	Peso g
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
PESO 1	PESO 2	PESO 3	PESO 4

$$P1 + P2 + P3 + P4 = \text{PESO TOTAL DEL TANQUE \# 1}$$

Conteo De Post-Larvas Por Gramo (PL/g). La muestra que se tomó en la etapa de pesado se pesaba y se hacía un conteo de cantidad de animales. Se expresaban según la siguiente fórmula:

$$\text{PL/g} = \frac{\# \text{ Animales pesados en muestra}}{\text{Peso de la muestra}}$$

Evaluación De La Supervivencia Total De Unidad De Siembra. El porcentaje de supervivencia se evaluó en relación al con el total de biomasa cosechada del tanque circular y el número calculado por el PL/g comparado con la cantidad de animales que fueron sembrados.

Se tomó la siguiente fórmula adaptada de Martínez et al. (2014):

$$\% \text{ SV} = \frac{\text{PL/g} \times \text{Peso Total cosechado} \times 100}{\# \text{ Animales sembrados}}$$

En donde:

%SV: Porcentaje de supervivencia de la unidad de siembra (Tanque circular súper-intensivo) en el ciclo de producción.

PL/g: Número de animales por cada gramo de peso.

Los Valores de supervivencia oscilaban normalmente entre el 90 al 95 %.

Secado Y Desinfección De Unidades De Siembra

Un buen secado y preparación de los estanques contribuye a un desarrollo saludable de los camarones, garantizando estanques libres de sustancias nocivas y patógenas que pudieran incrementar las mortalidades afectando el rendimiento final de las cosechas. El drenado, secado, limpieza y desinfección, son actividades que también contribuyen a disminuir los riesgos de diseminación de enfermedades a otros estanques vecinos y al pre criadero destino. La limpieza general de las unidades de siembra y sus alrededores también ayuda a eliminar posibles fuentes de contaminación durante el ciclo de producción asegurando la inocuidad en el área. Las líneas de aire son desinfectadas con una solución de Formol al 44 %.

Figura 16

Limpieza de una de las superficies de la unidad de siembra (plástico protector)



El estanque era drenado totalmente una vez finalizada la cosecha. Luego se realizaba la limpieza y desinfección de tuberías de entrada y salida, y superficies. La asepsia se realizaba dejando secar en su totalidad el tanque durante 24 horas, luego se limpiaba la superficie interior de la unidad de siembra utilizando escobillones y mangueras a presión con agua dulce, una vez limpiada la superficie se repasaba la misma con una dilución de 1 en 10 partes de peróxido de hidrógeno en agua.

A partir de este punto el animal pasaba a la segunda fase: la de precrías, donde se siembra en estanques de un tamaño menor de 6 hectáreas.

El ciclo de estas actividades era de aproximadamente 21 días hasta que era transferido a las piscinas de engorde, estas variaban desde las 6.96 hectáreas hasta las 33.6 hectáreas para la etapa final del ciclo de producción. Esta podía durar 80 a 120 días dependiendo de la talla requerida para la cosecha.

Problemas Que Se Reportaron El Área De Cultivo Inicial

Parte del trabajo desempeñado en la camaronera, era evaluar, analizar y aplicar medidas correctivas. A continuación, se mencionan estas dificultades que se presentaron en distintas etapas y las medidas que se adoptaron para resolverlas.

Durante La Recepción De Post-Larva

En la recepción de post-larva se tenía especial cuidado en la observación morfológica y de comportamiento de los individuos, de encontrar PL muertas (blancas) era un muy mal indicador pues esto se interpretaba como una clara señal de problemas arrastrados desde el laboratorio proveedor de post-larvas.

Otro problema ligado a la recepción fue la presencia de unidades formadoras de colonias (ufc) en las placas de agar TCBS (ver Figura 14) o siendo más específicos presencia de *vibrios vulnificus*. (Ver Figura 17).

Como solución se adaptó un protocolo para la verificación de la calidad de la post-larva, basado en el *Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón*, publicado por el Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island en el 2005 (Boyd et al., 2005).

De esta manera se tomaron las siguientes medidas:

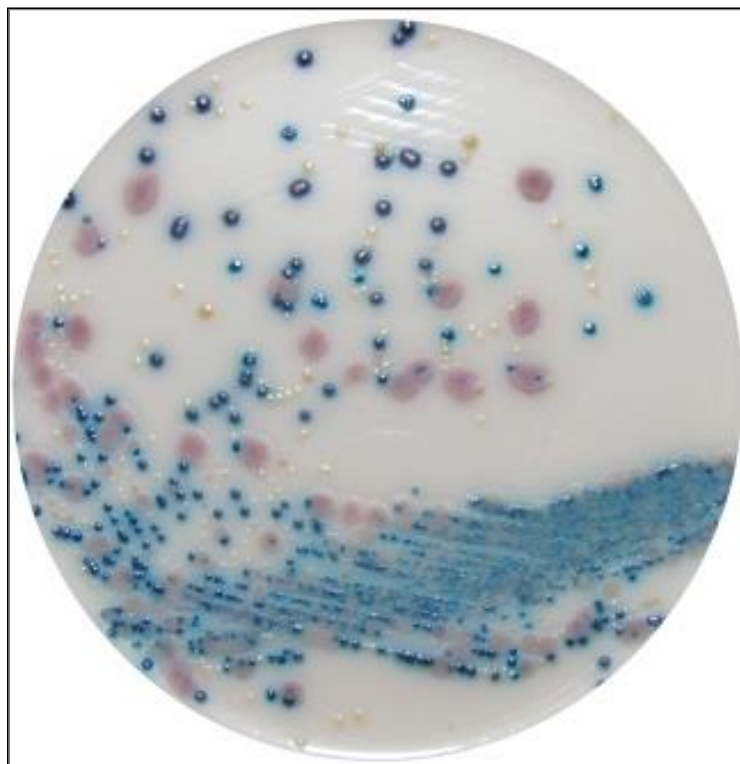
- Exigir la historia clínica de cada lote de post-larvas a los laboratorios proveedores. Para esto se designó personal de los laboratorios de la empresa Promarisco para que mantenga un contacto directo con los otros laboratorios proveedores de post larvas, en caso se haga el pedido a un tercero.
- El responsable designado debía informar a la camaronera cuales eran las características de la calidad del agua en que serían enviadas las post-larvas (salinidad, temperatura, pH, etc.) para poder preparar la o las unidades de siembra y el tanque

reservorio. Días previos a la compra, el técnico responsable debería ir al laboratorio proveedor a supervisar las post-larvas para su evaluación posterior en el laboratorio de diagnóstico de la empresa Promarisco.

- Se enviaría muestras para diagnóstico molecular: análisis de PCR para diagnosticar si las post-larvas estaban libres de vibrios y se comunican los resultados a la camaronera.

Figura 17

Placa de chromagar que muestra las unidades formadoras de colonias de v. vulnificus (puntos en azul)



Materia Orgánica Dentro De Los Tanques Circulares

Las unidades de siembra fueron construidas con una base de forma cónica para que la materia orgánica pueda depurarse de manera casi automática al abrir la llave de descarga. Este sistema funcionó parcialmente ya que solo lograba eliminar una parte de agua cargada de materia orgánica compuesta principalmente por heces de camarón, camarón muerto, alimento balanceado no consumido. Sin embargo, era insuficiente para eliminar los residuos que aún se mantenían en el tanque circular en su totalidad.

Para evitar la fuga de camarones se utilizaba una malla de nilón de 1 mm de ojo de malla como filtro. Adicionalmente se coloca un chayo en la tubería de descarga de agua y se separan los camarones vivos y activos del resto.

Para asegurar una limpieza total del tanque mientras está en producción se implementó un método de sifonado que consistía en una manguera dirigida por un trabajador hasta el centro del tanque y limpiar manualmente hasta que se consideraba que la limpieza estaba completa, esta limpieza era confirmada por otro trabajador quien verificaba el otro extremo del sifón y observaba que este ya dejaba de expulsar agua sucia o materia orgánica. Este proceso se hacía diariamente en todas las unidades que tenían post-larvas. Es importante recordar que esto se hacía previo a un proceso de desinfección con agua con yodo a una concentración de 1 % para evitar cualquier tipo de contaminación cruzada.

El proceso de Sifón presentaba tres ventajas para el manejo del ciclo en el área de cultivo inicial:

- Se hacía limpieza profunda del tanque.
- Se podía hacer una certera estimación de la cantidad de alimento balanceado administrado para ajustar la dosificación de este inmediatamente.
- Se podían identificar rápidamente mortalidades en el tanque.

Presencia De Mortalidad

Se podían presentar mortalidades en la recepción de post-larvas por problemas arrastrados desde laboratorio o por descuidos en su transporte. No era raro que alguna tina de transporte llegase al campamento sin oxígeno por obstrucciones en la manguera o alguna mala práctica. Esto acarrearía la mortalidad total de la tina en cuestión, descartándose en la recepción.

Las mortalidades también podían presentarse al día siguiente de la recepción, Esta era fácil de identificar gracias al método de sifón. Usualmente en estos casos se había observado algún problema en día de la llegada de las post-larvas al campamento y se extendía el reclamo a los laboratorios proveedores para la reposición. Sin embargo, debido a la escasa cantidad de PL para ser sembradas en las piscinas de engorde se trataba siempre de rescatar la mayor cantidad de estas para llegar a las densidades deseadas.

