

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y AMBIENTALES**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN GESTIÓN INTEGRAL DE LABORATORIOS DE
QUÍMICA”**

TEMA:

INCIDENCIA DE LOS NIVELES DE CALCIO, MAGNESIO, POTASIO Y
SU IMPACTO EN EL DESARROLLO LARVARIO DEL *LITOPENAEUS*
VANNAMEI EN LOS MESES DE MARZO A JUNIO EN LA ZONA DE
CHANDUY - PROVINCIA DE SANTA ELENA

AUTORA:

MARJORIE KATTIANA RICARDO RODRÍGUEZ

Guayaquil - Ecuador

2022

RESUMEN

La larvicultura es una actividad económica en constante crecimiento, se prevé que los productos de origen marino serán la principal fuente de alimentación a nivel mundial; sin embargo, existen problemas dentro del ciclo de cultivo, como el desbalance de minerales o nutrientes debidos a cambios estacionarios de la zona ecuatorial, aumentando el riesgo de problema de muda en las larvas, retraso en el crecimiento, entre otros; afectando directamente en la producción de la industria acuícola.

Por lo qué, se busca investigar ¿cómo incide el desbalance iónico en los índices de producción (sobrevivencia, pl/g larvas, peso y longitud) en la cría larvaria?; se estableció como objetivo general evaluar los niveles de calcio, magnesio, potasio y su impacto larvario en el desarrollo del *Litopenaeus vannamei* en los meses de marzo a junio en la zona de Chanduy - Provincia de Santa Elena, de esta forma aportar científicamente al sector camaronero y minimizar la problemática.

La metodología que se aplicó tiene un enfoque cuantitativo, los datos fueron recolectados a través del fotómetro YSI-9500, donde, se midió los niveles de los iones; en los resultados se evidenció que en ningún mes de estudio se encontraron los niveles óptimos de los iones en los tanques de larvicultura, también se comprobó mediante el programa estadístico SPSS que si existió una relación entre variables; se concluyó que, las concentraciones de los niveles de los iones en los cultivos fueron observacionales, encontrándose alteraciones positivas y negativas del balance iónico en los tanques de estudio.

Palabras clave: Desbalance iónico; impacto larvario; larvicultura; *Litopenaeus vannamei*.

ABSTRACT

Larviculture is an economic activity in constant growth, it is expected that products of marine origin will be the main source of food worldwide; however, there are problems within the crop cycle, such as the imbalance of minerals or nutrients due to seasonal changes in the equatorial zone, increasing the risk of molting problems in the larvae, delayed growth, among others; directly affecting the production of the aquaculture industry.

Therefore, it seeks to investigate how the ionic imbalance affects the production indices (survival, pl/g larvae, weight and length) in larval rearing?; The general objective was established to evaluate the levels of calcium, magnesium, potassium and their larval impact on the development of *Litopenaeus vannamei* in the months of March to June in the area of Chanduy - Province of Santa Elena, in this way to contribute scientifically to the shrimp sector. and minimize the problem.

The methodology that was applied has a quantitative approach, the data was collected through the YSI-9500 photometer, where the ion levels were measured; in the results it was evidenced that in no month of study were the optimal levels of the ions found in the larviculture tanks, it was also verified through the statistical program SPSS that there was a relationship between variables; it was concluded that the concentrations of the ion levels in the cultures were observational, finding positive and negative alterations of the ionic balance in the study tanks.

Keywords: Ionic imbalance; larval impact; larviculture; *Litopenaeus vannamei*.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios, por ser mi guía espiritual y darme la fortaleza para seguir luchando por este logro académico.

A mis hijos: María Fernanda, Gigi, Gustavo y Gemma, quienes fueron mi inspiración para no decaer en este sueño, recuerden que nunca es tarde para estudiar.

A mi esposo Gustavo, gracias amor por todo el apoyo incondicional que me brindaste durante este tiempo.

¡¡A mis Ángeles Reynaldo, Luisa y Patricia, sé que siempre me acompañaron en este camino, los extraño!!

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por haberme dado la oportunidad de enriquecerme en conocimientos dentro de esta prestigiosa Universidad.

A mi tutor de tesis PhD. Roberto Bauza, por su guía y apoyo en la elaboración de este trabajo de titulación.

De manera muy especial a la Mgs. Gina Maldonado, PhD. Danilo Martínez y Blgo. Hernán Suárez, sus consejos y conocimientos compartidos fueron importantes para el desarrollo de este proyecto.

A mi familia, amigos y compañeros, por todo ese positivismo que me brindaban cada día.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación, me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Marjorie Kattiana Ricardo Rodríguez

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Joel Eduardo Vielma Puente, PhD
PRESIDENTE

Roberto Rolando Bauza Fermín, PhD
TUTOR

Mgs. Nadia Magaly Flores Manrique
DOCENTE EVALUADOR

ABREVIATURAS O SIGLAS

N5 Nauplio 5

Z1 Zoea

M1 Mysis

PI Postlarvas

PI/g Postlarvas por gramo

Ppt Partes por mil

Ppm Partes por millón

PH Potencial de hidrógeno

Cel/ml Células por mililitro

Mg/l Miligramos por litro

UFC/ml Unidades formadoras de colonias por mililitro

UI Microlitro

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
ABSTRACT.....	III
ABREVIATURAS O SIGLAS	VIII
LISTADO DE TABLAS	XII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Descripción del problema	3
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Hipótesis	5
1.5. Alcance	5
CAPÍTULO 2.....	6
2. Marco teórico.....	6
2.1 Historia del camarón en Ecuador	6
2.2 Larvicultura	7
2.3. Etapas del camarón.....	7
2.4. Inicio del proceso de la larvicultura	9
2.5. Enfermedades	11
2.6. Calidad de agua.....	14
2.7. Variables.....	16
CAPÍTULO 3.....	19
3. Diseño Metodológico	19
3.1. Tipo de Investigación.....	19
3.2. Método de Investigación.....	19
3.3. Población y muestra	19
3.4. Técnica de recolección de datos.....	20
3.5. Instrumento de recolección de datos	20
3.6. Equipo.....	21
3.7. Fotómetro YSI 9500	21
3.8. Muestreo	21
3.9. Método de medición de calcio	22
3.10. Método de medición de magnesio	22
3.11. Método de medición de Potasio	23
3.12. Selección para la toma de muestras	24
3.13. Protocolo interno de la cría larvaria en el laboratorio.....	24
3.14. Producción de Microalgas.....	32

3.15. Uso del programa Larvia.....	32
3.16. Bacteriología.....	33
3.17. Precipitaciones durante los meses de estudio.....	35
3.18 Operacionalización de variables	36
CAPÍTULO 4.....	38
4.1. Análisis de resultados.....	38
4.2 Análisis de correlación Pearson	54
CAPÍTULO 5.....	69
5.1 Conclusiones	69
5.2 Recomendaciones	71
Referencias.....	72
Anexos.....	75

LISTADO DE FIGURAS

Fig. 2.1 Etapas de crecimiento del camarón	7
Fig. 2.2 Síndrome de Zoea	12
<i>Fig. 2.3 Enfermedad de la necrosis aguda del hepatopáncreas</i>	13
Fig. 2.4 Problema de muda	14
Fig. 3.1 Toma de medición de calcio en el fotómetro YSI 9500	21
Fig. 4.1 Perfil iónico y salinidad en el mes de marzo	39
Fig. 4.2 Perfil iónico y salinidad en el mes de abril	41
Fig. 4.3 Perfil iónico y salinidad en el mes de mayo	43
Fig. 4.4 Perfil iónico y salinidad en el mes de junio	45
Fig. 4.5 Perfil iónico y salinidad agua de reservorio.....	47
Fig. 4.6 Promedio de iones en reservorios de agua de pozo	48
Fig. 4.7 Promedio de bacterias mensuales en tanques de cultivo.....	49
Fig. 4.9 Promedio de pl/g larvas por mes (corrida)	51
Fig. 4.10 Promedio del peso de postlarvas por corrida.....	52
Fig. 4.11 Promedio de longitud de postlarvas por corrida	53
Fig. 4.12 Regresión de variables ion calcio y pl/g larvas (marzo).....	56
Fig. 4.13 Regresión de variables ion magnesio y pl/g larvas (marzo)	57
Fig. 4.14 Regresión de variables ion potasio y pl/g larvas (marzo)	57
Fig. 4.15 Regresión de variables ion calcio y peso (marzo)	58
Fig. 4.16 Regresión de variables ion magnesio y peso (marzo).....	58
Fig. 4.17 Regresión de variables ion potasio y peso (marzo).....	59
Fig. 4.18 Regresión de variables ion calcio y longitud (marzo)	60
Fig. 4.19 Regresión de variables ion magnesio y longitud (marzo)	60
Fig. 4.20 Regresión de variables ion potasio y longitud (marzo)	61
Fig. 4.21 Regresión de variables ion calcio y pl/g larvas (junio)	62
Fig. 4.22 Regresión de variables ion magnesio y pl/g larvas (junio)	62
Fig. 4.23 Regresión de variables ion potasio y pl/g larvas (junio).....	63
Fig. 4.24 Regresión de variables ion calcio y peso (junio).....	64
Fig. 4.25 Regresión de variables ion magnesio y peso (junio)	64
Fig. 4.26 Regresión de variables ion potasio y peso (junio)	65
Fig. 4.27 Regresión de variables ion calcio y longitud (junio)	66
Fig. 4.28 Regresión de variables ion magnesio y longitud (junio)	66
Fig. 4.29 Regresión de variables ion potasio y longitud (junio)	67

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1 Características de los estadios de larvas de camarón en etapa protozoa.....	8
Tabla 1.2 Características de los estadios de larvas de camarón en etapa mysis	9
Tabla 2.2 Parámetros Químicos Usados en Acuicultura	15
Tabla 2.3 Valor para Rx según Boyd y Thunjai, calcio, magnesio y potasio	17
Tabla 2.5 Concentración iónica optima por nivel	18
Tabla 3.1 Descripción del cultivo larvario días 1-6.....	25
Tabla 3.2 Descripción del cultivo larvario días 7- 13.....	26
Tabla 3.3 Descripción del cultivo larvario días 14-20.....	27
Tabla 3.4 Descripción de parámetros para el cultivo larvario días 1-6.....	28
Tabla 3.5 Descripción de parámetros para el cultivo larvario días 7- 13.....	29
Tabla 3.6 Descripción de parámetros para el cultivo larvario días 14-20.....	30
Tabla 3.7 Referencia de valores normales en agua de mar	34
Tabla 3.8 Promedio de precipitaciones provincia de Santa Elena 2022	35
Tabla 3.9 Variable independiente.....	36
Tabla 3.10 Variable dependiente	37
Tabla 4.1 Promedios de iones encontrados en tanques en el mes de marzo.....	38
Tabla 4.2 Concentraciones en porcentajes de iones en tanques mes de marzo	40
Tabla 4.3 Promedios de iones encontrados en tanques en el mes de abril	40
Tabla 4.4 Concentraciones en porcentajes de iones en tanques mes de abril	42
Tabla 4.5 Promedios de iones encontrados en tanques en el mes de mayo	42
Tabla 4.6 Concentraciones en de iones en tanques en el mes de mayo	44
Tabla 4.7 Promedios de iones encontrados en tanques en el mes de junio	44
Tabla 4.8 Concentraciones en porcentajes de iones en tanques mes de junio	46
Tabla 4.9 Promedios de iones encontrados en reservorio de agua de mar	46
Tabla 4.10 Promedio de iones en agua de pozo	48
Tabla 4.11 Promedio de bacterias en el agua de tanques de cultivos.	49
Tabla 4.12 Promedio de sobrevivencia de producción de postlarvas	50
Tabla 4.13 Promedio de pl/g larvas por mes (corrida)	51
Tabla 4.16 Promedio del estado de salud de las larvas por mes (corrida).....	53
Tabla 4.17 Desviación estándar entre variables	54
Tabla 4.18 Coeficiente de correlación de Pearson general	55
Tabla 4.19 Regresión iónica y pl/g larvas mes de marzo (invierno)	56

Tabla 4.20 Regresión iónica y peso mes de marzo (invierno).....	58
Tabla 4.21 Regresión iónica y longitud mes de marzo (invierno).....	59
Tabla 4.22 Regresión iónica y pl/g larvas mes de junio (verano).....	61
Tabla 4.23 Regresión iónica y peso mes de junio (verano).....	63
Tabla 4.24 Regresión iónica y longitud mes de junio (verano).....	65

CAPÍTULO 1

1. Introducción

La acuicultura en el siglo XXI se ha convertido en un negocio en auge a nivel mundial, cuya contribución se debe a la demanda de diferentes productos acuícolas, esto se ve influenciado por el aumento exponencial de la población y su constante cambio de hábitos en la alimentación de las personas a carnes blancas que son más nutritivas y sanas [1]. Esta industria con auge constante de crecimiento alrededor del mundo se destina a ser la principal fuente de alimentos de origen marino en algunos años [2]. Sin embargo, constantemente se presentan problemas en los cultivos por las condiciones ambientales o por brotes de enfermedades virales o bacterianas.

Es una industria en constante crecimiento se prevé a futuro ser la fuente principal de alimentos de origen marino. Sin embargo, existen varios problemas dentro del ciclo de cultivo, como enfermedades bacterianas, la contaminación causada por elementos del ambiente que se convierten en limitantes dentro de la industria acuícola [2].

En la actualidad en el Ecuador, una problemática que presenta el cultivo de camarón es el desbalance iónico, que es la alteración de los niveles recomendables de los iones calcio, magnesio y potasio en los tanques de larvicultura [3]; a esto se agrega que en el país durante la temporada invernal, se registran fuertes precipitaciones que bajan la salinidad considerablemente en los estuarios, afectando con ello el normal desarrollo de la producción de camarónicas que toman estas aguas y a su vez, causan estrés osmótico al camarón. El cultivo a baja salinidad conlleva una serie de desafíos como el manejo del medio, debido a las deficiencias de ciertos minerales [4].

Entre las principales consecuencias del balance iónico dentro de la cría del camarón, se encuentra el problema de muda de la larva, retraso del crecimiento, entre otros; sin embargo, existe poca información respecto al tema por la escasez de monitoreos e investigaciones del cultivo en los laboratorios de larvas [5]; Por lo cual, es relevante conocer la incidencia del balance iónico en el cultivo larvario, debido a que, en esta etapa depende el suministro de larvas para los cultivos de engorde de camarón de todo el país [6].

La investigación se desarrollará en la parroquia Chanduy de la Provincia de Santa Elena, donde existen algunos laboratorios de larvas de camarón, que toman las aguas del mar para la producción larvaria, es un sector en el que se desconoce el efecto de la influencia invernal sobre el balance iónico de las aguas y su efecto sobre los organismos, porque los reportes de desbalance iónico normalmente se han establecido en los cultivos de engorde [7].

El presente trabajo pretende determinar el estado de la calidad del agua que es utilizada para la cría larvaria y cómo evoluciona dentro de los tanques de Larvicultura, midiendo las concentraciones de calcio, magnesio y potasio (balance iónico), por medio de fotometría. El cual, permitirá evaluar los niveles de los minerales entre los meses de marzo a junio del presente año, a la vez permitirá conocer la incidencia en la producción mediante indicadores como sobrevivencia, pl/g larvas, peso, talla y crecimiento bacteriano de los cultivos larvarios [8].

1.1. Antecedentes

Ecuador es un país camaronero por excelencia, esta actividad genera un aproximado de 200.000 fuentes de empleo en todo el país, además, representa cerca del 40% de las exportaciones ecuatorianas, siendo el segundo producto más exportado después del banano, en cuanto a productos no petroleros [9]. Según cifras del Banco Central del Ecuador, se reporta un crecimiento positivo en las exportaciones debido a que en el 2019 fue del 25%, en relación con el 19% del 2018, lo cual augura un desarrollo sostenido para los próximos años [10].

No obstante, a pesar del beneficio que implican las exportaciones, la camaronicultura presenta problemas en el sistema de producción, debido a múltiples razones que van desde la sobre explotación de los recursos hídricos, enfermedades bacterianas y virales, la contaminación ambiental provocada por verter aguas servidas en los océanos, el costo económico de manejo y equipamiento, etc. [11].

Es importante que el agua de mar a ser utilizada para la cría de larvas (*L. vannamei*) este en óptimas condiciones, pero en época invernal las lluvias desestabilizan el agua ya que sus parámetros fisicoquímicos cambian. Las

lluvias presentan temperaturas menores de 5 a 6 °C que las del ambiente, las mismas que pueden ser más bajas si se las asocia con sistemas masivos de presión baja. Como consecuencia de esta disolución se produce bajada de temperatura, pH, salinidad y dureza, lo que provoca que las concentraciones de iones se reduzcan causando pérdidas en las piscinas [12].

La salinidad siempre va a estar relacionada con el nivel de las lluvias, la especie (*L. vannamei*) puede crecer en salinidades de 5 a 40 ppt. Por lo tanto, la cría larvaria se puede desarrollar a bajas salinidades (sistema oligohalino) controlando el desequilibrio iónico de las aguas [13].

Según investigaciones los crustáceos necesitan de los macroelementos (sodio, calcio, magnesio y potasio), ya que la falta de estos afecta la osmorregulación y estado fisiológico [14]; existe poca información acerca de investigaciones sobre el calcio, magnesio y potasio en la cría de larvas de camarón. Sin embargo, los problemas causados por lluvias en la época invernal se lo relacionan con un desequilibrio en el agua lo que afecta al crecimiento larval.

El Técnico Ignacio Rodríguez quien trabaja en el sector de Mar Bravo del cantón Salinas de la provincia de Santa Elena, zona que representa una de las principales productoras de larvicultura y maduración a nivel nacional, indica que la deficiencia de estos minerales (calcio, magnesio y potasio) producen problemas de muda y flacidez prolongando los días de cultivo ya que afecta al desarrollo larvario [15]

1.2. Descripción del problema

Dependiendo de la región, los principales iones limitantes del cultivo de camarón son el calcio, magnesio y potasio [16], los cuales habían sido considerado no muy importantes para el desarrollo de esta especie, puesto que hasta hace muy poco los análisis químicos se centraban en identificar las concentraciones de nitritos, nitratos y amonio presentes en el agua de los estanques, dejando de lado el análisis del balance iónico que los penaeidos demandan para su óptimo desarrollo, ya que juegan un papel preponderante en la fisiología de las larvas de camarón.

El sodio al igual que el potasio poseen una carga negativa; la absorción del potasio en las larvas de camarón se ve intervenida por los niveles de sodio y viceversa; este proceso es similar en la absorción del calcio y magnesio, donde el camarón a través de sus agallas se nutre de los iones en base a las concentraciones molares [1].

En aguas de baja salinidad, según la investigación realizada por Boyd en el año 2018 se evidencia que el crecimiento y supervivencia se ven afectadas de forma negativa cuando existen concentraciones reducidas de potasio y magnesio [17]. Entre las principales sales minerales que son utilizadas por los productores se encuentran el sulfato de magnesio, cloruro de magnesio y el cloruro de potasio, las cuales son aplicadas en los estanques de camarones de baja salinidad con el fin de compensar el déficit de estos iones.

Se ha evidenciado a través de datos de producción del cultivo de camarón que un déficit en los niveles de potasio en la dieta o en el medio ambiente en relación con el sodio, calcio y magnesio, se ve estrechamente relacionado con el origen del “cramped-tail disease” (síndrome de la cola encalambrada o CTS por sus siglas en inglés) en camarones penaeidos. El producto que presenta un calambre parcial se identifica por una joroba en el abdomen mientras nada, a diferencia de los crustáceos totalmente encalambrados, los cuales se hunden y se ubican en el fondo del estanque hasta su muerte [18].

Basados en esta información, se plantea el presente tema investigativo con la finalidad de conocer cuáles son las concentraciones de calcio, magnesio y potasio en la parroquia Chanduy del cantón Santa Elena entre los meses de marzo a junio del 2022, logrando identificar su impacto en la industria de la camaronicultura.

1.3. Objetivos

Objetivo general

Evaluar los niveles de calcio, magnesio, potasio y su impacto en el desarrollo larvario del *Litopenaeus vannamei* en los meses de marzo a junio en la zona de Chanduy - provincia de Santa Elena.

Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de calcio, magnesio y potasio en los tanques en estudio.
- Describir los índices de producción (peso, talla, supervivencia, crecimiento bacteriano) en cultivos larvarios en los tanques comerciales durante el periodo de estudio.
- Relacionar los índices de producción como posible efecto de los niveles de concentración iónica evaluados.

1.4. Hipótesis

Un desbalance en las concentraciones de los iones calcio, magnesio y potasio de las aguas utilizadas para la larvicultura en el sector de Chanduy en la transición de invierno a verano puede afectar la producción.

1.5. Alcance

La presente investigación pretende obtener información relevante sobre un problema que viene aquejando a la industria camaronera desde hace años en los cultivos de camarón, el cual permitirá levantar información primaria sobre la incidencia de estos iones en los cultivos larvarios debido a que existe información limitada enfocándose hacia las zonas de agua dulce y cultivos de engorde.

Este estudio se enfoca en identificar si existe una relación entre los cultivos larvarios y el balance iónico (calcio, magnesio y potasio) durante el desarrollo del *Litopenaeus vannamei*; debido a que la nutrición de los camarones se ve complementada con la absorción de los minerales de las aguas de los estuarios donde viven, más no solo en los alimentos brindados por el acuicultor, por lo que los valores ambientales cumplen un rol vital en la nutrición animal para el buen crecimiento de la especie [19].

Está investigación servirá de base para la toma de decisiones de futuras siembras de larvicultura, en zonas donde el desequilibrio iónico puede ser un factor limitante en el desarrollo larvario.

CAPÍTULO 2

2. Marco teórico

2.1 Historia del camarón en Ecuador

En la década de los 50 el Ecuador dio sus primeros pasos en la industria camaronera dentro de la provincia del Oro. En los años setenta ya se contaban aproximadamente 600 hectáreas dedicados a esta industria. Al principio, solo se cosechaba 1000 lb de camarón producido por hectáreas, luego se expandieron con más tierras pues a mediados de los ochenta aumentaron a 75.000 hectáreas autorizadas como criaderos del crustáceo [20].

Para finales de los años noventa se registraban más de 2000 mil camaroneras, más de 300 laboratorios, más de 20 fábricas de balanceado y más de 70 plantas procesadoras del producto final para exportación. Sin embargo, esta expansión se vio afectada cuando apareció el virus de la mancha blanca WSSV en el año 1999 generando pérdidas millonarias en la industria [20].

Posterior a la crisis suscitada se incentivó a la investigación con el fin de recuperar animales que sobrevivieron al virus, generando nuevas técnicas y tratamientos científicos para los cultivos de nuevas larvas, logrando recuperar la industria camaronera en el año 2000.

En la última década la industria camaronera ha generado impactos positivos en la producción y precio, el cual, desde el año 2007 las exportaciones han generado crecimientos anuales del 12% colocando al Ecuador en el principal país productor de camarón en América [20]; de ahí la relevancia de continuar con las investigaciones que aporten al crecimiento de la industria y el apropiado manejo de los cultivos.

2.2 Larvicultura

Esta actividad se la realiza en los laboratorios de cría, donde existen tanques con aireación y sistema de serpentines adecuados para su aclimatación, los días de cultivo se estiman entre 18 y 20 días dependiendo de la salud de la larva.

