UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

"ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO LARVARIO EN RELACIÓN A LAS FLUCTUACIONES DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS (*Penaeus vannamei*) EN LABORATORIO EGIDIOSA, SAN PABLO - ECUADOR"

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

NOMBRE:

YAGUAL REYES CHRISTIAN ISIDRO

DOCENTE TUTOR:

Ac. SONNYA MENDOZA LOMBANA, PhD.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

"ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO LARVARIO EN RELACIÓN A LAS FLUCTUACIONES DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS (*Penaeus vannamei*) EN LABORATORIO EGIDIOSA, SAN PABLO - ECUADOR"

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

YAGUAL REYES CHRISTIAN ISIDRO

TUTOR:

Ac. SONNYA MENDOZA LOMBANA PhD.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2026

DECLARACION DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **"ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO LARVARIO EN RELACIÓN A LAS FLUCTUACIONES DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS (*Penaeus vannamei*) EN LABORATORIO EGIDIOSA, SAN PABLO - ECUADOR"**, elaborado por **YAGUAL REYES CHRISTIAN ISIDRO**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente

DOCENTE TUTOR

Ac. Sonnya Mendoza Lomabana. PhD.

C.I.: 0912802816

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista del Trabajo de Integración Curricular, **"ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO LARVARIO EN RELACIÓN A LAS FLUCTUACIONES DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS (*Penaeus vannamei*) EN LABORATORIO EGIDIOSA, SAN PABLO - ECUADOR"**, elaborado por **YAGUAL REYES CHRISTIAN ISIDRO**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Atentamente

DOCENTE DE ÁREA

Ing. Raúl Moreno Farfán, Mgt.

C.I.: 0104607320

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo a Dios por darme fuerzas, la sabiduría y la oportunidad para completar esta importante etapa de mi educación profesional. Su guía ha sido mi apoyo en cada desafío enfrentado. A mis padres, JUANA REYES RODRÍGUEZ y WILSON YAGUAL MALAVÉ, por ese amor incondicional, sacrificios constantes y apoyo inquebrantable en cada paso de mi vida académica. Su ejemplo, perseverancia y dedicación han sido el motor que me ha impulsado hacia adelante. Gracias por creer en mí, por seguirme apoyando y ser mi mayor inspiración.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la empresa EGIDIOSA S.A., por abrirme las puertas de su laboratorio y permitirme desarrollar mi tema de investigación en un entorno profesional, técnico y humano. Agradezco también a todo su equipo por colaborar, compartir conocimientos y brindar los recursos necesarios que hicieron de esta experiencia un éxito. Para mi guía del trabajo de integración curricular, Blgo. XAVIER MONTENEGRO y al Sr. Jhon Reyes por su constante apoyo, paciencia y disposición para compartir con generosidad. Su orientación fue clave para mi crecimiento académico tanto como profesional como personal, y su compromiso de orientar a jóvenes profesionales es admirable. Y de manera muy especial a mi tutora, por el trabajo siendo mi guía en cada paso. Ac. SONNYA MENDOZA LOMBANA, PhD, por su valioso acompañamiento, sus precisas observaciones y apoyo académico durante la preparación de este trabajo. Sus experiencias, requerimientos y aprendizajes fueron fundamentales para solidificar los conocimientos adquiridos fortaleciendo mi visión como futuro profesional de la BIOLOGÍA. Gracias a toda familia UPSE por ser parte de este logro. Cada uno ha dejado una huella imborrable en mi formación, este trabajo es también reflejo de su compromiso y dedicación de cada docente.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **YAGUAL REYES CHRISTIAN ISIDRO** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 17/12/2025

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Raúl Moreno Farfán, Mgt.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ac. Sonnya Mendoza Lomabana. PhD.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lcdo. Pascual Roca Silvestre, M.Sc.
SECRETARIO/A DEL TRIBUN

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas, investigaciones y resultados expuestos en el Trabajo de Integración Curricular denominado: **"ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO LARVARIO EN RELACIÓN A LAS FLUCTUACIONES DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS (*Penaeus vannamei*) EN LABORATORIO EGIDIOSA, SAN PABLO - ECUADOR"**, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma compartido con la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente

YAGUAL REYES CHRISTIAN ISIDRO

C.I.: 0925082075

Índice

1. INTRODUCCIÓN 15

2. JUSTIFICACIÓN 18

3. OBJETIVOS 20

3.1. Objetivo General 20

3.2. Objetivos Específicos 20

4. HIPÓTESIS 20

5. MARCO TEÓRICO 21

5.1. Antecedentes e Importancia 21

5.3. Generalidades del Camarón Blanco 22

5.4. Etapas de Crecimiento Larvario 23

5.5. Estadio Nauplio 24

5.6. Estadio Zoea 25

5.7. Estadio Mysis 26

5.8. Estadio Postlarva 27

5.9. Ecdisis o Muda 28

5.10. Alimentación de las larvas de *P. vannamei* 29

5.11. Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) 30

5.12. Condiciones Medioambientales 31

6. METODOLOGÍA 36

6.1. Área de Estudio 36

6.2. Diseño de la Investigación 36

6.3. Métodos y Experimentación 38

6.4. Control del Crecimiento Larvario (LARVIA) 39

6.5. Cálculo del pl/gr (Crecimiento) 40

6.6. Calibración de Equipos 41

6.7. Parámetros del agua 41

6.8. Análisis Estadístico 43

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 44

7.1. Conteo de siembra vs cosecha 44

7.2. Conteo diario de las larvas (LARVIA) 44

7.3. Conteo diario de las larvas (Manual) 45

7.4. Temperatura 46

7.5. Oxígeno 47

7.6. pH 47

7.7. Amonio 48
7.8. Nitrito 49
7.9. Nitrato 49
7.10. Alcalinidad 50
7.11. Dureza 51
7.12. Salinidad 51
7.13. Correlación (Corrida 1) 52
7.14. Correlación (Corrida 2) 54
7.15. Correlación (Corrida 3) 55
7.16. Correlación General 57
7.17. PERMANOVA 58
7.18. Pairwise post-hoc 59
7.19. Análisis SIMPER 60
7.20. Regresión RMA 62
7.21. PCA 62
8. DISCUSIÓN 65
9. CONCLUSIONES 69
10. RECOMENDACIONES 70
11. BIBLIOGRAFÍA 71
12. ANEXOS 75

Índice de Figuras

Figura 1. *Penaeus vannamei* 23
Figura 2. Etapas larvarias del camarón 23
Figura 3. Etapa nauplio del camarón 24
Figura 4. Etapa zoea del camarón 25
Figura 5. Etapa mysis del camarón 26
Figura 6. Estadio postlarva del camarón 27
Figura 7. Proceso de ecdisis o muda en el camarón 29
Figura 8. Ubicación del laboratorio EGIDIOSA S.A 36
Figura 9. Proceso de control de crecimiento larvario 40
Figura 10. Gráfico de líneas con los datos del conteo de siembra vs cosecha. 44
Figura 11. Crecimiento registrado en la aplicación LARVIA 45
Figura 12. Crecimiento registrado de manera manual 46
Figura 13. Gráfica de líneas sobre las variaciones térmicas evidenciadas por corrida. 46
Figura 14. Gráfica del oxígeno disuelto y sus fluctuaciones entre corridas 47
Figura 15. Gráfica de las variaciones del pH entre corridas 48
Figura 16. Gráfica de las fluctuaciones del amonio durante las corridas 48
Figura 17. Variación del nitrito entre las corridas 49
Figura 18. Variación del nitrato entre corridas 50
Figura 19. Rango de alcalinidad alcanzado entre las tres corridas 50
Figura 20. Variación del parámetro de dureza entre las corridas 51
Figura 21. Variación de la salinidad durante las corridas 52
Figura 22. Correlación de los parámetros biológicos vs los parámetros fisicoquímicos de la corrida 1 53
Figura 23. Correlación de los parámetros biológicos vs los parámetros fisicoquímicos de la corrida 2 54
Figura 24. Correlación de los parámetros biológicos vs los parámetros fisicoquímicos de la corrida 3 56
Figura 25. Correlación de los parámetros biológicos vs los parámetros fisicoquímicos en las tres corridas 57
Figura 26. Gráfico de dispersión con los valores del conteo manual y el digital 62
Figura 27. Representación de los componentes del PCA 63

Índice De Tablas

Tabla 1. Alimentos para la dieta seca..... 30
Tabla 2. Protocolo de trabajo..... 38
Tabla 3. Toma de parámetros físico – químicos durante la corrida..... 41
Tabla 4. Resultados estimados por la prueba de PERMANOVA con los datos de las tres corridas..... 59
Tabla 5. Valores estimados del pairwise del PERMANOVA..... 59
Tabla 6. Resultados del Análisis de Simper..... 60

Índice de Anexos

Anexo 1. Material usado durante la experimentación y desarrollo de la tesis..... 75
Anexo 2. Siembra de larvas, Conteo de larvas y control de crecimiento..... 77
Anexo 3. Análisis estadístico..... 78
Anexo 4. Visitas efectuadas al laboratorio..... 80
Anexo 5. Datos Corrida 1..... 81
Anexo 6. Datos Corrida 2..... 82
Anexo 7. Datos Corrida 3..... 83
Anexo 8. Funcionamiento de la app Larvia..... 84
Anexo 9. Recomendaciones de calibración del equipo YSI 9300 y 9500..... 85
Anexo 10. Recomendaciones de calibración del equipo YSI 9300 y 9500 (2da parte)..... 86

“ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO LARVARIO EN RELACIÓN A LAS FLUCTUACIONES DE PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS (*Penaeus vannamei*) EN LABORATORIO EGIDIOSA, SAN PABLO - ECUADOR”

El presente estudio evaluó la influencia de los parámetros fisicoquímicos del agua sobre el crecimiento larvario de Penaeus vannamei durante tres corridas consecutivas realizadas en el laboratorio Egidiosa S.A., ubicado en San Pablo, provincia de Santa Elena, Ecuador. Cada corrida se desarrolló en 30 tanques de 30 m^3, con una densidad inicial de 500 nauplios/L, a lo largo de ciclos productivos de 18 días hasta la obtención de postlarvas comerciales PL12. Se monitorearon diariamente variables fisicoquímicas como temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad, amonio, nitritos, nitratos, alcalinidad y dureza total, las cuales fueron relacionadas con parámetros biológicos, específicamente el crecimiento expresado como PL/g y la supervivencia larvaria. El análisis de correlación de Spearman evidenció asociaciones positivas fuertes entre el PL/g y la dureza total, así como con la salinidad, lo que sugiere un efecto favorable sobre la osmorregulación iónica, la calcificación del exoesqueleto y la eficiencia del proceso de ecdisis. En contraste, el amonio mostró una relación negativa con el crecimiento y la supervivencia, efecto que se intensificó bajo condiciones de pH elevado, favoreciendo la presencia de la fracción no ionizada (NH_3), reconocida por su alta toxicidad para los estadios larvarios. El análisis PERMANOVA univariado detectó diferencias significativas entre las corridas experimentales, siendo la mayor disimilitud observada entre la Corrida 1 frente a la 3 y la Corrida 1 frente a la 2, mientras que la Corrida 2 presentó mayor similitud con la Corrida 3. A su vez, el análisis SIMPER indicó que la mayor contribución a la variabilidad total estuvo asociada al conteo larval, seguido por la dureza y la salinidad, parámetros estrechamente vinculados con la disponibilidad de cationes y la dinámica del ciclo del nitrógeno. El análisis de componentes principales (PCA) explicó entre el 59,69 % y el 68 % de la varianza total, agrupando de manera positiva el crecimiento larvario con condiciones de estabilidad iónica, y separándolo de los compuestos nitrogenados potencialmente tóxicos. Finalmente, la regresión de ejes mayores reducidos (RMA) permitió validar el uso de la aplicación Larvia en comparación con los conteos manuales, demostrando una alta precisión y confiabilidad, lo que optimiza el monitoreo morfométrico y la distribución poblacional larvaria en tiempo real. En conjunto, los resultados confirman que existe una relación significativa entre los parámetros fisicoquímicos del agua y el crecimiento larvario de P. vannamei, validando la hipótesis planteada en el estudio. La adecuada gestión de variables como salinidad, dureza y compuestos nitrogenados resulta determinante para maximizar el desempeño productivo y la supervivencia larvaria, constituyéndose en un factor clave para la optimización de los sistemas de producción larvaria en laboratorio.

Palabras clave: Crecimiento larvario, Correlaciones, Larvia, *Penaeus vannamei*, Parámetros Fisicoquímicos.

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento sostenido de la demanda mundial de productos provenientes de la acuicultura ha impulsado el desarrollo y fortalecimiento de la larvicultura del camarón *Penaeus vannamei*, una etapa considerada crítica dentro del proceso productivo por su influencia directa en el desempeño posterior del cultivo. Esta práctica se ha consolidado como una estrategia fundamental para garantizar el abastecimiento continuo de postlarvas de calidad, capaces de responder a las exigencias del mercado global (Arellano, 2021). En este contexto, los laboratorios de producción larvaria representan el primer eslabón de la cadena productiva, donde el cultivo se realiza bajo condiciones controladas con el fin de optimizar el crecimiento y la supervivencia de los organismos.