Otro caso de mortalidades que se presentan durante el ciclo productivo en especial pasados los 5 días de cultivo son las más difíciles de llevar. Estas tenían un fuerte impacto a los costos de producción ya que significa el desperdicio total de alimento balanceado y los insumos utilizados a la fecha. Esto encarecía significativamente el coste del juvenil y

complicaban mucho económicamente a la camaronera para lograr una ganancia por cada ciclo de producción.

Se podían relacionar muchas causas por las cuales se presentaban las mortalidades, entre ellas una posible contaminación cruzada desde algún tanque con post-larvas enfermas causada por mala prácticas y así transmitir enfermedades como vibriosis o bolitas negras por parte de las enfermedades bacterianas y mancha blanca, necrosis infecciosa hipodérmica y hematopoyética (IHHNV) del lado de las enfermedades virales. Para evitar futuras contaminaciones se reforzaron las capacitaciones de BPM de los trabajadores labor que se efectuó cada 21 días, se aumentaron los tiempos de secado de tanques y se clausuraron los tanques que presentaron estos problemas por un tiempo de 20 días y se agudizó el seguimiento e informes de enfermedades virales por cada entrega de semillas desde los laboratorios proveedores es decir semanalmente.

Figura 18

Mortalidades presentadas en los tanques circulares del área de cultivo inicial en la camaronera Marfrisco tras primer día de cultivo por mala praxis del laboratorio proveedor



Remanente de Alimento Balanceado

Las sobras de Alimento Balanceado podían ser muy perjudiciales en un sistema intensivo como es el área de cultivo inicial.

En cuanto a los costes de producción los costos de alimentación suponían entre un 40 y 60 % de los costes totales de la camaronera. A la par, una mala estrategia de alimentación supondrá un desperdicio de alimento y dinero, posibles eventos de contaminación del agua.

Hay que considerar que, en este nivel, al alimentar camarones en estado post-larvario la cantidad requerida de proteína era mucho mayor que en estado adulto (de 45 % a 35 %) lo que aumentaba considerablemente su precio.

Una buena estrategia de alimentación podía reportar beneficios muy importantes en el crecimiento de las post-larvas y por supuesto mayor supervivencia, menor factor de conversión del alimento, menor afección de enfermedades, ahorro de alimento, menor contaminación, reducción de costos etcétera.

Con el proceso de sifonado diario se podía tener un buen control e indicador sobre las cantidades de alimento no consumido y poder ajustar las dosis de consumo para que sean mejor aprovechadas y el medio se vea afectado lo menos posible, ya que al momento de la limpieza se podía observar la cantidad de balanceado que no fue consumido y este se estimaba como el 10 % del total sobrante.

Variaciones En Los Parámetros De Calidad De Agua

Como se ve en la Tabla 5, los parámetros el agua debía cumplir ciertos valores para mantenerse en condiciones óptimas. Para mantener una estabilidad de estos parámetros se contaban con varios insumos, como el carbonato de calcio para subir los valores de pH y alcalinidad, microorganismos eficaces (como levaduras y lactobacilos) para elevar el valor de pH en el agua.

Aplicación Del Método Simbióticas En El Área De Cultivo Inicial De Marfrisco

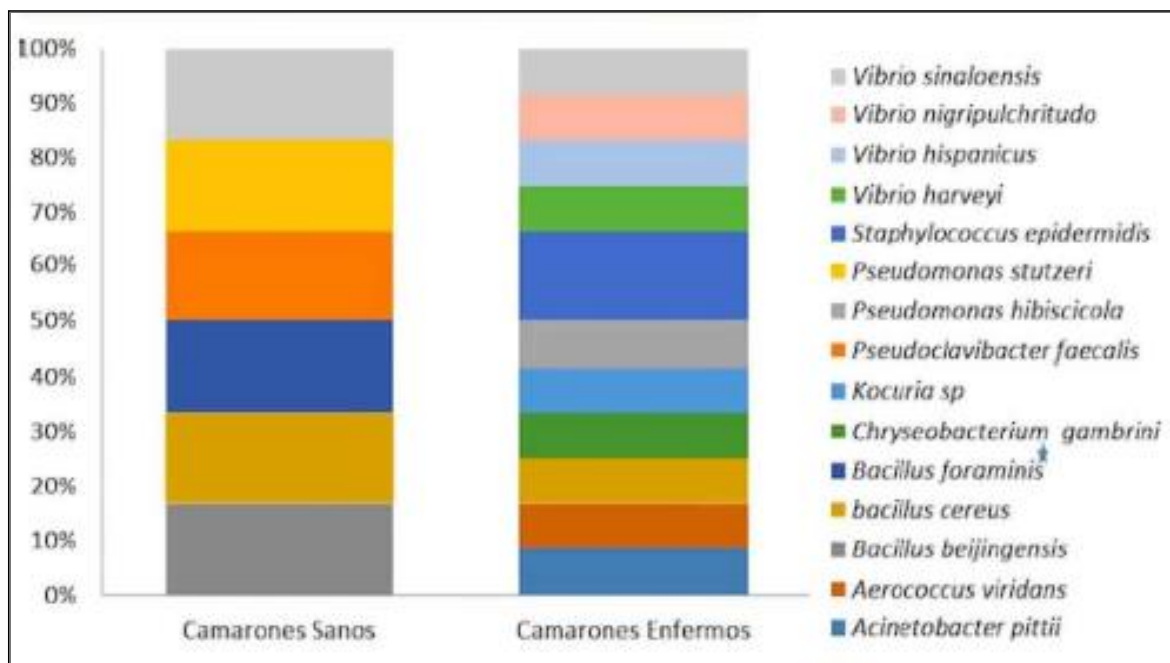
A lo largo de la etapa de funcionamiento del área de cultivo inicial súper-intensivo se mantuvo interés por la innovación relacionada a las nuevas investigaciones que se venían desarrollando en otros países. Eran distintos escenarios que se observaban para desarrollar en campo y se optó por a utilizar el método de Simbióticas para la maduración del agua como método alternativo e incluso reemplazante de insumos y el método de maduración de agua que se estuvo utilizando hasta el momento.

Aunque este no fue un problema, fue un desafío que se asumió con la finalidad de volver más eficiente este sistema.

Conceptualmente lo que se quería llegar con el uso de las simbióticas era simular las condiciones más naturales posibles del medio natural favoreciendo la proliferación de copéodos y de bacterias benéficas para el cultivo para que estas representen una competencia contra las bacterias nocivas (ver Figura 19), esto se quería lograr mediante la combinación de prebióticos y probióticos para ayudarnos a alcanzar parámetros de cultivo estables con el fin de asegurar el bienestar del camarón.

Figura 19

Bacterias detectadas en hemolinfas de camarón sano vs camarón enfermo



Nota: De “Clase de capacitación para colaboradores Promarisco”, por Ferrón, 2018.

Para la formulación mostrada en la Tabla 11 se tomaron como base los datos aprendidos en capacitaciones que brindadas para el personal técnico de la camaronera por parte de personal perteneciente al mismo grupo corporativo Nueva Pescanova a la cual pertenece Promarisco que ya ha trabajado y experimentado con el método de simbióticas en Nicaragua y Guatemala. La intención fue la de reducir y hasta encontrar sustitutos a algunos insumos utilizados normalmente como es el caso de la melaza o de bacterias ya sea por su costo o por su efecto en microorganismos perjudiciales.

Para el tratamiento de simbióticas se adaptaron las cantidades de la formulación usadas para estanques de precría usadas por David Kawahigashi (2019) la siguiente Tabla 11.

Tabla 11: Tratamientos de Maduración de agua con el método de simbióticas previo y post siembra de post-larva

Tratamiento de Maduración del Agua previa siembra

Ingredientes	dosis	Cantidad usada en 75 m ³
Salvado de arroz:	50 ppm	3.75 Kg
Agua desinfectada:		75 L
Bacteria – Pondzyme (Biomin):	1 ppm	750 g.
Carbonato de Calcio:	2,5 ppm	1.875 kg
BioBac A	0.2 ppm	150 mL

Tratamiento del Agua post siembra

Ingredientes	dosis	Cantidad usada en 75 m ³
Salvado de arroz:	30 ppm	2.25 Kg
Agua desinfectada:		45 L
Bacteria – Pondzyme (Biomin):	1 ppm	750 g
Carbonato de Calcio:	2,5 ppm	1.875 kg
BioBac A	0.2 ppm	150 mL