Los animales que entran al ciclo de la larvicultura han sido desarrollados previamente en el proceso de maduración. De acuerdo con la naturaleza, los camarones machos maduran primero; el apareamiento sucede cuando la reproductora está lista para mudar, donde se fertilizan los huevos, posterior a la fertilización las hembras se trasladan a tinas para el proceso de desove y eclosión [21].

2.3. Etapas del camarón

La acuicultura se considera como una alternativa viable que contribuye a incrementar la oferta de productos marinos destinados para el consumo humano. La especie que más se cultiva es *Litopenaeus vannamei* en el mundo, estos organismos tienen una alta capacidad osmorregulatoria que varía de acuerdo con las diferentes etapas de desarrollo [22].

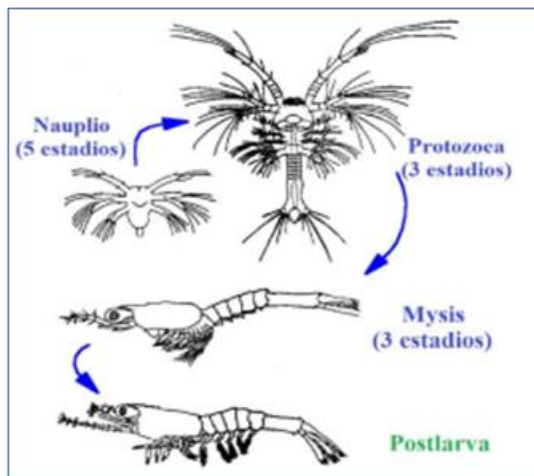


Fig. 2.1 Etapas de crecimiento del camarón [22]

2.3.1 Etapa Naupliar: Primera etapa de la larva del camarón, con un tamaño de 0.2 a 0.6 mm, se identifica por su forma piriforme, su estructura posee mandíbula, anténula y antena, se caracteriza por ser fototrópicos nadando en dirección a la luz [22].

2.3.2. Etapa Protozoa: Segunda etapa de la larva, con una dimensión de 0.6 a 2.8 mm, su estructura consta de cabeza, tórax y abdomen, realiza el movimiento natatorio con la primera y segunda antena, un indicador de un buen estado de salud es la búsqueda inmediata a la luz, se divide en tres subestadios con diferentes características: [22]

Tabla 2.1 Características de los diferentes estadios de larvas de camarón en etapa protozoa [22].

Subestadios	Características
<i>Protozoa I</i>	Ojo naupliar presente, pleon o abdomen no segmentado, caparazón sin espinas, telson bilobulado.
<i>Protozoa II</i>	Ojos compuestos pedunculados, caparazón con espiral rostral.
<i>Protozoa III</i>	Caparazón con espiral rostral, telson separado del sexto segmento, espinas supraorbitales desarrolladas, pereiópodos rudimentarios, maxilípedios birramosos, urópodos presentes rudimentarios.

2.3.3. Etapa Mysis: tercer estadio en el desarrollo larvario con un tamaño aproximado de 2.8 a 5.2 mm, la estructura de su cuerpo se caracteriza por ser alargada y curva similar al camarón; en esta etapa la larva cambia su forma de nado contrayendo su cuerpo impulsándose hacia atrás nadando de forma activa a sectores más más luminosos del tanque; al igual que la etapa protozoa se divide en subestadios

Tabla 1.2 Características de los diferentes estadios de larvas de camarón en etapa mysis [22]

Subestadios	Características
<i>Mysis I</i>	Cuerpo similar al camarón, pleon sin pleópodos, pereoiópodos funcionales y desarrollados del primero al tercero con quela rudimentaria.
<i>Mysis II</i>	Pereiópodos del primero al tercero con quelas desarrolladas, escama antenal conspicua con espina externa, pleópodos rudimentarios.
<i>Mysis III</i>	Pleópodos más desarrollados y articulados, flagelo de la antena sobrepasa o alcanza la escama.

2.3.4. Etapa postlarval: Cuarto estadio en el desarrollo larvario, se caracteriza por el aspecto similar al camarón joven o adulto con un diámetro de 5 a 25 mm pleópodos con sedas, presenta un rostro romo, reducción notoria de los exopoditos de los pereoiópodos; en esta etapa es importante aclimatar la larva antes del sembrado incrementando el nivel de supervivencia con el fin de reducir el margen de mortalidad.

2.3.5. Piscina de engorde: Las postlarvas son cosechadas de los laboratorios de larvicultura y trasladadas por medio de tinas a las diferentes fincas para su proceso de engorde. Aquí son aclimatadas antes de pasar a piscina de criadero por un lapso de 3 meses, se controlan todos los parámetros fisicoquímicos vigilando su crecimiento semanal en cuanto a nutrición y calidad de agua [21].

2.4. Inicio del proceso de la larvicultura

Para el inicio del proceso de la crianza de las larvas de camarón, es primordial conocer todos los procedimientos que deben realizarse, desde la preparación del agua de los reservorios hasta la siembra y cría de las larvas, estos procesos son:

2.4.1. Preparación de módulos de larvicultura: el proceso empieza realizando una limpieza de los tanques y equipos, cada área debe contar con un protocolo propio de limpieza y desinfección antes, durante y después de cada actividad productiva con la finalidad de eliminar la presencia de agentes patógenos.

Los tanques utilizados en la larvicultura pueden ser de forma redonda, cuadrada o rectangular y estar inclinados hacia el punto de drenaje para la eliminación de residuos. Posterior a la limpieza y desinfección se llenan los reservorios con agua de mar y se les añade hipoclorito de sodio, neutralizando con vitamina C, para luego proceder a pasar el agua a un tanque de cultivo [23].

2.4.2. Producción larvaria: Se realiza la desinfección de nauplios, para lo cual se utilizan algunos tratamientos como: 50 ppm de yodo povidine durante 60 segundos; luego 25 ppm de yodo povidine durante 3 minutos. Luego se procede a la siembra de nauplios en donde la densidad de la siembra va a depender del tipo de cultivo [23].

Además, se debe calcular la cantidad de nauplios a cultivar por tanque, esto ayuda a considerar la alimentación que se debe proporcionar a la población. Posterior a ello, se climatiza a los nauplios antes de ser sembrados, es decir, que se debe adaptar adecuadamente al nuevo ambiente [23].

2.4.3. Control de calidad de la larva: cada cierto tiempo se debe evaluar el estado y las condiciones de las larvas de modo que se pueda conocer los procesos y verificar sus condiciones, en caso de ser negativos deben tomarse decisiones para mejorar la calidad de la larva.

Es decir, que se debe evaluar el estado de salud, así como la calidad de alimentos y condiciones ambientales que se proporcionan, evitando que enfermedades de bacterias oportunistas afecten de forma negativa a la cría,

además del control de parámetros fisicoquímicos y de nutrición que son indispensables para el buen desarrollo de la especie [23].

2.5. Enfermedades

En la actualidad existen varias enfermedades que afectan en la crianza del camarón, de las cuales son causadas por virus o bacteria, junto a la falta de control y el cumplimiento de los protocolos de bioseguridad en los criaderos de camarón [24]; las patologías que más se destacan en la producción larvaria de camarón a nivel mundial son:

2.5.1. Síndrome de la Zoea

La patología se ve asociada a una infección bacteriana, el cual, procede a atacar al tejido que recubre las paredes del sistema digestivo de las larvas de camarón en todo el tracto intestinal, la enfermedad es provocada por un tipo de *Vibrio* conocido como *Vibrio Harveyi* que se caracteriza por presentar luminiscencia, también se ve asociado con otras bacterias como *Vibrio Alginolyticus*, *Pseudomonas*, entre otros; el cual, provoca desprendimiento en forma semicircular del tejido, dando una apariencia de uvas [25].

El síndrome de la Zoea o “bolitas”, se presenta en estadio Zoea 2 provocando una tasa de mortalidad del 100%; entre los primeros síntomas es el tracto digestivo vacío o semivacío, junto a la falta de apetito del animal, posterior el nado del animal se vuelve errático y débil, logrando observar el aparato digestivo contraído por lo cual muere; en ocasiones se suelen observar animales vivos con luminiscencia provocados por los niveles elevado de bacterias causantes de la infección [25].



Fig. 1.2 Síndrome de Zoea [25]

2.5.2. Enfermedad de la Necrosis Aguda del Hepatopáncreas

Es una enfermedad bacteriana ocasionada por el *V. Parahaemolyticus* se produce cuando los detritos ubicados en el fondo del tanque ingresan vía oral y se coloniza en el tracto digestivo del camarón, provocando la destrucción de las células B. y E.R., ocasionando inflamación hemocítica, desprendimiento de células epiteliales y necrosis del hepatopáncreas [26].

La AHPND se desarrolla dentro de los 7 a 39 días después de la siembra con una tasa de mortalidad del 100% en tanques de cultivo. Los signos clínicos se caracterizan por el nado errático, retraso en el crecimiento, coloración blanquecina del hepatopáncreas, atrofia, intestino con presencia entrecortada de alimento, textura blanda del exoesqueleto; los crustáceos afectados con la enfermedad se encuentran en el fondo de los tanques [26].



Fig. 2.3 Enfermedad de la necrosis aguda del hepatopáncreas [26]

2.5.2. Problema de muda

Tanto por factores externos como el exceso de metales pesados o factores internos como septicemia o falta nutritiva provocan en los animales una dificultad en el desprendimiento de la muda, la cual tiene que soltarla para poder crecer, esta muda que es el exoesqueleto viejo queda adherido parcial o totalmente al nuevo exoesqueleto provocando grandes trastornos en los animales [27].

Cuando el exoesqueleto se encuentra adherido parcialmente ocurre generalmente en la zona de las antenas y/o el último segmento abdominal y furca causando grandes deformidades en la musculatura y exoesqueleto nuevo, este tipo de problemas puede presentarse en todos los estadios larvarios provocando mortalidad hasta del 100% de la población [27].



Fig. 2.4 Problema de muda [27]

2.6. Calidad de agua

La materia prima utilizada para la larvicultura por las industrias dedicadas a la cría del camarón es el agua, por lo tanto, hay que analizar parámetros que ayuden a controlar el desarrollo de la especie [28].

El crecimiento de la larva de camarón se ve relacionado con la calidad del agua junto a una alimentación óptima, llevando un control estricto en los parámetros fisicoquímicos como la demanda bioquímica de oxígeno, la alcalinidad, temperatura y concentraciones de los minerales, generando una mayor rentabilidad y eficacia del manejo de los costos en la producción [28].

La presencia de sustancias y partículas disueltas en los estanques es primordial en el correcto desarrollo del fitoplancton, los cuales requieren minerales como el oxígeno, calcio, potasio, carbón, magnesio, manganeso, bromo, cloro, sodio, hidrógeno, nitrógeno, fosforo, hierro, molibdeno y zinc.

Los estanques de cultivo contienen sólidos inorgánicos que provienen de las fuentes hídricas de abastecimiento, por lo que la calidad de los suministros del

agua es importante en la generación de las condiciones adecuadas para el crecimiento de cultivo [28].

A continuación, se presenta una comparación entre la concentración promedio de los diferentes parámetros químicos utilizados en la acuicultura de agua dulce como en el agua de mar [28].

Tabla 2.2 Parámetros Químicos Usados en Acuicultura [29]

Parámetros químicos usados en acuicultura		
VARIABLES QUÍMICAS	AGUA DULCE (ppm ó mg/L) MIN - MAX	AGUA SALADA (ppm ó mg/L) MIN - MAX
Alcalinidad, CO ₃ Ca	10 - 60	50 - 150
Bióxido de Carbono, CO ₂	0.0 - 5.0	0.0 - 10.0
Calcio, Ca+2	10 - 40	350 - 450
Cloro, Cl-	40 - 225	19000 - 19500
Cobre, Cu+2	0.00 - 0.02	0.00 - 0.60
Cromo, Cr+2	0.00 - 0.01	0.001 - 0.005
Dureza iónica	35 - 160	1550 - 1800
Dureza total, CO ₃ Ca	125 - 590	5700 - 6600
Hierro, Fe+2	0.00 - 0.20	0.05 - 0.40
Fosfatos, PO ₄ -	0.10 - 0.30	0.01 - 0.20
Oxido Fosfórico, P ₂ O ₅	0.037 - 0.112	0.004 - 0.040
Fósforo iónico, P+	0.033 - 0.100	0.003 - 0.066
Gas sulfhídrico, SH ₂	0.0 - 0.3	0.0 - 0.3
Magnesio, Mg+2	25 - 120	1200 - 1350
Manganeso, Mn+2	0.00 - 0.02	0.00 - 0.04
Nitrógeno de nitratos, N - NO ₃	0.50 - 1.00	0.40 - 0.70
Nitratos, NO ₃ -	2.20 - 4.40	1.70 - 3.10
Nitrógeno de nitritos, N - NO ₂	0.001 - 0.100	0.001 - 0.200
Nitritos, NO ₂ -	0.003 - 0.330	0.003 - 0.660
Total de nitrógeno amoniacal, TAN	0.0 - 0.80	0.0 - 0.20
Amonio, NH ₄ +	0.0 - 1.04	0.0 - 0.26
Amoniaco, NH ₃	0.0 - 0.96	0.0 - 0.24
Oxígeno disuelto	3.0 - 10.0	2.5 - 10.0
Ph	7.0 - 9.0	7.0 - 10.0
Plomo, Pb+4	0.00 - 0.02	0.00 - 0.03
Potasio, K+1	10 - 35	375 - 400
Silicio, SiO ₂	40 - 50	5 - 20
Sodio, Na+1	20 - 100	6000 - 10500
Sulfatos, SO ₄ =	3 - 8	0.0
Temperatura	18 - 30	18 - 33
Total de sólidos disueltos, TDS	10 - 100	10 - 50
Total de sólidos en suspensión, TSS	10 - 50	10 - 50
Zinc, Zn+2	0.2 - 4.0	0.03 - 4.6

2.7. Variables

2.7.1. Calcio

El nivel de calcio en estanques de cultivo de baja solubilidad es un factor primordial en la supervivencia y el desarrollo adecuado de las larvas de camarón. Debido a que el magnesio, pero principalmente el calcio, participan en los procesos de osmorregulación, facilidad de la muda y formación de los exoesqueletos del crustáceo. Los niveles deficientes de este ion en el agua además de retardar el crecimiento pueden propiciar el desarrollo de animales con exoesqueletos blandos o con dificultad para mudar [29].

2.7.2. Magnesio

En aguas de baja salinidad, el ion magnesio es añadido en forma de silicato de Magnesio y cumple funciones importantes en la biodisponibilidad del fitoplancton y las diatomeas. En el caso de las diatomeas, el Mg^{+2} promueve la formación de la pared celular (conocido como frústula), beneficiando el crecimiento, maduración y engorde de las larvas de camarón. Las limitaciones en el perfil iónico de magnesio en los estanques, se asocia con la limitación en el crecimiento y la supervivencia de la larva de camarón [29].

2.7.3. Potasio

El potasio beneficia a la supervivencia de *L. vannamei*. Al igual que el calcio son minerales fundamentales para la osmorregulación y activación de la bomba sodio potasio para mantener los gradientes de concentración en la membrana celular de los animales, por lo que su ausencia limita el crecimiento y la supervivencia del camarón [29].

2.7.4. Corrección de deficiencia de iones

La deficiencia de iones como el magnesio (Mg^{+2}), potasio (K^+), calcio (Ca^{+2}), se nivela con la adición de estos minerales; el cual, para alcanzar las concentraciones óptimas, es necesario la aplicación de una ecuación presentada por Boyd y Thunjai [30].

$$SEC_x = (S_p) (R_x)$$

Donde SEC_x representa la concentración equivalente del agua de mar del ion x; mientras que S_p representa la salinidad de la piscina; y R_x es la relación entre la concentración del ion x en el agua de mar y la salinidad del mar normal [30].

Tabla 2.3 Valor para R_x según Boyd y Thunjai, se describe los iones y factores de calcio, magnesio y potasio [30]

ION		FACTOR
Calcio	Ca^{+2}	11,6
Magnesio	Mg^{+2}	39,1
Potasio	K^+	10,7

Tabla 2.5 Concentración iónica óptima por nivel de salinidad según Boyd y Thunjai

Salinidad	D-Ca mg/l	Magnesio mg/l	Potasio mg/l
34,5	400	1350	370
34	394	1329	364
33	383	1290	353
32	371	1251	342
31	360	1212	332
30	348	1173	321
29	336	1134	310
28	325	1095	300
27	313	1056	289
26	302	1017	278
25	290	978	268
24	278	938	257
23	267	899	246
22	255	860	235
21	244	821	225
20	232	782	214
19	220	743	203
18	209	704	193
17	197	665	182
16	187	626	171
15	174	587	161
14	162	547	150
10	116	391	107
5	58	196	54

CAPÍTULO 3

3. Diseño Metodológico

3.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo investigativo es de tipo descriptivo-cuantitativo, para su ejecución se recolectó información de los niveles de iones del agua de mar tratada antes del ingreso a tanques de larvicultura, durante los días del desarrollo larvario y antes de ser despachados a las fincas camaroneras.

3.2. Método de Investigación

Se realizó una investigación de campo, donde las concentraciones de las variables fueron determinadas *in situ*. El enfoque es longitudinal, ya que se recolectó información de los tanques de producción en varias ocasiones, determinando los niveles de los iones del medio donde permanecieron las larvas de camarón durante su desarrollo (corrida mensual), en el periodo comprendido de marzo a junio del 2022.

La investigación posee un método descriptivo-correlacional, ya que se observó y describió los datos obtenidos en el transcurso del estudio; además, se analizó la información mediante el método estadístico con el fin de predecir la relación entre variables.

3.3. Población y muestra

El estudio fue realizado en un laboratorio comercial de larvas de camarón en la zona de Chanduy, provincia de Santa Elena, donde la sala de larvicultura cuenta con 12 tanques de 25 toneladas cada uno de capacidad máxima operativa, de los cuales se seleccionó 4 tanques para analizarlos en 7 ocasiones diferentes durante la corrida o ciclo de cultivo larvario que comprende un promedio de 18 a 20 días.

Se tomó en cuenta varios parámetros en la selección de los tanques, entre ellos que los 4 tanques sean sembrados con nauplios el mismo día, a la misma densidad de siembra y con la misma cantidad de agua.

Durante cada corrida se procedió a medir los niveles de Ca, Mg, K; con un total de 21 muestras mensuales por tanque y un total de 336 análisis en los 4 meses de estudio; también se analizó los reservorios de agua utilizada para los recambios, con un total de 5 muestras por corrida, un total de 60 mediciones durante el tiempo de estudio.

Por último, se tomó muestras del agua de pozo utilizada durante el cultivo larvario como parte del protocolo del laboratorio con un análisis de agua por corrida, con un total de 12 mediciones; también se consideró analizar el parámetro de alcalinidad para tener esta información de referencia, en total se obtuvieron 408 mediciones de alcalinidad.

3.4. Técnica de recolección de datos

En la recolección de datos se llevó a cabo la técnica de observación directa, donde se anotaron los resultados para el ingreso a la base de datos de Excel y SPSS; posterior se analizaron los niveles de iones encontrados en los tanques de larvicultura.

3.5. Instrumento de recolección de datos

Se utilizó un fotómetro YSI-9500, reactivos calcicol 1 y 2, magnecol, potassium, agua desionizada, micropipeta de 1000 µl, tubos de 10 ml y una base de datos de Excel, donde se llevó un seguimiento constante y fiable de la información encontrada en los tanques de estudio (bajo protocolo determinado por YSI, (apéndice X).

3.6. Equipo

El instrumento tecnológico utilizado en las mediciones de los iones del presente estudio fue el fotómetro YSI 9500; equipo tecnológico aplicado en la acuicultura, el cual, permite analizar muestras *in situ* [31].

3.7. Fotómetro YSI 9500

El fotómetro YSI 9500 posee un avanzado software, guarda hasta 500 resultados de tests en la memoria junto a fecha y hora, permite 30 métodos propios del usuario proporcionando flexibilidad total en rangos, tiene una longitud de onda 450, 500, 550, 575, 600 y 650 nm y una exactitud de $\pm 0.5\%$ a 4% transmitancia: ± 0.005 a 0.3 AU [32].



Fig. 3.1 Toma de medición de calcio en el fotómetro YSI 9500

3.8. Muestreo

Se midió la concentración de calcio, magnesio y potasio de los reservorios de las aguas tratadas y de los tanques de producción, donde se desarrolla la cría larvaria (por corrida mensual), el tiempo de recolección de información fue durante los meses de invierno (marzo, abril), donde el clima es característico por

un ambiente cálido y lluvioso, y los meses de verano (mayo, junio), donde el clima es mucho más fresco y seco; temporadas que pueden alterar los niveles de iones y cationes en los tanques de producción.

Las muestras de agua recolectadas para los análisis fueron tomadas en recipientes estériles con un volumen de 100 ml y se trasladaron con las respectivas medidas de seguridad al laboratorio para su proceso, donde se procedió a filtrar el líquido con el fin de eliminar sólidos suspendidos que puedan alterar la lectura del analito.

Los iones en estudio fueron leídos y analizados en el fotómetro YSI 9500 a una longitud de onda de 450 nm.

3.9. Método de medición de calcio

La medición del calcio es uno de los principales minerales en el balance iónico, las sales de calcio se pueden precipitar fácilmente y los altos niveles de calcio tienden a promover la formación de incrustaciones en los sistemas de agua [33].

Para la correcta medición del calcio, se cumplió con las indicaciones [33], donde, se procede a medir 10 ml de la muestra a analizar, luego se debe añadir 1 tableta de calcicol 1, se debe triturar y mezclar hasta disolver; posterior añadir 1 tableta de calcicol 2, triturar y se mezclar hasta disolver, se debe dejar reposar por 2 minutos de reacción, a continuación se programa el fotómetro en phot 12 para resultado de mg/l CaCO_3 y mg/l Ca; luego se debe colocar el tubo blanco o testigo que corresponde a la muestra del agua a analizar sin reactivo; posterior a que este encerado proceder a colocar el tubo con la reacción; en este caso se obtuvo resultados de mg/l CaCO_3 , y en mg/l Ca [33].

3.10. Método de medición de magnesio

Otro de los componentes que forman el balance iónico, es el magnesio. Las sales de magnesio contribuyen a la dureza del agua, por lo que los niveles más altos de magnesio se encuentran en áreas de aguas duras [33].

En la medición de magnesio se debe cumplir con los protocolos, donde, se debe medir 10 ml de la muestra a analizar, a esto añadir 1 tableta de magnecol, triturar y mezclar hasta disolver, se deja reposar por 5 minutos de reacción, posterior programar el fotómetro en phot 21 para resultado mg/l Mg; luego se coloca el tubo blanco o testigo que correspondió a la muestra del agua a analizar sin reactivo, posterior a que este encerado proceder a colocar el tubo con la reacción [33].

En este estudio se obtuvieron resultados fuera de rango y se procedió a realizar diluciones de 100X y 1000X. Se utilizó agua desionizada (1 ml de muestra a analizar y 9 ml de agua desionizada) para obtener una lectura mg/l y por último multiplicado por el factor de dilución.

3.11. Método de medición de Potasio

Se procedió a analizar la concentración de potasio en las muestras en estudio. En aguas dulce los niveles de potasio son bajos, mientras que en aguas salobres los niveles son más altos [33].