Los laboratorios de larvas de *P. vannamei* se estructuran en áreas especializadas destinadas al cultivo de microalgas, producción de *Artemia* y análisis fisicoquímicos y sanitarios, permitiendo el suministro de dietas adecuadas y el monitoreo constante de las condiciones ambientales (Jara, 2019). Estas instalaciones tienen como objetivo la obtención de larvas de alta calidad biológica, mediante la aplicación de tecnologías y protocolos que favorezcan el desarrollo larval y maximicen las tasas de supervivencia.

A pesar de la elevada disponibilidad de larvas en el mercado, no siempre se logra un equilibrio óptimo entre el tiempo de cultivo y el crecimiento larvario, lo que con frecuencia obliga a extender los ciclos productivos para alcanzar la talla comercial deseada. Esta prolongación del cultivo incrementa los costos operativos y reduce la

rentabilidad de los laboratorios (Chandra, 2019). En términos generales, los ciclos productivos rentables comprenden un periodo de 18 a 20 días, desde el estadio de nauplio hasta la obtención de postlarvas comerciales (Jara, 2022).

El proceso larvario comprende una secuencia de estadios bien definidos nauplio, zoea, mysis y postlarva, cada uno con requerimientos específicos de manejo, sanidad y calidad del agua. El éxito de estas fases depende en gran medida de la implementación de sistemas asépticos, confiables y sostenibles, así como del adecuado manejo nutricional y ambiental, factores determinantes para asegurar la supervivencia y el desarrollo óptimo de las larvas (Cauas, 2019).

En Ecuador, el cultivo de camarón se inició de manera fortuita hace aproximadamente cinco décadas y ha experimentado un crecimiento acelerado, alcanzando actualmente cerca de 220.000 hectáreas de estanques de producción a nivel nacional. La provincia de Santa Elena aporta alrededor del 7 % del volumen total de producción, consolidándose como una zona estratégica para la industria camaronera (Crespin, 2021; Piedrahita, 2019). Esta actividad constituye hoy el principal rubro de exportaciones no petroleras del país (Piedrahita, 2019b). De acuerdo con la Subsecretaría de Calidad e Inocuidad, existen 101 laboratorios de larvas de camarón registrados y aprobados en la provincia de Santa Elena (MPCEIP), entre los que destacan empresas como ACUATECSA, TEXCUMAR S.A., EGIDIOSA S.A. y MEGALATINA S.A., con altos volúmenes de producción y tasas de supervivencia competitivas. Asimismo, grupos empresariales como ALMAR y Santa Priscila han incorporado prácticas de producción a gran escala con enfoques orientados a

la sostenibilidad y la reducción del uso de antibióticos (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2023).

El fortalecimiento del sector camaronero ecuatoriano ha sido posible gracias a la adopción de estrategias tecnológicas y científicas orientadas a mejorar la calidad de los organismos desde las etapas más tempranas del cultivo. Tal como lo plantea Phodé (2023), la calidad del producto final depende directamente de la calidad biológica en cada una de las fases previas del desarrollo larvario. Bajo este enfoque, Ecuador fue reconocido en 2021 como el principal productor y exportador de camarón a nivel mundial (CNA, 2023), y en 2023 alcanzó un récord histórico de exportaciones con aproximadamente 2.677 millones de libras, lo que representó un incremento del 14 % en comparación con el año anterior.

En este marco, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de los parámetros fisicoquímicos del agua sobre la tasa de crecimiento de las larvas de *Penaeus vannamei*, con el fin de identificar condiciones óptimas que permitan maximizar el rendimiento productivo y la calidad larvaria durante el ciclo de cultivo, aportando información técnica relevante para la optimización de los procesos en laboratorios de larvicultura.

2. JUSTIFICACIÓN

El sector camaronero constituye uno de los pilares estratégicos de la economía a nivel nacional e internacional, no solo por su alto valor comercial y su contribución a la seguridad alimentaria, sino también por su estrecha relación con el desarrollo científico y tecnológico aplicado a la acuicultura. En países productores como Ecuador, el camarón representa un recurso clave cuya sostenibilidad y competitividad dependen en gran medida de la optimización de los procesos productivos, especialmente en las fases tempranas del ciclo de cultivo, donde se definen la calidad y el desempeño de los organismos.

La producción de larvas de camarón es el eslabón fundamental que sustenta la actividad camaronera, ya que de su éxito depende el rendimiento posterior en las piscinas de engorde. En los laboratorios larvarios, el manejo técnico especializado es determinante para garantizar el desarrollo adecuado de los nauplios hasta estadios aptos para su transferencia a los sistemas de cultivo, con el objetivo de minimizar las tasas de mortalidad y asegurar organismos fisiológicamente competentes. No obstante, estas etapas iniciales son altamente sensibles a variaciones en las condiciones ambientales, lo que hace indispensable un control riguroso y científicamente fundamentado de los parámetros fisicoquímicos del agua.

En este contexto, resulta necesario evaluar y comprender cómo factores como la temperatura, salinidad, pH y otros parámetros fisicoquímicos influyen sobre el

crecimiento y la supervivencia larvaria. La mitigación temprana de condiciones adversas permite la obtención de organismos con mayor capacidad de adaptación frente a posibles alteraciones ambientales en los sistemas de cultivo, contribuyendo a una producción más eficiente y sostenible. Asimismo, la presente investigación se justifica por su aporte científico, al generar información técnica que puede servir como base para futuros estudios y proyectos en el ámbito de la acuicultura, consolidándose como un recurso valioso para el fortalecimiento del conocimiento y la toma de decisiones en los laboratorios de producción larvaria.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Evaluar la influencia de los parámetros fisicoquímicos en la tasa de crecimiento de larvas de Penaeus vannamei, implementando protocolos de muestreo y medición de los parámetros, para la identificación de condiciones óptimas que maximicen el rendimiento y calidad de las larvas durante el ciclo de cultivo.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los parámetros fisicoquímicos del agua que ejercen mayor influencia en la tasa de crecimiento de las larvas de Penaeus vannamei durante las diferentes etapas del ciclo de cultivo.

- Comparar el efecto de las variaciones en los parámetros críticos sobre la tasa de crecimiento de las larvas.

- Relacionar datos significativos mediante parámetros fisicoquímico y biológicos con KPIs, en los ciclos de producción de larvas.

4. HIPÓTESIS

H1: Existe una relación significativa entre los parámetros fisicoquímicos con la tasa de crecimiento de larvas de la especie *Penaeus vannamei*.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Antecedentes e Importancia

La acuicultura representa uno de los sectores productivos de mayor crecimiento en el país y en el mundo. En Ecuador, su desarrollo inicio hace aproximadamente cinco décadas, consolidándose como una de las principales fuentes de ingreso no petrolero (Crespín et al., 2021). Actualmente, se cultivan más de 220.000 Ha de estanques destinados a la producción de camarón, siendo la provincia de Santa Elena responsable de la mayor parte de la producción nacional con un 7 % (Crespín et al., 2021).

Las zonas de Mar Bravo y San Pablo se destacan por sus condiciones oceanográficas y climáticas favorables, así como por la calidad del recurso hídrico, factores que han impulsado la instalación de laboratorios larvarios en esta región (Piedrahita, 2019). En la actualidad, en Ecuador existen alrededor de 361 laboratorios activos de larvas de camarón, de los cuales 215 se concentran en la provincia de Santa Elena. Estos laboratorios constituyen el primer eslabón técnico y biológico de la cadena camaronera, al garantizar la producción de postlarvas de alta calidad para los sistemas de engorde (Piedrahita, 2019).

5.2. *Penaeus vannamei*

El camarón blanco del Pacífico, *Penaeus vannamei*, especie más cultivada en Ecuador originario de las aguas tropicales del Pacífico oriental, desde México hasta Perú (FAO,

2020). Esta especie se destaca por su rápido crecimiento, tiene una alta tolerancia a diversas condiciones y manejo de cultivo y valor comercial elevado, lo que favorece su expansión global (Anderson et al., 2019).

Morfológicamente, presenta un cuerpo alargado, con un rostrum bien desarrollado y dentición dorsal y ventral. Su ciclo de vida incluye las etapas nauplio, protozoea, mysis y postlarva, cada una con requerimientos específicos de alimentación y condiciones ambientales (Gucic, 2008). En el contexto ecuatoriano, *Penaeus vannamei* ha demostrado una eficiencia productiva superior a otras especies nativas, lo que la convierte en la base de la industria acuícola nacional (Gucic, 2008).

5.3. Generalidades del Camarón Blanco

Phylum: Arthropoda

Clase: Malacostraca

Orden: Decapoda

Suborden: Dendobranchiata

Superfamilia: Penaeoidea

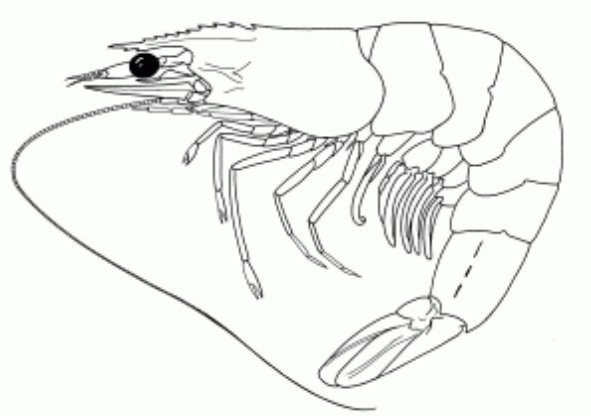
Familia: Penaeidae

Género*: Penaeus*

Especie: *vannamei*

Figura 1.

Penaeus vannamei



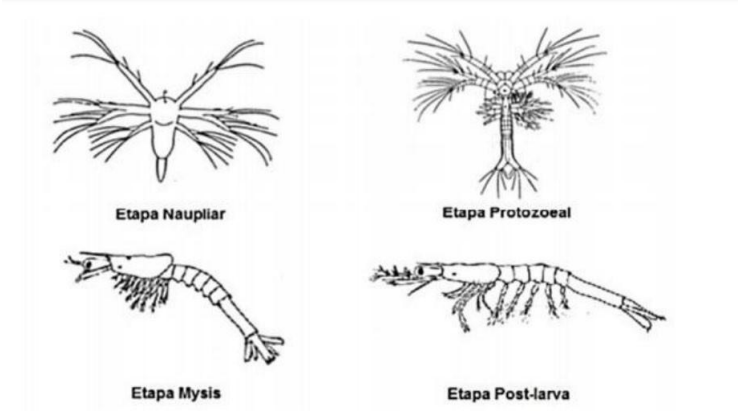
Nota. Vista central del camarón blanco. Fuente: (FAO, 2019)

5.4. Etapas de Crecimiento Larvario

El *Penaeus vannamei* su desarrollo larvario se compone de tres fases claramente definidas: naupliar, protozoea y mysis, que la metamorfosis final llega hasta el estado de postlarva. En estas fases, las larvas experimentan transformaciones morfológicas y fisiológicas muy cruciales para su adecuado desarrollo. Existe una estimación que solo una cuarta parte de los nauplios logran superar las etapas hasta alcanzar su madurez como camarones adultos, esto destaca la importancia del manejo óptimo en cada fase y maximizar la supervivencia y la productividad (González, 2022).

Figura 2.

Etapas larvarias del camarón.



Nota. Extraído de (González, 2022)

5.5. Estadio Nauplio

Una vez transcurridas entre 8 a 12 horas desde la eclosión de los huevos, entra en su primer estadio larval que se denomina nauplio, el cual se subdivide en cinco fases secuenciales: nauplio I, II, III, IV y V. Este periodo tiene una duración aproximada de 42 horas, durante el cual estos organismos presentan una morfología simple, con dimensiones cercanas a 0,5 mm de largo por 0,2 mm de ancho, un único ocelo como órgano visual. En esta etapa de nauplios no requieren alimentación externa, ya que estos dependen exclusivamente de las reservas energéticas contenidas en el vitelo, que les permite sostener su metabolismo básico para continuar su desarrollo embrionario (Figura 3) (Briones y Mogro, 2022).

Figura 3.

Etapa nauplio del camarón.

Nota. Tomada por el autor en un microscopio.

5.6. Estadio Zoea

Luego de completar el quinto subestadio de nauplio, los organismos *Penaeus vannamei* ingresan al estadio zoea, este se caracteriza por la aparición del cefalotórax como rasgo que se distingue de la fase anterior. Este estadio se subdivide en tres etapas consecutivas (zoea I, II y III), donde cada una tiene una duración aproximada de 24 horas, completando un ciclo total de entre tres y cuatro días dependiendo las fluctuaciones de los parámetros., los organismos Durante esta fase no poseen aún una cavidad bucal completamente funcional, por lo que su nutrición depende de la absorción de microalgas presentes en el medio acuático, las que proporcionan los nutrientes esenciales para continuar su desarrollo larval (Figura 4) (Ramírez Aquino, 2019).