V. Resultados Y Discusiones

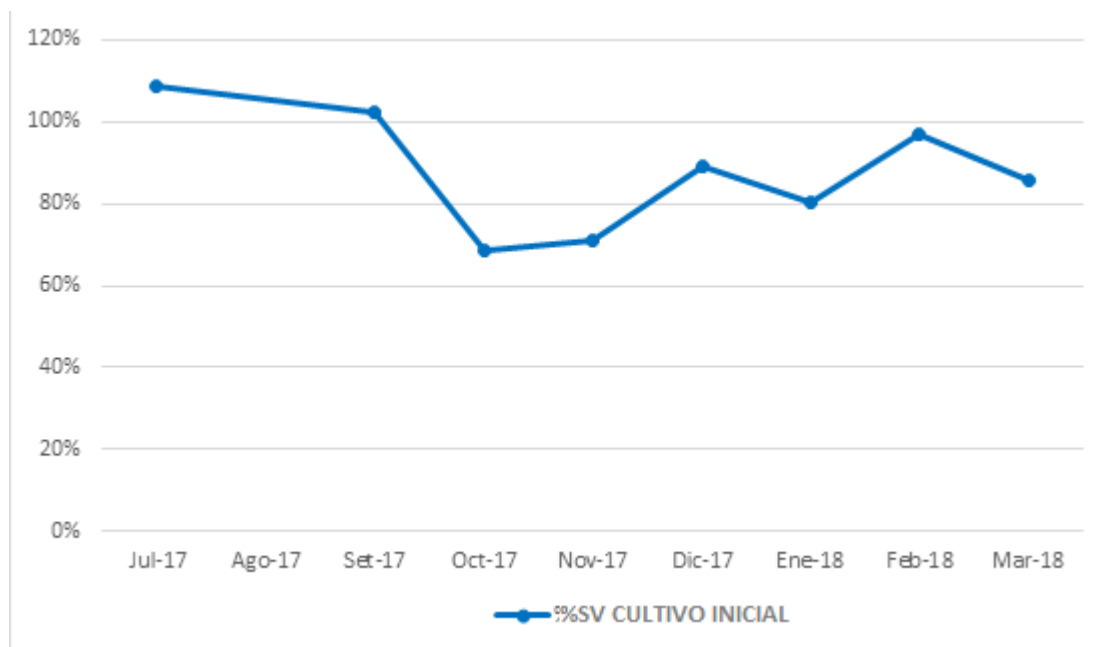
Primera Etapa En El Área De Cultivo Inicial

Desde la apertura de esta área se construyeron solo 4 unidades de siembra para que en base a los resultados poder evaluar su expansión con el fin de tener la camaronera funcionando con el sistema trifásico. Es decir que la totalidad de post-larvas recibidas pasen por Cultivo inicial súper-intensivo – Precriaderos – Piscina Engorde. Esta primera etapa abarcó el periodo desde julio 2017 hasta marzo 2018.

A continuación, se presentan los valores de sobrevivencia de la primera etapa de cultivo inicial en tanques circulares súperintensivos

Figura 20

Promedios mensuales de sobrevivencia (%) de la Post-larva en el área de cultivo inicial durante la primera etapa (Julio 2017 – marzo 2018)



Nota: Se observan promedios de sobrevivencia mayores a 100 % debido a que antes era común el enviar un 15 % más de post-larvas que el pedido realizado para compensar mortalidades durante el traslado de los laboratorios a la camaronera.

Se observa que la primera etapa en el área de cultivo inicial presentó un promedio de 87.84 % de sobrevivencia en los 9 meses que duró esta etapa. Cabe mencionar que en esta

primera etapa se hacían los despachos de larva con un 15 % más de lo estipulado en el pedido y en la guía de remisión para compensar cualquier eventualidad durante el transporte y la manipulación por lo que se podían tener sobrevivencias mayores al 100 %.

Si bien los niveles de sobrevivencia mostrados en la Figura 20 por si solos no dan una respuesta concluyente de si el sistema implementado resulta viable para la camaronera, es un buen indicador de que la post-larva puede mantenerse en niveles aceptables de sobrevivencia con un cuidado diferenciado a lo que recibía anteriormente en los precriaderos al ser sembrada directamente.

Para tener una respuesta más clara de los beneficios que representaba la implementación del sistema de tanques circulares súperintensivos, se muestran los resultados de sobrevivencia (%SV) (Figura 21) y de conversión alimenticia (CA) (Figura 22) obtenidos en los precriaderos sembrados directamente con PL de los laboratorios proveedores de semilla y que mantuvieron el modelo bifásico, versus los precriaderos que fueron sembrados a partir de post-larva que tuvo un periodo de estadía previo en los tanques circulares durante la primera etapa mencionada.

Figura 21

Promedios mensuales de sobrevivencia (%) de camarón en pre criadero sembrado desde el área de cultivo inicial (CI) vs camarón sembrado directo de un laboratorio

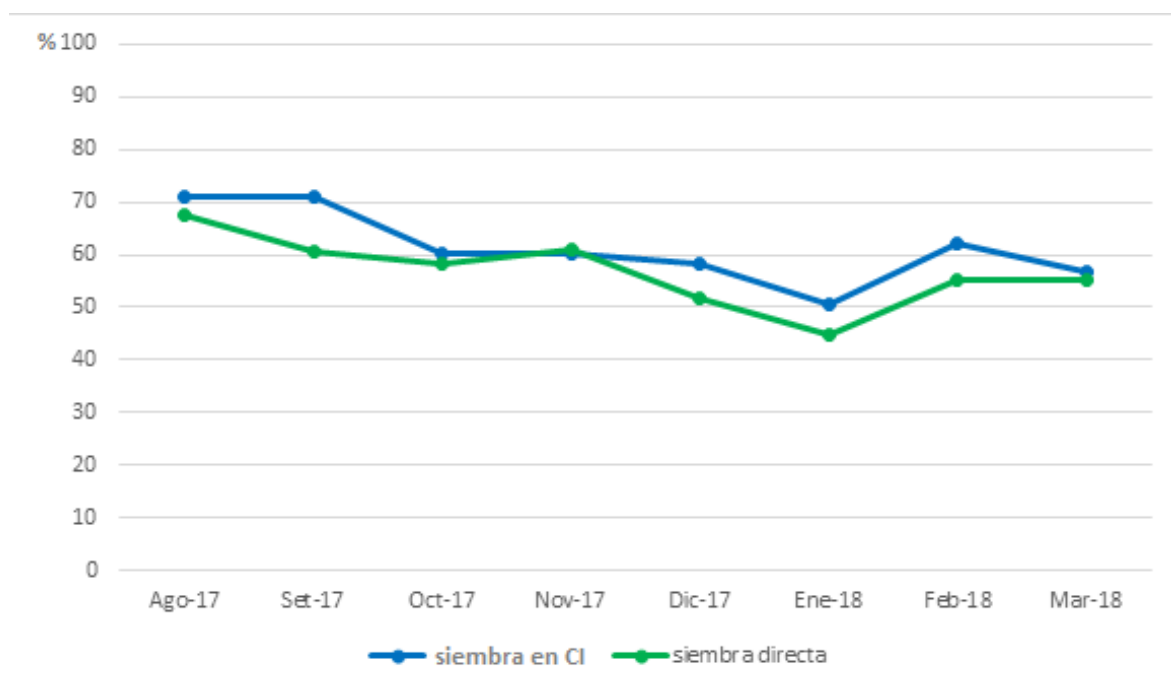
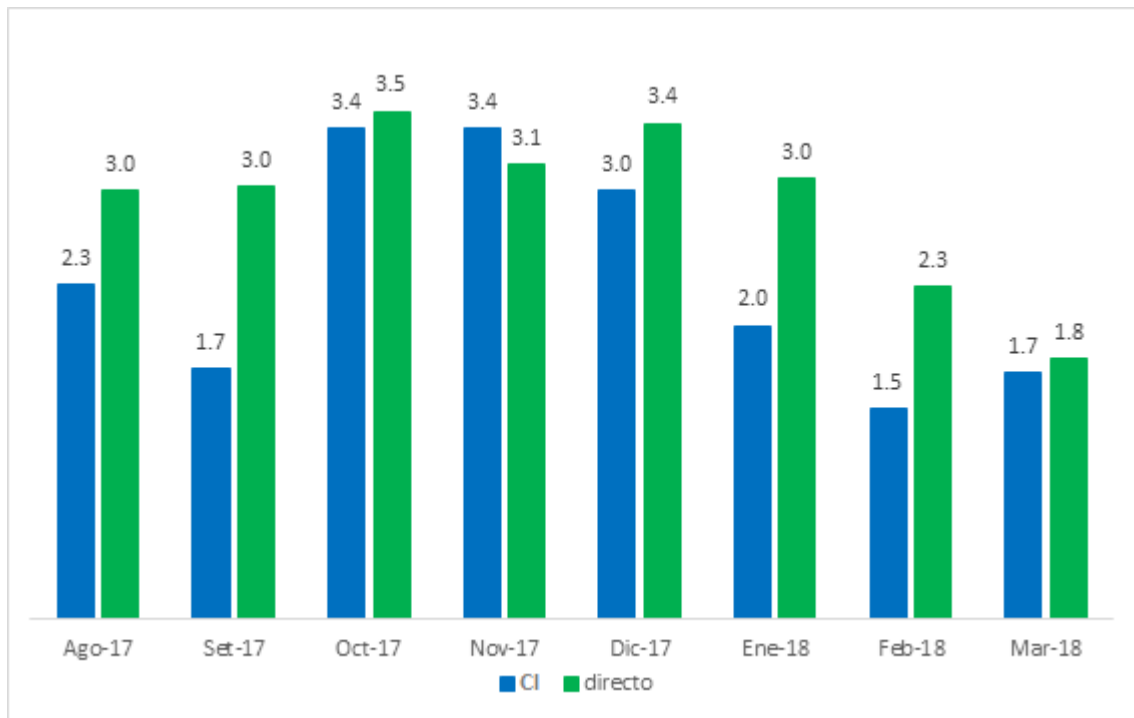


Figura 22

Promedios mensuales de las conversiones alimenticias en precriaderos de camarón sembrado desde el área de cultivo inicial (CI) vs camarón sembrado directo de un laboratorio



Se observa entonces que el modelo trifásico presentó notorias ventajas sobre el de solo dos fases, ya que además de mayores niveles de sobrevivencia, también presentó menores valores de conversión alimenticia lo que se traduce en mayor aprovechamiento del alimento balanceado y por ende menores costos de producción.