En la medición de potasio se debe cumplir con los siguientes protocolos, donde, se debe medir 10 ml de la muestra a analizar, a esto añadir 1 tableta de potassium, se tritura y mezcla hasta disolver; luego se debe programar el fotómetro en phot 30 para resultado mg/l K; colocar el tubo blanco o testigo correspondiente a la muestra del agua a analizar sin reactivo, posterior a que este encerado proceder a colocar el tubo con la reacción [33].

De igual manera al realizar la lectura se obtuvo resultados fuera de rango, procediendo a hacer diluciones 100X y 1000X, se utilizó agua desionizada (1 ml de muestra a analizar y 9 ml de agua desionizada), donde se obtuvo una lectura mg/l K estos resultados fueron multiplicados por el factor de dilución de manera que se obtuvo el resultado final.

3.12. Selección para la toma de muestras

Los días seleccionados en la ejecución de los análisis se realizó acorde al cambio de estadios en una producción. Siendo los muestreos de reservorios de agua de mar tratada madura (agua con probióticos) y de tanques de cultivos, tomando el agua de los cultivos en estadio larvario N5, el cual ingresa procedente de una maduración con sus respectivos tratamientos para bajar las cargas bacterianas con la que ingresaron.

Posterior, se seleccionó el estadio Zoea 1 y Mysis 1 etapa de metamorfosis en el desarrollo de la larva; el PI2 cuando el estadio de postlarvas está definido en un 100%, luego se realizó el análisis en estadio PI5, PI7, ya que son etapas donde se hace renovación de agua (recambios dependiendo del medio como se encuentre y observación del Técnico); finalmente p10 (17 días de cultivo) promedio de entrega de postlarvas a las fincas camaroneras, de manera que se obtuvieron datos al inicio y al término de un cultivo en los tanques.

3.13. Protocolo interno de la cría larvaria en el laboratorio

3.13.1. Tratamiento de agua de mar a su ingreso a larvicultura

El agua de mar es llevada a reservorios, donde se realizó el tratamiento con 10 ppm de hipoclorito de sodio, por medios mecánicos (Aireadores) se homogenizó el líquido durante dos horas, posterior se neutralizó con ácido ascórbico 10 ppm, esta agua estuvo en recirculación por 2 horas, se comprobó el cloro residual con el equipo medidor de cloro (Clorímetro HANNA HI 771), finalmente se agregó a estos reservorios 10 ppm de EDTA (para metales pesados)

El proceso continuó pasando el agua por el sistema de filtración que consta de 3 tipos de filtros (carbón activado, filtro de piolas y filtros con lámpara UV), y posteriormente fue llevada a los reservorios de madurez donde se colocó 5 ppm de probióticos (bacterias benéficas), dicho proceso se realizó cuando se requería de agua en salas de producción es decir al inicio de la cría llamada (siembra de nauplios) y luego cuando se iniciaron los recambios de agua para mantener el medio de los tanques limpios [34].

3.13.2. Descripción del cultivo larvario

A continuación, se describen la actividad de larvicultura por estadios:

Tabla 3.1 Descripción del cultivo larvario días 1-6

DÍA	ESTADIO	ACTIVIDAD
1	N5	Siembra de Nauplios a una densidad entre 150 a 170 nauplios/L, con un volumen inicial del 50% del volumen operativo del tanque, (11 ton de agua de mar tratada y madura con probiótico y 1.5 toneladas de microalgas), con una densidad en tanque de 15.000 a 20.000 cel/mL de microalgas (<i>thalassiosira weissflogii</i>). Como método preventivo aplicar 3 ppm de probiótico 4 horas previo a la siembra de los nauplios en los tanques de cultivo.
2	Z1	Incremento el volumen del tanque adicionando 0.5 toneladas de microalgas, obteniendo una concentración máxima en tanque de 20.000-22.500 cel/ml, y se agregó una tonelada de agua dulce (agua que fue tratada con 10 ppm de hipoclorito de sodio, 10 ppm de ácido ascórbico y 10 ppm de EDTA).
3	Z2	Incremento del nivel de los tanques adicionando una tonelada de agua dulce y 0.5 toneladas de microalgas con una concentración en el tanque de 22.500-25.000 cel/ml.
4	Z3-Z2	Incremento del nivel de los tanques adicionando una tonelada de agua dulce y 0.5 toneladas de microalgas con una concentración en el tanque de 25.000-27.500 cel/ml.
5	Z3+ - M1	Incremento del nivel de los tanques adicionando una tonelada de agua dulce y 0.5 toneladas de microalgas con una concentración en el tanque de 25.000-30.000 cel/ml.
6	M1 - M2	Incremento del nivel de los tanques adicionando una tonelada de agua dulce y 0.5 toneladas de microalgas con una concentración en el tanque de 25.000-27.500 cel/ml.

En las tablas subsecuentes se identifican varias abreviaciones, cuyo significado son: N (Nauplio), Z (Zoea), M (Mysis), PI (Postlarva), cel/ml (células por mililitro), ppm (partes por millón).

Tabla 3.2 Descripción del cultivo larvario días 7- 13

DÍA	ESTADIO	ACTIVIDAD
7	M2 - M3	Incremento del nivel de los tanques adicionando una tonelada de agua dulce y 0.5 toneladas de microalgas con una concentración en el tanque de 22.500-25.000 cel/ml.
8	M3 - PI 1	Incremento del nivel de los tanques adicionando una tonelada de agua dulce y 0.5 toneladas de microalgas con una concentración en el tanque de 22.500-25.000 cel/ml.
9	PI 1 – PI 2	Se mantuvo el volumen del tanque con microalgas con una concentración de 20.000 cel/ml.
10	PI 2 – PI 3	Recambio en el 30% del volumen del tanque con una mezcla de agua dulce y agua de mar tratada que fue previamente desinfectada e inoculada con probióticos, se mantuvo una concentración de algas de 20.000 cel/ml.
11	PI 3 – PI 4	Se mantuvo el volumen del tanque con microalgas con una concentración de 20.000 cel/ml.
12	PI 4 – PI 5	Recambio en el 30-35% del volumen del tanque con una mezcla de agua dulce y agua de mar tratada que fue previamente desinfectada e inoculada con probióticos, se mantuvo una concentración de algas de 15.000 cel/ml. para manejar una salinidad promedio en producción.
13	P 5 – PI 6	Se mantuvo el volumen del tanque con microalgas con una concentración de 20.000 cel/ml.

Tabla 3.3 Descripción del cultivo larvario días 14-20

DÍA	ESTADIO	ACTIVIDAD
14	PI 6 – PI 7	Recambio en el 30-35% del volumen del tanque con agua preparada a salinidad promedio a cosecha (ya definido con finca), agua previamente desinfectada e inoculada con probióticos, se mantuvo una concentración de algas de 10.000-15.000 cel/ml.
15	PI 7 – PI 8	Se mantuvo el nivel del volumen del tanque con una concentración de 15.000 cel/ml.
16	PI 8 – PI 9	Recambio en el 40% del volumen del tanque con agua preparada a salinidad promedio a cosecha (ya definido con finca), agua previamente desinfectada e inoculada con probióticos, se mantuvo una concentración de algas de 10.000-15.000 cel/ml.
17	PI 9 – PI 10	Se mantuvo el nivel del volumen del tanque con una concentración de 10.000-15.000 cel/ml
18	PI 10 – PI 11	Recambio en el 30% del volumen del tanque con agua preparada a salinidad promedio a cosecha (ya definido con finca), agua previamente desinfectada e inoculada con probióticos, se mantuvo una concentración de algas de 10.000-15.000 cel/ml.
19	PI 11 – PI 12	Se mantuvo el nivel del volumen del tanque con una concentración de microalgas de 10.000-15.000 cel/ml
20	PI 12 – PI 13	Se mantuvo el nivel del volumen del tanque, con una concentración de microalgas no mayor a 15.000 cel/ml.

Como parte del protocolo larvario, los parámetros son tomados durante toda la cría larvaria y se detalla a continuación:

Tabla 3.4 Descripción de parámetros para el cultivo larvario días 1-6

DÍA	ESTADIO	PARÁMETROS
1	N5	Temperatura 30-31°C Salinidad a 34 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno 4-6 mg/l.
2	Z1	Temperatura 33-34°C Salinidad 32-33 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno 4-6 mg/l.
3	Z2	Temperatura 33-34 °C Salinidad 30-32 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
4	Z3-Z2	Temperatura 33-33.5 °C Salinidad 28-30 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
5	Z3+ - M1	Temperatura 33-33.5 °C Salinidad 26-28 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
6	M1 - M2	Temperatura 33-33.5 °C Salinidad 24-26 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.

En las tablas subsecuentes se identifican varias abreviaciones, cuyo significado son: ppt (partes por mil), mg/l (miligramos/litro), °C (grados Celsius).

Tabla 3.5 Descripción de parámetros para el cultivo larvario días 7- 13

DÍA	ESTADIO	PARÁMETROS
7	M2 - M3	Temperatura 33-33.5 °C Salinidad 22-24 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
8	M3 - PI 1	Temperatura 33-33.5 °C Salinidad 22-24 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
9	PI 1 – PI 2	Temperatura 32.5-33° C Salinidad 20-22 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
10	PI 2 – PI 3	Temperatura 32.5-33° C Salinidad 20-22 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
11	PI 3 – PI 4	Temperatura 32-32.5° C Salinidad 20-18 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
12	PI 4 – PI 5	Temperatura 32-32.5° C Salinidad 20-18 ppt pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
13	P 5 – PI 6	Temperatura 32-32.5° C pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l. Salinidad se concilió con finca camaronera

Tabla 3.6 Descripción de parámetros para el cultivo larvario días 14-20

DÍA	ESTADIO	PARÁMETROS
14	PI 6 – PI 7	Temperatura 32-32.5° C Salinidad se reajusto con finca camaronera pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
15	PI 7 – PI 8	Temperatura 32-32.5°C Salinidad se reajusto con finca camaronera pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
16	PI 8 – PI 9	Temperatura 32-32.5°C Salinidad se reajusto con finca camaronera pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
17	PI 9 – PI 10	Temperatura 32-32.5°C Salinidad se reajusto con finca camaronera pH 7.5 a 8.5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
18	PI 10 – PI 11	Temperatura 31-32°C Salinidad se reajusto con finca camaronera pH 7.5 a 8. 5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
19	PI 11 – PI 12	Temperatura 30-31° C Salinidad se reajusto con finca camaronera pH 7.5 a 8. 5 Oxígeno de 4-6 mg/l.
20	PI 12 – PI 13	Temperatura 28-29°C Salinidad dependió del destino de postlarvas a la finca camaronera pH 7.5 a 8. 5 Oxígeno de 4-6 mg/l.

3.13.3. Alimentación y Tratamientos a enfermedades.

Las dosificaciones de alimento (dietas líquidas y secas), probióticos (para tracto digestivo y biorremediadores) y funcionales (vitaminas, anti estresantes y promotores de crecimientos), se aplicaron de acuerdo al protocolo interno (Maestro de producción Larvicultura).

En caso de presencia de bacterias patógenas, con cargas elevadas en los tanques se utilizó una a dos dosis extras con 5 ppm de probiótico con alta concentración de bacterias benéficas. A partir del estadio Mysis 1 se comenzó a dosificar nauplios de artemia en suspensión y en PL1 se suministró cistos de artemia cocinados.

Se realizaron renovaciones de agua de acuerdo con la calidad de cada tanque, esto va de 30 a 40% del volumen operativo del tanque.

3.13.4. Conteos poblacionales

Durante la producción se procede a realizar conteos poblacionales diarios, para conocer la cantidad de larvas en tanques y reajustar las dosis alimenticias.

Se lo realizó tomando 4 alícuotas de 250 ml, tomadas en 4 puntos del tanque de producción, considerando el volumen del tanque (toneladas) y el estadio.

3.13.5 Recambios de agua a los tanques de producción

Se realizó recambios de agua a partir de estadio PI2, con la finalidad de mantener los medios del tanque limpios (calidad de agua), esto también se lo hizo según observación técnica. En estadios PI2, PI5, PI7, PI9 se realizaron los recambios de agua, tomando en cuenta el volumen del tanque, desde un 30 hasta el 40%. Procediendo a bajar el volumen del tanque y luego a subirlo con agua nueva para la renovación del medio, se utilizó mallas de acuerdo con los estadios (300um, 400um, 500um).

De acuerdo con las salinidades de las fincas camaroneras donde se enviaron las postlarvas, Se utilizó la fórmula [35]:

$$C1*V1=C2*V2$$

C= concentración 1

V1=volumen 1

C2=concentración 2

V2=volumen 2

3.14. Producción de Microalgas

En el departamento de algas se produce el fitoplancton (microalgas), alimento para los primeros estadios larvarios, se produce una sola especie; la diatomea *Thalassiosira weissflogii* con alto porcentaje de lípidos, carbohidratos y proteínas importantes para el desarrollo de la postlarva [36].

3.15. Uso del programa Larvia

Se procedió a utilizar el sistema dashboard de la aplicación del programa Larvia, que se aplicó para los tanques estudiados [37]; en el proceso se necesitó de una serie de instrumentos, los cuales se describen a continuación:

3.15.1. Instrumentos:

- Lámpara LED 15W
- Caja Petri
- Balanza de 2 dígitos decimales

Para la toma de muestras en larvas PL4 hasta PL22

Peso de la muestra en seco recomendado:

- 0.4 g por el día del PL 4
- 0.5 g por el día del PL 5
- 0.6 g por el día del PL 6, así sucesivamente.

Peso máximo total de la muestra hasta 1gr.

Se recomienda un mínimo de 4 muestras de diferentes partes del tanque y consolidar 4 resultados, para obtener una mejor precisión, realizar el proceso de 2 a 3 veces por semana, en especial durante el proceso de transferencia ayudando a determinar el peso promedio del animal [37].

Larvia es una aplicación que utiliza inteligencia artificial para la estimación del peso individual, clasificación por peso, estimación del estado de salud, conteo y geolocalización de las muestras [37].

3.16. Bacteriología

La producción de larvas se encuentra expuesta a agentes patógenos que afectan al desarrollo larvario, por eso se lleva un control bacteriológico durante todo el proceso de larvicultura [38].

3.16.1. Bacteriología en Agua

Procedimiento:

Se deberán tomar en recipientes de vidrios estériles y llevadas al departamento de bacteriología para su análisis.

Las cabinas de inoculación son desinfectadas con alcohol potable, con mechero de bunsen y medios de cultivos de agar marino y agar tcbs en cajas Petri se procede a inocular 100 ul de la muestra, con la ayuda de asa de vidrio esterilizadas se procede a esparcir la muestra en toda la superficie de la placa, hasta lograr la completa incorporación del inóculo en el medio. se incuba a 30°C por un lapso de 18 – 24 horas. Después de este tiempo se procede a la lectura y se determina por UFC/ml [39].

3.16.2. Recuento de las colonias

Para determinar la concentración de Unidad Formadoras de Colonias por mililitro de muestra (UFC/ml) se selecciona las placas con un número 30 a 300 colonias, debido a que este rango proporciona una mayor precisión estadística a los valores reales. El número de UFC/ml se determina utilizando la siguiente fórmula [39]:

$$UFC/ml = \frac{\# \text{ colonias } \times \text{ dilución}}{V \text{ de inóculo}}$$

Dónde:

UFC: Unidad Formadoras de Colonias por mililitro de muestra

Colonias: es la cantidad de colonias contabilizadas en el medio de cultivo.

Dilución: Factor de dilución

V de inóculo: Volumen de muestras sembrada en el medio de cultivo.

Resultados

Para la Interpretación de los resultados se toma como referencia rangos establecidos dentro de la producción del laboratorio [40].

Tabla 3.7 Referencia de valores normales en agua de mar

<i>MEDIOS DE CULTIVO</i>	<i>VALORES NORMALES</i>	<i>VALORES ELEVADOS</i>
A. <i>Marino Bacterias Totales</i>	< 10 ⁵	> 10 ⁵
A. <i>TCBS (amarillas)</i>	< 10 ³	> 10 ³
A. <i>TCBS 2 (verdes)</i>	< 10 ³	> 10 ³

En la tabla se identifica varias abreviaciones, cuyo significado son: ul (microlitros), UFC/ml (unidades formadoras de colonias/mililitros), Tcbs (thiosulfato citrato sales biliares).

3.17. Precipitaciones durante los meses de estudio

Se identificó la cantidad de precipitaciones en la zona de estudio [41] datos que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 3.8 Promedio de precipitaciones provincia de Santa Elena 2022 [35], en comparación con los niveles de lluvias esperadas

Promedio de precipitaciones provincia de Santa Elena				
	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Precipitaciones por mes (mm)	6.1	27.4	No registró	1.8
Precipitaciones esperadas (mm)	111.6	26.2	1.7	0.1

3.18 Operacionalización de variables

Tabla 3.9 Variable independiente

Hipótesis	Variable	Definición conceptual	Definición Operacional		
			Dimensión	Indicador	Técnica
Un desbalance en las concentraciones de los iones calcio, magnesio y potasio de las aguas utilizadas para la larvicultura en el sector de Chanduy en la transición de invierno a verano podrían afectar la producción	Niveles de calcio, magnesio y potasio	Minerales que existen en el ambiente que permite una relación ideal para las larvas de camarón se desarrollen y sobrevivan en los tanques de larvicultura.		Calcio	Fotómetro YSI-9500, base de datos de excel, spss, análisis de correlación de Pearson
			Minerales marinos	Magnesio	
				Potasio	

Tabla 3.10 Variable dependiente

Hipótesis	Variable	Definición conceptual	Definición Operacional		
			Dimensión	Indicador	Técnica
Un desbalance en las concentraciones de los iones calcio, magnesio y potasio de las aguas utilizadas para la larvicultura en el sector de Chanduy en la transición de invierno a verano podrían afectar la producción	Desarrollo larvario del <i>Litopenaeus Vannamei</i>	Evolución del camarón desde su inicio hasta la etapa de postlarvas.	Medidas antropométricas	Peso	Ficha de recolección de datos, análisis de correlación de Pearson, base de datos de Excel.
				Talla	
			Ambiental	Supervivencia	
			Microorganismos patológicos	Bacterias	

CAPÍTULO 4

4.1. Análisis de resultados

Se emplearon perfiles iónicos, esto es, comportamientos de los metales en estudio en función de estadios. Dichos perfiles se construyeron con doble ordenada para facilitar su discusión. La salinidad se expresa, en esta investigación, como partes por 1000, es decir, un gramo por litro (g/l) con la sigla ppt.

Tabla 4.1 Promedios de iones encontrados en tanques en el mes de marzo.

Promedio de iones mes de marzo					
Estadios	Salinidad (ppt)	Alcalinidad (mg/l)	Ca(mg/l)	Mg(mg/l)	K(mg/l)
N5	32	85	53,5	1800	310
Z1	31	126,3	104,3	1725	300
M1	28	137,5	125	1625	295
PL2	24	172,5	139,5	1600	305
PL5	19	197,5	122,5	950	262,5
PL7	16	200	110,5	625	225
PL10	15	196,3	103,8	550	197,5

Para el caso del estudio del Perfil iónico y salinidad se llevó a cabo el promedio de los iones en los cuatro tanques analizados durante el mes. Se divide para 10 el valor del magnesio, la flecha a la izquierda su lectura es en ppt; las flechas a la derecha sus lecturas son en mg/l como se detalla en la figura de abajo. Esto se aplicará para visualización e interpretación de las curvas en los gráficos subsiguientes.

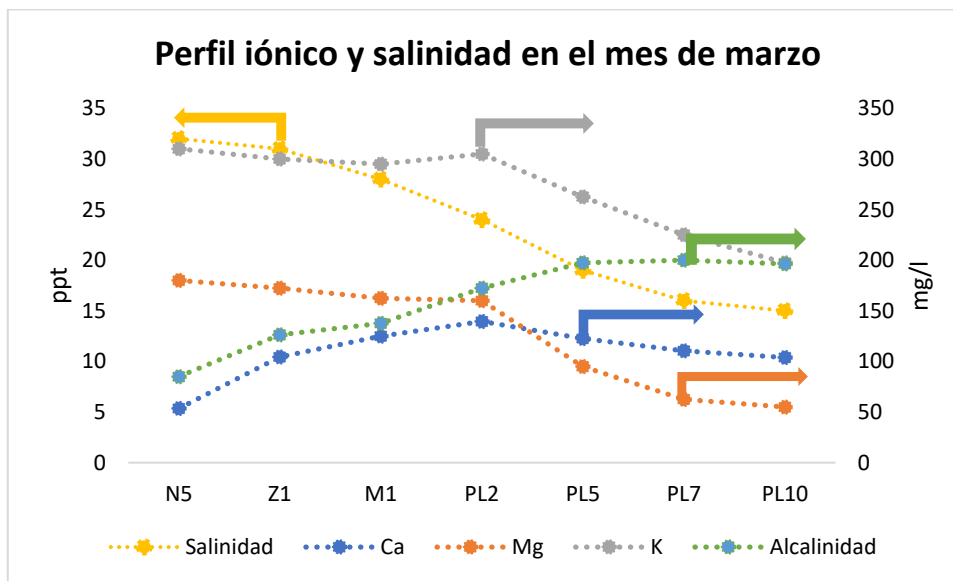


Fig. 4.1 Perfil iónico y salinidad en el mes de marzo

Se analizaron los resultados del perfil iónico y salinidad encontrados en el mes de marzo y compararon con los valores esperados según Boyd y Thunjai donde, se obtienen los niveles ideales según la fórmula planteada por el nivel de salinidad junto con el factor [30], en el cual, los niveles de iones al inicio de la siembra, el calcio tuvo 53,5 mg/l y culminó en la etapa PL10 con 103,8 mg/l, cuando según el nivel de salinidad inicial de 32 ppt, debería ser en un inicio de 371 mg/l y al fin de la corrida con 174 mg/l.

Mientras que el magnesio inició con niveles superiores a lo esperado con 1800 mg/l cuando debía ser 1251,2 mg/l y culminó con 550 mg/l cuando se esperó 586,5 mg/l, evidenciando variaciones elevadas del ion en la mayoría de las etapas de la larvicultura.

El ion potasio al inicio del cultivo tuvo 310 mg/l, cuando lo esperado fue 342,4 mg/l y en la cosecha de las postlarvas culminó con 197,5 mg/l, cuando en la etapa PL10 según la salinidad, debió ser de 160,5 mg/l. Se evidencia que en ninguna etapa del desarrollo larvario se logró alcanzar los valores óptimos de los iones requeridos durante el mes de marzo.

Tabla 4.2 Concentraciones en porcentajes de los iones encontrados en los tanques en el mes de marzo

Estadio	Salinidad	%Ca		%Mg		%K	
		Encontrado	Faltante	Encontrado	Faltante	Encontrado	Faltante
N5	32	14,4	85,6	143,9	-43,9	90,5	9,5
Z1	31	28,9	71,1	142,3	-42,3	90,4	9,6
M1	28	38,5	61,5	148,4	-48,4	98,5	1,5
PL2	24	50,2	49,8	170,5	-70,5	118,8	-18,8
PL5	19	55,7	44,3	127,9	-27,9	129,1	-29,1
PL7	16	59,1	40,9	99,9	0,1	131,4	-31,4
PL10	15	59,7	40,3	93,8	6,2	123,1	-23,1

En un cuadro comparativo de los porcentajes de los iones encontrados con los valores esperados por Boyd y Thunjai, donde, se obtienen los niveles ideales según la fórmula planteada por el nivel de salinidad junto con el factor [30]; en el mes de marzo, se observa el déficit de iones de calcio desde un 40.3% hasta un 85.6% en los tanques de larvicultura estudiados, mientras que los niveles de magnesio excedieron el nivel óptimo esperado con un exceso del ion desde 27,9% hasta un 70,5%; los niveles de potasio en varios estadios superó los valores desde un 18,8% hasta un 31,4% del ion.