Figura 4.

Etapa zoea del camarón.

Nota. Tomada por el autor en un microscopio.

5.7. Estadio Mysis

Una vez el *Penaeus vannamei* termine su tercer subestadio de zoea, ingresa al estadio mysis, fase intermedia en su desarrollo la que se caracterizada por la curvatura del cuerpo en la región abdominal y un patrón de locomoción basado en contracciones abdominales. Este estadio se divide en tres subfases (mysis I, II y III) con un período de 3 días.

Figura 5.

Etapa mysis del camarón.

Nota. Tomada por el autor en un microscopio.

A diferencia de las etapas anteriores, estos organismos en fase Mysis comienzan a incorporar alimento sólido en su dieta, que complementa su nutrición con organismos vivos presentes en el medio, donde marca un avance significativo en su capacidad digestiva y en la preparación para la siguiente etapa larval (Figura 5) (Valarezo Villacrés, 2016).

5.8. Estadio Postlarva

Luego de completar su tercer subestadio mysis, las larvas de *Penaeus vannamei* ingresan a la fase de postlarva, que se considera como la etapa final del desarrollo larval antes de reconocer la especie como juvenil. Esta fase se extiende por aproximadamente entre 10 a 12 días, con una progresión diaria que abarca desde postlarva 1 hasta postlarva 12 donde están considerados aptos para su traslado a sistemas de engorde.

En este estadio, los organismos presentan una morfología completamente funcional, semejante a la de un camarón en miniatura, incluyen las estructuras como los periópodos, que les permiten desplazarse y sujetarse al sustrato. Su dieta se basa principalmente en alimento sólido complementado con artemia, lo que le favorece a su crecimiento, resistencia y preparación para el traslado (Figura 6) (Carvajal & Bolaños Núñez, 2015).

Figura 6.

Estadio postlarva del camarón.

Nota. Tomada por el autor en un microscopio.

5.9. Ecdisis o Muda

Es un proceso fisiológico esencial para el desarrollo del Penaeus vannamei, mediante el cual el organismo se desprende de su exoesqueleto antiguo para permitir el crecimiento corporal. Mecanismo que se activa por la secreción de quitinasa, enzima que degrada la capa interna del caparazón, que facilita la liberación del camarón.

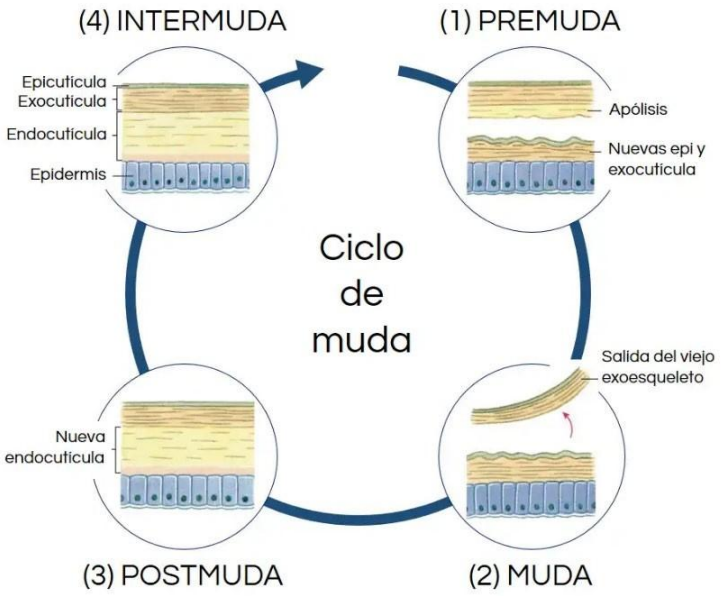
El ciclo de ecdisis en el camarón se divide en cuatro fases, las cuales son premuda, muda, post-muda e intermuda. La especie absorbe agua y nutrientes en la premuda para expandir su cuerpo y separar el exoesqueleto viejo del nuevo; en la etapa de muda, el camarón expulsa el caparazón por la fisura frontal, y queda temporalmente vulnerable; en la post-muda, infla su cuerpo para endurecer su nuevo exoesqueleto; finalmente, en la inter-muda, su caparazón se calcifica completamente (Llomitoa-Cadena, 2023).

La frecuencia y el éxito de este proceso están condicionados por las fluctuaciones en los parámetros fisicoquímicos del agua, como temperatura, salinidad, pH y concentración de oxígeno disuelto, estos influyen directamente en el crecimiento larval y también en la eficiencia del ciclo de muda.

Las etapas iniciales del ciclo son particularmente vulnerables a cambios en el ecosistema, lo que puede resultar en mudas incompletas, mortalidad o un rendimiento reducido, afectando de manera directa la eficiencia productiva en los laboratorios de larvas.

Figura 7.

Proceso de ecdisis o muda en el camarón.



Nota. Extraído de (Llomitoa-Cadena, 2021).

5.10. Alimentación de las larvas de *P. vannamei*

La nutrición de las larvas de *Penaeus vannamei* en los laboratorios de cría es crucial para garantizar su crecimiento adecuado, la supervivencia y producción de postlarvas de alta calidad. Este proceso se adapta según la fase larvaria y se clasifica en dos categorías de dietas principales: líquidas y sólidas (Carvajal y Bolaños Núñez, 2021).

En las fases iniciales, como el nauplio y la zoea, el sistema bucal del organismo aún no está completamente desarrollado, por lo que se les subministra principalmente microalgas y dietas líquidas comerciales, que aportan los nutrientes necesarios en este periodo. A partir del estadio mysis, las larvas empiezan a cambiar hacia la dieta sólida, que se

incorpora de manera paulatina junto con el alimento líquido. En la fase de postlarva, la alimentación es centrada únicamente en dietas sólidas que se ajustan en tamaño de partícula según el crecimiento de las postlarvas.

Las dietas sólidas son equilibradas, en algunos casos, micro encapsuladas, además que están enriquecidas con proteínas, grasas, vitaminas y minerales. De entre estos nutrientes, la proteína es la más importante durante el acelerado crecimiento del ciclo larvario. Se ha notado que un contenido entre el 40 % y el 45% promueve un mejor desarrollo, y en niveles más bajos disminuyen considerablemente la supervivencia y el rendimiento. Para las larvas de *Penaeus spp*., los niveles de proteína se aconsejan entre el 45 % y el 55 %, llegando hasta el 60 % en dietas formuladas en fases críticas (Carvajal y Bolaños Núñez, 2021).

Tabla 1.

Alimentos para la dieta seca.

Componentes	Zeigler 350 µm	Elevia 150-250 400 µm	Nicovita 300-500µ	Inmupro 150-250 350µ	Larvamax 300-350µ
Proteína cruda	55%	60%	45%	40%	42%
Grasa cruda	15%	11%	10%	8%	5%
Fibra cruda	1.50%	0.7%	2%	3%	5%
Humedad		8%	10%	5%	11%
Cenizas		12.5%	13%	11%	12%
Total	**998**	**908**	**90**		

Nota. Son datos ilustrativos para identificar el funcionamiento de este tipo de dieta.

5.11. Indicadores Clave de Desempeño (KPIs)

Los indicadores en la producción de larvas de camarón son un punto clave para el buen desempeño del producto en los laboratorios. Entre los indicadores más importantes se

encuentra la tasa de supervivencia, la misma que refleja la cantidad de larvas con buen desarrollo, siguiendo con el progreso medio de las larvas, que mide el peso y las dimensiones, continuando con la uniformidad del estado larvario, misma que observa el crecimiento entre los ejemplares y por último la calidad del agua, un punto clave que puede afectar de forma directa la condición y el desarrollo de las larvas. Por lo tanto, realizar un seguimiento constante de estos indicadores facilitara la identificación de problemas y por ende realizar los ajustes necesarios para maximizar el rendimiento general y la calidad de las postlarvas obtenidas (Roca González, 2022).

Los KPIs en larvicultura permiten evaluar la eficiencia del proceso productivo. Entre los más relevantes se encuentran: a) Tasa de supervivencia (%); b) Crecimiento (PL/g); c) Uniformidad larvaria; y d) Calidad del agua.

Un monitoreo sistemático de estos indicadores posibilita detectar variaciones tempranas y optimizar el rendimiento productivo (Roca González, 2022). Actualmente, se promueve la incorporación de herramientas digitales para el seguimiento automático de estos parámetros en tiempo real (FAO, 2021).

5.12. Condiciones Medioambientales

Los laboratorios de larvas están ubicados en regiones con cualidades topográficas, físicas y químicas ideales que ayudan a crecer el ciclo larval. La temperatura del agua se mantiene generalmente entre 30 °C y 34 °C para fomentar un buen crecimiento, y se

controlan constantemente factores como la salinidad, el pH, el oxígeno disuelto y la calidad microbiológica del agua para evitar cualquier fluctuación que pueda dañar la supervivencia y el crecimiento de las larvas. Además, se utilizan métodos modernos como el uso de probióticos y programas de mejora genética para garantizar que la producción y sean de alta calidad, lo que aumenta las posibilidades de éxito al principio del ciclo de producción**.**

5.12.1. Temperatura

La temperatura es un punto clave y de suma importancia que impacta de manera directa las propiedades del agua, tanto físicas como químicas, las cuales a su vez tienen incidencia en procesos vitales como el metabolismo, el desarrollo y diversas reacciones bioquímicas en la producción de larvas. De acuerdo con lo indicado el intervalo térmico ideal oscila entre los 30 y los 34 °C (Briones y Mogro, 2022).

Conservar la temperatura dentro de estos parámetros favorece un funcionamiento metabólico adecuado y optimiza el aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el alimento también incrementa la resistencia inmunitaria frente a agentes patógenos. Por el contrario, las temperaturas que se alejan de este margen, ya sea por ser excesivamente elevadas o notablemente reducidas, pueden generar consecuencias perjudiciales que inciden en la tasa de supervivencia, el desarrollo de las larvas y la facultad para procesar o asimilar los nutrientes (Briones y Mogro, 2022).

5.12.2. Salinidad

El *Penaeus vannamei* puede vivir en diferentes condiciones de salinidad, lo que le permite adaptarse a diversas concentraciones de sal en el agua. Varios estudios han demostrado que un nivel de salinidad que esté entre 15 y 25 partes por mil es ideal para su desarrollo fisiológico y la salud durante la fase larval. Este factor ambiental es crucial para regular diversas funciones biológicas, como la osmorregulación, el metabolismo y la efectividad en la utilización de los alimentos. Mantener la salinidad en el rango adecuado ayuda a mejorar la supervivencia, el crecimiento uniforme y la respuesta inmune de las larvas en ambientes de cultivo controlados (Briones y Mogro, 2022).

5.12.3. pH

En el agua es un factor fundamental para el sano desarrollo de las larvas de *Penaeus Vannamei*. De acuerdo con lo mencionado por Kumar-Ghosh et al. (2020), el rango óptimo está entre 7. 8 a 8. 5, una zona que ayuda a mantener un ambiente químico equilibrado y optimizado para el crecimiento de las larvas. Mantener el pH en estos niveles favorece la estabilidad fisiológica del organismo, aumenta la eficiencia metabólica y disminuye la vulnerabilidad a diferentes patógenos. Por otro lado, cambios significativos que salgan de este intervalo pueden causar estrés, afectar funciones internas y reducir la supervivencia en las etapas iniciales del cultivo (Sánchez-Fernández y Hernández-Bautista, 2021; Sedano Vera y Anguis Climent, 2016).

5.12.4. Oxígeno disuelto

Este juega un papel crucial en el cultivo de larvas de *Penaeus Vannamei,* afectando directamente funciones metabólicas clave como la generación de energía y la asimilación de nutrientes. Un nivel correcto de OD optimiza el desarrollo, la tolerancia al estrés y la supervivencia de las larvas (Armijos Hurtado y Villafuerte-García, 2020). Se recomienda que las concentraciones superen los 5 mg/L para asegurar un metabolismo óptimo, mientras que valores inferiores a 1. 5 mg/L se consideran peligrosos o letales (Lema, 2023). Para mantener estos niveles, se emplean aireadores y difusores que incrementan la oxigenación del agua, junto con estrategias como el control de la densidad de población, el manejo de desechos y la vigilancia constante del sistema.

5.12.5. Alcalinidad

Representa un factor fundamental en la producción de larvas, dado que controla la firmeza del pH y ayuda a la armonía del entorno acuático. También, regula las alteraciones químicas. Se aconseja preservar grados entre 100 y 200 mg/L de $CaCO_3$ para impulsar el desarrollo y la salud larval (Sánchez-Fernández y Hernández-Bautista, 2023). Representa un factor fundamental en la producción de larvas, dado que regula la firmeza del pH y ayuda a la armonía del entorno acuático. Actúa como un regulador ante alteraciones químicas, manteniendo estados convenientes para el metabolismo y la captación de elementos nutritivos. Se aconseja preservar grados entre 100 y 200 mg/L de $CaCO_3$ para impulsar el desarrollo y la salud larval (Sánchez-Fernández y Hernández-Bautista, 2022).