Debido a los resultados obtenidos la alta dirección aprobó el proyecto para expandir de 4 tanques operativos a 16 para que la camaronera pase a funcionar con un modelo de tres fases en casi todas las piscinas.

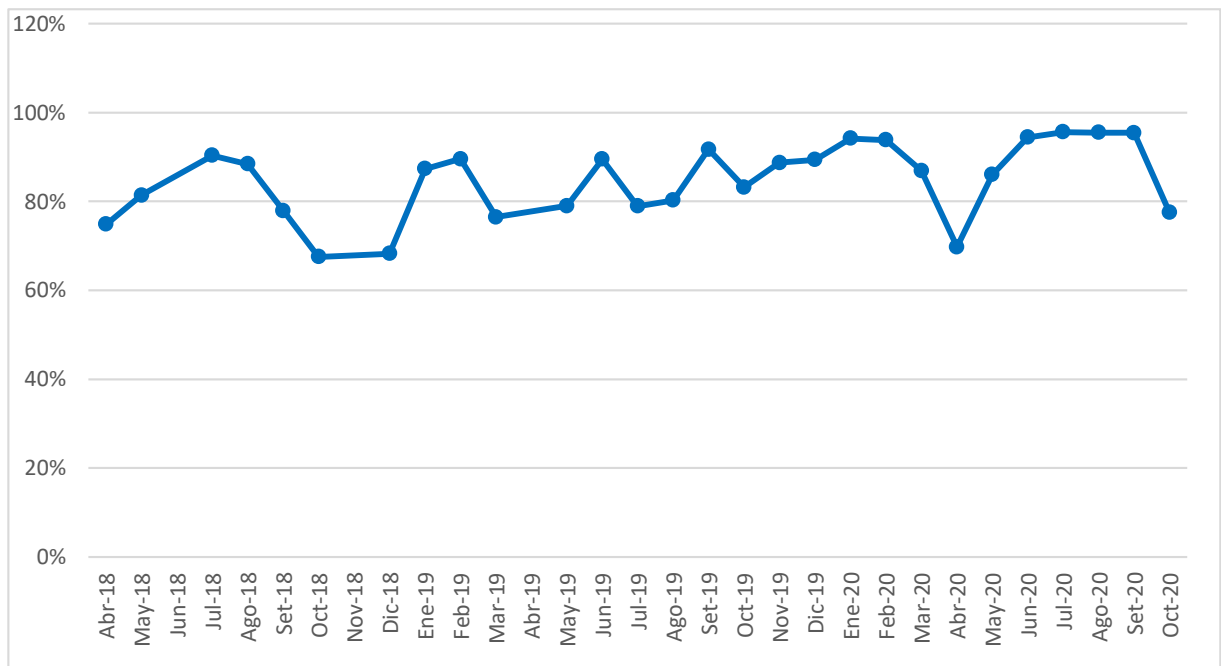
Segunda Etapa Del Área De Cultivo Inicial Súper-Intensivo

Para la segunda etapa, se aprobó la construcción de 12 unidades de siembra más con lo que se pudo proveer a más hectáreas de producción en la camaronera, sin embargo, por temas de demanda constante de post-larva se tuvieron que seguir sembrando post-larvas directas a precriaderos cuando la capacidad de los tanques circulares estaba a tope.

En la Figura 23, se presentan los datos de sobrevivencia de las unidades de siembra de esta segunda etapa que abarcó desde el mes de abril del 2018 hasta febrero 2021.

Figura 23

Promedios mensuales de sobrevivencia de la Post- larva en el área de cultivo inicial durante la segunda etapa (abril 2018 – Oct 2020)

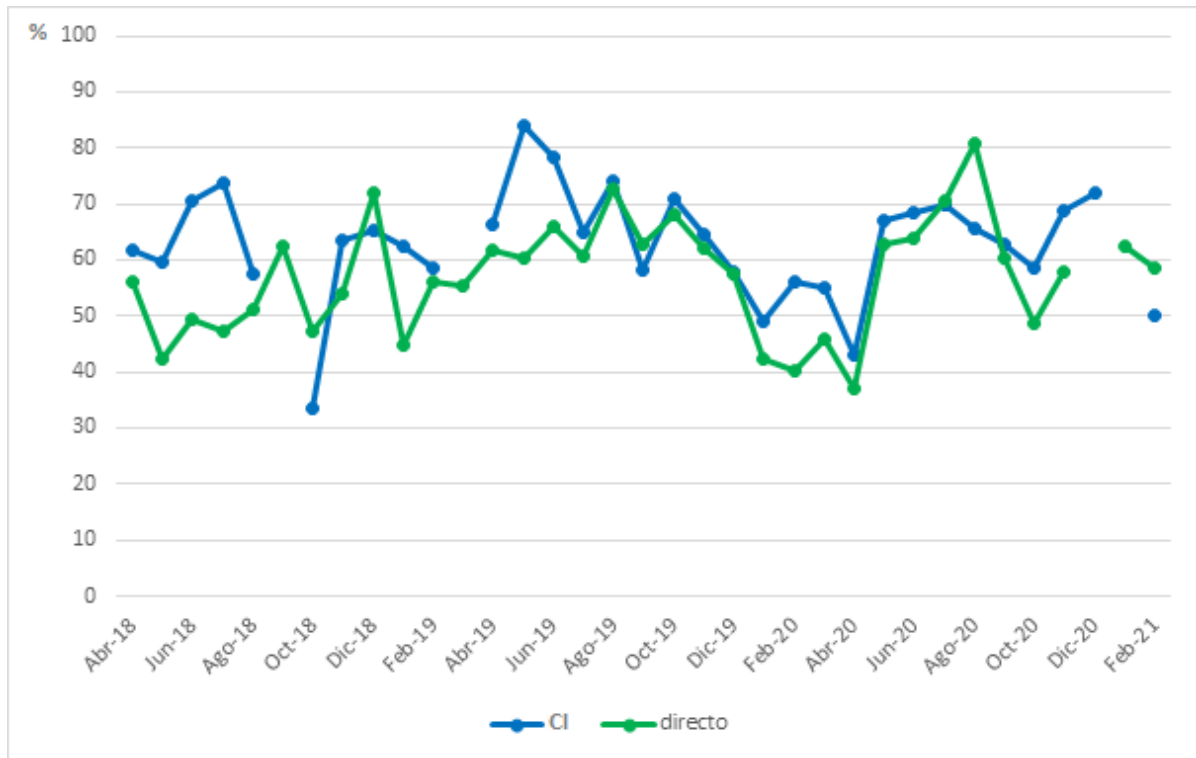


Aquí se muestra que las supervivencias de los tanques circulares oscilan entre 67 % y el 96 % de promedio mensual alcanzando un promedio de 84.72 % ligeramente menor a la conseguida en la primera etapa. Sin embargo, considerando el tiempo de duración de 28 meses vs los 9 de la primera etapa y los buenos resultados a pesar del deterioro de los materiales de las unidades de siembra, esto se recibió como un resultado positivo.

De la misma manera que en la etapa 1, en la Figura 24 se presentan los resultados de los precriaderos que fueron sembrados con larva proveniente de los tanques circulares versus los que fueron sembrados de manera directa:

Figura 24

Promedios mensuales de sobrevivencia de camarón en pre criadero sembrado desde tanques circulares vs camarón sembrado directo de un laboratorio durante la segunda etapa

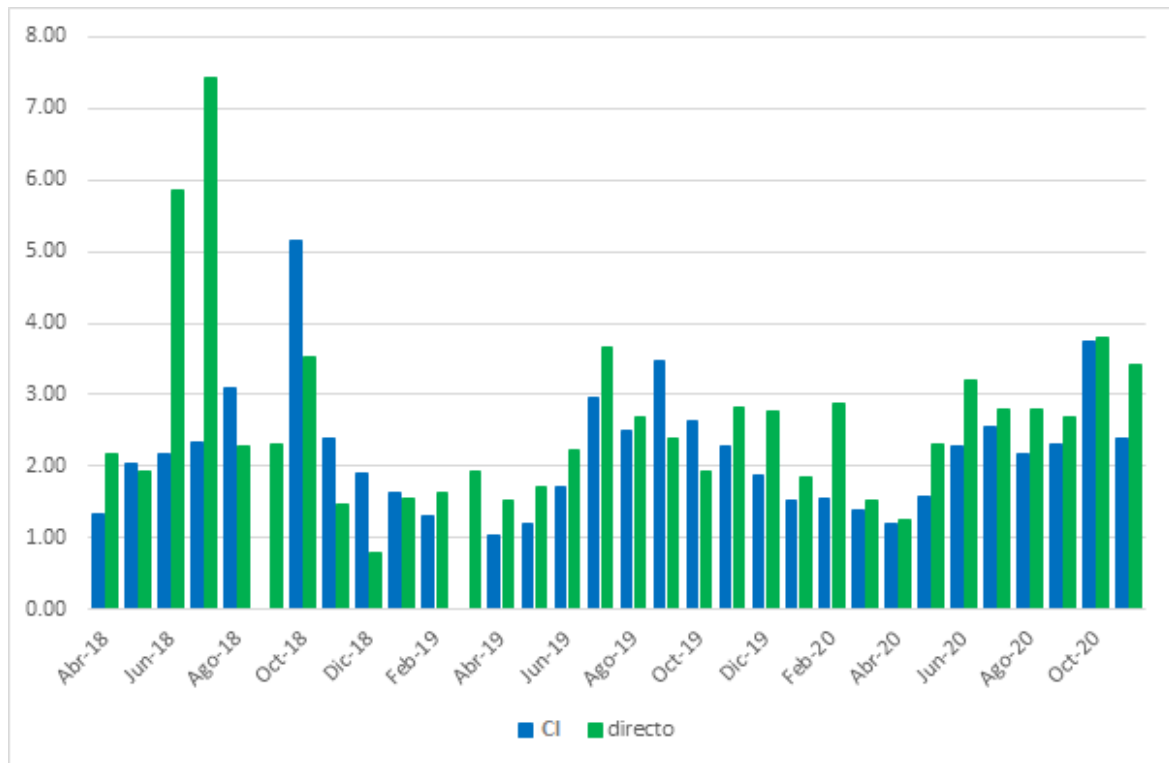


Se observa que los resultados siguen siendo favorables para las post-larvas que pasan por el área de cultivo inicial con un promedio total de 63.89 % de sobrevivencia vs un 62.2 % de los camarones sembrados en total durante la etapa 2. Esta diferencia ciertamente es muy poco significativa, pero viendo los promedios mensuales representan una ligera ventaja para empezar el ciclo de engorde con más camarones y más controlados.