Tabla 4.3 Promedios de iones encontrados en tanques en el mes de abril

Promedio de minerales mes de abril					
Estadios	Salinidad (ppt)	Alcalinidad (mg/l)	Ca(mg/l)	Mg(mg/l)	K(mg/l)
N5	32	85	107,3	1025	317,5
Z1	31	131,3	115,8	975	302,5
M1	28	163,8	115,5	925	207,5
PL2	24	195	116	950	197,5
PL5	19	215	110,3	900	155
PL7	16	225	105,3	650	130
PL10	15	195	102	650	122,5

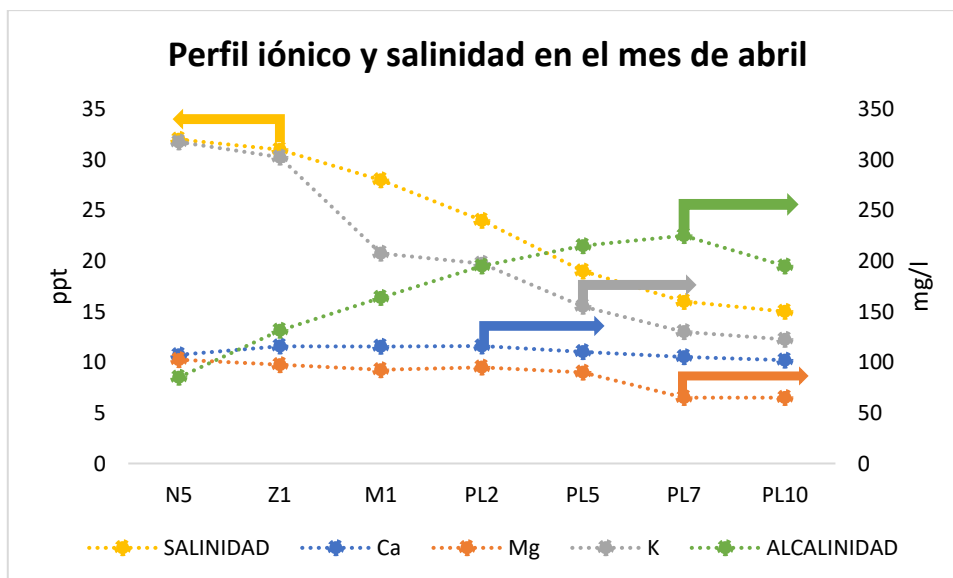


Fig. 4.2 Perfil iónico y salinidad en el mes de abril

En el gráfico del perfil iónico y salinidad en los tanques de larvicultura durante el mes de abril y compararlos con los valores esperados según Boyd y Thunjai, donde, se obtienen los niveles ideales según la fórmula planteada por el nivel de salinidad junto con el factor [30], en el que, al inicio de la siembra, el calcio tuvo 107,3 mg/l y culminó en la etapa PL10 con 102 mg/l, cuando según el nivel de salinidad inicial de 32 ppt debió ser en un inicio de 371 mg/l y al final de la cosecha con 174 mg/l.

Por otro lado, el magnesio inició con 1025 mg/l cuando debía ser 1251,2 mg/l y culminó con 650 mg/l, cuando, se esperó 586,5 mg/l, evidenciando faltantes y excedentes del ion; seguido con la lectura inicial de potasio con 317,5 mg/l, cuando lo esperado fue 342,4 mg/l y en la cosecha de las postlarvas culminó con 122,5 mg/l, cuando en la etapa PL10 según la salinidad, debió ser de 160,5 mg/l.

Por todo lo antes dicho, se observa que en ninguna etapa de la cría larvaria se logró alcanzar los valores óptimos de los iones requeridos, donde el ion calcio, se encontró por debajo de los valores esperados, mientras que magnesio en una etapa inicial no alcanzó los valores óptimos, sin embargo, a partir de PL2 los niveles se excedieron, el potasio al igual que los demás iones no logró alcanzar los valores esperados acorde al grado de salinidad.

Tabla 4.4 Concentraciones en porcentajes de iones encontrados en los tanques en el mes de abril

Estadio	Salinidad	%Ca		%Mg		%K	
		Encontrado	Faltante	Encontrado	Faltante	Encontrado	Faltante
N5	32	28,9	71,1	81,9	18,1	92,8	7,2
Z1	31	32,2	67,8	80,4	19,6	91,1	8,9
M1	28	35,5	64,5	84,5	15,5	69,2	30,8
PL2	24	41,7	58,3	101,3	-1,3	76,8	23,2
PL5	19	50,1	49,9	121,1	-21,1	76,4	23,6
PL7	16	56,3	43,7	103,8	-3,8	76	24
PL10	15	58,6	41,4	110,7	-10,7	76,1	23,9

En el cuadro con los porcentajes de los iones encontrados con los valores esperados por Boyd y Thunjai, donde, se obtienen los niveles ideales según la fórmula planteada por el nivel de salinidad junto con el factor [30]; durante el mes de abril, las lecturas de los niveles de calcio encontrado se mantuvo con un mínimo del 28,9% al inicio y se elevó hasta un 58,6%; existiendo un déficit del mineral de hasta el 71,1%; los niveles de magnesio en los estadios N5, Z1 y M1 se mantuvo con un margen del 80,4% al 84,5% encontrado, mientras que en los demás estadios se tuvo lecturas con exceso del mineral de hasta un 21,1%; el potasio se encontró en varios estadios desde un 69,2% al 92,8% del nivel óptimo esperado y con un déficit máximo del 30,8%.

Tabla 4.5 Promedios de iones encontrados en tanques en el mes de mayo

Promedio de minerales mes de mayo					
Estadios	Salinidad (ppt)	Alcalinidad (mg/l)	Ca(mg/l)	Mg(mg/l)	K(mg/l)
N5	33	85	114	1575	385
Z1	31	128,8	111,5	1500	362,5
M1	26	154,3	114	1375	345
PL2	21	182,5	114	1125	302,5
PL5	16	208,8	112	850	255
PL7	16	228,8	105	750	225
PL10	150	212,5	101,5	725	222,5

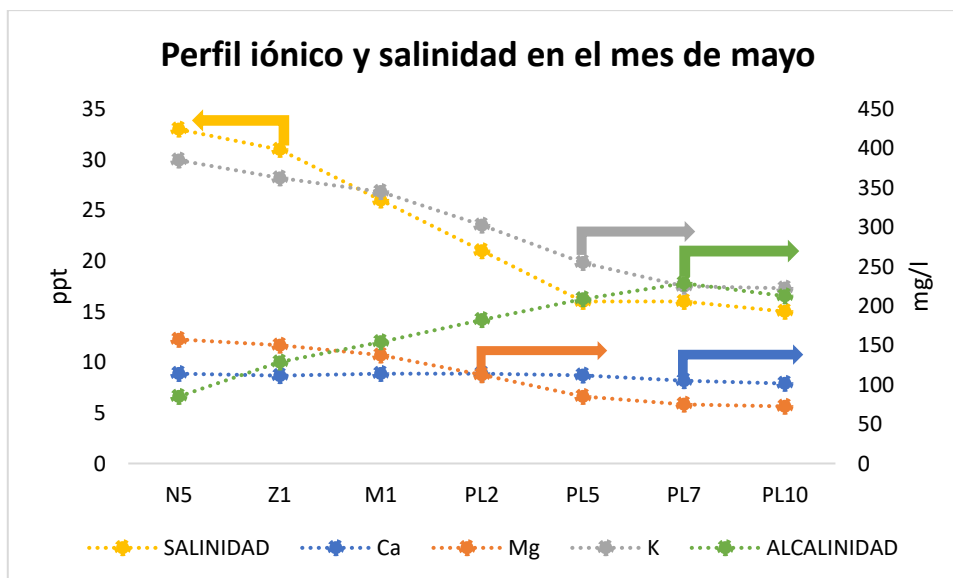


Fig. 4.3 Perfil iónico y salinidad en el mes de mayo

El gráfico del perfil iónico y salinidad encontrados en los tanques durante el mes de mayo y comparar con los valores esperados según Boyd y Thunjai, donde, se obtienen los niveles ideales según la fórmula planteada por el nivel de salinidad junto con el factor [30], en el cual, los niveles de iones al inicio de la siembra, el calcio tuvo 114 mg/l y culminó en la etapa PL10 con 101,5 mg/l, cuando según el nivel de salinidad inicial de 33 ppt, debería ser en un inicio de 383 mg/l y al fin de la cosecha con 174 mg/l.

En cambio, el magnesio inició con niveles superiores a lo esperado con 1575 mg/l cuando debía ser 1290 mg/l y culminó con 725 mg/l, cuando, se esperó 586,5 mg/l, la lectura inicial de potasio con 385 mg/l, cuando lo esperado fue 353 mg/l y en la cosecha de las postlarvas culminó con 122,5 mg/l, cuando en la etapa PL10 según la salinidad, debió ser de 160,5 mg/l.

Se identificó que en ninguna etapa de la cría larvaria se logró alcanzar los valores óptimos de los iones requeridos durante el mes de mayo, donde el ion calcio se encontró por debajo de los valores esperados, mientras que el magnesio y potasio tuvieron niveles por encima de rangos referenciales.

Tabla 4.6 Concentraciones en porcentajes de iones encontrados en los tanques en el mes de mayo

Estadio	Salinidad	%Ca		%Mg		%K	
		Encontrado	Faltante	Encontrado	Faltante	Encontrado	Faltante
N5	33	29,8	70,2	122,1	-22,1	109,1	-9,1
Z1	31	31	69	123,8	-23,8	109,2	-9,2
M1	26	37,7	62,3	135,2	-35,2	124,1	-24,1
PL2	21	46,7	53,3	137	-37	134,4	-34,4
PL5	16	59,9	40,1	135,8	-35,8	149,1	-49,1
PL7	16	56,1	43,9	119,8	-19,8	131,6	-31,6
PL10	15	58,3	41,7	123,5	-23,5	138,2	-38,2

El cuadro comparativo con los porcentajes de los iones encontrados con los valores esperados por Boyd y Thunjai, donde, se obtienen los niveles ideales según la fórmula planteada por el nivel de salinidad junto con el factor [30]; durante el mes de mayo, se observaron que el nivel de calcio encontrado fue de un mínimo 29,8% al 59,9% en relación con lo esperado, con un déficit máximo del 70,2% del ion; el magnesio durante este mes excedió los niveles óptimos con un exceso de hasta 35,8%, de igual forma el potasio sobrepasó los valores con un 49,1% de exceso del ion.

Tabla 4.7 Promedios de iones encontrados en tanques en el mes de junio

Promedio de minerales mes de junio					
ESTADIOS	Salinidad (ppt)	Alcalinidad (mg/l)	Ca(mg/l)	Mg(mg/l)	K(mg/l)
N5	34	90	116	1400	375
Z1	32	110	125	1350	365
M1	27	135	134,8	1300	310
PL2	22	188,8	144,3	950	237,5
PL5	20	197,5	128,3	925	237,5
PL7	19	200	116,5	750	222,5
PL10	19	221,3	111	800	240

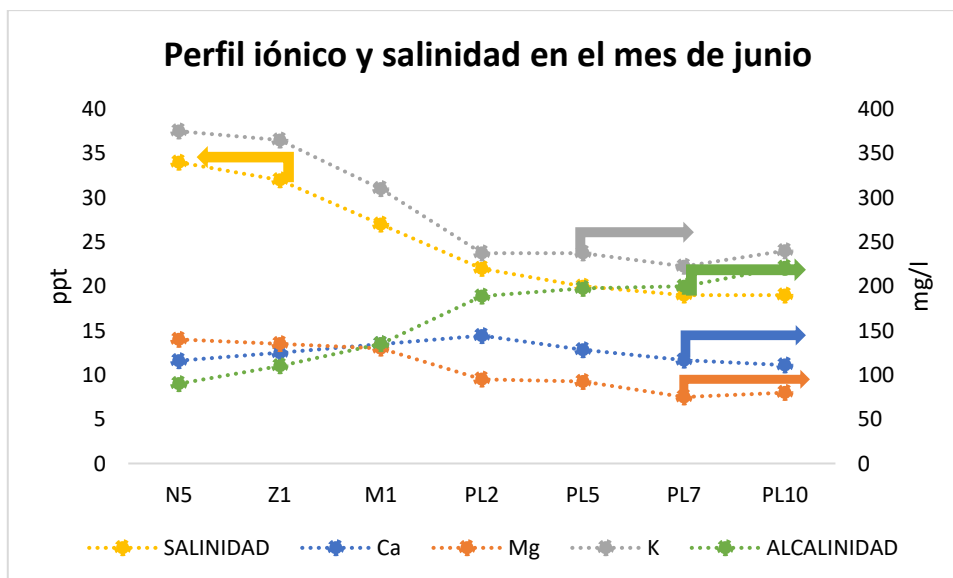


Fig. 4.4 Perfil iónico y salinidad en el mes de junio

El gráfico del perfil iónico y salinidad de los valores encontrados en los tanques de larvicultura durante el mes de junio y comparado con los valores esperados según Boyd y Thunjai, donde, se obtienen los niveles ideales según la fórmula planteada por el nivel de salinidad junto con el factor [30], en el cual, los niveles de iones al inicio de la siembra, con 34 ppt de salinidad, el calcio 116 mg/l, magnesio 1400 mg/l, potasio 375 mg/l, cuando para el nivel de salinidad inicial, se necesitaba calcio 394 mg/l, magnesio 1329 mg/l y potasio 364 mg/l.

Al término de la corrida, los niveles de iones fueron de calcio 111 mg/l, magnesio 800 mg/l, potasio 240 mg/l, cuando lo esperado fueron para el calcio 220 mg/l, magnesio 743 mg/l, potasio 203 mg/l a una salinidad de 19 ppt. Se constató que, en ninguna etapa de la corrida del mes de junio se logró alcanzar los valores óptimos de los iones requeridos, donde el calcio, se encontró por debajo de los valores requeridos, mientras que el magnesio y potasio en todos los análisis se encontraron por encima de los valores esperados.

Tabla 4.8 Concentraciones en porcentajes de minerales encontrados en tanques mes de junio

Estadio	Salinidad	%Ca		%Mg		%K	
		Encontrado	Faltante	Encontrado	Faltante	Encontrado	Faltante
N5	34	29,4	70,6	105,3	-5,3	103	-3
Z1	32	33,7	66,3	107,9	-7,9	106,7	-6,7
M1	27	43,1	56,9	123,1	-23,1	107,3	-7,3
PL2	22	56,6	43,4	110,5	-10,5	101,1	-1,1
PL5	20	55,3	44,7	118,3	-18,3	111	-11
PL7	19	53	47	100,9	-0,9	109,6	-9,6
PL10	19	50,5	49,5	107,7	-7,7	118,2	-18,2

En el cuadro comparativo del mes de junio con los porcentajes de los iones encontrados con los valores esperados por Boyd y Thunjai, donde, se obtienen los niveles ideales según la fórmula planteada por el nivel de salinidad junto con el factor [30]; donde, el ion calcio encontrado fue de un mínimo 29,4% al 56,6% en relación a lo esperado, con un déficit máximo del 70,6% del ion; el magnesio durante este mes excedió los niveles óptimos de hasta 18,3% del ion, de igual manera el potasio sobrepaso los valores en todos los estadios con un máximo del 18,2% de exceso del ion.

Tabla 4.9 Promedios de iones encontrados en reservorio de agua de mar tratada en los meses de estudio

Promedio de iones en reservorio de agua de mar tratada						
Meses	Salinidad (ppt)	Alcalinidad (mg/l)	Ca(mg/l)	Mg(mg/l)	K(mg/l)	
Marzo	32	85	110,8	1780	306	
Abril	32	84	110,4	1220	346	
Mayo	33	85	118,8	1400	378	
Junio	34	86	134,2	1480	352	

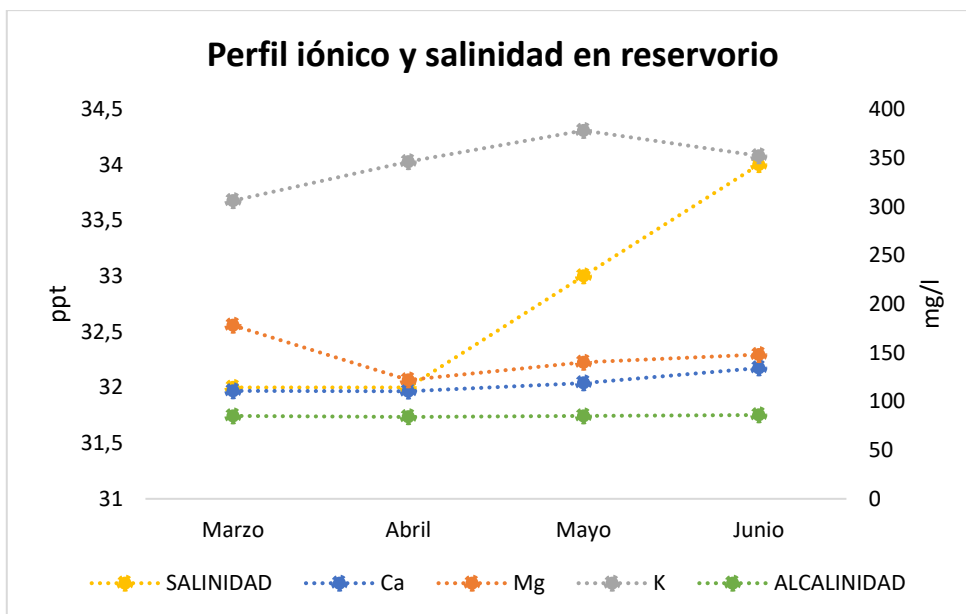


Fig. 4.5 Perfil iónico y salinidad agua de reservorio

En el gráfico del reservorio durante los meses de marzo, abril, mayo y junio, comparando con los valores esperados según Boyd y Thunjai, se obtienen los niveles ideales según la fórmula planteada por el nivel de salinidad junto con el factor [30], donde, los niveles de iones en reservorio con 32 ppt durante los meses de marzo y abril, deberían ser para calcio 371 mg/l, magnesio 1251 mg/l y potasio 342 mg/l.

Por otra parte, con una salinidad de 33 ppt en el mes de mayo, los valores de los iones deberían ser para calcio 383 mg/l, magnesio 1290 mg/l y potasio 353 mg/l. Y con una salinidad de 34 ppt en el mes de junio, los valores óptimos deberían ser para calcio 394 mg/l, magnesio 1329 mg/l y potasio 364 mg/l.

Se observó, que en los reservorios los niveles de calcio se mantuvieron por debajo de lo esperado; el magnesio y potasio tuvo excedentes y faltante de los iones en todo el periodo de estudio; lo que indica que en ningún mes se llegó a los valores óptimos acordes al nivel de salinidad esperada.

Tabla 4.10 Promedio de iones en agua de pozo

Promedio de iones de agua de pozo				
Meses	Alcalinidad (mg/l)	Ca(mg/l)	Mg(mg/l)	K(mg/l)
Marzo	190	115	100	20
Abril	210	110	100	10
Mayo	215	114	80	8,2
Junio	210	122	110	9

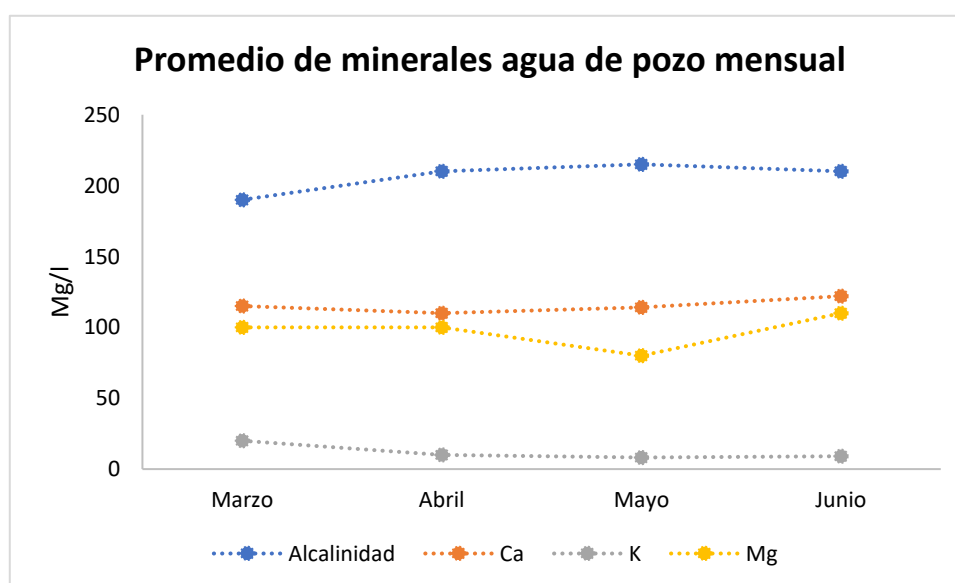


Fig. 4.6 Promedio de iones en reservorios de agua de pozo

Se evaluó los reservorios de agua dulce de pozo que fue utilizada durante las corridas, donde se obtuvo que en el mes de marzo la alcalinidad alcanzo 190 mg/l, el calcio tuvo 115 mg/l, el potasio 20 mg/l y el magnesio 100 mg/L; en el mes de abril la alcalinidad se mantuvo en 210 mg/l, el calcio en 110 mg/l, el potasio 10 mg/l, y el magnesio 100mg/l; mientras que, en el mes de mayo la alcalinidad se mantuvo en 215 mg/l, el calcio en 114mg/l, el potasio en 8,2 mg/l y el magnesio en 80 mg/l, en el mes de junio, la alcalinidad del agua de pozo se mantuvo en 210 mg/l, el calcio 122 mg/l, el potasio en 9 mg/l y el magnesio 110mg/l.

A continuación, se detalla los índices de producción citados para esta investigación.

Tabla 4.11 Promedio de bacterias en el agua de tanques de cultivos.