5.12.6. Nitritos

En el ciclo del nitrógeno, los nitritos son elementos que aparecen en un punto intermedio. Si su concentración es alta, las larvas de camarón pueden verse muy perjudicadas, llegando a ser tóxicos. Normalmente, si hay demasiados nitritos, es porque la filtración biológica no funciona bien o se está dando demasiado alimento. Para prevenir problemas como el estrés, una menor supervivencia o cambios en el cuerpo, lo ideal es que los nitritos no superen los 0,1 mg/L (González, 2022).

5.12.7. Nitratos

Son menos dañinos que los nitritos, pero se les debe prestar atención en los sistemas de crías de larvas de camarón, ya que si se llegan a acumular durante mucho tiempo podrían perjudicar el desarrollo y la alimentación de los individuos sembrados. Se recomienda que las concentraciones no sean superiores a 10 mg/L para de esa manera prevenir problemas de salud de las larvas (González, 2022).

5.12.8. Dureza

La dureza total del agua, cuyo principal factor es la cantidad de carbonato de calcio ($CaCO_3$), tiene un efecto directo en la calcificación del exoesqueleto, la frecuencia de las mudas y la supervivencia de las larvas. En la acuicultura de camarones, se sugiere mantener concentraciones de $CaCO_3$ entre 200 y 300 mg/L, toda vez que valores fuera de este rango pueden perjudicar el crecimiento y generar problemas en la formación del caparazón (González, 2022).

6. METODOLOGÍA

6.1. Área de Estudio

El presente estudio se desarrolló en el laboratorio de larvas de camarón Egidiosa (base 4), de la compañía Santa Priscila en San Pablo, Santa Elena, Ecuador (Figura 8) Ubicada en barrio San Lorenzo, av. 13 entre calle 40 y 43.

Figura 8.

Ubicación del laboratorio EGIDIOSA S.A.

Nota. Elaborado por el autor.

6.2. Diseño de la Investigación

El presente estudio se ejecutó en el laboratorio Egidiosa S.A., San Pablo-Santa Elena, Ecuador, mediante tres corridas sucesivas de larvicultura intensiva de *Penaeus vannamei*,

cada una conformada por 30 tanques de 30 m^3 que establecieron densidades iniciales de 500 nauplios/L durante ciclos productivos estandarizados de 18 días desde nauplio I hasta postlarva 12 comercial, fase crítica para traslado a sistemas de engorde.

Se implementó monitoreo diario riguroso de parámetros fisicoquímicos esenciales — temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad, amonio, nitritos, nitratos, alcalinidad y dureza total— para correlacionarlos con KPIs biológicos clave como tasa de crecimiento (PLg), uniformidad poblacional y supervivencia, evaluando su impacto en osmorregulación, eficiencia de ecdisis y transición entre estadios naupliar, zoea, mysis y postlarval.

El diseño experimental incorporó protocolos estandarizados de muestreo y registro complementados con análisis multivariados de correlación de Spearman, PERMANOVA de una vía y análisis de componentes principales (PCA) para discriminar la influencia diferencial de cada variable ambiental sobre el rendimiento larvario en las tres corridas, mientras que la aplicación Larvia facilitó el seguimiento digital automatizado de métricas morfométricas, dispersión poblacional y velocidades de desplazamiento, garantizando precisión cuantitativa y validación cruzada con métodos manuales en la optimización de hatcheries intensivas.

6.3. Métodos y Experimentación

La Tabla 2 resume el protocolo estandarizado implementado en el laboratorio Egidiosa S.A. para el desarrollo de esta tesis, destacando el empleo de tres corridas sucesivas de larvicultura intensiva de *Penaeus vannamei*, cada una conformada por 30 tanques de 30 m³ que albergaron densidades iniciales de 500 nauplios/L durante ciclos productivos de 18 días hasta postlarva 12 comercial, permitiendo la comparación inter-corridas de tasas de crecimiento (PLg) y parámetros fisicoquímicos críticos como temperatura, oxígeno disuelto, pH, salinidad, amonio, nitritos, nitratos, alcalinidad y dureza total (Anexos 5, 6 y 7).

Previo a la siembra en cada corrida, se ejecutó el protocolo de preparación riguroso que incluyó drenaje completo, declorinación con hipoclorito de sodio y desinfección química-biológica de tanques para garantizar asepsia, seguido al día siguiente del llenado de los 30 tanques con agua previamente tratada en reservorio de 300 toneladas a salinidad inicial de 32 ‰, y la siembra de nauplios distribuidos en fundas de aclimatación que facilitaron la adaptación gradual a los 30 m³ por unidad durante 10 minutos a temperatura controlada de 30 °C, optimizando la transición naupliar y minimizando estrés osmótico inicial en la larvicultura intensiva

Tabla 2.

Protocolo de trabajo

Elemento	Detalle
Duración	3 ciclos de cultivo consecutivos (1 ciclo = 18 días)
Unidades experimentales	(30 tanques × 3 ciclos)
Organismo	*Penaeus vannamei* desde Nauplio hasta PL12

Densidad de siembra	500 nauplios/L (15 millones por tanque en 30 m^3)
Frecuencia de muestreo	Diaria para parámetros químicos y físicos.

Nota. Protocolo de monitoreo ejecutado en cada corrida del laboratorio EGIDIOSA S.A.

6.4. Control del Crecimiento Larvario (LARVIA)

Durante el ciclo experimental, se incorporó el uso de la aplicación móvil Larvia como herramienta complementaria para el monitoreo del crecimiento larvario. Esta aplicación permite estimar parámetros morfométricos, dispersión poblacional y uniformidad de desarrollo mediante análisis digital de imágenes (Figura 9). El procedimiento se realizó en tres etapas:

a) **Pesaje inicial de muestra larvaria:** Se seleccionó una muestra representativa de larvas, pesando aproximadamente 0,78 g, utilizando una balanza digital de precisión (marca CAMRY). Las larvas fueron colocadas en un recipiente plástico blanco para facilitar el contraste visual.

b) **Captura de imagen para análisis digital:** Se utilizó un smartphone con la aplicación Larvia instalada. La imagen fue tomada a una distancia de 10 cm sobre una placa Petri, siguiendo las instrucciones de la interfaz. Esta imagen fue procesada por la aplicación para extraer métricas de crecimiento.

c) **Procesamiento y generación de resultados:** La aplicación generó automáticamente los Histogramas de velocidad de desplazamiento larvario (m/s); Distribución porcentual de tipos de movimiento (Snatch, Clean, Otros); Índice de uniformidad morfométrica; Agrupación por peso acumulado y cantidad de larvas por grupo; Clasificación por rangos de peso individual (mg).

Figura 9.

Proceso de control de crecimiento larvario.

Nota. **A)** Pesaje de muestra larvaria en balanza digital; **B)** Captura de imagen sobre placa Petri con interfaz de aplicación Larvia; **C)** Histograma de velocidades de crecimiento (m/s); **D)** Distribución porcentual de tipos de movimiento; **E)** Distribución porcentual de tipos de movimiento; **F)** Dispersión circular por rangos de peso individual (mg)

6.5. Cálculo del pl/gr (Crecimiento)

Según, González (2022), para poder obtener el PL/gr diario (desde el PL1 porque en estadíos menores no se pueden medir) se procedió a lo siguiente: Pescar una cierta

cantidad de larva con un callo con malla de (depende de la talla µm) luego se escurre el exceso de agua en la muestra pescada. Una vez escurrida el agua, se saca una muestra progresivamente depende del estadio. Esta muestra es contada larva por larva por lo consiguiente se generan grupos de 100 en 100 para agilizar el conteo. La cantidad que se cuenta es dividida entre la cantidad pesada y obtenemos el PL/gr.

$$\text{PL}/gr = Cpl\ w$$

Donde:

Pl/gr: grado de crecimiento.

Cpl: conteo postlarva.

W: peso de la muestra.

6.6. Calibración de Equipos

Para calibrar en el YSI 9300 y 9500 se utilizó una solución de agua destilada y se tara, para luego poner la solución con el reactivo. Además, se mantuvo el manejo de calibración según lo recomendado por el equipo (Anexo 9 y 10).

6.7. Parámetros del agua

Durante la experimentación se tomaron periódicamente los parámetros físico – químicos en cada corrida (3) durante la corrida (Tabla 3) siguiendo la metodología interna del laboratorio.

Tabla 3.

Toma de parámetros físico – químicos durante la corrida.

Parámetro	Equipo Utilizado	Método de Medición	FRECUENCIA

Temperatura	YSI Pro2030	Sensor digital, lectura directa	Cada 3 horas
Oxígeno disuelto	YSI Pro2030	Sensor óptico, lectura directa	Cada 3 horas
Salinidad	YSI Pro2030	Conductividad convertida a ppt	Diario
pH	BLE-9909	Potenciómetro digital	Diario
Amonio (NH_4^+)	HANNA ppm NH	Colorimetría con reactivos Hanna	Diario
Alcalinidad	Hanna Checker	Colorimetría digital	Diario
Nitrito (NO_2^-)	YSI 9300	Fotometría con reactivos Hanna	Diario
Nitrato (NO_3^-)	YSI 9300	Fotometría con reactivos Hanna	Diario
Dureza	YSI 9300	Fotometría con reactivos Hanna	Diario

Nota. Metodología interna para la toma de parámetros.

6.7.1. Manejo de tanques

El manejo de los tanques durante el ciclo larvario de *Penaeus vannamei* fue determinante para mantener condiciones ambientales estables y favorecer el crecimiento y la supervivencia de las larvas y postlarvas. Las estrategias aplicadas incluyeron recambios de agua programados, suplementación con biomasa algal y ajustes controlados de salinidad y temperatura, ejecutados de acuerdo con el estadio de desarrollo larvario.

A partir del estadio de misis, se realizaron recambios equivalentes al 15 % del volumen total del tanque, utilizando agua previamente ajustada a la salinidad del sistema y suplementada con aproximadamente 1 tonelada de biomasa algal, lo que permitió mantener la disponibilidad de alimento natural y la calidad del agua. En las etapas PL2 a PL6, el porcentaje de recambio se incrementó al 25 %, incorporando agua proveniente del reservorio tratado, junto con biomasa algal y agua dulce, alcanzando un volumen operativo entre 45 y 50 toneladas en función de la supervivencia larvaria.

Desde el estadio PL4, se incorporó agua dulce a una temperatura cercana a 33 °C durante las horas de la mañana, favoreciendo la estabilidad térmica y la adaptación osmótica de las postlarvas. La suplementación con microalgas se mantuvo hasta PL8, contribuyendo tanto al aporte nutricional como al soporte de la microbiota benéfica del sistema, lo que permitió sostener condiciones adecuadas para el desarrollo larvario durante el período de estudio.

6.8. Análisis Estadístico

En el presente estudio se aplicaron herramientas estadísticas para evaluar el comportamiento de variables fisicoquímicas y biológicas durante el ciclo larvario en sistemas intensivos. Para el procesamiento inicial de datos y elaboración de gráficos se utilizó el programa Microsoft Excel, mientras que los análisis multivariados y pruebas de significancia se realizaron mediante el software PAST versión 4.17, seleccionado por su robustez en estudios ecológicos y experimentales.

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk para verificar la distribución de los datos antes de ejecutar análisis inferenciales. Posteriormente, se empleó el modelo One Way PERMANOVA para determinar diferencias significativas entre corridas experimentales, complementado con pruebas post-hoc pareadas para identificar contrastes específicos. La correlación de Spearman (r) permitió evaluar asociaciones entre variables no paramétricas, mientras que el análisis SIMPER se utilizó para identificar los parámetros que más contribuyeron a las diferencias observadas entre tratamientos.

Además, se aplicó regresión RMA (Reduced Major Axis) para explorar relaciones funcionales entre variables continuas, considerando errores en ambos ejes. Finalmente, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para reducir la dimensionalidad del conjunto de datos y visualizar agrupamientos o patrones multivariados entre las corridas, facilitando la interpretación ecológica y técnica de los resultados obtenidos. Estas herramientas permitieron una evaluación integral del desempeño larvario bajo diferentes condiciones de manejo.