En la siguiente Figura 25, se observa la ventaja definitiva que representó el uso de los tanques circulares para la camaronera, al referirse a la conversión alimenticia.

Figura 25

Promedios mensuales durante la segunda etapa de las conversiones alimenticias en precriadores de camarón sembrado desde el área de cultivo intensivo (CI) vs camarón sembrado directo de un laboratorio



La Figura 25 muestra claramente, excepto por los meses de octubre del 2018 y 2019 una menor conversión alimenticia de los camarones que fueron cosechados en los precriaderos y una siembra desde los tanques circulares súperintensivos. Esto repercute directamente en el costo del juvenil.

Resumiendo, las piscinas de engorde que completaron un ciclo trifásico recibieron un camarón juvenil de menor costo, mayor tamaño y con mejores registros de supervivencia previa. Esto aseguraba mejores supervivencias y un crecimiento rápido en su ciclo de engorde por consiguiente menor cantidad de días en esta última fase que se traducía en menores costos de producción y mayores ganancias de producción al momento de la cosecha.

Desarrollo de camarones provenientes del área de cultivo inicial súper-intensivo en las piscinas de engorde

Es necesario mencionar los resultados generales que se obtuvieron en las piscinas de engorde a lo largo de todas las etapas previa – etapa 1 – etapa 2 – posterior al uso de tanques en la camaronera Marfrisco. Todo ha sido registrado en una sola figura para que se tenga una visión amplia sobre el efecto de las etapas mencionadas a lo largo de los años.

En la Figura 26, se observan los resultados de sobrevivencias de los ciclos de engorde desde enero del 2015 hasta enero 2022.

Se pueden apreciar que desde los meses de enero hasta mayo 2015 (periodo de uso de los primeros tanques circulares) hay una línea ascendente de las cantidades de camarón cosechado acompañado de una pequeña baja en los valores de conversiones alimenticias. Cabe señalar que para la fase de engorde se buscan siempre tener valores menores a 2.4 (CA) para lograr una ganancia económica que pase el punto de equilibrio.

Desde abril del 2015 hasta junio 2017 se hace evidente una caída en las sobrevivencias obtenidas mes a mes siendo octubre 2016 particularmente malo para la camaronera con un promedio de 47.7 % de sobrevivencia y un factor de conversión alimenticia de 4.17 después de este mes se mejora por un instante, pero la tendencia sigue siendo a la baja.

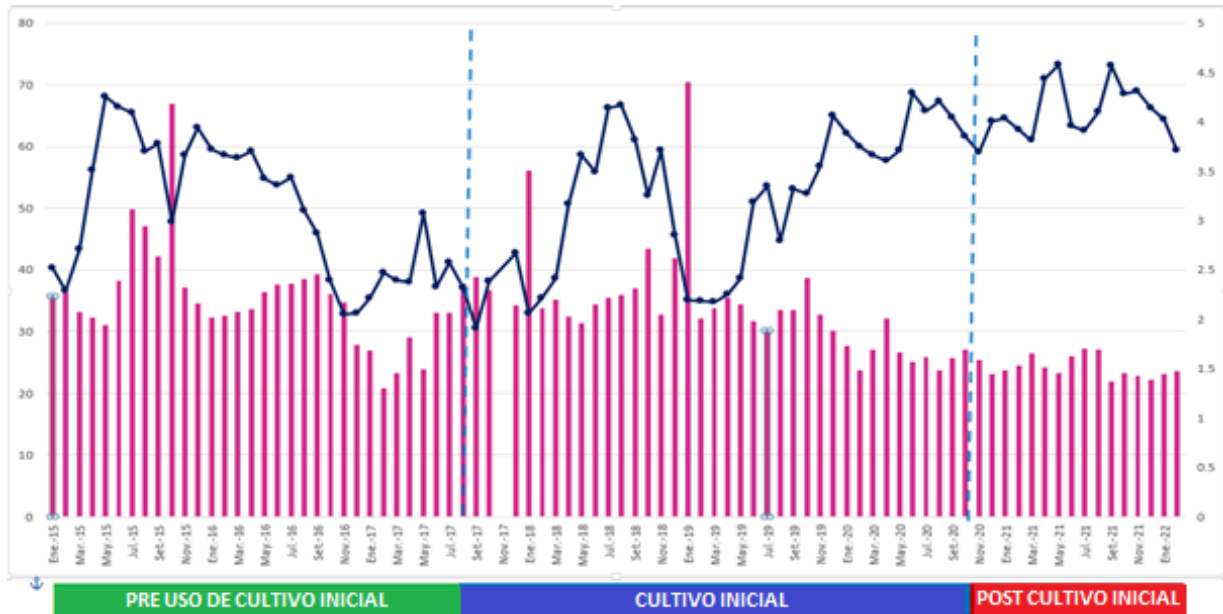
Estos bajos resultados se relacionaron directamente con la calidad de semilla que era sembrada durante este periodo y a los inconvenientes mencionados en la problemática del presente trabajo (baja calidad de post-larva, cosechas en laboratorios antes de tiempo programado y mortalidades tempranas).

También se observa que a partir de Julio 2017 hasta septiembre 2017 va descendiendo los promedios de sobrevivencia. Se debe tomar en cuenta que las primeras piscinas con modelo trifásico (uso de tanques circulares súperintensivos) son cosechadas a partir de noviembre 2017, tramo que se puede tomar como punto de inflexión donde se empieza a observar mejores resultados.

Igualmente se observa la influencia de la etapa 2 del sistema de tanques circulares súperintensivos. Esta se comienza a notar a partir del mes de Julio 2018 (3 meses después del inicio de la etapa).

Figura 26

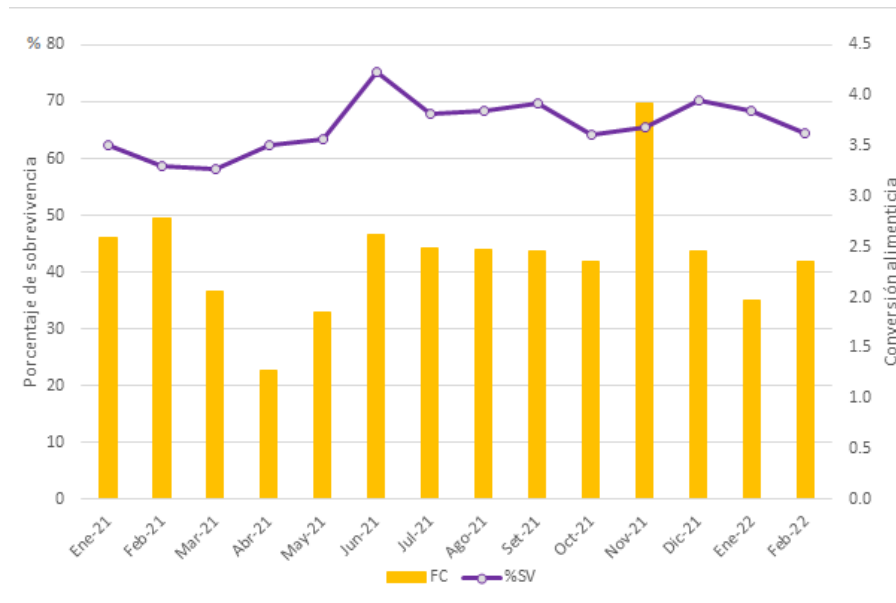
Promedio mensual de sobrevivencia (puntos azules) y conversión alimenticia de las piscinas de engorde desde enero 2015 a enero 2022



En la Figura 27, se observa que a partir de los finales del año 2020 hubo una mejora en las condiciones de las post-larvas provenientes de los laboratorios y las sobrevivencias de los Precriaderos sembrados de manera directa presentaron menos variabilidad en sus porcentajes de supervivencia, obteniendo valores no menores al 60 %. Con la finalidad de abaratar costos se decidió volver al sistema bifásico, dejando el área de cultivo inicial para época de frío, condición que afecta el consumo y por ende el crecimiento del camarón.