Promedio de bacterias mensuales en tanques de cultivos			
Meses de estudio	Bacterias Totales UFC/ml	Colonias Amarillas UFC/ml	Colonias Verdes UFC/ml
Marzo	1,49E+05	1,95E+03	1,93E+01
Abril	2,62E+05	1,50E+04	2,18E+01
Mayo	7,96E+04	2,56E+03	5,00E+00
Junio	6,48E+04	8,15E+02	1,00E+00

Crecimiento bacteriano expresado en UFC/ml en tanques de cultivo durante los meses de estudio

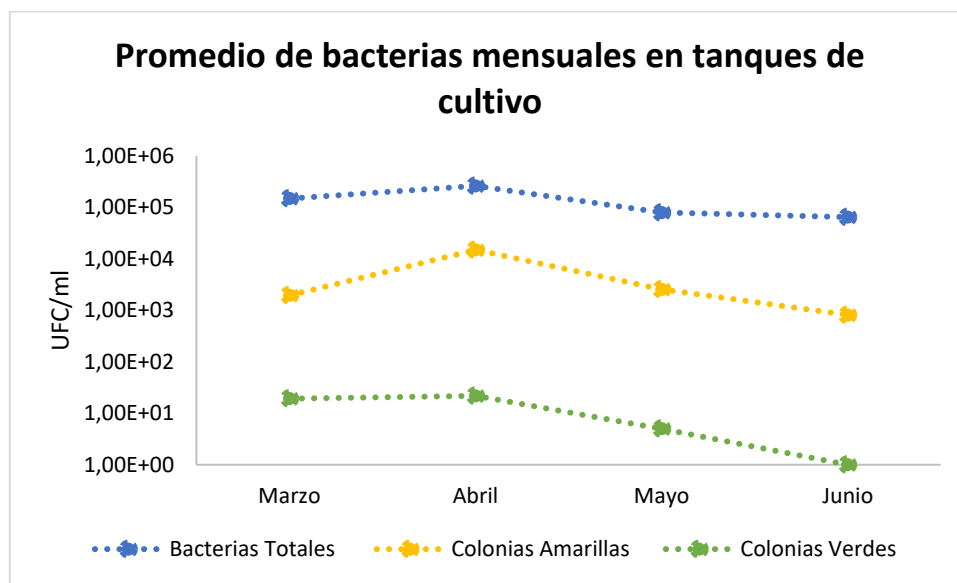


Fig. 4.7 Promedio de bacterias mensuales en tanques de cultivo

Un índice analizado durante la etapa de investigación, fueron los análisis bacteriológicos a los tanques de producción, en los promedios observados en el mes de marzo hubo crecimiento de bacterias totales 1,49E+05 UFC/ml, colonias amarillas 1,95E+03 UFC/ml y 1,93E+01 UFC/ml de colonias verdes; en el mes de abril, se encontró 2,62E+05 UFC/ml de bacterias totales, 1,50E+04 UFC/ml de colonias amarillas y 2,18E+01 UFC/ml de colonias verdes.

En el mes de mayo, se observaron 7,96E+04 UFC/ml de bacterias totales, 2,56E+03 UFC/ml de colonias amarillas y 5,00E+00 UFC/ml de colonias verdes; mientras que en el mes de junio, se encontró 6,48E+04 UFC/ml de bacterias totales, 8,15E+02 UFC/ml colonias amarillas y 1,00E+00 UFC/ml de colonias verdes.

Tabla 4.12 Promedio de sobrevivencia de producción de postlarvas

Promedio de sobrevivencia mensual de postlarvas				
Producción	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Sobrevivencia	82%	61,8%	96,3	88,1%

Promedio de la sobrevivencia de los tanques analizados por mes (corrida)

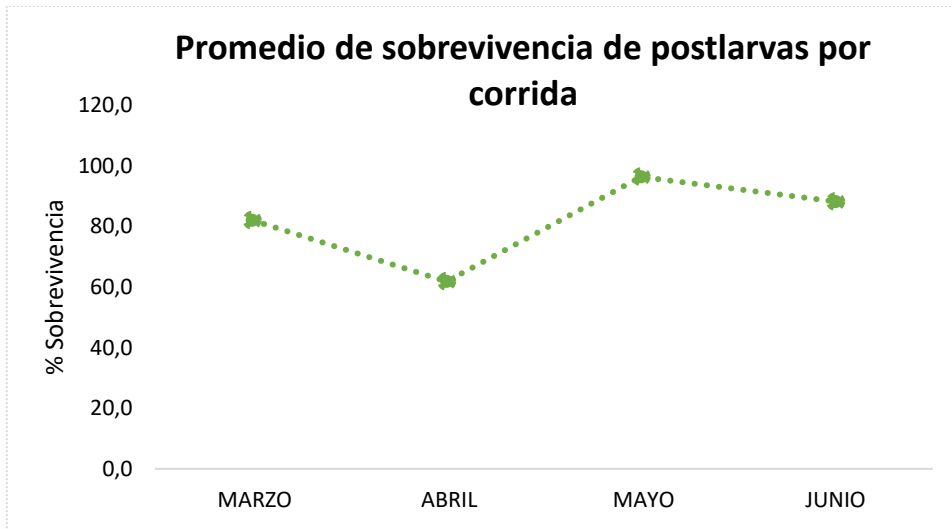


Fig. 4.8 Promedio de sobrevivencia de postlarvas por mes (corrida)

La producción de las postlarvas de camarón al final de la cosecha es medida por el porcentaje de sobrevivencia que tuvieron los tanques, durante el mes de marzo la sobrevivencia de postlarvas fue de 82%, en abril, fue el mes donde más pérdida de postlarvas hubo, la sobrevivencia llegó al 61,8%; sin embargo, en el mes de mayo se elevó la sobrevivencia a 96,3%; mientras que en el mes de junio se obtuvo resultados de 88,1% de sobrevivencia.

Tabla 4.13 Promedio de pl/g larvas por mes (corrida)

Promedio de pl/g larvas por mes (corrida)				
Producción	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Pl/g	257,5g	227,8g	264,3g	243g

Se describe que pl/g es la cantidad de postlarvas que se obtiene al pesar un gramo de estas, siendo calificado y requerido por las fincas camaroneras cuando este pl/g este entre 250 y 270 postlarvas.

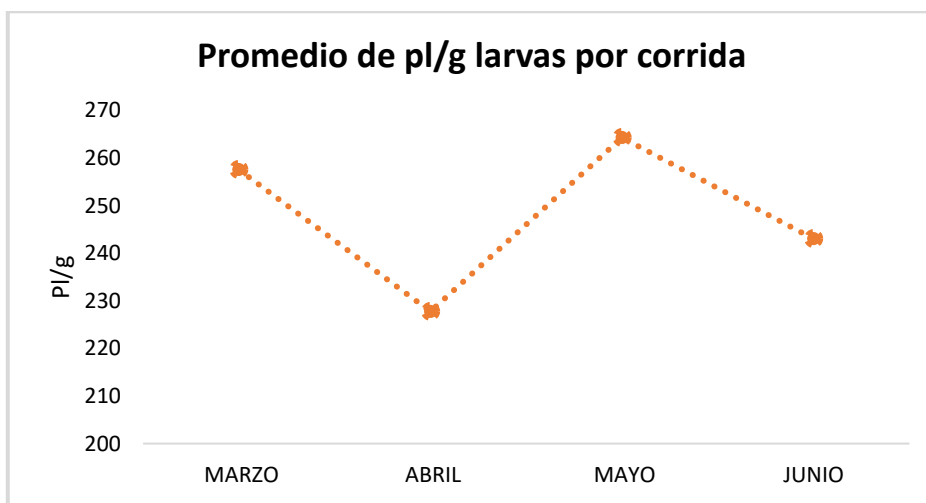


Fig. 4.9 Promedio de pl/g larvas por mes (corrida)

Otro índice de la producción al término de la corrida es el pl/g larvas; en el mes de marzo las postlarvas de camarón alcanzó 258 pl/g; mientras que en el mes de abril el pl/g larvas tuvo 228 pl/g; durante el mes de mayo el promedio del pl/g larvas alcanzó 264 pl/g; y en el mes de junio un total de 243 pl/g larvas.

Tabla 4.14 Promedio del peso de postlarvas por mes (corrida)

Promedio del peso de postlarvas por mes (corrida)				
Producción	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Peso	3,9mg	4,4mg	3,8mg	4,2mg

Promedio del peso de postlarvas de los tanques en estudio por mes (corrida)

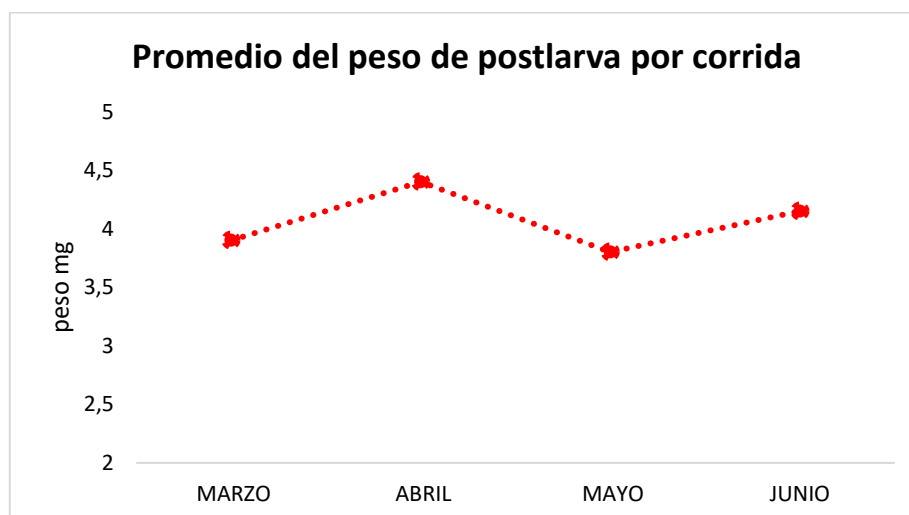


Fig. 4.10 Promedio del peso de postlarvas por corrida

El peso de las postlarvas juega un rol importante al final de la corrida, durante la investigación se constató, que el mes de marzo las postlarvas tuvieron 3,9 mg, a diferencia del mes de abril, donde el peso fue de 4,4 mg, sin embargo, en el mes de mayo se obtuvieron 3,8 mg de peso en las postlarvas; y en el mes de junio el peso subió a 4,2 mg durante la corrida.

Tabla 4.15 Promedio de longitud de postlarvas por mes (corrida)

Promedio de longitud de postlarvas por mes (corrida)				
Producción	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Longitud	8,325	8,7	8,275	8,55

Promedio de la longitud de postlarvas de los tanques analizados por mes (corrida)

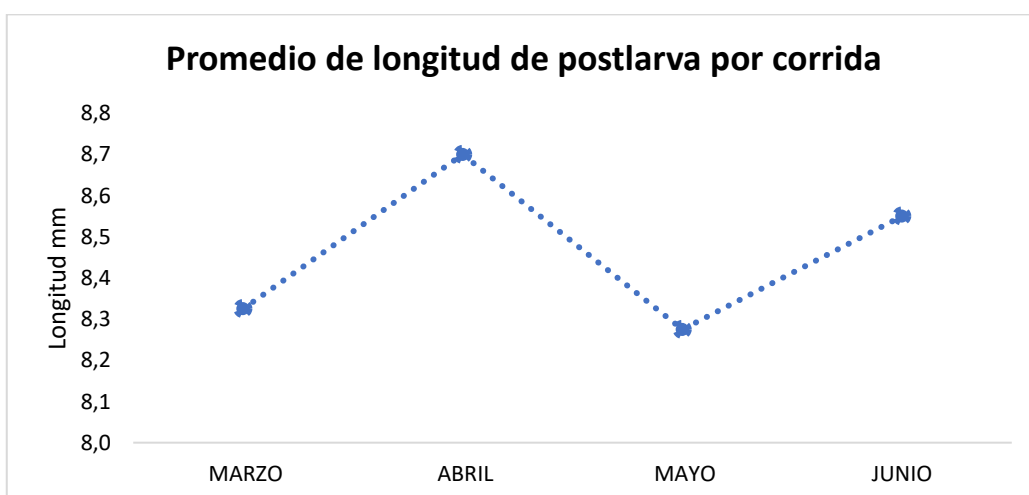


Fig. 2 Promedio de longitud de postlarvas por corrida

Se analizó la longitud de las postlarvas; el mes de marzo y mayo las postlarvas llegaron a crecer hasta 8,3 mm; a diferencia del mes de abril, donde se presentó una mayor longitud durante la investigación alcanzando 8,7 mm; mientras que en el mes de junio las postlarvas crecieron hasta 8,6 mm de longitud.

Tabla 4.16 Promedio del estado de salud de las larvas por mes (corrida)

Mes	Contenido intestinal			Bienestar animal				
	% Lleno	% Semilleno	% Vacío	% Deformidad	% Atrazo	% P/muda	% Síndrome	% Mortalidad
Marzo	98,0	2,0	0,0	2,7	2,0	1,9	0,0	1,5
Abril	98,0	2,0	0,0	2,7	2,0	1,9	0,0	1,5
Mayo	98,0	2,0	0,0	2,0	1,4	0,0	0,0	1,1
Junio	98,1	1,9	0,0	2,5	1,5	0,0	0,0	1,5

El contenido intestinal comprende el tracto digestivo y se lo evalúa como lleno, semilleno y vacío; en el bienestar animal se observa deformidad, atraso, p/muda = problema de muda, síndrome = síndrome de zoea y mortalidad.

Finalizando los datos, se analizó la salud del animal, observación realizada en el microscopio; el promedio del contenido intestinal se mantuvo en un 98% lleno, y semilleno fue de 2%; también en los meses de marzo y abril, época lluviosa, se pudo observar que presentaron 2,7% de larvas con deformidad, el 2% con atrasos, junto al 1,9% con problemas de muda y el 1,5% con porcentaje de mortalidad.

En los meses de mayo y junio, época seca, el bienestar de animal en el mes de mayo se presentó un 2% con deformidad, el 1,4% con atrasos y el 1,1% de mortalidad, seguido por el mes de junio donde, el 2,5% de las larvas presentó deformidad, y el 1,5% con atrasos y mortalidad.

4.2 Análisis de correlación Pearson

Continuando con el proceso investigativo, se procedió a ingresar los datos encontrados por variables al programa estadístico SPSS para obtener la desviación estándar, a continuación, se muestra el cuadro obtenido en el proceso con su respectivo análisis.

Tabla 4.17 Desviación estándar entre variables

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación Estándar	N
Ca	115,1	13,4	64
Mg	859,4	258,0	64
K	221,1	52,1	64
Pl/g	757,6	344,2	64
Peso	1,7	0,9	64
Longitud	6,1	1,1	64

Con los datos entre variables en los cuatro meses de estudio, se observa que, la media de la variable calcio fue de 115,1 mg/l con una desviación estándar de 13,4 en promedio; el magnesio tuvo una media de 859,4 mg/l y una desviación estándar promedio de 258.

El ion potasio con una media de 221,1 mg/l y una desviación estándar promedio de 52,1; seguido de la variable de pl/g larva con una media de 757,6 y su desviación estándar de 344,2; el peso con una media de 1,7 mg y una desviación estándar promedio de 0,9; la variable longitud con una media de 6,1 mm y una desviación estándar promedio de 1,1.

Tabla 4.18 Coeficiente de correlación de Pearson general

		Correlaciones					
		Ca	Mg	K	Pl/g	Peso	Longitud
Ca	Correlación de Pearson	1	0,643**	0,504**	0,699**	-0,520**	-0,586**
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	64	64	64	64	64	64
Mg	Correlación de Pearson	0,643**	1	0,619**	0,771**	-0,547**	-0,628**
	Sig. (bilateral)	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
	N	64	64	64	64	64	64
K	Correlación de Pearson	0,504**	0,619**	1	0,502**	-0,303*	-0,375**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000		0,000	0,015	0,002
	N	64	64	64	64	64	64
Pl/g	Correlación de Pearson	0,699**	0,771**	0,502**	1	-0,891**	-0,950**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
	N	64	64	64	64	64	64
Peso	Correlación de Pearson	-0,520**	-0,547**	-0,303*	-0,891**	1	0,987**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,015	0,000		0,000
	N	64	64	64	64	64	64
Longitud	Correlación de Pearson	-0,586**	-0,628**	-0,375**	-0,950**	0,987**	1
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	
	N	64	64	64	64	64	64

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Los datos de las variables de la investigación fueron ingresados a través del coeficiente de correlación de Pearson, donde, se constató que existe un nivel de significancia bilateral entre las variables calcio, magnesio y potasio, junto a las variables pl/g larvas, peso y longitud, durante los cuatros meses, existiendo un grado de correlación entre las variables estudiadas.

Para predecir el comportamiento entre las variables independientes (concentración de los iones), en función de las variables dependientes (índices de producción), se procedió a realizar cuadros de regresión, como se detalla a continuación:

Tabla 4.19 Regresión entre concentraciones iónicas y pl/g larvas mes de marzo (invierno)

Tabla estadística de regresión entre concentraciones iónicas y pl/g larvas - marzo					
Variable	Ecuación	R ²	Probabilidad	Limite de Confianza	
				Inferior 95%	Superior 95%
Calcio	$y = 0,1436x^2 + 62,631x - 4509,5$	R ² = 0,9196	6,2059E-09	23,0302452	32,6740306
Magnesio	$y = 0,0006x^2 + 2,1765x - 513,13$	R ² = 0,9035	1,6817E-07	0,70353667	1,111958
Potasio	$y = 0,0062x^2 + 12,189x - 1743,3$	R ² = 0,8767	9,8331E-08	7,11850181	11,0263436

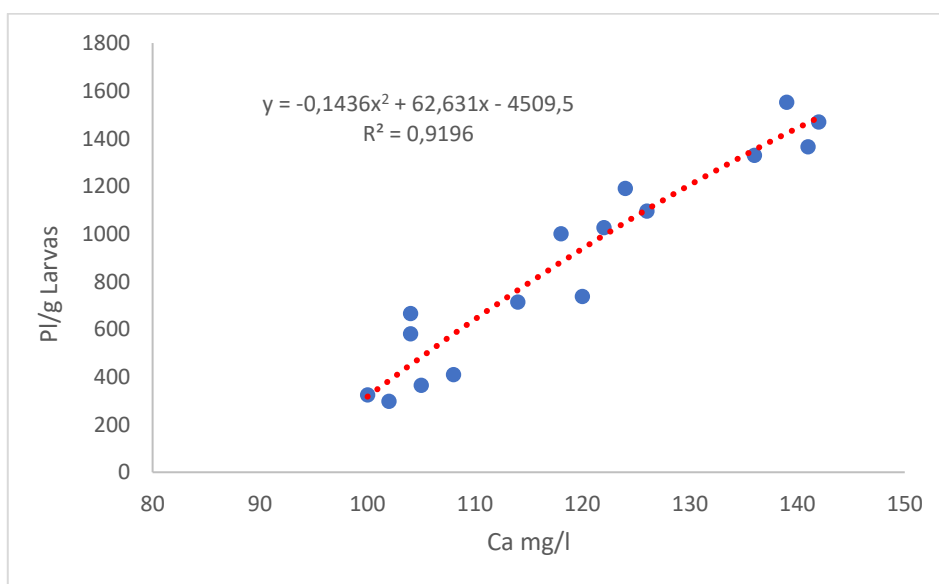


Fig. 4.12 Regresión de variables ion calcio y pl/g larvas (marzo)

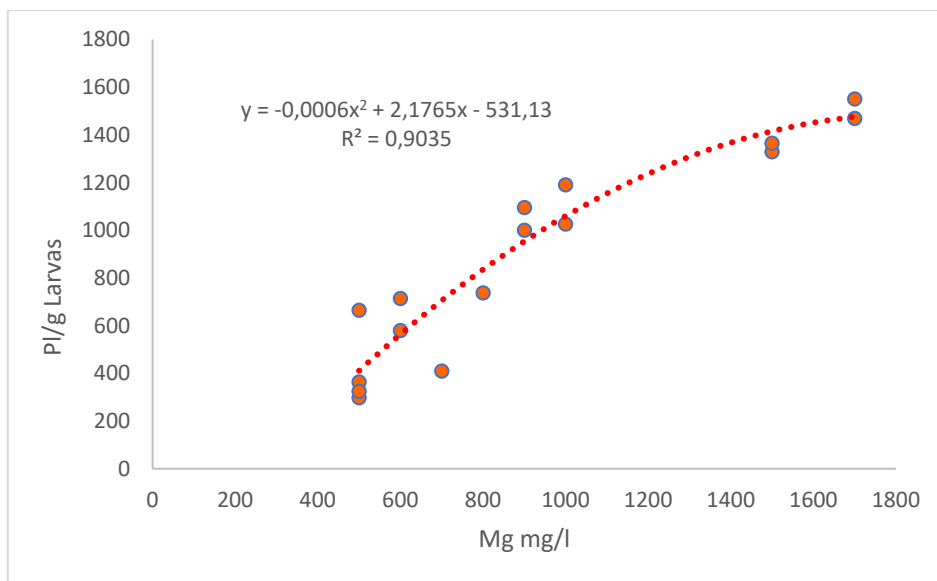


Fig. 3 Regresión de variables ion magnesio y pl/g larvas (marzo)

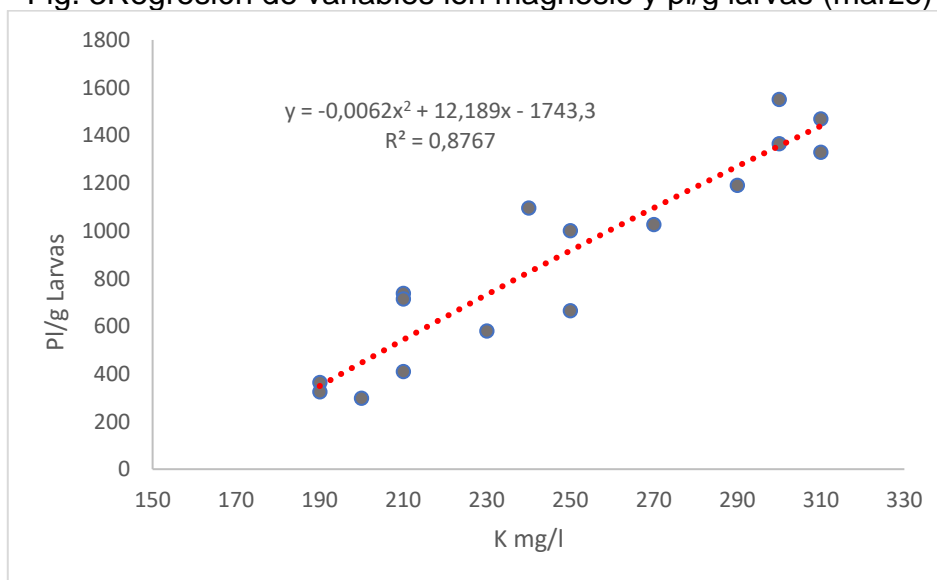


Fig. 4.14 Regresión de variables ion potasio y pl/g larvas (marzo)

Se analizó el mes de marzo (temporada invernal), en los gráficos de regresión (Fig. 4.12, 4.13) se observó un R^2 superior a los 0,90 en las variables calcio, magnesio y pl/g larvas, mientras que en la variable potasio (Fig. 4.14) presentó un R^2 de 0,87; cuando los valores de concentraciones de los iones calcio, magnesio y potasio aumentan, el pl/g larvas va a ser mayor, por lo tanto el tamaño de la larva es pequeña, existiendo una relación directa, observando lo contrario cuando las concentraciones de los iones disminuyen el pl/g baja y el tamaño de la larva aumenta.