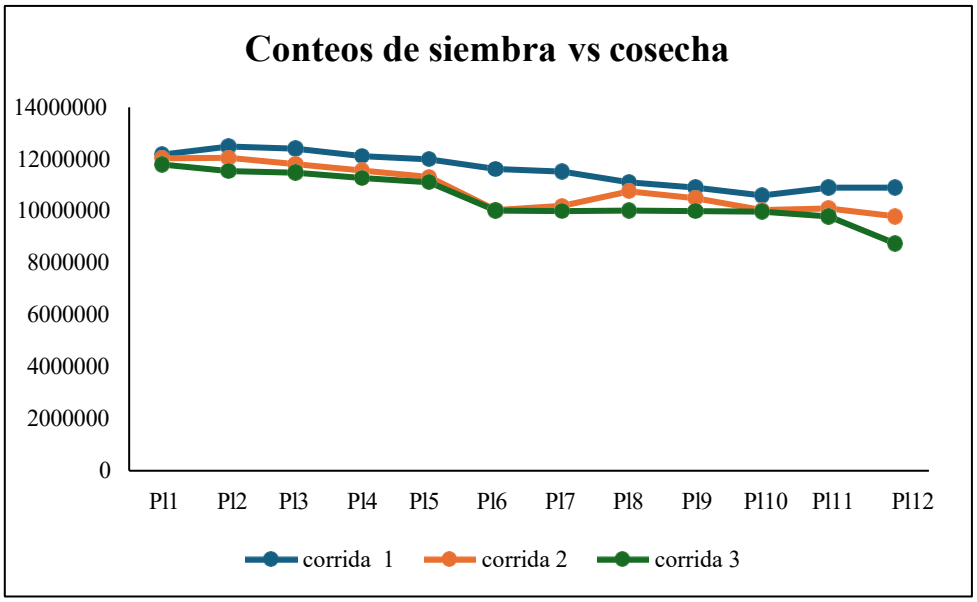
7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1. Conteo de siembra vs cosecha

Durante el ciclo de cultivo, cada corrida inició con una siembra de 15 millones de larvas y al momento de la cosecha se observaron diferencias en la supervivencia final. La corrida 1 alcanzó 10.5 millones de larvas, equivalente a una supervivencia del 70% (Figura 10). La corrida 2 registró 10 millones con 66% de supervivencia, mientras que la corrida 3 presentó el rendimiento más bajo con 8.7 millones y 58% de supervivencia. Estos resultados reflejan variaciones en la eficiencia poblacional y permiten comparar el desempeño técnico entre corridas.

Figura 10.

Gráfico de líneas con los datos del conteo de siembra vs cosecha.



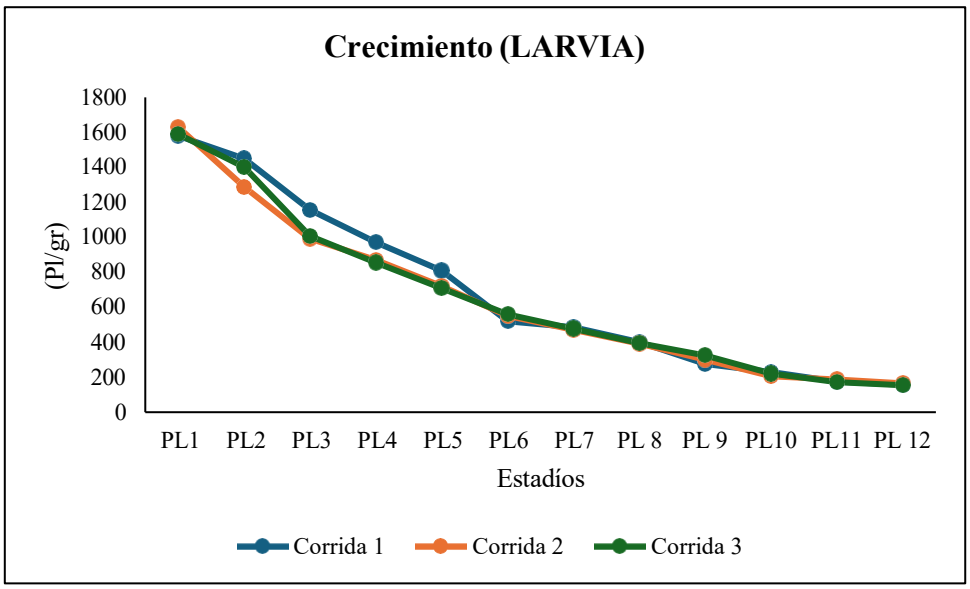
7.2. Conteo diario de las larvas (LARVIA)

La Figura 11 obtenida con la aplicación Larvia muestra un descenso progresivo del peso larval (PL/gr) durante 12 días de cultivo, con valores iniciales cercanos a 1,600 PL/gr y

finales entre 170 y 200 PL/gr. Las tres corridas evidencian una tendencia descendente propia de sistemas intensivos, aunque la corrida 1 presentó un comportamiento ligeramente superior en los primeros días, lo que sugiere una mejor respuesta inicial en términos de crecimiento individual.

Figura 11.

Crecimiento registrado en la aplicación LARVIA.

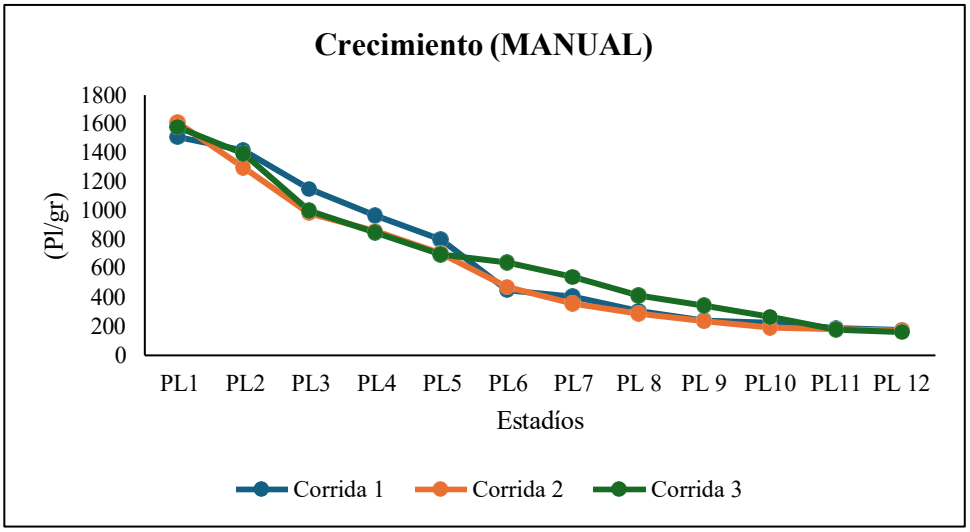


7.3. Conteo diario de las larvas (Manual)

El conteo manual refleja igualmente una disminución progresiva del peso larval (PL/gr) durante 12 días de cultivo, con valores iniciales entre 1,540 y 1,610 PL/gr y finales entre 161 y 175 PL/gr (Figura 12). La corrida 1 alcanzó el mejor resultado final en peso individual, la corrida 2 se mantuvo cercana y la corrida 3 destacó por conservar mayores valores intermedios entre los días 6 y 9, evidenciando diferencias en la dinámica de crecimiento y supervivencia bajo distintos manejos.

Figura 12.

Crecimiento registrado de manera manual.

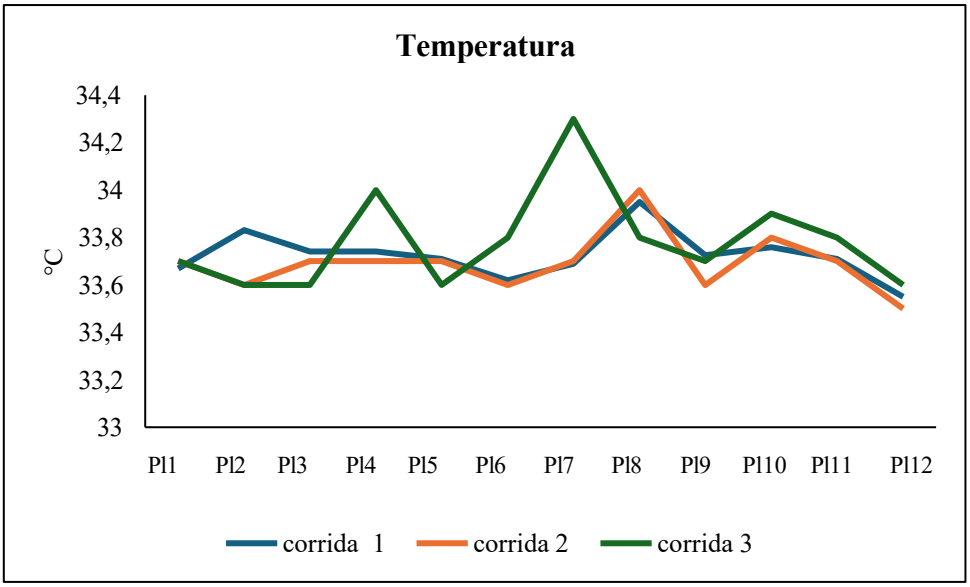


7.4. Temperatura

La Figura 13 sobre la temperatura muestra variaciones entre 33.2 °C y 34.4 °C durante 12 días de cultivo en tres corridas larvarias. La corrida 1 se mantuvo estable entre 33.4 °C y 34.1 °C, la corrida 2 alcanzó picos de 34.2 °C y la corrida 3 presentó mayor variabilidad con un máximo de 34.4 °C.

Figura 13.

Gráfica de líneas sobre las variaciones térmicas evidenciadas por corrida.



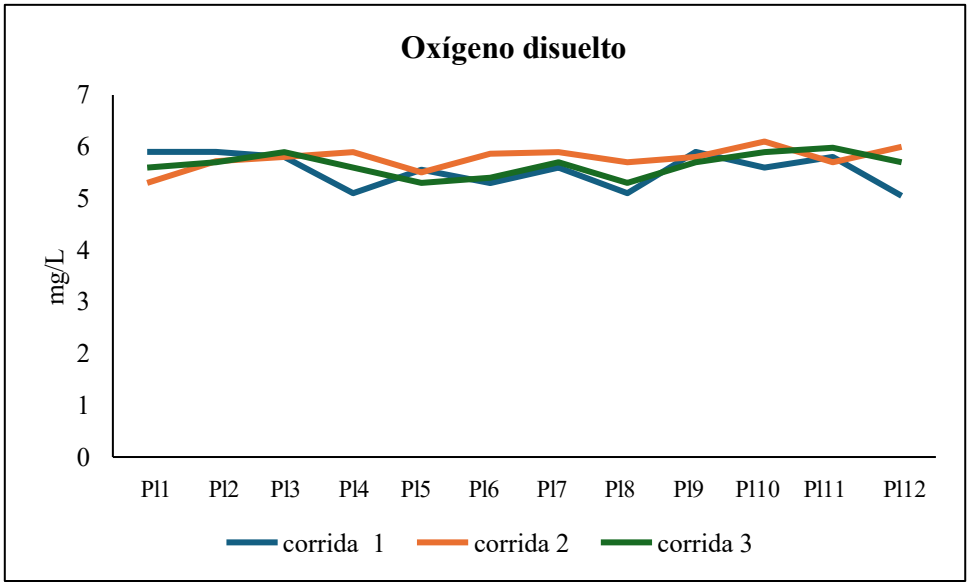
Estos valores se encuentran dentro del rango funcional, aunque las elevaciones puntuales pueden influir en el metabolismo y consumo de oxígeno.

7.5. Oxígeno

Sobre el oxígeno disuelto se evidenció concentraciones entre 4.8 mg/L y 6.8 mg/L. La corrida 1 se mantuvo estable entre 5.2 mg/L y 6.5 mg/L, la corrida 2 alcanzó picos de 6.8 mg/L y la corrida 3 presentó descensos puntuales hasta 4.8 mg/L (Figura 14). Los valores son adecuados para larvicultura intensiva, aunque las caídas transitorias pueden comprometer la eficiencia metabólica.

Figura 14.

Gráfica del oxígeno disuelto y sus fluctuaciones entre corridas.



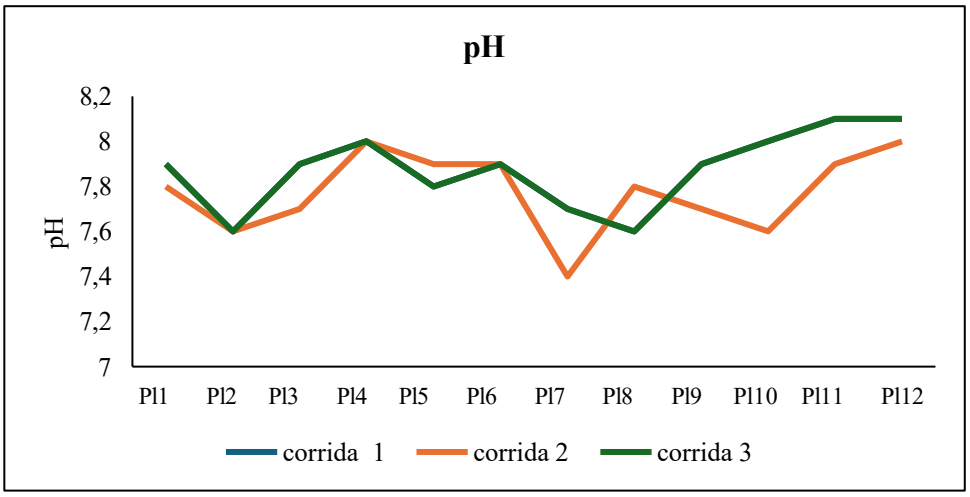
7.6. pH

La Figura 15 de pH muestra valores entre 7.2 y 8.2. La corrida 1 se mantuvo entre 7.4 y 7.9, la corrida 2 descendió hasta 7.2 en el día 7 y la corrida 3 mostró un incremento

sostenido hasta 8.2 en los días finales. Aunque dentro del rango aceptable, las variaciones abruptas pueden afectar la estabilidad fisiológica larval.