Figura 27

Promedios mensuales de sobrevivencia y CA de precriaderos de camaronera Marfrisco volviendo al sistema bifásico



VI. Conclusiones

Sobre la base de lo experimentado y resultados obtenidos durante esta época profesional, se puede concluir que:

- 1) El sistema trifásico (cultivo inicial súper-intensivo con tanques circulares) incrementa la supervivencia en la etapa de precría y en su posterior fase de engorde.
- 2) El sistema trifásico funciona como un plan de mitigación frente a problemas generados desde los laboratorios proveedores.
- 3) A partir de una estabilidad en la producción de los laboratorios proveedores se puede dispensar de este modelo aun cuando su éxito ha sido comprobado, pues representa un elevado costo en comparación al modelo bifásico.
- 4) El área de cultivo inicial súper-intensivo en las granjas permite monitorear activamente las post-larvas, lo cual obliga a los laboratorios a tener un mejor cuidado y control interno en favor de la calidad de su producción.
- 5) La implementación de este nuevo proceso logró que los ciclos de producción en los que se vi envuelvo sean más rentables y eficientes; tal es el caso del sistema súper-intensivo con tanques circulares, que ayuda a descartar de forma rápida las post-larvas de baja calidad que no soportan la fase de precría y además ayuda al camarón a ambientarse en el entorno de las piscinas, lo que produce que su supervivencia aumente.
- 6) Los tanques circulares súperintensivos en Marfrisco cumplieron más una función de filtro y no como un área de cuidado intensivo para recuperar post-larvas en mal estado. Por lo que el sistema funcionó para evitar problemas que tenían como origen factores externos a la camaronera.

VII. Recomendaciones

Después de 5 años de trabajo profesional a cargo de esta área de producción, puedo dar las siguientes recomendaciones:

- 1) Considerar el uso de tanques circulares súperintensivos con producción primaria para que las post-larvas puedan consumir microalgas y utilizar el alimento balanceado para complementar su dieta. De esta manera se podrían abaratar costos de producción al disminuir consumo de alimento balanceado.
- 2) La cloración y la aplicación de EDTA se deben realizar en tanques circulares para minimizar el costo de la vitamina C y el EDTA. En caso de no contar con EDTA, una opción de tratamiento inicial de agua post llenado de las unidades de siembra es la aplicación del producto Acid Five (conjunto de ácidos orgánicos) en dosis de 5ppm, lo cual contribuirá a bajar la carga de vibrios.
- 3) Implementar mejores sistemas de aireación para los transportes de tinas de transferencia en los tractores de carga.
- 4) Tener personal directo que funcione como primer filtro con los laboratorios de proveedores de post-larva.
- 5) Programar mantenimiento y reemplazo periódico de los plásticos protectores y de la geomembrana ya que son materiales que se desgastan con facilidad y su mal estado influye directamente a los resultados del ciclo.
- 6) Las edades de siembra recomendadas para *L. vannamei* son por lo general alrededor de PL-9 a PL-12 (post-larvas de nueve a once días). No es recomendable aceptar post-larvas mayores a PL-12 ya que esto requerirá de bajar considerablemente las densidades de empaque (número post-larvas por litro en cada tina) incrementando los costos de envío. De no hacerlo, se corre el riesgo de sufrir altas mortalidades durante el envío.
- 7) Realizar análisis continuos de los recursos que son utilizados para la alimentación de las larvas y acondicionamiento de los tanques.
- 8) En periodos en que no sean utilizadas las instalaciones se puede dar otro uso a las unidades de siembra para evitar su deterioro y aprovechar la inversión inyectada en la camaronera. Una opción puede ser la experimentación con biofloc, microalgas o levaduras para aplicar en los precriaderos o piscinas.

- 9) La experiencia de esta industria en Asia y América Latina determina que la solución para disminuir la mortalidad en la siembra de camarón se logra a través de larvas domesticadas certificadas, libres de patógenos específicos, con una alimentación de alto valor nutritivo y procesos que no causen estrés al camarón.

VIII. Referencias Bibliográficas

- Aguilar, S., y Parrales, E. (2015). *Estudio de factibilidad de la implementación del método raceways en la camaronera IPECA*. [Trabajo de titulación, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Digital UCSG. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4758/1/T-UCSG-PRE-ECO-GES-180.pdf>
- Alonso, L., y Hernández, A. (2011). *Crecimiento de camarón blanco cultivado en dos densidades de siembra*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional, UNAN-León. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/4308>
- Andersson, H., Asp, N., Ake, B., Roos, S., Wadstrom, T., y Wold, A. (2001). Health effects of probiotics and prebiotics. A literature review on human studies. *Scandinavian Journal of Nutrition/Näringsforskning*, 45(1), 58-75. <https://doi.org/10.3402/fnr.v45i0.1790>
- Arellano, E. (1993). Guías Técnicas en el cultivo de larvas de camarón. *Boletín de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar*, 1, 35-86.
- Austin B. (2010). Vibrios as causal agents of zoonoses. *Veterinary Microbiology*, 140(3-4), 310–317. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.03.015>
- Betalia (s.f.). *Los prebióticos como alternativa en alimentación animal*. Recuperado el 14 de junio de 2020, de <https://betalia.es/betalia-nueva-gama-prebioticos-alimentacion-animal/#:~:text=El%20empleo%20de%20los%20prebi%C3%B3ticos,de%20microorganismos%20del%20aparato%20digestivo>
- Bioaquafloc (2019). *¿Qué es la acuicultura simbiótica? ¿Algo más que biofloc y aquamimicry?* Bioaquafloc. Recuperado el 1 de junio de 2020, de <https://www.bioaquafloc.com/que-es-la-acuicultura-simbiotica-algo-mas-que-biofloc-y-aquamimicry/>
- Boyd, C., Brock, J., Chang, K., Johnson, K., Lightner, D., Pantoja, C., y Treece, G. (2005). *Manual de Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón*. Centro de Recursos Costeros/Universidad de Rhode Island. <http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/631/Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20de%20Manejo%20para%20el%20Cultivo%20de%20Camar%C3%B3n.pdf?sequence=1>

- Cámara Nacional de Acuacultura (2020). *Estadísticas: Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*. <https://www.cna-ecuador.com/wp-content/uploads/2021/01/12-Estadi%CC%81sticas-CNA-de-Diciembre-2020.xls>
- Cámara Nacional de Acuacultura (2022). *Estadísticas: Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*. <https://www.cna-ecuador.com/wp-content/uploads/2023/01/12-Estadisticas-CNA-de-DICIEMBRE-2022-web.xlsx>
- Carman, K., y Dobbs, F. (1997). Epibiotic microorganisms on copepods and other marine crustaceans, *Microscopy Research and Technique*, 37(2), 116–135. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0029\(19970415\)37:2<116::AID-JEMT2>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0029(19970415)37:2<116::AID-JEMT2>3.0.CO;2-M)
- Carvajal, J., y Bolaños, M. (2013). *Efecto de dos tipos de dietas: comercial y experimental sobre el crecimiento de camarones Litopenaeus vannamei en etapa de postlarvas*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional, UNAN-León. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3107/1/225254.pdf>
- Ching, C. (2014). *Manejo de raceways y/o precrías en el cultivo del camarón marino*. [Presentación en Power Point]. Nicovita-VITAPRO.
- Cuéllar-Anjel, J., Lara, C., Morales, V., de Gracia, A., y García, O. (2010). *Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco Penaeus vannamei*. OIRSA-OSPESCA. <https://1library.co/document/y4x53d5z-manual-buenas-practicas-manejo-cultivo-camaron-penaeus-vannamei.html>
- Devresse, B. (2019). Producción de Alimentos Para Camarón Estables en el Agua. *Avances en Nutrición Acuicola*. <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/317>
- Feijó, R. (2009). *Prospecção de genes relacionados à ocorrência de enfermidades no camarão Litopenaeus Vannamei (Boone, 1931) sob condições de cultivo*. [Tesis de maestría, Universidad Federal de Ceará]. Repositório Institucional Universidade Federal do Ceará. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/1630>
- Fenucci, J. (1988). *Manual para la cría de camarones peneidos*. Programa Cooperativo Gubernamental FAO–Italia. <https://www.fao.org/3/ab466s/AB466S00.htm#TOC>
- Ferrón, R. (2018). *Clase de capacitación para colaboradores de Empresa Promarisco* [Material del clase].