Tabla 4.20 Regresión entre concentraciones iónicas y peso mes de marzo (invierno)

Tabla estadística de regresión entre concentraciones iónicas y peso - marzo					
Variable	Ecuación	R ²	Probabilidad	Limite de Confianza	
				Inferior 95%	Superior 95%
Calcio	$y = 0,0018x^2 - 0,4835x + 33,423$	R ² = 0,8012	6,3381E-05	-0,07129554	-0,03190017
Magnesio	$y = 3E-06x^2 - 0,0072x + 5,4756$	R ² = 0,7192	0,00087695	-0,00234416	-0,0007613
Potasio	$y = 0,0002x^2 - 0,1262x + 19,056$	R ² = 0,8021	5,7122E-05	-0,02375639	-0,01072815

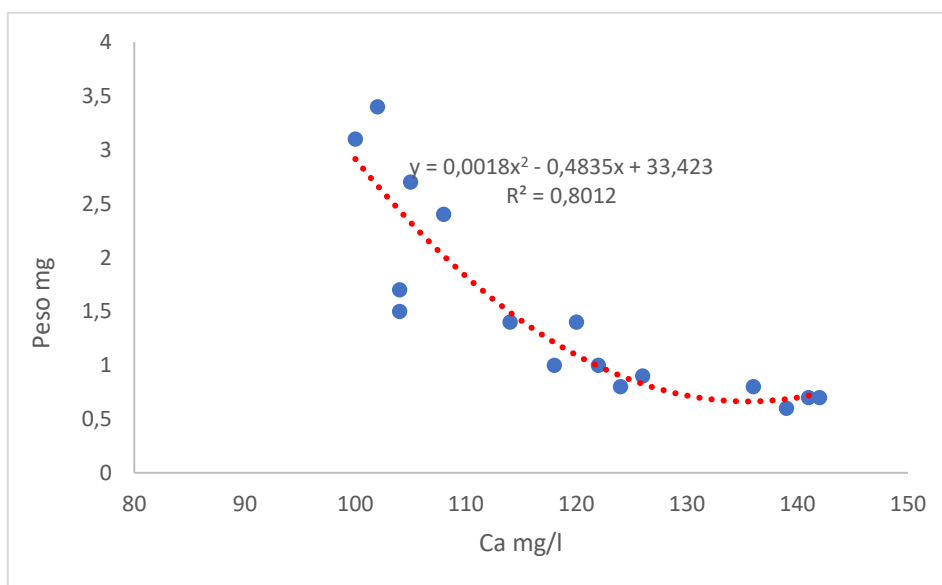


Fig. 4.15 Regresión de variables ion calcio y peso (marzo)

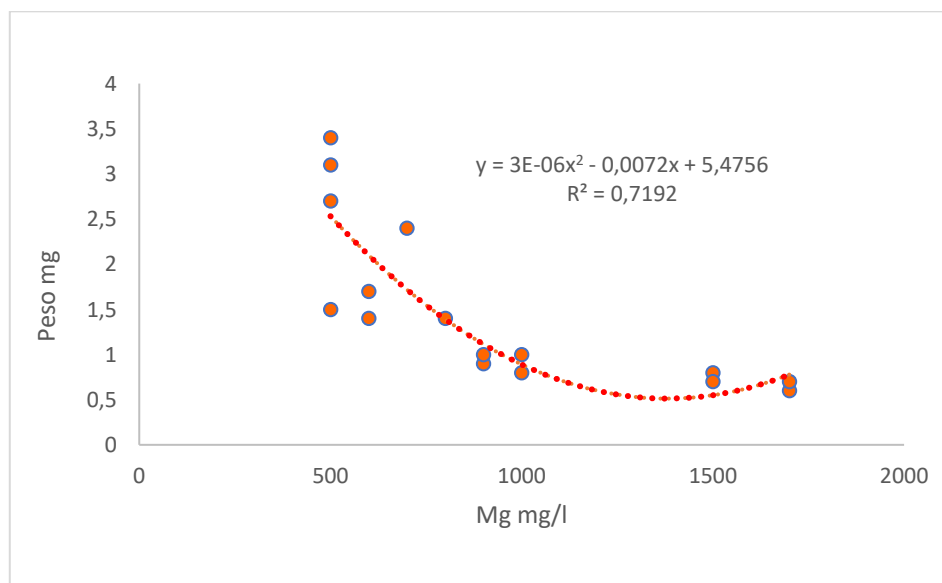


Fig. 4.16 Regresión de variables ion magnesio y peso (marzo)

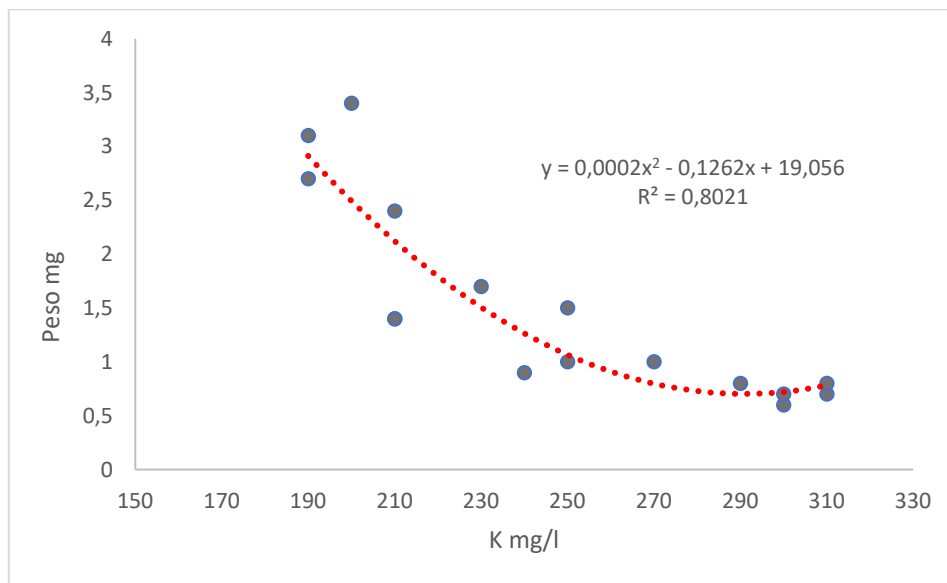


Fig. 4.17 Regresión de variables ion potasio y peso (marzo)

En los gráficos de regresión (Fig. 4.15, 4.17) se observa un R^2 superior a los 0,80 en las variables calcio, potasio y peso, la variable magnesio (Fig. 4.16) presentó un R^2 de 0,71 con respecto al peso; cuando los valores de las concentraciones de los iones calcio, magnesio y potasio disminuyen el peso de la larva aumenta existiendo una relación inversa.

Tabla 4.21 Regresión entre concentraciones iónicas y longitud mes de marzo (invierno)

Tabla estadística de regresión entre concentraciones iónicas y longitud - marzo					
Variable	Ecuación	R^2	Probabilidad	Limite de Confianza	
				Inferior 95%	Superior 95%
Calcio	$y = 0,0018x^2 - 0,511x + 40,451$	$R^2 = 0,8532$	5,2478E-06	-0,09078605	-0,0487103
Magnesio	$y = 3E-06x^2 - 0,0086x + 10,724$	$R^2 = 0,7958$	0,00012118	-0,00303019	-0,00127422
Potasio	$y = 0,0002x^2 - 0,1287x + 24,419$	$R^2 = 0,8427$	5,4908E-06	-0,03024323	-0,01618289

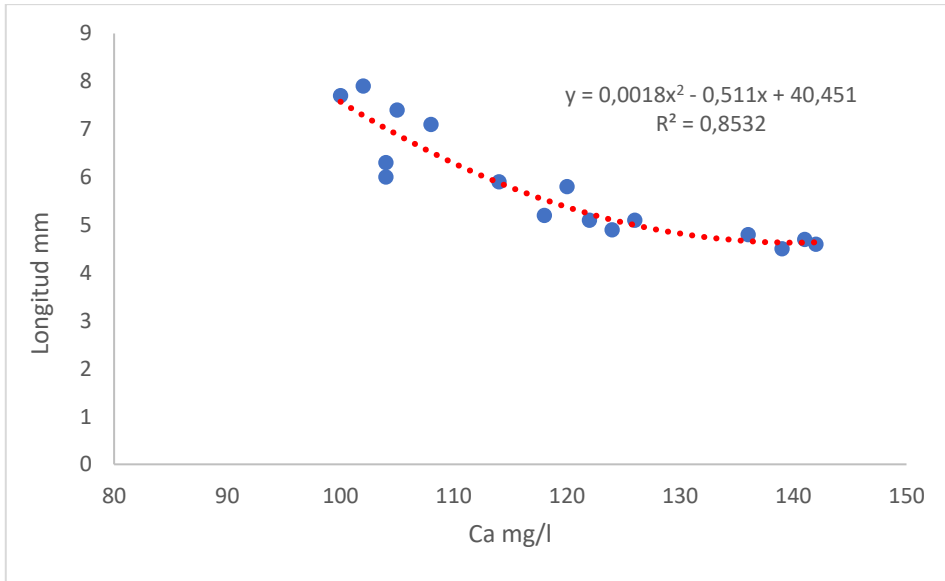


Fig. 4.18 Regresión de variables ion calcio y longitud (marzo)

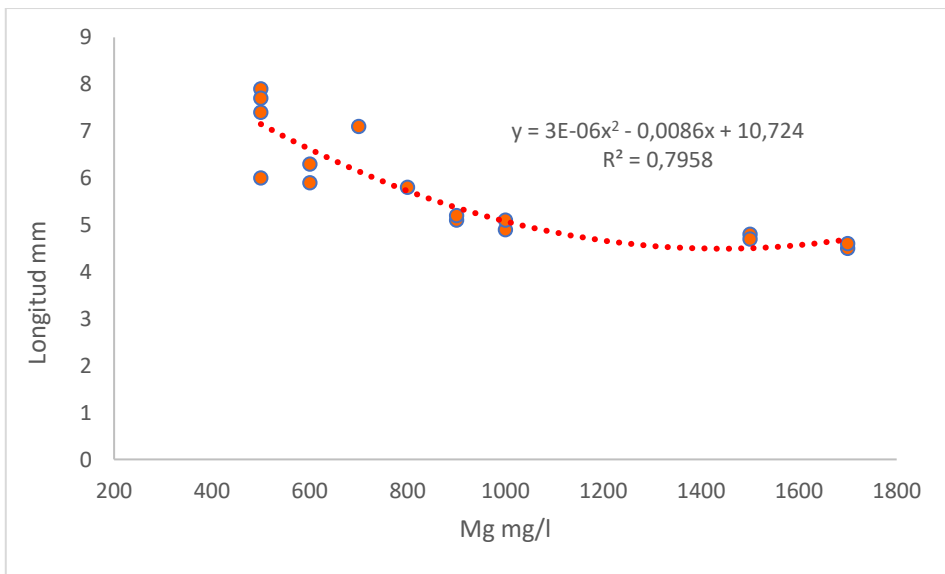


Fig. 4.19 Regresión de variables ion magnesio y longitud (marzo)

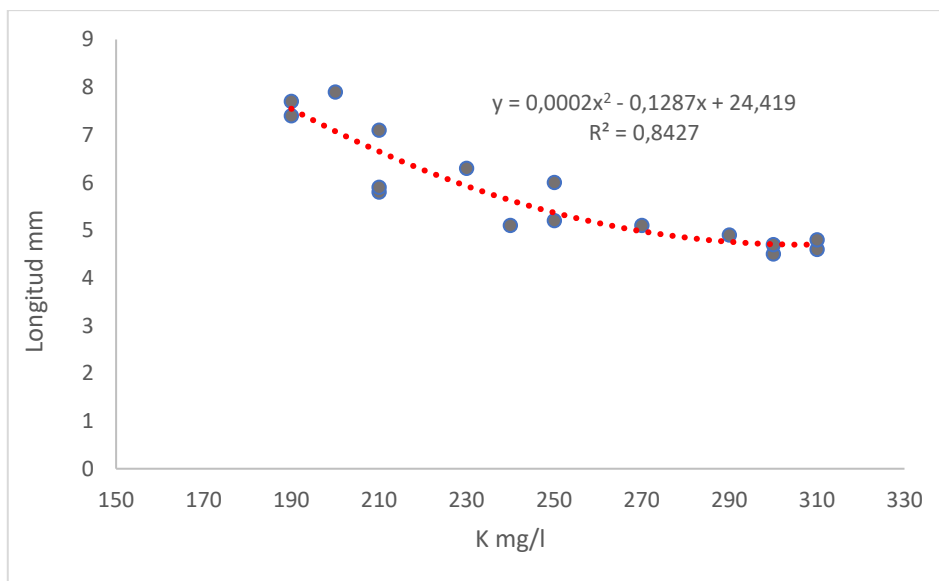


Fig. 4.20 Regresión de variables ion potasio y longitud (marzo)

Se observa en los gráficos de regresión (Fig. 4.18, 4.20) un R^2 superior a los 0,80 en las variables calcio, potasio y longitud, la variable magnesio (Fig. 4.19) presentó un R^2 de 0,79 con respecto a longitud; cuando los valores de las concentraciones de los iones calcio, magnesio y potasio disminuyen la longitud de la larva aumenta existiendo una relación inversa, comprobando una relación significativa entre las variables.

Tabla 4.22 Regresión entre concentraciones iónicas y pl/g larvas mes de junio (verano)

Tabla estadística de regresión entre concentraciones iónicas y pl/g larvas - junio					
Variable	Ecuación	R^2	Probabilidad	Limite de Confianza	
				Inferior 95%	Superior 95%
Calcio	$y = 0,1609x^2 + 63,839x - 4761,3$	$R^2 = 0,7923$	5,9706E-06	15,1697988	28,4934491
Magnesio	$y = 0,01x^2 - 14,133x + 5316,3$	$R^2 = 0,8814$	1,4352E-06	2,32120024	4,03112951
Potasio	$y = 0,8904x^2 - 375,36x + 39823$	$R^2 = 0,7985$	1,5964E-05	18,0795639	36,2135395

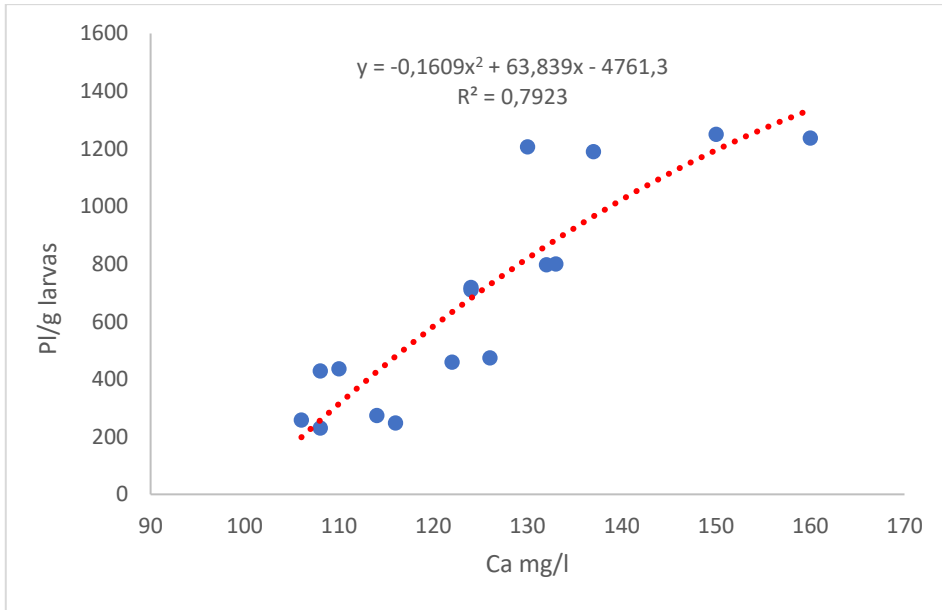


Fig. 4.21 Regresión de variables ion calcio y pl/g larvas (junio)

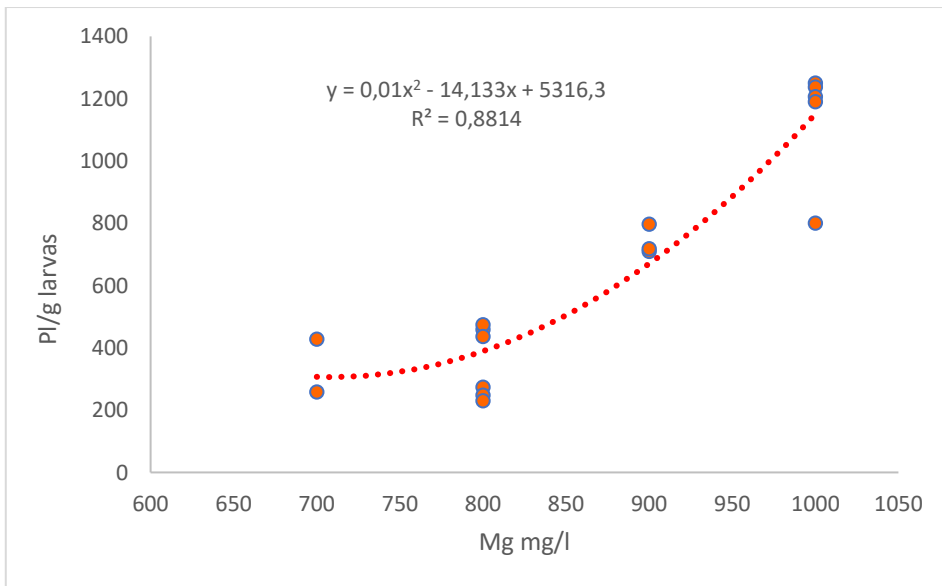


Fig. 4.22 Regresión de variables ion magnesio y pl/g larvas (junio)

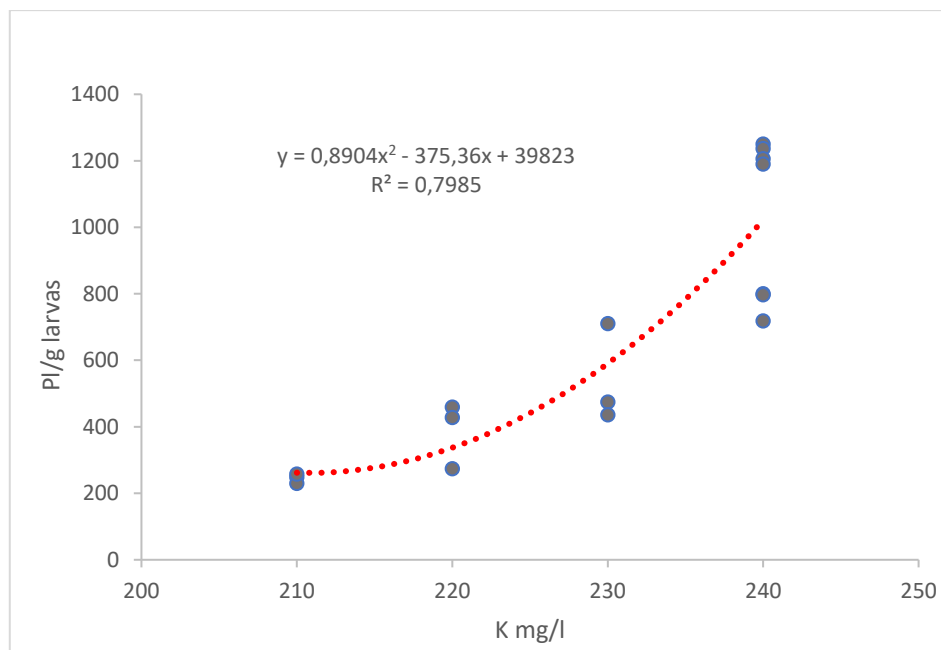


Fig. 4.23 Regresión de variables ion potasio y pl/g larvas (junio)

Se realizó la predicción entre variables independientes y dependientes en el mes de junio (verano), en los gráficos de regresión (Fig. 4.21, 4.22, 4.23) se observó un R^2 mayor a 0,79 en los variables calcio, magnesio, potasio y pl/g larvas; cuando los valores de las concentraciones del calcio, magnesio y potasio aumentan el pl/g larvas va a ser mayor, por lo tanto el tamaño de la larva es pequeña, existiendo una relación directa, observando lo contrario cuando las concentraciones de los iones disminuyen el pl/g baja y el tamaño de la larva aumenta.

Tabla 4.23 Regresión entre concentraciones iónicas y peso mes de junio (verano)

Tabla estadística de regresión entre concentraciones iónicas y peso - junio					
Variable	Ecuación	R^2	Probabilidad	Limite de Confianza	
				Inferior 95%	Superior 95%
Calcio	$y = 0,0014x^2 - 0,4195x + 32,853$	$R^2 = 0,7031$	0,00033854	-0,09096499	-0,03399228
Magnesio	$y = 1E-05x^2 + 0,0145x - 0,1122$	$R^2 = 0,6613$	0,00016151	-0,01297284	-0,00529239
Potasio	$y = 0,0007x^2 - 0,4145x + 59,862$	$R^2 = 0,8881$	5,8997E-08	-0,11512183	-0,07568276

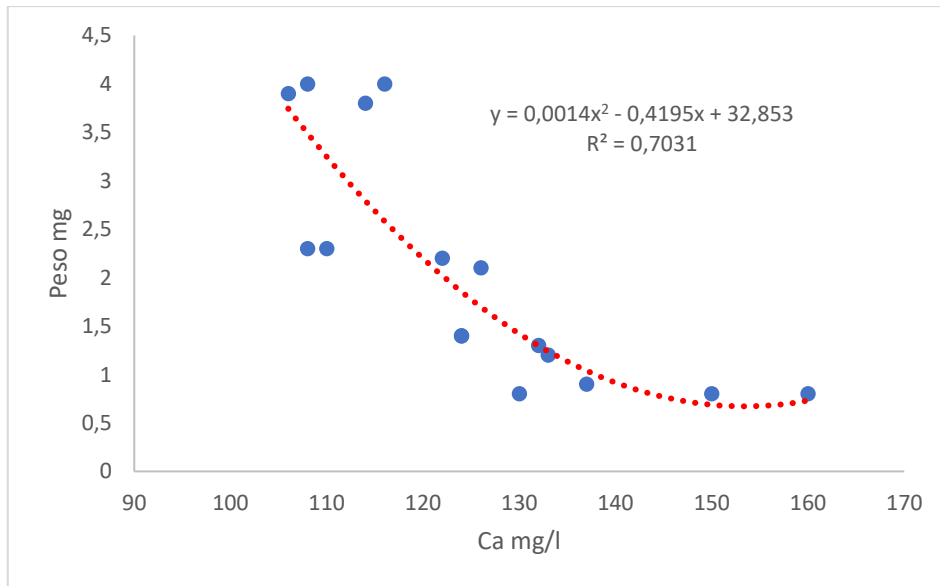


Fig. 4.24 Regresión de variables ion calcio y peso (junio)

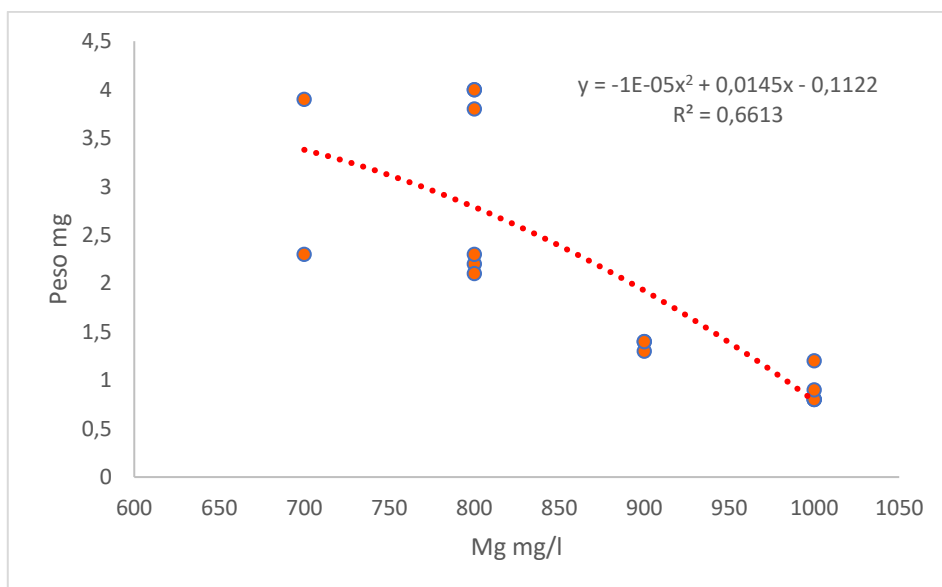


Fig. 4.25 Regresión de variables ion magnesio y peso (junio)

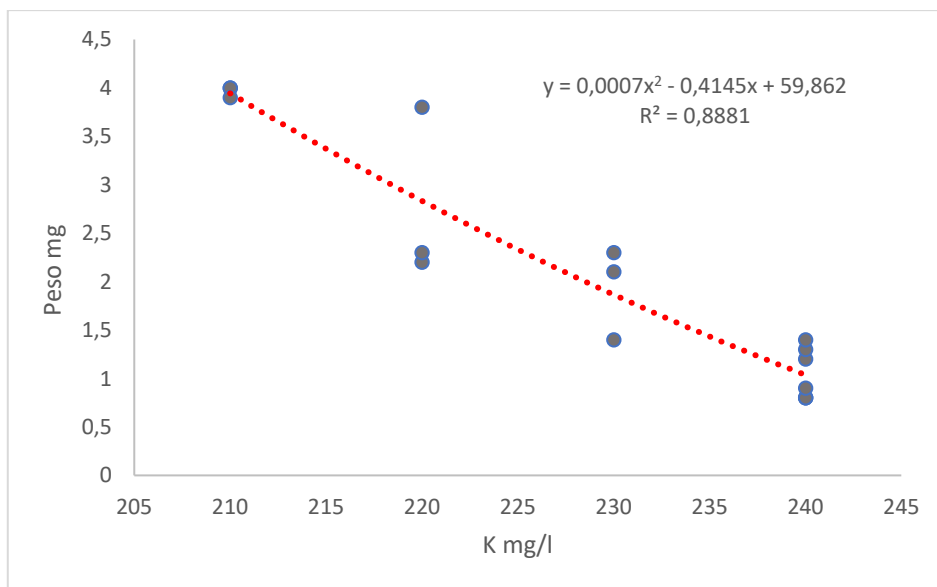


Fig. 4.26 Regresión de variables ion potasio y peso (junio)

En los gráficos de regresión (Fig. 4.24, 4.26) se observa un R^2 superior a los 0,70 en las variables calcio, potasio y el índice de producción peso, la variable magnesio (Fig. 4.25) presentó un R^2 de 0,67 con respecto al peso; cuando los valores de las concentraciones de los iones calcio, magnesio y potasio disminuyen el peso de la larva aumenta existiendo una relación inversa.