Figura 15.

Gráfica de las variaciones del pH entre corridas.

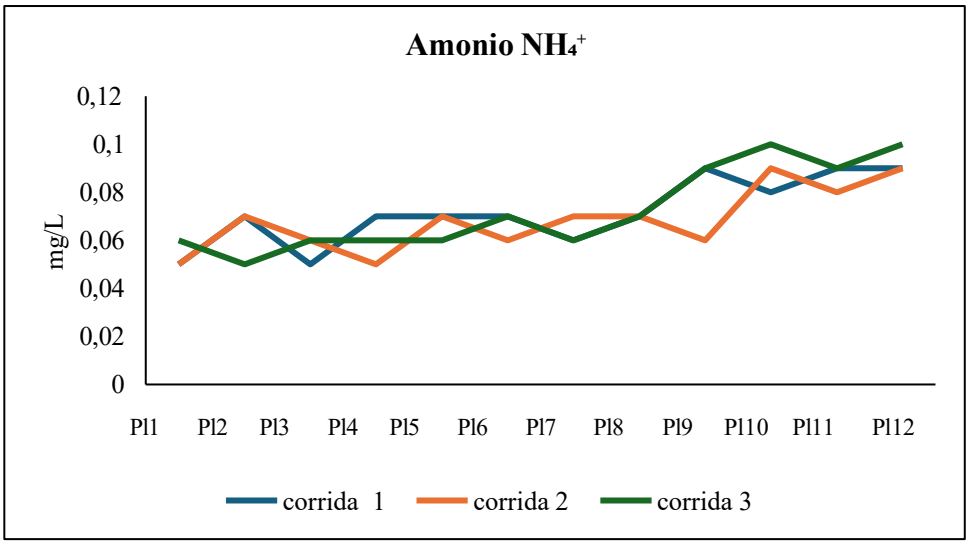


7.7. Amonio

El amonio alcanzó concentraciones entre 0.01 mg/L y 0.12 mg/L. La corrida 1 alcanzó 0.09 mg/L, la corrida 2 llegó a 0.11 mg/L y la corrida 3 presentó el mayor incremento con 0.12 mg/L (Figura 16). Aunque tolerables, valores superiores a 0.1 mg/L requieren atención por su efecto potencialmente tóxico.

Figura 16.

Gráfica de las fluctuaciones del amonio durante las corridas.

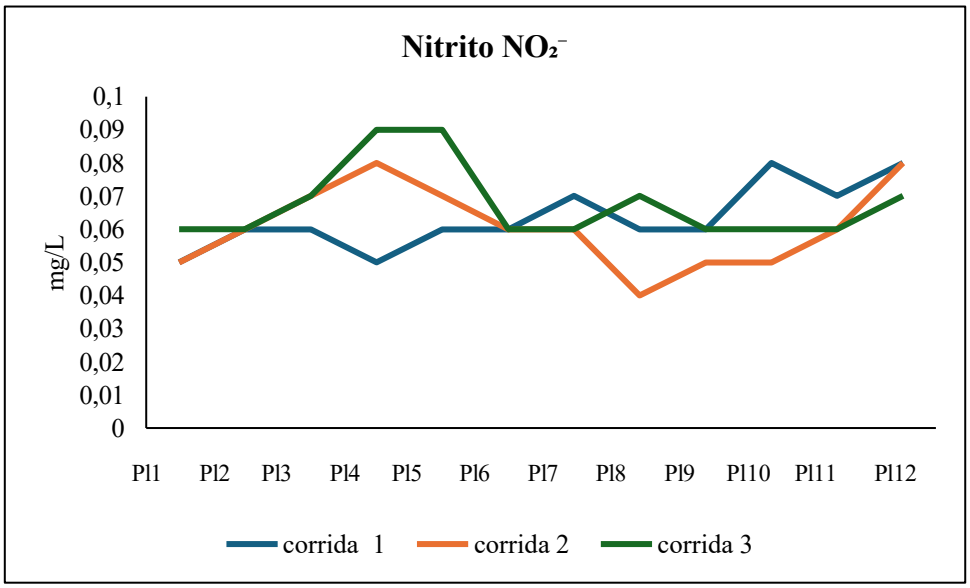


7.8. Nitrito

El nitrito muestra valores entre 0.01 mg/L y 0.09 mg/L. La corrida 1 alcanzó 0.07 mg/L, la corrida 2 descendió hasta 0.02 mg/L y se recuperó a 0.06 mg/L, mientras que la corrida 3 presentó un pico temprano de 0.09 mg/L y luego se mantuvo entre 0.06 mg/L y 0.08 mg/L (Figura 17). Aunque dentro del rango tolerable, niveles cercanos a 0.1 mg/L requieren monitoreo constante.

Figura 17.

Variación del nitrito entre las corridas.

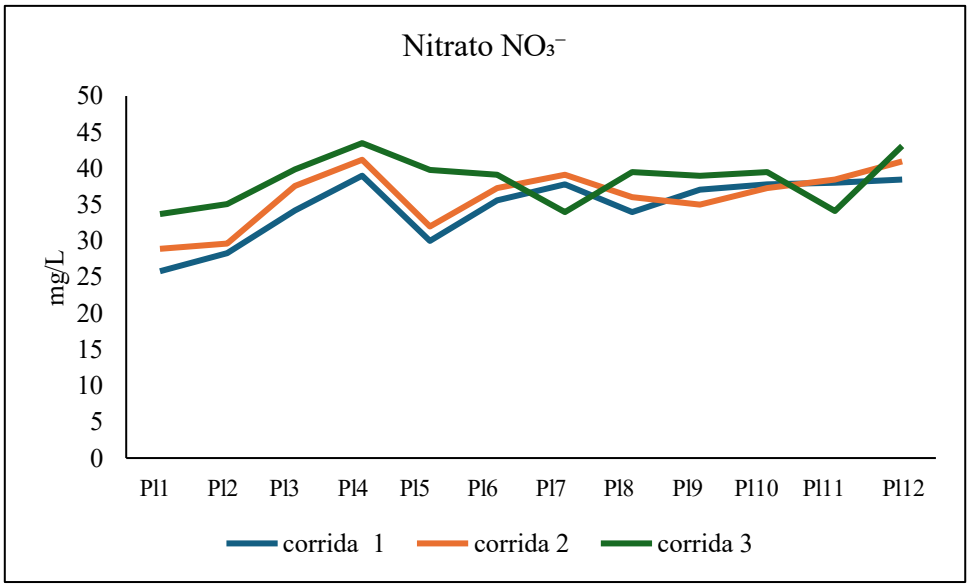


7.9. Nitrato

La gráfica 18 de nitrato muestra concentraciones entre 5 mg/L y 48 mg/L. La corrida 1 alcanzó 45 mg/L, la corrida 2 llegó a 48 mg/L y descendió hacia 30 mg/L, mientras que la corrida 3 mostró menor acumulación con un máximo de 38 mg/L. Valores superiores a 40 mg/L pueden generar efectos acumulativos sobre la fisiología larval.

Figura 18.

Variación del nitrato entre corridas.

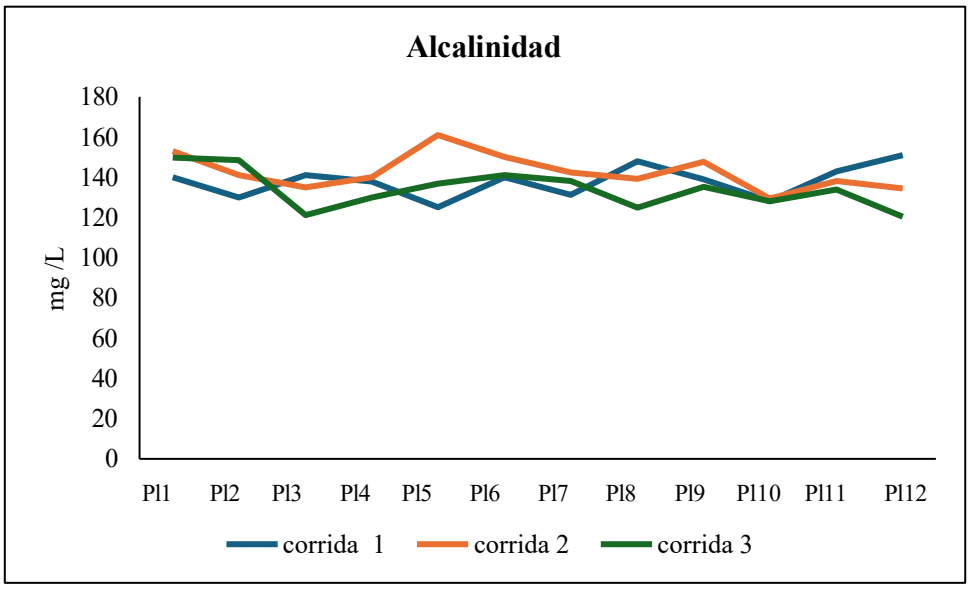


7.10. Alcalinidad

La alcalinidad muestra valores entre 80 mg/L y 170 mg/L. La corrida 1 se mantuvo entre 120 mg/L y 150 mg/L, la corrida 2 alcanzó picos de 170 mg/L y la corrida 3 se mantuvo entre 100 mg/L y 130 mg/L (Figura 19). Estos niveles favorecen la capacidad tampón y la estabilidad del pH.

Figura 19.

Rango de alcalinidad alcanzado entre las tres corridas.

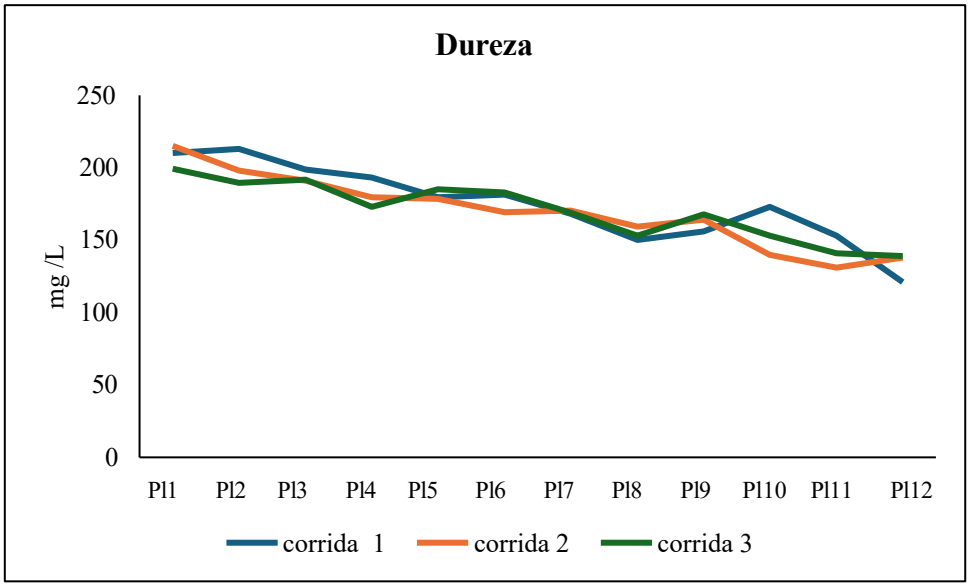


7.11. Dureza

La gráfica 20 sobre la dureza muestra valores entre 90 mg/L y 240 mg/L. La corrida 1 descendió de 220 mg/L a 140 mg/L, la corrida 2 de 240 mg/L a 120 mg/L y la corrida 3 de 200 mg/L a 90 mg/L. Aunque funcionales, valores por debajo de 100 mg/L pueden afectar la disponibilidad de cationes esenciales.

Figura 20.

Variación del parámetro de dureza entre las corridas.