- Gibson G., y Roberfroid, M. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125(6), 1401-1412. <https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>
- Gómez, B., Roque, A., y Guerra, A. (2015). *Enfermedades infecciosas más comunes en la camaronicultura y el impacto del uso de antimicrobianos*. Unidad de Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental.
- Kawahigashi, D. [Itacol] (2020, 10 de mayo). *MANEJO - Tecnología simbiótica: concepto, beneficios y protocolos para el sector acuícola* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/S4S4MgV-jvw?si=HYLEIXGXvuUKPyFU>
- Marcillo, F. (1991). *Pruebas de estrés de temperatura y salinidad en Postlarvas de penaeus vannamei alimentadas con tres dietas distintas* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4593>
- Martínez, E., Membreño, L., y Morales, S. (2014). Crecimiento de camarones blancos *Litopenaeus vannamei* en juveniles con dos tipos de alimentos: uno comercial con 25% de proteína vrs experimental con 18% de proteína a densidad de siembra de 12 ind/m² (Sistema semi-intensivo). *Revista Científica de la UNAN-León*, 5(2), 103 – 115. <https://ageconsearch.umn.edu/record/208072/files/10%20%2072-160-1-PB.pdf>
- Martínez, L., y Torres, M. (1995). Producción de semilla de camarones penaeidos en laboratorio. En H. Rodríguez, G. Polo y O. Mora (Eds.). *Fundamentos de acuicultura marina* (pp. 21-60). Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. <http://www.invemar.org.co/documents/10182/14507/U-170.pdf/a544b992-3342-45d1-9960-e96d0ba8cdcc>.
- Morado, J., y Small, E. (1995). Ciliate parasites and related diseases of Crustacea: a review. *Rev. Fish. Sci.*, 3, 275-354.
- New, M. (1987). *Feed and Feeding of Fish and Shrimp, A Manual on the Preparation and Presentation of Compound Feeds for Shrimp and Fish in Aquaculture*. FAO/UNEP.
- Nicovita. (s.f.). *9 consejos para un cultivo exitoso en época de frío*. Nicovita. Recuperado el 13 de abril de 2024, de <https://nicovita.com/blog/9-consejos-para-un-cultivo-exitoso-en-epoca-de-frio/>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2022). *Penaeus Vannamei. Programa de información de especies acuáticas*. Pesca y acuicultura. Recuperado el 13 de abril de 2024, de https://www.fao.org/fishery/es/culturedspecies/litopenaeus_vannamei_es/es
- Ramírez, O. (2011). *Análisis y propuestas de mejoras en la productividad del laboratorio de larvas de camarón "David Moreno"*. [Trabajo de graduación, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4147/1/4117.RAMIREZ%20AQUINO%20OCTAVIO.pdf>
- Revista Líderes (s.f.). *La industria nacional de camarón reflató con fuerza*. Líderes. Recuperado el 13 de abril de 2024, de: <https://www.revistalideres.ec/lideres/industria-nacional-camaron-refloto-fuerza.html>.
- Rojas, A., Haws, C., y Cabanillas, J. (2005). *Buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón*. The David and Lucile Packard Foundation.
- Valarezo, G. (2016). *Incidencia de las dietas alimenticias en el crecimiento de larvas de camarón (Penaeus vannamei)*. [Trabajo de titulación, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11953/1/Defensa%20Examen%20Completo%20Galo%20Valarezo.pdf>
- Valtek Diagnostics. (2020). Agar T.C.B.S. Valtek.cl. Recuperado el 18 de junio de 2022 de <https://www.valtek.cl/wp-content/uploads/2020/02/Agar-TCBS-Valtek-versi%C3%B3n-2.pdf>

IX. Anexos

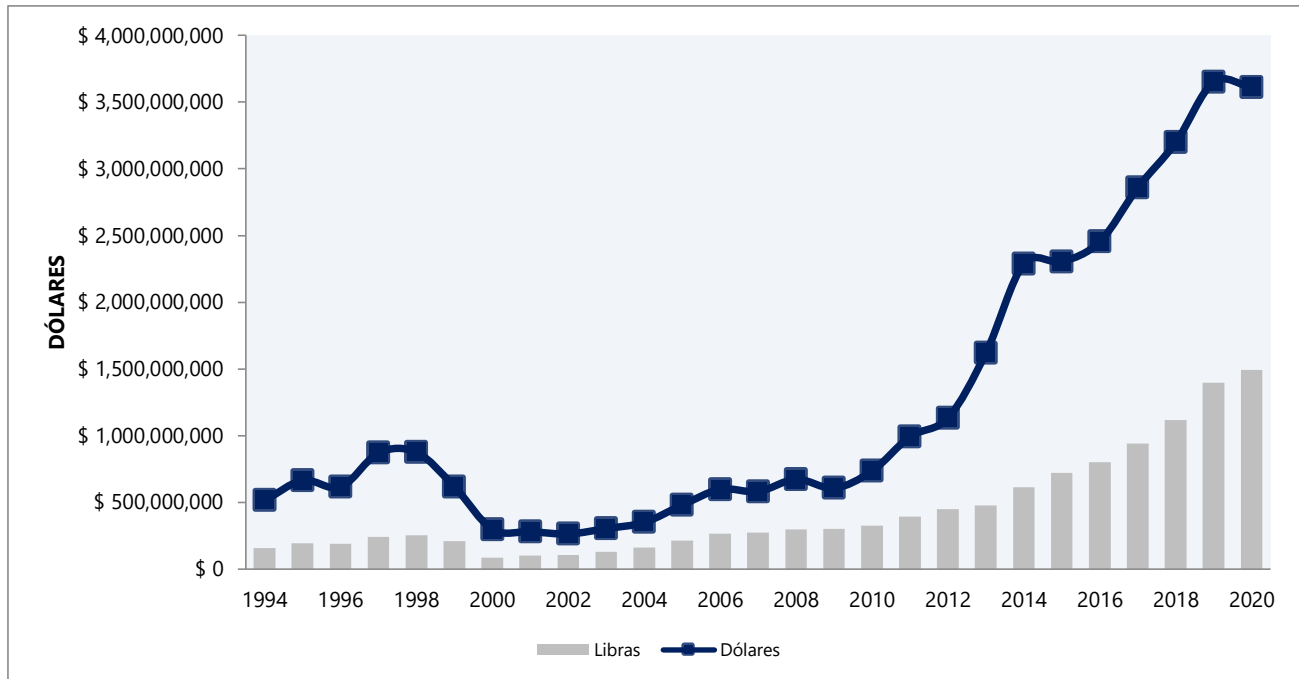
Anexo A: Datos estadísticos de la Cámara Nacional de Acuicultura, sobre la exportación del Camarón Ecuatoriano (2022)

Tabla A1: Exportación de camarón ecuatoriano (CNA, 2022)

RESUMEN HISTÓRICO MENSUAL (2014 - 2020)			
Mes	Libras export.	Dólares	Precio Prom.
Ene-16	55,632,857	\$ 167,851,545	\$3.02
Feb-16	57,312,773	\$ 172,469,338	\$3.01
Mar-16	64,260,029	\$ 191,596,585	\$2.98
Abr-16	68,456,967	\$ 206,677,642	\$3.02
May-16	76,717,653	\$ 234,647,492	\$3.06
Jun-16	71,180,386	\$ 217,977,716	\$3.06
Jul-16	72,767,083	\$ 223,165,859	\$3.07
Ago-16	64,871,080	\$ 197,831,553	\$3.05
Set-16	66,165,736	\$ 205,265,452	\$3.10
Oct-16	72,998,159	\$ 231,275,044	\$3.17
Nov-16	64,437,647	\$ 204,222,661	\$3.17
Dic-16	65,054,371	\$ 202,303,977	\$3.11
Ene-17	64,303,584	\$ 199,045,946	\$3.10
Feb-17	66,620,606	\$ 206,099,394	\$3.09
Mar-17	71,869,640	\$ 222,036,344	\$3.09
Abr-17	79,851,780	\$ 245,601,182	\$3.08
May-17	85,869,921	\$ 262,213,940	\$3.05
Jun-17	86,082,995	\$ 259,491,253	\$3.01
Jul-17	91,361,157	\$ 274,293,481	\$3.00
Ago-17	73,629,117	\$ 221,409,742	\$3.01
Set-17	67,692,637	\$ 207,106,338	\$3.06
Oct-17	88,432,893	\$ 268,999,147	\$3.04
Nov-17	70,957,849	\$ 218,612,937	\$3.08
Dic-17	91,911,350	\$ 275,721,729	\$3.00
Ene-18	76,740,046	\$ 228,251,420	\$2.97
Feb-18	76,478,433	\$ 225,804,062	\$2.95

Mar-18	83,568,002	\$ 250,423,742	\$3.00
Abr-18	106,117,594	\$ 315,475,765	\$2.97
May-18	107,592,012	\$ 312,424,063	\$2.90
Jun-18	88,303,488	\$ 253,377,264	\$2.87
Jul-18	97,947,911	\$ 281,940,230	\$2.88
Ago-18	97,434,163	\$ 275,218,913	\$2.82
Set-18	88,599,933	\$ 247,966,604	\$2.80
Oct-18	98,449,999	\$ 276,231,793	\$2.81
Nov-18	96,842,610	\$ 266,763,496	\$2.75
Dic-18	97,149,564	\$ 264,838,171	\$2.73
Ene-19	89,192,404	\$ 237,806,527	\$2.67
Feb-19	99,644,130	\$ 267,058,138	\$2.68
Mar-19	117,737,601	\$ 308,545,725	\$2.62
Abr-19	122,841,387	\$ 319,096,198	\$2.60
May-19	125,293,328	\$ 318,003,985	\$2.54
Jun-19	123,967,355	\$ 320,166,091	\$2.58
Jul-19	123,831,883	\$ 324,050,948	\$2.62
Ago-19	124,943,552	\$ 326,912,722	\$2.62
Set-19	112,033,456	\$ 284,125,532	\$2.54
Oct-19	116,745,652	\$ 305,288,553	\$2.61
Nov-19	135,273,597	\$ 364,320,933	\$2.69
Dic-19	105,986,034	\$ 277,308,729	\$2.62
Ene-20	109,712,762	\$ 283,056,725	\$2.58
Feb-20	131,998,915	\$ 334,212,222	\$2.53
Mar-20	115,811,924	\$ 290,384,082	\$2.51
Abr-20	127,751,797	\$ 317,430,911	\$2.48
May-20	159,145,827	\$ 392,124,656	\$2.46
Jun-20	122,263,463	\$ 291,154,723	\$2.38
Jul-20	98,311,746	\$ 233,305,331	\$2.37
Ago-20	115,666,912	\$ 269,090,674	\$2.33
Set-20	118,950,401	\$ 275,908,691	\$2.32
Oct-20	141,703,470	\$ 337,330,001	\$2.38
Nov-20	154,257,289	\$ 367,520,431	\$2.38
Dic-20	95,557,708	\$ 220,352,183	\$2.31

Figura A1: Cifras de exportación de camarón 1994-2020 tomado de la CNA (2022)





PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

En el Libro VI del TULAS, del literal 4 anexo uno expresa lo siguiente: Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Aguadulce y agua marina

Los puertos deberán contar con un sistema de recolección y manejo para los residuos sólidos y líquidos provenientes de embarcaciones, buques, naves y otros medios de transporte, aprobados por la Dirección General de la Marina Mercante y la Entidad Ambiental de Control. Dichos sistemas deberán ajustarse a lo establecido en la presente Norma, sin embargo, los municipios podrán establecer regulaciones más restrictivas de existir las justificaciones técnicas.