Tabla 4.24 Regresión entre concentraciones iónicas y longitud mes de junio (verano)

Tabla estadística de regresión entre concentraciones iónicas y longitud - junio					
Variable	Ecuación	R^2	Probabilidad	Limite de Confianza	
				Inferior 95%	Superior 95%
Calcio	$y = 0,0014x^2 - 0,4283x + 38,654$	$R^2 = 0,762$	6,2287E-05	-0,10427013	-0,04672702
Magnesio	$y = -2E-05x^2 + 0,0296x - 1,3064$	$R^2 = 0,7563$	2,4513E-05	-0,01482141	-0,00717142
Potasio	$y = 0,0004x^2 + 0,0863x + 9,4206$	$R^2 = 0,8923$	3,9313E-08	-0,13049476	-0,0869765

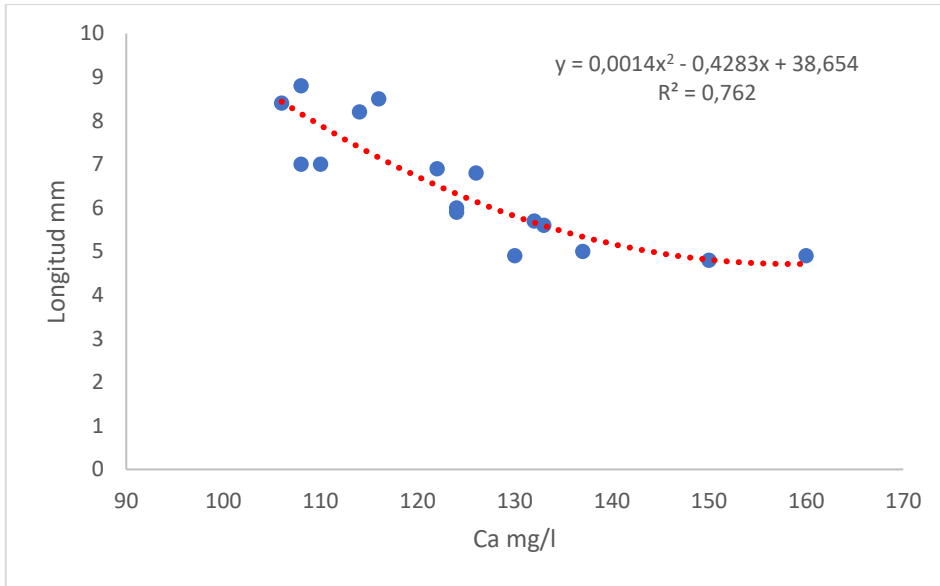


Fig. 4.27 Regresión de variables ion calcio y longitud (junio)

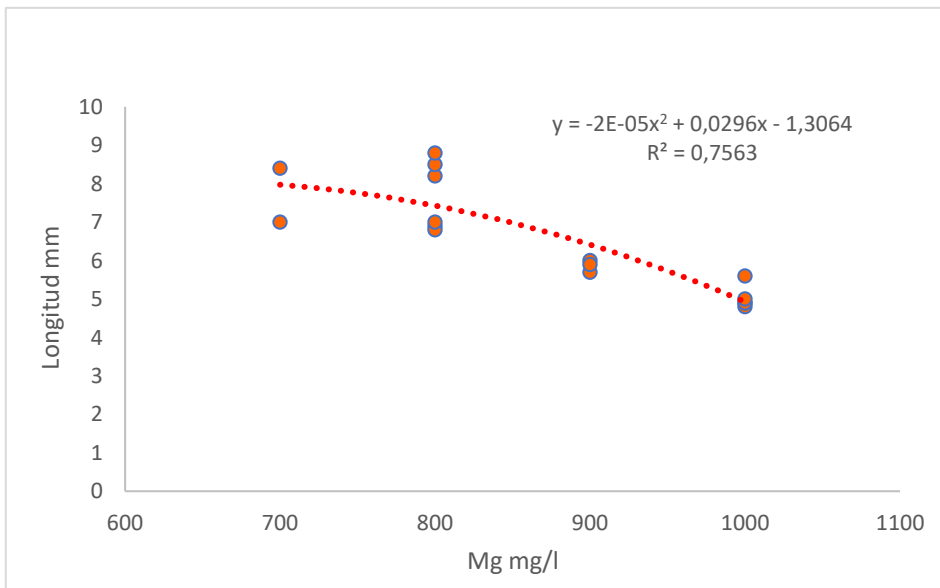


Fig. 4.28 Regresión de variables ion magnesio y longitud (junio)

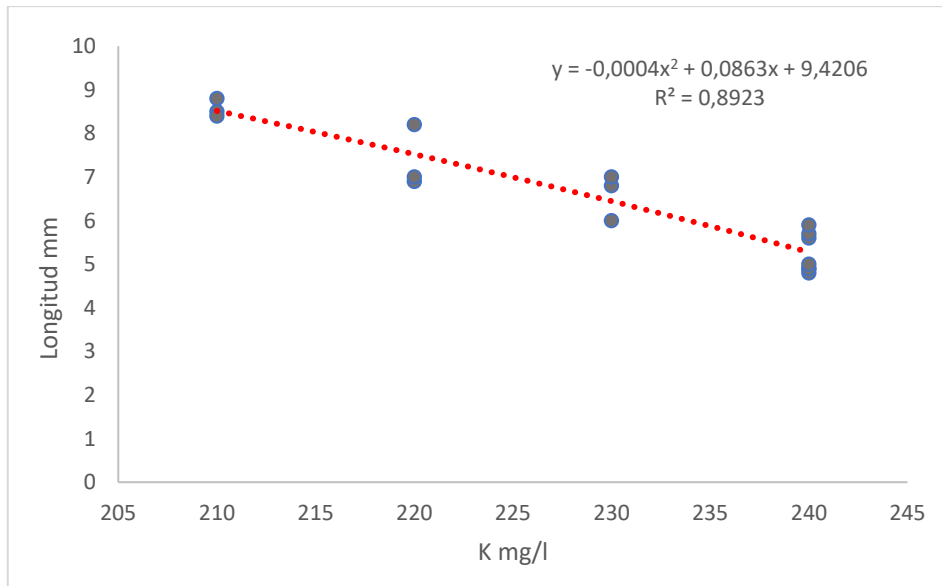
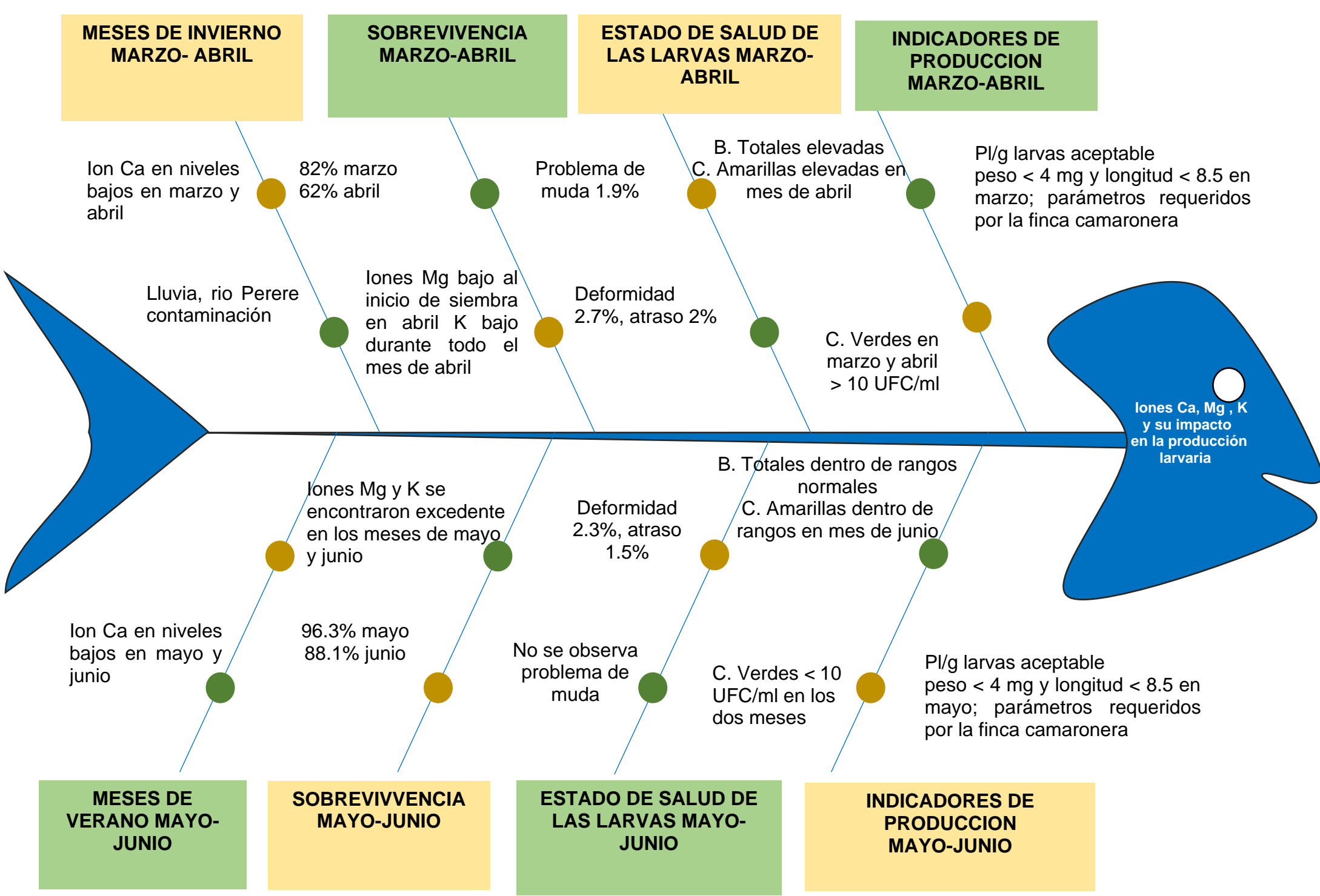


Fig. 4.29 Regresión de variables ion potasio y longitud (junio)

Se observa un R^2 superior a los 0,75 entre las variables calcio, magnesio, potasio y el índice de producción longitud (Fig. 4.27, 4.28, 4.29); cuando los valores de las concentraciones de los iones calcio, magnesio y potasio disminuyen la longitud de la larva aumenta existiendo una relación inversa, comprobando una relación significativa entre las variables.

Concluyendo con los análisis de datos se procedió a elaborar un diagrama de Ishikawa para mejor comprensión de la información encontrada.



**MESES DE INVIERNO
MARZO- ABRIL**

**SOBREVIVENCIA
MARZO-ABRIL**

**ESTADO DE SALUD DE
LAS LARVAS MARZO-
ABRIL**

**INDICADORES DE
PRODUCCION
MARZO-ABRIL**

Ion Ca en niveles bajos en marzo y abril

Lluvia, rio Perere contaminación

82% marzo
62% abril

Iones Mg bajo al inicio de siembra en abril K bajo durante todo el mes de abril

Problema de muda 1.9%

Deformidad 2.7%, atraso 2%

B. Totales elevadas
C. Amarillas elevadas en mes de abril

C. Verdes en marzo y abril > 10 UFC/ml

PI/g larvas aceptable peso < 4 mg y longitud < 8.5 en marzo; parámetros requeridos por la finca camaronera

Iones Ca, Mg, K y su impacto en la producción larvaria

Iones Mg y K se encontraron excedente en los meses de mayo y junio

Deformidad 2.3%, atraso 1.5%

B. Totales dentro de rangos normales
C. Amarillas dentro de rangos en mes de junio

Ion Ca en niveles bajos en mayo y junio

96.3% mayo
88.1% junio

No se observa problema de muda

C. Verdes < 10 UFC/ml en los dos meses

PI/g larvas aceptable peso < 4 mg y longitud < 8.5 en mayo; parámetros requeridos por la finca camaronera

**MESES DE VERANO
MAYO- JUNIO**

**SOBREVIVENCIA
MAYO-JUNIO**

**ESTADO DE SALUD DE
LAS LARVAS MAYO-
JUNIO**

**INDICADORES DE
PRODUCCION
MAYO- JUNIO**

CAPÍTULO 5

5.1 Conclusiones

Se describe los índices de producción sobrevivencia, pl/g larvas, peso, longitud y crecimiento bacteriano durante el período de estudio, donde la sobrevivencia de postlarvas, llegó a su máxima producción en el mes de mayo (verano) con el 96.3%, mientras que el mes con mayor pérdida del cultivo larvario fue abril (invierno) con el 61,8% de sobrevivencia.

Sin embargo, en el mes de menor producción (abril), registró mejores indicadores de productividad con un pl/g de 227.8 g, peso por larva con un promedio de 4,4 mg, una longitud de 8,7 mm, esto es debido a la baja densidad que tuvieron los tanques ya que presentaron problemas de muda, siendo este mismo mes, donde se pudo observar crecimiento bacteriano elevado de colonias amarillas $1,50E+04$ UFC/ml y $2,18E+01$ UFC/ml de colonias verdes; colonias de *Vibrios* que son los causantes de enfermedades, las mismas que afectan en la producción final del crustáceo.

Las concentraciones iónicas durante esta investigación mostraron que, en los meses lluviosos (marzo - abril) y meses de sequía (mayo - junio):

El ion calcio no llegó a los valores óptimos según el nivel de salinidad en todo el período de estudio, existiendo un desequilibrio iónico según el factor planteado por Boyd y Thunjai [30], donde los valores de calcio permanecieron hasta por debajo del 85% de lo esperado al inicio de siembra en el mes de marzo. Se observa en la salud de las larvas < 2.7 % de atrasos y $< 1.9\%$ problema de muda en los meses de marzo y abril (meses de lluvia).

El ion magnesio se presentó en cantidades bajas y altas según el nivel de salinidad en el agua de mar, donde según el trabajo investigativo del factor de Boyd y Thunjai [30], no alcanzaron los valores esperados obteniendo hasta un excedente del 35.8% del ion en el mes de mayo (sequía). En el mes de abril (lluvia) se tuvo deficiencia de magnesio de hasta un 18% desde N5 hasta Mysis 1 en los tanques de cultivo larvario.

El ion potasio tuvo variaciones en las concentraciones si lo comparamos con el nivel de salinidad del agua de mar, donde según la investigación de Boyd y Thunjai [30], no se encontraron los valores necesarios por lo que no existió un equilibrio iónico. Se evidenció falta de potasio de hasta un 30.8% durante todo el mes de abril (lluvia). En el mes de mayo, las concentraciones del ion tuvieron un excedente del 49,1%.

La tendencia de la correlación positiva más alta se encontró entre la relación de las variables magnesio y pl/g larvas, mientras que la correlación positiva más baja estuvo entre la relación de las variables potasio y pl/g larvas.

La tendencia de la correlación negativa más alta se encontró entre la relación de las variables magnesio y longitud; mientras que la correlación negativa más baja se observa entre el potasio y el peso durante el periodo de estudio.

5.2 Recomendaciones

Las investigaciones del balance iónico en la producción de larvas de camarón no toman aún la suficiente fuerza para que, los directivos y productores la implementen como protocolo de trabajo en el análisis de estos nutrientes, debido al desconocimiento de lo fundamental que podría ser. Se recomienda, incentivar a futuros profesionales y especialistas a realizar investigaciones de campo que ayuden a mejorar la calidad de la producción larvaria en sectores con pocos antecedentes de estudio.

Si bien es cierto, este trabajo solo cuenta con 4 meses en análisis, lo que a nivel de conclusión nos deja una brecha de estudio mayor para continuar observando las fluctuaciones de los minerales en una producción larvaria, por lo que, sería ideal seguir desarrollando esta investigación.

Las sobrevivencias altas son el reflejo de un trabajo que ha seguido todos los protocolos necesarios para conseguirlos, sin embargo, los cambios climáticos no se pueden predecir, se debe pensar en el costo-beneficio que implicaría dosificar sales minerales que ayuden a mejorar las producciones.

Estos estudios generan un costo elevado para ser llevados en otras producciones, sin embargo, la esencialidad de estos resultados puede ayudar de gran manera a que los productores visualicen una mejor calidad de sus crías larvarias (sobrevivencias altas).

Referencias

- [1] M. Beltrán, «Innovación en el sector acuícola,» *Ra Ximhai*, vol. 13, n° 3, pp. 351-364, 2017.
- [2] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura, «El estado mundial de la pesca y la acuicultura.,» FAO, Quito, 2020.
- [3] C. Vera y J. Mendoza, «Repositorio,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51448>. [Último acceso: 2022].
- [4] C. Molina y M. Espinoza, «Modificación dietética para mejorar la capacidad osmoreguladora de *Litopenaeus Vannamei* cultivado a baja salinidad,» *Revista Acuicultura*, n° 128, pp. 50-53, 2019.
- [5] K. Quimis y H. Rodríguez, «Respositorio ESPOL,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51424>.
- [6] L. Sorroza, «Evaluación de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de post-larvas en raceway,» *Cumbres*, vol. 5, n° 1, pp. 113-124, 2019.
- [7] I. Domínguez y C. Soto, «Influencia de los Factores Meteorológicos en la Acuicultura de Aguas Interiores,» *Revista Cubana de Meteorología*, vol. 25, n° 2, pp. 151-166, 2019.
- [8] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, «EL ESTADO ACTUAL DE LA ACUICULTURA EN ECUADOR Y PERFILES DE NUTRICION Y ALIMENTACION,» Fao, Guayaquil, 2019.
- [9] E. Arias y K. Torres, «Repositorio Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil,» 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3155>.
- [10] j. C. Jiménez, H. Carvajal y H. Vite, «Análisis del pronóstico de las exportaciones del camarón en el Ecuador a partir del año 2019,» *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, vol. 4, n° 1, pp. 55-61, 2021.
- [11] K. Astorga, M. Rivera y C. Bermudez, «Desarrollo de camarón *Litopenaeus vannamei* en un sistema de cultivo intensivo.,» *Revista de la Sociedad Española de Acuicultura*, n° 43, pp. 1-13, 2017.
- [12] P. Buike, «Efectos de la temporada de lluvias en estanques de engorde de camarones,» *Revista Acuicultura – Cámara Nacional de Acuicultura*, n° 122, p. 57, 2018.
- [13] J. Bermudes, M. Nieves, M. Medina y J. Román, «Efecto de la temperatura y salinidad en el crecimiento,» *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, pp. 30-38, 2017.
- [14] R. Tavabe, G. Rafiee, M. Frinsko y H. Daniels, «Comparación de la actividad de Na/k ATPasa de *Macrobrachium rosenbergii* larvas en etapas de desarrollo, utilizando diferentes niveles de sodio vs potasio y las concentraciones de calcio vs magnesio, y medios de relación de adsorción de sodio y potasio,» *Revista Acuicultura Elsevier*, pp. 40-48, 2017.
- [15] E. Viteri Santana, M. Montachana Chimborazo y E. R. Melissa, «Primeros estudios en Ecuador de la influencia de la interacción genotipo - ambiente en el crecimiento y la morfología del camarón (*Penaeus Vannamei*),» *Revista especializada de la Cámara Nacional de Acuicultura*, n° 143, pp. 72-78, 2021.
- [16] D. Domínguez Montesdeoca, «Antioxidant minerals in alternative diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata*): biomarkers, sources and adequate levels,» *Revista Aquatic*, n° 58, pp. 1-3, 2020.
- [17] C. Boyd, «Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón.,» *Aquacultures*, pp. 1-30, 2017.