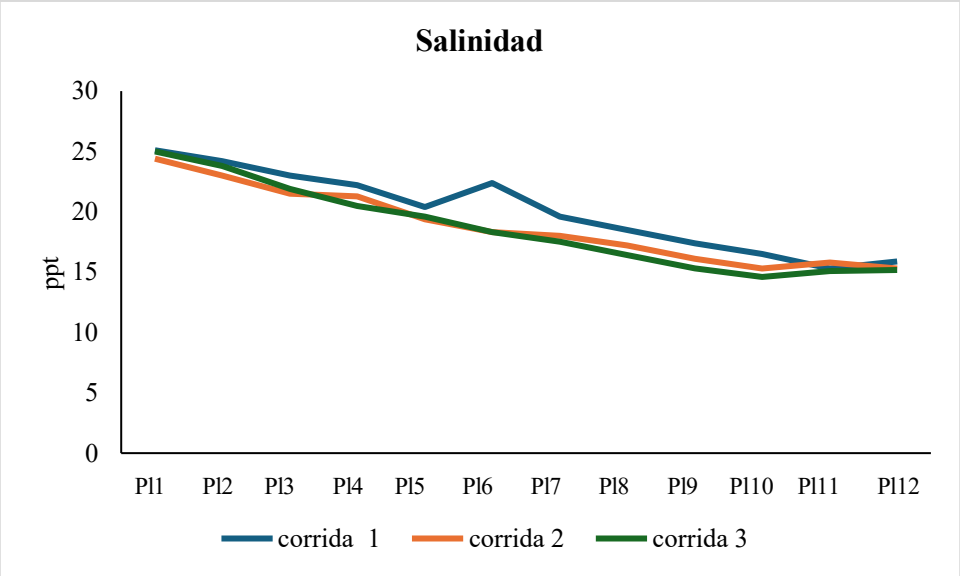


7.12. Salinidad

Se evidenció valores entre 18 ppt y 30 ppt. La corrida 1 presentó un incremento puntual en el día 6 hasta 28 ppt, la corrida 2 descendió de 30 ppt a 20 ppt y la corrida 3 mostró una reducción gradual hasta 18 ppt. Descensos sostenidos por debajo de 20 ppt pueden afectar la osmorregulación larval (Figura 21).

Figura 21.

Variación de la salinidad durante las corridas.

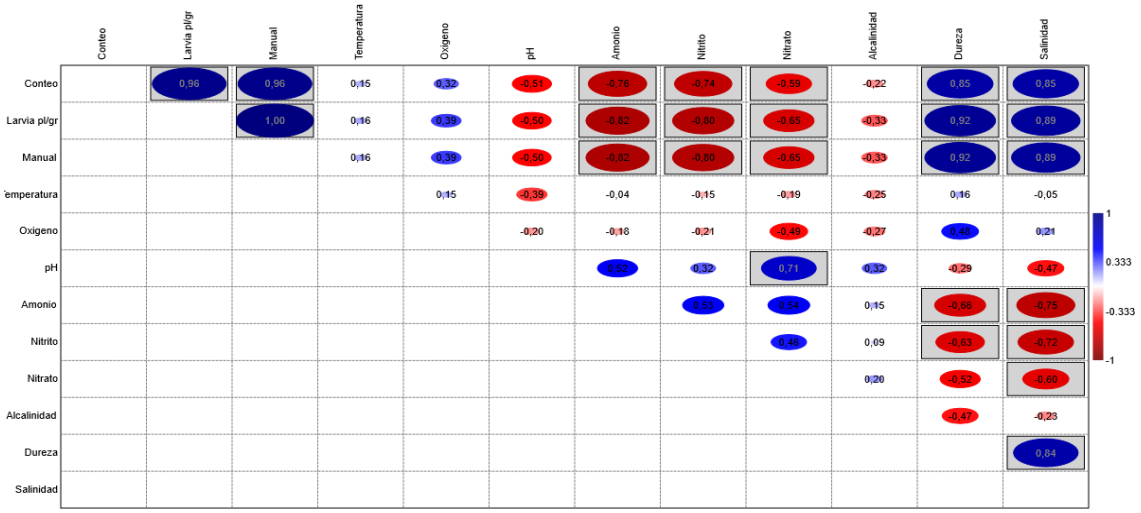


7.13. Correlación (Corrida 1)

Basándome en los resultados de la corrida 1, los parámetros del agua que ejercen mayor influencia en el crecimiento de las larvas de *P. vannamei* son principalmente Dureza, Salinidad, Amonio, Nitrito y Nitrato, aunque con patrones de relación distintos (Figura 22). Las correlaciones positivas más fuertes y significativas se observan con Dureza ($r=0.85$-0.92, $p<0.001$) y Salinidad ($r=0.85$-0.89, $p<0.001$). Esto indica que, a mayor dureza y salinidad del agua, mayor es la tasa de crecimiento de las larvas. Este hallazgo tiene sentido biológico ya que *P. vannamei* es una especie eurihalina que requiere ciertos niveles de minerales disueltos (dureza) y salinidad óptima para su desarrollo larvario adecuado. La dureza proporciona calcio y magnesio esenciales para la formación del exoesqueleto durante las mudas.

Figura 22.

Correlación de los parámetros biológicos vs los parámetros fisicoquímicos de la corrida 1.



Nota. Heatmap elaborado en el programa Past.v4.17

Las correlaciones negativas significativas se presentan con Amonio (r=-0.76 a -0.82, p<0.01), Nitrito (r=-0.74 a -0.80, p<0.01) y Nitrato (r=-0.59 a -0.65, p<0.05). Estas relaciones inversas indican que concentraciones elevadas de compuestos nitrogenados están asociadas con menores tasas de crecimiento. Esto se explica porque el amonio y nitrito son tóxicos para los camarones, incluso en concentraciones bajas, causando estrés fisiológico, daño branquial y reducción en la capacidad de alimentación y crecimiento. El nitrato, aunque menos tóxico, sigue mostrando efectos negativos cuando se acumula.

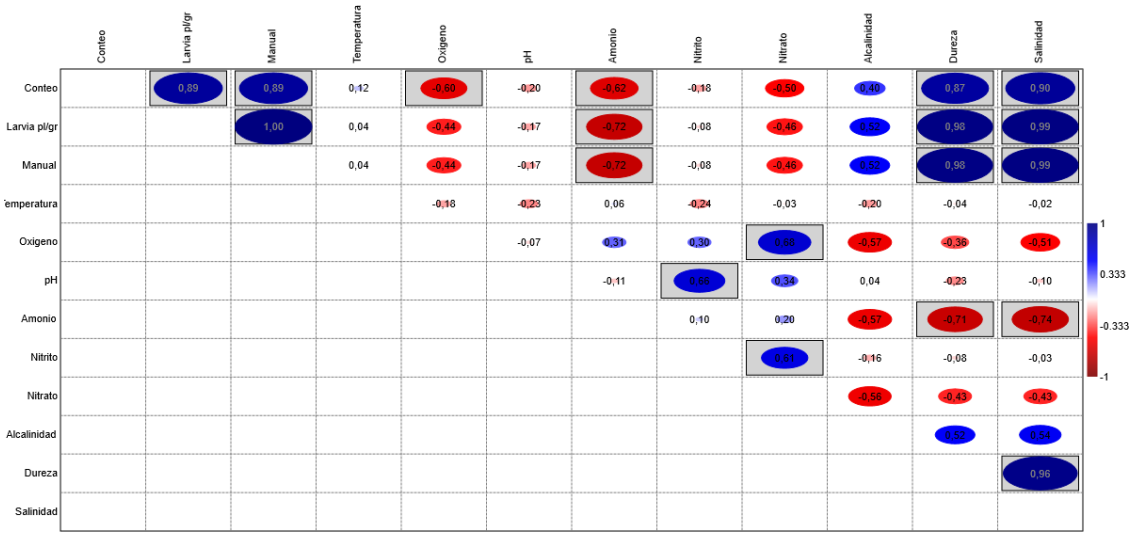
En cuanto al pH, muestra correlaciones negativas, pero no poseen tanta significancia, sin embargo, se sugiere que valores de pH más elevados dentro del rango estudiado podrían estar afectando negativamente el crecimiento. Por último, en cuanto a los parámetros Temperatura y Oxígeno no muestran correlaciones significativas con el crecimiento, lo que sugiere que probablemente se mantuvieron en rangos adecuados y estables durante la corrida, por lo que no actuaron como factores limitantes.

7.14. Correlación (Corrida 2)

Las correlaciones positivas más fuertes y altamente significativas se observan con Dureza (r=0.87-0.98, p<0.001) y Salinidad (r=0.90-0.99, p<0.001). Estos son los factores más determinantes del crecimiento larvario en tu estudio. Las correlaciones son incluso más fuertes que en el análisis anterior, lo que refuerza la importancia crítica de mantener niveles adecuados de minerales disueltos y salinidad óptima. El Amonio muestra una correlación negativa fuerte y significativa (r=-0.62 a -0.72, p<0.01), siendo el compuesto nitrogenado más perjudicial para el crecimiento larvario. El amonio no ionizado (NH_3) es altamente tóxico para los crustáceos, atraviesa fácilmente las membranas branquiales y causa daño celular, estrés oxidativo e interferencia con procesos metabólicos fundamentales.

Figura 23.

Correlación de los parámetros biológicos vs los parámetros fisicoquímicos de la corrida 2.



Nota. Heatmap elaborado en el programa Past.v4.17

El Oxígeno disuelto presenta una correlación negativa moderada y significativa (r=-0.60, p<0.05), lo cual resulta contraintuitivo inicialmente. Sin embargo, esta relación inversa

podría explicarse por varios escenarios: podría reflejar que niveles muy altos de oxígeno (sobresaturación) generan estrés oxidativo, o más probablemente, que esta correlación sea un artefacto de la relación entre oxígeno y otros parámetros. Por ejemplo, en sistemas con alta carga orgánica (que genera amonio), el oxígeno tiende a consumirse; así que cuando hay menos crecimiento por altos niveles de amonio, paradójicamente podría haber valores de oxígeno compensados artificialmente por aireación intensiva.

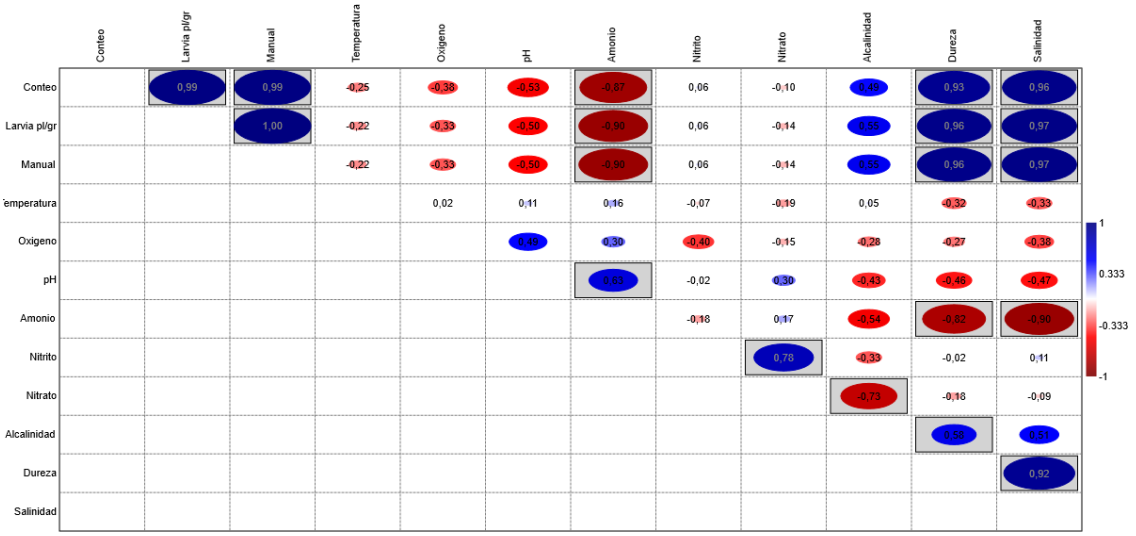
La alcalinidad mostró una tendencia positiva moderada con el crecimiento, aunque sin significancia estadística. En contraste, el nitrato presentó una relación negativa moderada, indicando posibles efectos subletales crónicos sobre el crecimiento cuando se acumula. La temperatura, el pH y el nitrito no evidenciaron relaciones significativas, lo que sugiere condiciones estables o variación insuficiente para afectar el crecimiento.

7.15. Correlación (Corrida 3)

Las correlaciones positivas más fuertes y altamente significativas se observan nuevamente con Dureza ($r=0.93$-0.96, $p<0.001$) y Salinidad ($r=0.96$-0.97, $p<0.001$). Estos resultados confirman que son los factores más determinantes del crecimiento larvario a través de los tres análisis. La consistencia de estas correlaciones tan elevadas indica que la disponibilidad de minerales (calcio y magnesio principalmente) y una salinidad óptima son absolutamente críticas para el desarrollo larvario. Estos parámetros no solo facilitan procesos fisiológicos como la osmorregulación y calcificación, sino que representan condiciones ambientales fundamentales sin las cuales el crecimiento óptimo simplemente no puede ocurrir.

Figura 24.

Correlación de los parámetros biológicos vs los parámetros fisicoquímicos de la corrida 3.