Se prohíbe todo tipo de descarga en:

- a) Las cabeceras de las fuentes de agua.
- b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y,
- c) Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.

Los regulados que exploren, exploten, refinen, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias peligrosas susceptibles de contaminar cuerpos de agua deberán contar y aplicar un plan de contingencia para la prevención y control de derrames, el cual deberá ser aprobado y verificado por la Entidad Ambiental de Control.

Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen.

En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno. Para el caso de industrias que capturen y descarguen en el mismo cuerpo receptor, la descarga se hará aguas arriba de la captación. Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos, se establece lo siguiente:

- a) Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de cincuenta (50) metros, y la aplicación aérea de los mismos, dentro de una franja de cien (100) metros, medidas en ambos casos desde las orillas de todo cuerpo de agua,
- b) La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente requerirá el informe y autorización previa del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- c) Además de las disposiciones contenidas en la presente Norma, se deberá cumplir las demás de carácter legal y reglamentario sobre el tema, así como los listados referenciales de la Organización para la Agricultura y Alimentos de Naciones Unidas (FAO).

Toda descarga a un cuerpo de agua marina, deberá cumplir, por lo menos con los siguientes parámetros establecidos en la Tabla 3I.1.

Tabla B.1. Parámetros establecidos de descarga hacia un cuerpo de agua marina

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas		mg/l	0,3
Arsénico total	As	mg/l	0,5
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,2
Cianuro total	CN	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	Remoción > al 99,9 %	
Color real	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	⁺⁶ Cr	mg/l	0,5
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Fósforo Total	P	mg/l	10
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo.	TPH	mg/l	20,0
Materia flotante	Visibles	Ausencia	
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	40
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH	6-9	
Selenio	Se	mg/l	0,2
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	100	
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05

Los municipios serán las autoridades encargadas de realizar los monitoreos a localidad de los cuerpos de agua ubicados en su jurisdicción, llevando los registros correspondientes, que permitan establecer una línea base y de fondo que permita ajustar

los límites establecidos en esta Norma en la medida requerida.

Se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.

Anexo C: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS

En el Libro VI del TULAS, del literal 4 anexo dos expresa lo siguiente:

Normas de aplicación general

Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se establecen los siguientes criterios:

Prevenir y reducir la generación de residuos sólidos municipales, industriales, comerciales y de servicios, incorporando técnicas apropiadas y procedimientos para su minimización, reúso y reciclaje.

Utilizar sistemas de agricultura, que no degraden, generen contaminación o desequilibren el ecosistema del área geográfica en que se desenvuelven, esto incluye el uso racional y técnico de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

Prevención de la contaminación del recurso suelo

La prevención de la contaminación al recurso suelo se fundamenta en las buenas prácticas de manejo e ingeniería aplicada a cada uno de los procesos productivos. Se evitará trasladar el problema de contaminación de los recursos agua y aire al recurso suelo.

Sobre las actividades generadoras de desechos sólidos no peligrosos

Toda actividad productiva que genere desechos sólidos no peligrosos deberá implementar una política de reciclaje o reúso de los desechos. Si el reciclaje o reúso no es viable, los desechos deberán ser dispuestos de manera ambientalmente aceptable.

Sobre el manejo, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos

El almacenamiento, transporte y disposición de residuos peligrosos, deberán ser manejados de acuerdo a lo establecido en las normas y regulaciones expedidas para el efecto.

Las personas que generan residuos peligrosos, deben llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos, donde se incluirá las características del desecho, volumen, procedencia y disposición final del mismo.

Se debe transportar los residuos peligrosos en los vehículos que cuenten con todas las condiciones previstas en las normas técnicas y regulaciones expedidas para el efecto. Las personas que realicen esta actividad, deben contar con el permiso de la Entidad Ambiental de Control correspondiente.

Las áreas de almacenamiento deberán reunir como mínimo, a más de las establecidas en la Norma Técnica Ambiental para el Manejo de Desechos Peligrosos, con las siguientes condiciones:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- Estar ubicadas en zonas donde se minimicen los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos de los lixiviados. Los lixiviados deberán ser recogidos y tratados para volverlos inocuos. Por ningún motivo deberán ser vertidos o descargados sobre el suelo sin previo tratamiento y aprobación de la entidad ambiental de control.

- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado.

De la salinización de suelos

Las organizaciones públicas y privadas que utilicen o aprovechen aguas salinas o salobres deberán adoptar las medidas técnicas necesarias a fin de evitar la salinización y cualquier tipo de contaminación o degradación total o parcial de las características o cualidades físicas, químicas o biológicas de las tierras con actitud agrícola, ganadera forestal o de reserva natural.

Las organizaciones localizadas en zonas agrícolas, dedicadas a la producción acuícola, que utilizan aguas con contenido de sales mayores a la salinidad presente en el suelo, deberán adoptar los correctivos necesarios a fin de evitar la intrusión de esta agua en el suelo, con la posterior adsorción de sales en el suelo, o su migración a fuentes de agua subterránea, para el efecto deberán remitirse a la normativa existente referente a la actividad acuicultora en tierras altas.

Las actividades acuícolas localizadas en tierras altas, dentro del Estudio de Impacto Ambiental, deberán incluir un Plan de Abandono del Sitio del proyecto a desarrollarse.

Si al concluirse una actividad acuícola efectuada en zonas agrícolas, el suelo donde se ha asentado el proyecto presenta concentraciones de sales elevada con relación a la concentración de salinidad presente al inicio del proyecto, el regulador deberá realizar la recuperación de la calidad agrológica del suelo.

Anexo D: Norma de calidad del aire ambiente



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE

En el Libro VI del TULAS. del literal 4 anexo cuatro expresa lo siguiente:

Se definen los siguientes niveles de alerta, de alarma y de emergencia en lo referente a la calidad del aire en tabla AIV. 1. Cada uno de los tres niveles será declarado por la Entidad Ambiental de Control cuando uno o más de los contaminantes comunes indicados exceda la concentración establecida en la siguiente tabla, o cuando las condiciones atmosféricas se espera que sean desfavorables en las próximas 24 horas.

Tabla D.1: Concentraciones de contaminantes comunes que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire

CONTAMINANTE Y PERÍODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Monóxido de Carbono Concentración promedio en ocho horas	15 000	30 000	40 000
Oxidantes Fotoquímicos, expresados como ozono. Concentración promedio en una hora	300	00	800
Óxidos de Nitrógeno, como NO ₂ Concentración promedio en una hora	1 200	2 300	3 000
Óxidos de Nitrógeno, como NO ₂ Concentración promedio en veinticuatro Horas	800	1 600	2 100
Material Particulado PM ₁₀ Concentración en veinticuatro horas	250	400	500

Anexo E: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

En el Libro VI del TULAS, del literal 4 anexo seis expresa lo siguiente:

Todas las personas que intervengan en cualquiera de las fases de la gestión de productos químicos peligrosos están obligados a minimizar la producción de desechos sólidos y a responsabilizarse por el manejo adecuado de éstos, de tal forma que no contaminen el ambiente. Se deberán instaurar políticas de producción más limpia para conseguir la minimización o reducción de los desechos industriales.

Las industrias generadoras, poseedoras y/o terceros que produzcan o manipulen desechos peligrosos deben obligatoriamente realizar la separación en la fuente de los desechos sólidos normales de los peligrosos, evitando de esta manera una contaminación cruzada en la disposición final de los desechos.

Las industrias generadoras, poseedoras y/o terceros que produzcan o manipulen desechos peligrosos deben obligatoriamente facilitar toda la información requerida a los municipios, sobre el origen, naturaleza, composición, características, cantidades, forma de evacuación, sistema de tratamiento y destino final de los desechos sólidos. Así también brindarán las facilidades necesarias al personal autorizado de los municipios, para que puedan realizar inspecciones, labores de vigilancia y control.

Se prohíbe mezclar desechos sólidos peligrosos con desechos sólidos no peligrosos.

Anexo F: Imágenes

Figura F.1.

Productos de la línea de L. Vannamei de Pescanova



Nota: De Página web de Grupo Pescanova.

Figura F.2.

Construcción de unidades de siembra en camaronera Marfrisco



Figura F.3.

Descarga de transporte de Post-larvas



Figura F.4

Post-larva recibida en camaronera Marfrisco