- [1 A. Varela y L. Choc, «Técnicas diagnósticas para enfermedades bacterianas en camarones. 8] Usos, alcances y limitaciones,» *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 31, n° 3, pp. 3-13, 2020.
- [1 S. Silva, «Repositorio del Instituto Tecnológico de Boca del Río,» 2017. [En línea]. 9] Available: <http://posgrado.bdelrio.tecnm.mx/images/MaestriaAcuacultura/REPOSITORIO%20TESIS/Tesis%20MCACUA%202016-2019/Saul%20Silva%20Reyna.pdf>.
- [2 H. Varela, B. Elizalde y S. Solórzano, «Exportación de camarón de la provincia de El Oro 0] en el contexto del Tratado Comercial con la Unión Europea,» *Revista ESPACIOS*, n° 61, pp. 24-28, 2017.
- [2 A. Figueredo, J. Patti y R. De La Fuente, «Evaluación del desempeño reproductivo de una 1] cepa domesticada de *Penaeus vannamei* en una maduración comercial,» *AquaTIC*, pp. 11-25, 2019.
- [2 Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE), «Parásitos y Patógenos de 2] Crustáceos Decápodos de Importancia Comercial, Peces y Moluscos,» *Revista de la Universidad Nacional de La Plata*, vol. 52, n° 3, pp. 611-615, 2017.
- [2 C. Illingworth, «Manual de Larvicultura,» 2020. [En línea]. Available: 3] <https://libreriasketting.ec/admin/public/uploads/catalogos/manual-larvicultura-sketting.pdf>.
- [2 K. González y C. Gómez, Crecimiento de camarones blancos juveniles En condiciones 4] experimentales de alimentación: Dieta comercial con flóculo vs Dieta comercial sin flóculo, Madrid: Editorial Academica Espanola, 2020.
- [2 B. Gómez, A. Roque y A. Guerra, «Enfermedades Infecciosas más Comunes en la 5] Camaronicultura en México y el Impacto del Uso de Antimicrobianos,» *Panorama Acuicola*, vol. 25, n° 3, pp. 315-340, 2020.
- [2 L. Martín Ríos, G. Espinosa López y O. Carrillo Famés, «Sistema inmune de camarones 6] peneidos de cultivo: Una revisión.,» *Revista de Producción Animal*, pp. 33-64, 2022.
- [2 G. Vieira, «"ANOMALIAS OCURRIDAS EN LARVAS DE L.VANNAMEI 7] CULTIVADAS EN LABORATORIO ",» Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Guayaquil, 2018.
- [2 R. Rivera, «La importancia de la calidad de suelos y agua en la producción acuícola,» 8] *Acuicultura*, pp. 23-33, 2021.
- [2 C. Vera y J. Mendoza, «Repositorio Escuela Superior Politécnica del Litoral,» 2020. [En 9] línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51448/1/T-76728.pdf>.
- [3 C. Molina y M. Espinoz, «Modificación dietética para mejorar la capacidad osmoreguladora 0] de *Litopenaeus vannamei* cultivado en baja salinidad,» *Aquacultura*, vol. 138, pp. 50-51, 2019.
- [3 YSI Environmental, «Fotómetros flexibles para campos o laboratorio,» 2017. [En línea]. 1] Available: <https://www.ysi.com/File%20Library/Documents/Specification%20Sheets/W17S-9300-9500-Photometers-Espanol.pdf>. [Último acceso: Junio 2022].
- [3 M. Carnerero y P. Acosta, «Fotometria e calibrazione infrarossi. User Manual,» *INAF*, pp. 2] 25-43, 2022.
- [3 YSI, Inc., «YSI 9300 and 9500 Photometers User Manual,» Brannum Lane Yellow Springs, 3] 2017.

- [3 S. Flores y D. Aracena, «Sistema de monitoreo remoto de acuicultura en estanques,» *Revista chilena de ingeniería*, vol. 26, pp. 6-11, 2018.
- [3 D. Gamarra, «El proceso de disolución, Tipos de concentración: porcentajes, molaridad, normalidad, molalidad.» Une, Lima, 2021.
- [3 A. Hernández y J. Labbé, «Microalgas, cultivo y beneficios,» *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, vol. 49, n° 2, pp. 57-73, 2018.
- [3 Larvia, «Instructivo toma de muestra,» 2022. [En línea]. Available: <https://larvia.ai/wp-content/uploads/2022/07/Instructivo-toma-de-muestra.pdf>.
- [3 R. Ordoñez, «Manual de Larvicultura,» Diosmar, 2017.
- [3 I. Arana, M. Orruño y I. Barcina, «COMO ABORDAR Y RESOLVER ASPECTOS PRÁCTICOS DE MICROBIOLOGÍA,» Euskal Herriko Unibertsitatea , 2018.
- [4 ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA , «Manual de Buenas Prácticas Acuícolas,» OIRSA, El Salvador, 2017.
- [4 Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, «Informe de precipitaciones en Ecuador,» Inamhi, Quito, 2022.
- [4 A. Licona Jain, «Efecto de la suplementación de inmunoestimulantes sobre parámetros inmunológicos, expresión de genes y resistencia a *Vibrio parahaemolyticus* en camarón blanco *Penaeus vannamei*,» *CONACYT*, 2022.
- [4 Organización Mundial de Sanidad Animal- OIE, Manual de las Pruebas de Diagnóstico para los Animales Acuáticos, Buenos Aires: Hemisferio Sur S.A., 2019.
- [4 D. Parrilla, «Caracterización genómica del virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV) en camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) del noroeste de México,» *CONACYT*, pp. 36-48, 2018.
- [4 K. Pani, K. Shyam, H. Banu, K. Jeena y R. Krishnan, *Aquaculture*, Elsevier, 2017.
- [4 R. Tenecota, J. Mite y S. Alcívar, «Enfermedades, tratamientos y recomendaciones en el cultivo del camarón,» *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*, pp. 63-72, 2018.
- [4 J. Chávez, «Parámetros Químicos usados en Acuicultura,» *Fundación Sociedad Latinoamericana de Acuicultura.*, n° 126, pp. 31-34, 2018.
- [4 K. Rivera, «Respositorio Universidad Técnica de Machala,» 2018. [En línea]. Available: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12227/1/DE00004_EXAMENCOMPL EXIVO.pdf.
- [4 L. Lizarraga y E. Ponce, «Incidencia de bacterias luminiscentes en cultivos larvarios de *Penaeus stylirostris*,» *Autonomous University of Baja California*, pp. 35-48, 2022.

Anexos

A. Promedio minerales mes de marzo

A.1. Promedio calcio marzo

ESTADIOS	CALCIO			
	C1	C2	C3	C4
N5	52	55	54	53
Z1	110	100	102	105
M1	146	123	122	109
PL2	139	142	136	141
PL5	124	126	118	122
PL7	120	114	104	104
PL10	108	105	102	100

A.2. Promedio magnesio marzo

ESTADIOS	MAGNESIO			
	C1	C2	C3	C4
N5	1800	1800	1800	1800
Z1	1700	1700	1700	1800
M1	1500	1700	1700	1600
PL2	1700	1700	1500	1500
PL5	1000	900	900	1000
PL7	800	600	600	500
PL10	700	500	500	500

A.3. Promedio potasio marzo

ESTADIOS	POTASIO			
	C1	C2	C3	C4
N5	300	320	310	310
Z1	300	300	300	300
M1	280	300	300	300
PL2	300	310	310	300
PL5	290	240	250	270
PL7	210	210	230	250
PL10	210	190	200	190

A.4. Promedio alcalinidad marzo

ESTADIOS	Alcalinidad				PROMEDIO
	C1	C2	C3	C4	
N5	85	85	85	85	85
Z1	120	123	133	129	126,3
M1	130	140	140	140	137,5
PL2	160	180	170	180	172,5
PL5	180	200	210	200	197,5
PL7	195	215	200	190	200
PL10	190	200	210	185	196,25

B. Promedio minerales mes de abril

B.1. Promedio calcio abril

ESTADIOS	CALCIO				PROMEDIO
	C1	C2	C3	C4	
N5	108	108	105	108	107,25
Z1	119	105	120	119	115,75
M1	120	110	112	120	115,5
PL2	125	114	110	115	116
PL5	112	110	107	112	110,25
PL7	105	104	104	108	105,25
PL10	102	102	103	101	102

B.2. Promedio magnesio abril

ESTADIOS	MAGNESIO				PROMEDIO
	C1	C2	C3	C4	
N5	1000	1100	1000	1000	1025
Z1	1000	900	1000	1000	975
M1	1000	900	900	900	925
PL2	1100	900	900	900	950
PL5	900	900	900	900	900
PL7	500	800	500	800	650
PL10	500	800	500	800	650

B.3. Promedio potasio abril

ESTADIOS	POTASIO				
	K	K	K	K	
N5	330	310	330	300	317,5
Z1	300	310	300	300	302,5
M1	210	210	210	200	207,5
PL2	220	180	200	190	197,5
PL5	180	150	140	150	155
PL7	120	130	120	150	130
PL10	130	120	120	120	122,5

B.4. Promedio alcalinidad abril

ESTADIOS	ALCALINIDAD				
	C1	C2	C3	C4	
N5	85	85	85	85	85
Z1	150	115	150	110	131,25
M1	160	160	175	160	163,75
PL2	160	175	250	195	195
PL5	220	210	210	220	215
PL7	220	255	205	220	225
PL10	215	190	180	195	195

C. Promedio minerales mes de mayo

C.1. Promedio calcio mayo

ESTADIOS	Calcio				
	C1	C2	C3	C4	
N5	110	118	116	112	114
Z1	116	102	112	116	112
M1	120	110	106	120	114
PL2	108	120	110	118	114
PL5	118	114	104	112	112
PL7	105	104	103	108	105
PL10	104	100	100	102	102

C.2. Promedio magnesio mayo

ESTADIOS	MAGNESIO				
	C1	C2	C3	C4	
N5	1400	1700	1700	1500	1575
Z1	1500	1500	1500	1500	1500
M1	1300	1300	1500	1400	1375
PL2	1200	1200	1100	1000	1125
PL5	800	800	900	900	850
PL7	700	800	800	700	750
PL10	600	800	800	700	725

C.3. Promedio potasio mayo

ESTADIOS	POTASIO				
	C1	C2	C3	C4	
N5	380	390	390	380	385
Z1	360	360	370	360	363
M1	350	330	350	350	345
PL2	300	290	300	320	303
PL5	260	250	250	260	255
PL7	220	230	220	230	225
PL10	220	220	220	230	223

C.4. Promedio alcalinidad mayo

ESTADIOS	ALCALINIDAD				
	C1	C2	C3	C4	
N5	85	85	85	85	85
Z1	105	120	150	140	128,75
M1	130	135	190	162	154,25
PL2	160	165	200	205	182,5
PL5	200	180	215	240	208,75
PL7	225	235	215	240	228,75
PL10	210	235	205	200	212,5

D. Promedio minerales mes de junio

D.1. Promedio calcio junio

ESTADIOS	CALCIO				
	C1	C2	C3	C4	
N5	114	116	120	114	116
Z1	143	120	130	107	125
M1	140	127	132	140	134,75
PL2	150	160	130	137	144,25
PL5	133	132	124	124	128,25
PL7	122	126	110	108	116,5
PL10	114	116	108	106	111

D.2. Promedio magnesio junio

ESTADIOS	MAGNESIO				
	C1	C2	C3	C4	
N5	1400	1400	1300	1500	1400
Z1	1400	1300	1400	1300	1350
M1	1100	1300	1300	1500	1300
PL2	1000	900	1000	900	950
PL5	1000	900	900	900	925
PL7	700	800	800	700	750
PL10	700	800	800	900	800

D.3. Promedio potasio junio

ESTADIOS	POTASIO				
	C1	C2	C3	C4	
N5	370	390	380	360	375
Z1	380	360	360	360	365
M1	330	300	310	300	310
PL2	240	230	240	240	237,5
PL5	240	240	230	240	237,5
PL7	220	230	220	220	222,5
PL10	240	260	220	240	240

D.4. Promedio alcalinidad junio

ESTADIOS	ALCALINIDAD				
	C1	C2	C3	C4	
N5	90	90	90	90	90
Z1	110	110	115	105	110
M1	140	130	150	120	135
PL2	185	190	195	185	188,75
PL5	195	185	205	205	197,5
PL7	205	200	195	200	200
PL10	200	280	190	215	221,25

E. Índices de producción

E.1. Marzo

NCH-C03-22		TQ6			TQ7			TQ8			TQ9		
Fechas	Estadio	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)
13-mar	PL3	1551	0,6	4,5	1469	0,7	4,6	1329	0,8	4,8	1365	0,7	4,7
14-mar	PL4	1318	0,8	4,8	1360	0,7	4,7	1212	0,8	4,9	1325	0,8	4,8
15-mar	PL5	1190	0,8	4,9	1095	0,9	5,1	1000	1	5,2	1026	1	5,1
16-mar	PL6	1034	1	5,2	862	1,2	5,5	826	1,2	5,6	793	1,3	5,7
17-mar	PL7	737	1,4	5,8	714	1,4	5,9	580	1,7	6,3	665	1,5	6
18-mar	PL8	544	1,8	6,5	489	2	6,7	460	2,2	6,8	484	2,1	6,7
19-mar	PL9	491	2	6,7	403	2,5	7,2	400	2,5	7,2	390	2,6	7,2
20-mar	PL10	409	2,4	7,1	364	2,7	7,4	297	3,4	7,9	324	3,1	7,7
21-mar	PL11	313	3,2	7,8	259	3,9	8,3	263	3,8	8,3	235	4,2	8,6
22-mar	PL12	273	3,7	8,1									

E.2. Abril

NCH-C04-22		TQ6			TQ7			TQ8			TQ9		
Fechas	Estadio	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)
15-abr	PL5	986	1	5,3	1008	1	5,2	1116	0,9	5	1110	0,9	5,1
16-abr	PL6	822	1,2	5,6	728	1,4	5,9	851	1,2	5,5	897	1,1	5,4
17-abr	PL7	654	1,5	6,1	657	1,5	6	655	1,5	6,1	666	1,5	6
18-abr	PL8	482	2,1	6,7	566	1,8	6,4	532	1,9	6,5	544	1,8	6,5
19-abr	PL9	423	2,4	7	448	2,2	6,9	442	2,3	6,9	462	2,2	6,8
20-abr	PL10	368	2,7	7,4	412	2,4	7,1	316	3,2	7,8	409	2,4	7,1
21-abr	PL11	254	3,9	8,3	237	4,2	8,6	297	3,4	7,9	309	3,2	7,8
22-abr	PL12							198	5	9,1	222	4,5	8,8

E.3. Mayo

NCH-C05-22		TQ1			TQ3			TQ4			TQ5		
Fechas	Estadio	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)
13-may	PL4	1075	0,9	5,1	1047	1	5,2	1195	0,8	4,9	1047	1	5,2
14-may	PL5	922	1,1	5,4	902	1,1	5,4	963	1	5,3	751	1,3	5,87
15-may	PL6	877	1,1	5,5	792	1,3	5,7	734	1,4	5,8	734	1,4	5,8
16-may	PL7	688	1,5	6	686	1,5	6	707	1,4	5,9	576	1,7	6,4
17-may	PL8	5,47	1,8	6,5	550	1,8	6,5	678	1,5	6	492	2	6,7
18-may	PL9	461	2,2	6,9	439	2,3	7	532	1,9	6,5	374	2,7	7,3
19-may	PL10	376	2,7	7,3	372	2,7	7,4	430	2,3	7	312	3,2	7,8
20-may	PL11	354	2,8	7,5	283	3,5	8,1	350	2,9	7,5	271	3,7	8,2
21-may	PL12	258	3,9	8,3				290	3,4	8			
22-may	PL13							245	4,1	8,5			

E.4. Junio

NCH-C06-22		TQ1			TQ3			TQ5			TQ7		
Fechas	Estadio	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)	PL/g	Peso (mg)	Long (mm)
12-jun	PL3	1268	0,8	4,8	1237	0,8	4,9	1206	0,8	4,9	1135	0,9	5
13-jun	PL4	930	1,1	5,4	932	1,1	5,4	876	1,1	5,5	845	1,2	5,6
14-jun	PL5	816	1,2	5,6	797	1,3	5,7	690	1,4	6	718	1,4	5,9
15-jun	PL6	549	1,8	6,5	582	1,7	6,3	560	1,8	6,4	580	1,7	6,3
16-jun	PL7	459	2,2	6,9	474	2,1	6,8	436	2,3	7	428	2,3	7
17-jun	PL8	400	2,5	7,2	376	2,7	7,3	340	2,9	7,6	412	2,4	7,1
18-jun	PL9	308	3,2	7,9	314	3,2	7,8	261	3,8	8,3	311	3,2	7,8
19-jun	PL10	274	3,6	8,2	248	4	8,5	222	4,5	8,8	258	3,9	8,4
20-jun	PL11				218	4,6	8,8						

F. Hoja de vida mensual

F.1. Hoja de vida de la larva marzo

marzo							
% Lleno	% Semilleno	% Vacío	% Deformidad	% Atraso	% P/muda	% Síndrome	% Mortalidad
97,9	2,1	0,0	2,7	2,0	1,7	0,0	1,4
97,9	2,1	0,0	2,7	2,3	2,0	0,0	1,6
98,1	1,9	0,0	2,7	2,0	2,0	0,0	1,4
98,1	1,9	0,0	2,7	1,8	2,0	0,0	1,4
promedio	98,0	2,0	0,0	2,7	2,0	1,9	1,5

F.2. Hoja de vida de la larva abril

		abril						
	% Lleno	% Semilleno	% Vacío	% Deformidad	% Atraso	% P/muda	% Síndrome	% Mortalidad
	98,0	2,0	0,0	2,0	3,7	3,3	0,0	2,3
	97,9	2,1	0,0	2,0	3,3	2,3	0,0	2,4
	98,0	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0	0,0	1,9
	98,0	2,0	0,0	2,3	2,8	2,7	0,0	2,3
promedio	98,0	2,0	0,0	2,1	2,9	2,6	0,0	2,2

F.3. Hoja de vida de la larva mayo

		Mayo						
	% Lleno	% Semilleno	% Vacío	% Deformidad	% Atraso	% P/muda	% Síndrome	% Mortalidad
	97,9	2,1	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0	1,0
	98,1	1,9	0,0	2,0	1,7	0,0	0,0	1,0
	98,1	1,9	0,0	2,0	1,3	0,0	0,0	1,1
	98,0	2,0	0,0	2,0	1,7	0,0	0,0	1,3
promedio	98,0	2,0	0,0	2,0	1,4	0,0	0,0	1,1

F.4. Hoja de vida de la larva junio

		Junio						
	% Lleno	% Semilleno	% Vacío	% Deformidad	% Atraso	% P/muda	% Síndrome	% Mortalidad
	98,1	1,9	0,0	2,7	1,3	0,0	0,0	1,6
	98,1	1,9	0,0	2,7	1,7	0,0	0,0	1,4
	98,1	1,9	0,0	2,3	1,7	0,0	0,0	1,6
	98,1	1,9	0,0	2,3	1,3	0,0	0,0	1,4
promedio	98,1	1,9	0,0	2,5	1,5	0,0	0,0	1,5

G. Correlación mes de marzo

G.1 Correlación mes de marzo

		Correlaciones					
		Ca	Mg	K	Pl/g	Peso	Longitud
Ca	Correlación de Pearson	1	,962**	,869**	,957**	-,832**	-,885**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,000
	N	16	16	16	16	16	16
Mg	Correlación de Pearson	,962**	1	,896**	,931**	-,747**	-,815**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,001	,000
	N	16	16	16	16	16	16
K	Correlación de Pearson	,869**	,896**	1	,936**	-,835**	-,884**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,000
	N	16	16	16	16	16	16
Pl/g	Correlación de Pearson	,957**	,931**	,936**	1	-,915**	-,958**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,000
	N	16	16	16	16	16	16
Peso	Correlación de Pearson	-,832**	-,747**	-,835**	-,915**	1	,990**
	Sig. (bilateral)	,000	,001	,000	,000		,000
	N	16	16	16	16	16	16
Longitud	Correlación de Pearson	-,885**	-,815**	-,884**	-,958**	,990**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	16	16	16	16	16	16

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

G.2 Correlación mes de abril

Correlaciones

		Ca	Mg	K	Pl/g	Peso	Longitud
Ca	Correlación de Pearson	1	,736**	,906**	,794**	-,714**	-,744**
	Sig. (bilateral)		,001	,000	,000	,002	,001
	N	16	16	16	16	16	16
Mg	Correlación de Pearson	,736**	1	,746**	,686**	-,655**	-,682**
	Sig. (bilateral)	,001		,001	,003	,006	,004
	N	16	16	16	16	16	16
K	Correlación de Pearson	,906**	,746**	1	,837**	-,696**	-,749**
	Sig. (bilateral)	,000	,001		,000	,003	,001
	N	16	16	16	16	16	16
Pl/g	Correlación de Pearson	,794**	,686**	,837**	1	-,937**	-,972**
	Sig. (bilateral)	,000	,003	,000		,000	,000
	N	16	16	16	16	16	16
Peso	Correlación de Pearson	-,714**	-,655**	-,696**	-,937**	1	,991**
	Sig. (bilateral)	,002	,006	,003	,000		,000
	N	16	16	16	16	16	16
Longitud	Correlación de Pearson	-,744**	-,682**	-,749**	-,972**	,991**	1
	Sig. (bilateral)	,001	,004	,001	,000	,000	
	N	16	16	16	16	16	16

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

G.3 Correlación mes de mayo

Correlaciones

		Ca	Mg	K	Pl/g	Peso	Longitud
Ca	Correlación de Pearson	1	,511*	,734**	,704**	-,658**	-,686**
	Sig. (bilateral)		,043	,001	,002	,006	,003
	N	16	16	16	16	16	16
Mg	Correlación de Pearson	,511*	1	,854**	,797**	-,664**	-,711**
	Sig. (bilateral)	,043		,000	,000	,005	,002
	N	16	16	16	16	16	16
K	Correlación de Pearson	,734**	,854**	1	,844**	-,679**	-,743**
	Sig. (bilateral)	,001	,000		,000	,004	,001
	N	16	16	16	16	16	16
Pl/g	Correlación de Pearson	,704**	,797**	,844**	1	-,944**	-,977**
	Sig. (bilateral)	,002	,000	,000		,000	,000
	N	16	16	16	16	16	16
Peso	Correlación de Pearson	-,658**	-,664**	-,679**	-,944**	1	,991**
	Sig. (bilateral)	,006	,005	,004	,000		,000
	N	16	16	16	16	16	16
Longitud	Correlación de Pearson	-,686**	-,711**	-,743**	-,977**	,991**	1
	Sig. (bilateral)	,003	,002	,001	,000	,000	
	N	16	16	16	16	16	16

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

G.4 Correlación mes de junio

Correlaciones

		Ca	Mg	K	Pl/g	Peso	Longitud
Ca	Correlación de Pearson	1	,592*	,203	,888**	-,779**	-,833**
	Sig. (bilateral)		,016	,450	,000	,000	,000
	N	16	16	16	16	16	16
Mg	Correlación de Pearson	,592*	1	,418	,731**	-,597*	-,668**
	Sig. (bilateral)	,016		,107	,001	,015	,005
	N	16	16	16	16	16	16
K	Correlación de Pearson	,203	,418	1	,163	-,003	-,060
	Sig. (bilateral)	,450	,107		,547	,992	,824
	N	16	16	16	16	16	16
Pl/g	Correlación de Pearson	,888**	,731**	,163	1	-,895**	-,953**
	Sig. (bilateral)	,000	,001	,547		,000	,000
	N	16	16	16	16	16	16
Peso	Correlación de Pearson	-,779**	-,597*	-,003	-,895**	1	,987**
	Sig. (bilateral)	,000	,015	,992	,000		,000
	N	16	16	16	16	16	16
Longitud	Correlación de Pearson	-,833**	-,668**	-,060	-,953**	,987**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,005	,824	,000	,000	
	N	16	16	16	16	16	16

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).