Nota. Heatmap elaborado en el programa Past.v4.17

El Amonio presenta la correlación negativa más fuerte entre los compuestos nitrogenados ($r=-0.87$ a -0.90, $p<0.001$), confirmándose como el factor de estrés químico más importante. Esta relación inversa tan marcada demuestra que el control del amonio debe ser una prioridad absoluta en el manejo de cultivo larvario. Incluso pequeños incrementos en los niveles de amonio pueden traducirse en reducciones sustanciales en la tasa de crecimiento, debido a su toxicidad directa sobre tejidos branquiales, interferencia con procesos metabólicos y reducción en la capacidad de asimilación de nutrientes.

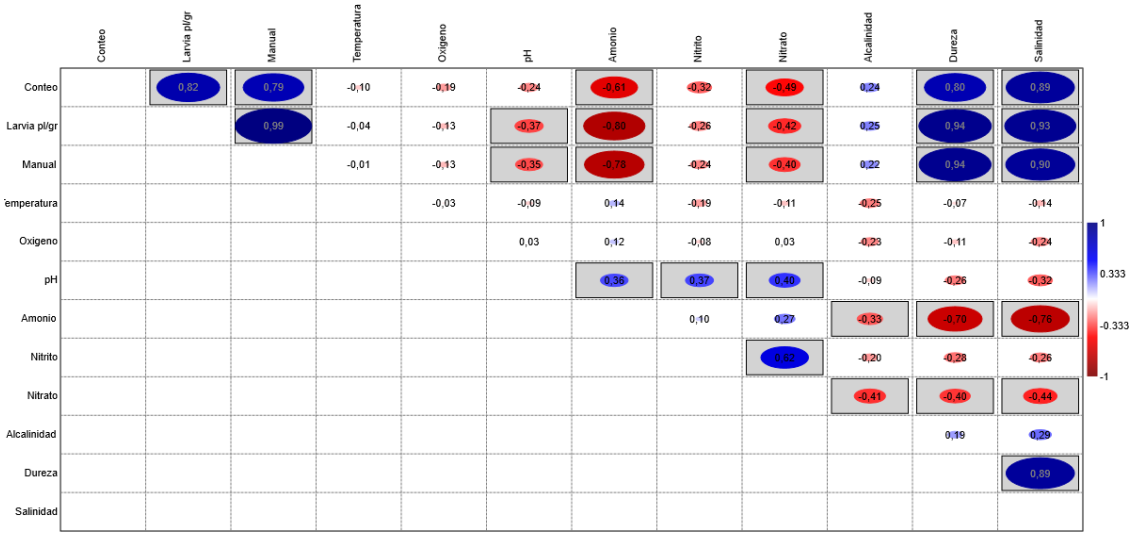
El pH elevado se asoció con menor crecimiento, probablemente por estrés fisiológico y mayor toxicidad del amonio. La alcalinidad mostró una relación positiva, favoreciendo el crecimiento al estabilizar el pH y apoyar la calcificación. El nitrato y el nitrito reflejaron el estado de la nitrificación del sistema, sin relación directa fuerte con el crecimiento. Oxígeno y temperatura no influyeron significativamente, al mantenerse en rangos adecuados.

7.16. Correlación General

Las correlaciones positivas más fuertes y altamente significativas se observan con Dureza (r=0.80-0.94, p<0.001) y Salinidad (r=0.89-0.93, p<0.001). Estas correlaciones fueron replicables a lo largo de todas las corridas, confirmando que estos son los factores más críticos para el crecimiento larvario. La consistencia de estos resultados a través de diferentes condiciones y momentos temporales elimina prácticamente cualquier duda sobre su importancia. El patrón es claro: sistemas con mayor contenido mineral y salinidad óptima consistentemente producen mejores tasas de crecimiento.

Figura 25.

Correlación de los parámetros biológicos vs los parámetros fisicoquímicos en las tres corridas.



Nota. Heatmap elaborado en el programa Past.v4.17

El Amonio presenta la correlación negativa más fuerte de todos los parámetros químicos (r=-0.61 a -0.80, p<0.001), consolidándose como el principal factor limitante del crecimiento cuando está presente en concentraciones elevadas. Esta relación inversa tan marcada a través de las tres corridas demuestra que el amonio es el contaminante más problemático en sistemas de cultivo larvario. El pH muestra una correlación negativa moderada y significativa (r=-0.24 a -0.37, p<0.05), confirmando que valores más elevados de pH están consistentemente asociados con menor crecimiento. Esta relación

se explica por la química del equilibrio amonio-amoníaco: a pH más alto, aumenta la proporción de amoníaco no ionizado (NH_3), que es aproximadamente 300-400 veces más tóxico que el ion amonio (NH_4^+).

El Nitrito muestra una correlación negativa moderada ($r=-0.26$ a -0.32, $p<0.10$) y además presenta una correlación positiva muy fuerte con el nitrato ($r=0.62$, $p<0.001$), indicando que ambos compuestos fluctúan juntos como indicadores del estado del ciclo del nitrógeno en el sistema. Aunque la correlación del nitrito con el crecimiento es menos pronunciada que la del amonio, sigue siendo un parámetro importante a controlar. La alcalinidad mostró una relación débil con el crecimiento, pero se asoció significativamente con menores concentraciones de amonio y nitrato, indicando un efecto indirecto positivo al estabilizar el sistema y favorecer la nitrificación. Temperatura y oxígeno no influyeron en el crecimiento al mantenerse en rangos adecuados. Además, el amonio se relacionó fuertemente con pH, dureza y salinidad, sugiriendo que una mejor mineralización del agua reduce su acumulación y el estrés larvario.

7.17. PERMANOVA

Reveló que existen diferencias estadísticamente significativas en la tasa de crecimiento de las larvas entre las tres corridas experimentales ($F=5.289$, $p=0.0115$). Este valor de p inferior a 0.05 indica que las variaciones en los parámetros ambientales entre corridas tuvieron un efecto real y medible sobre el crecimiento larvario, descartando que las diferencias observadas sean producto del azar. El estadístico F relativamente alto (5.289) sugiere que estas diferencias son no solo estadísticamente significativas, sino también sustanciales en magnitud.

Tabla 4.

Resultados estimados por la prueba de PERMANOVA con los datos de las tres corridas.

One way PERMANOVA	
Permutation N:	9999
Total sum of squares:	2,96E+13
Within-group sum of squares:	2,24E+13
F:	5,289
p (same):	0,0115

Nota. Prueba realizada en el programa Past.v4.17

La suma de cuadrados total (2.96×10^{13}) representa la variabilidad total en las tasas de crecimiento, mientras que la suma de cuadrados dentro de grupos (2.24×10^{13}) representa la variabilidad que ocurre dentro de cada corrida. La diferencia entre ambas (aproximadamente 7.2×10^{12}) representa la variabilidad entre corridas, es decir, la variación atribuible a las diferentes condiciones ambientales experimentadas en cada corrida. Esto significa que aproximadamente el 24% de la variabilidad total en el crecimiento puede atribuirse a diferencias entre las corridas experimentales.

7.18. Pairwise post-hoc

Las comparaciones pareadas (PERMANOVA post-hoc, Bonferroni) mostraron que la mayor diferencia en la tasa de crecimiento ocurrió entre Corrida 1 y Corrida 3 (p = 0.0034). También se detectaron diferencias significativas entre Corrida 1 y Corrida 2 (p = 0.0374), aunque de menor magnitud. En contraste, Corrida 2 y Corrida 3 no difirieron significativamente (p = 0.3418), lo que sugiere condiciones ambientales y efectos sobre el crecimiento similares entre ambas.

Tabla 5.

Valores estimados del pairwise del PERMANOVA.

Pairwise			
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
Corrida 1		0,0374	0,0034
Corrida 2	0,0374		0,3418
Corrida 3	0,0034	0,3418	

Nota. Prueba realizada en el programa Past.v4.17

La Corrida 1 difirió claramente de las Corridas 2 y 3 en condiciones ambientales y crecimiento larvario, mientras que estas últimas fueron más similares entre sí. Las diferencias observadas probablemente se asocian a variaciones en parámetros clave como amonio, dureza, salinidad, pH y nitrato, siendo posible que la Corrida 1 presentara la combinación más favorable o, por el contrario, condiciones más limitantes. En conjunto, el PERMANOVA complementa las correlaciones de Spearman, confirmando que las variaciones ambientales entre corridas generaron efectos reales y medibles sobre el crecimiento, con relevancia práctica para el manejo del cultivo.

7.19. Análisis SIMPER

Este análisis indicó que el Conteo (número total de larvas) explicó el 99.91 % de la disimilitud entre corridas, confirmando su rol como variable respuesta principal. Los valores promedio mostraron un patrón decreciente de crecimiento (Corrida 1: 1.16×10^7; Corrida 2: 1.09×10^7; Corrida 3: 1.05×10^7), con una disimilitud promedio de 5.093, lo que evidencia diferencias sustanciales en el desempeño larvario entre corridas.

Tabla 6.

Resultados del Análisis de Simper.

Análisis SIMPER (Similarity Percentages)						
Taxon	Av. dissim	Contrib. %	Cumulative %	Mean Corrida 1	Mean Corrida 2	Mean Corrida 3
Conteo	5,093	99,91	99,91	1,16E+07	1,09E+07	1,05E+07
Larvia pl/gr	0,002307	0,04525	99,95	684	647	656
Manual	0,002306	0,04523	100	658	613	672
Dureza	0,0001233	0,002419	100	175	170	170
Alcalinidad	4,91E-05	0,0009634	100	138	143	134
Nitrato	2,12E-05	0,0004165	100	34,7	36,1	38,4
Salinidad	1,88E-05	0,0003694	100	20,6	18,8	18,6
Oxigeno	1,41E-06	2,76E-05	100	5,55	5,77	5,65
pH	9,06E-07	1,78E-05	100	7,87	7,78	7,87
Temperatura	7,18E-07	1,41E-05	100	33,7	33,7	33,8
Amonio	7,57E-08	1,49E-06	100	0,0717	0,0683	0,0725
Nitrito	5,83E-08	1,14E-06	100	0,0633	0,0658	0,0717

Nota. Prueba realizada en el programa Past.v4.17

El SIMPER indicó que los parámetros ambientales explicaron en conjunto ~0.09 % de la disimilitud entre corridas, mostrando patrones coherentes con los análisis previos. La dureza fue el parámetro con mayor contribución (0.0024 %), con valores de 175, 170 y 170 mg/L $CaCO_3$, coincidiendo con el mayor crecimiento en la Corrida 1 y su fuerte correlación positiva con el crecimiento (r = 0.80–0.94). La alcalinidad aportó 0.00096 % (138, 143 y 134 mg/L), con un efecto positivo moderado, pero no determinante.

El nitrato contribuyó 0.00042 %, aumentando entre corridas (34.7, 36.1 y 38.4 mg/L) y asociándose con menor crecimiento, en concordancia con su correlación negativa (r = −0.40 a −0.49). La salinidad explicó 0.00037 % (20.6, 18.8 y 18.6 ppt), siendo mayor en la Corrida 1 y consistente con su relación positiva con el crecimiento (r = 0.89–0.93) y la similitud entre Corridas 2 y 3. Amonio y nitrito tuvieron contribuciones mínimas (~0.000001 %), con valores similares entre corridas, indicando niveles bajos y estables durante el experimento.

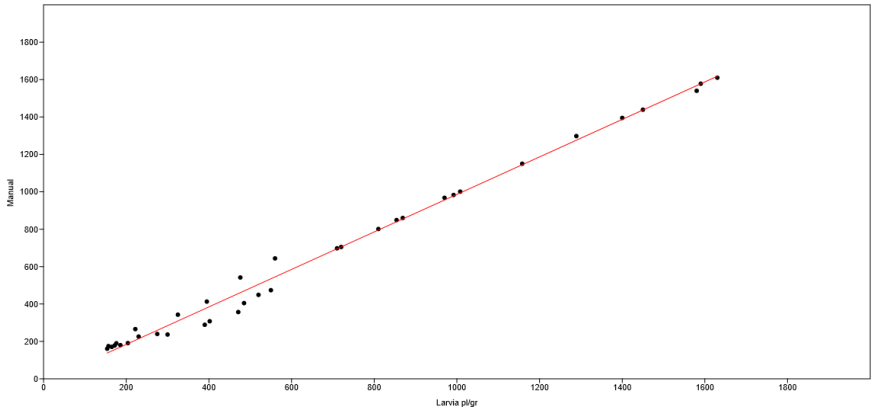
El Oxígeno (5.55, 5.77 y 5.65 mg/L), pH (7.87, 7.78 y 7.87) y temperatura (33.7, 33.7 y 33.8 °C) presentaron valores muy estables entre corridas y contribuciones mínimas a la disimilitud, lo que explica la ausencia de correlaciones significativas con el crecimiento y refleja un adecuado control durante las corridas. En conjunto, el SIMPER complementa los análisis de correlación y PERMANOVA, confirmando que dureza y salinidad fueron los parámetros cuyas variaciones entre corridas explicaron mejor las diferencias observadas en la tasa de crecimiento.

7.20. Regresión RMA

La regresión RMA evidenció una concordancia casi perfecta entre el conteo manual y el método digital LARVIA. La pendiente fue 1.0026 (EE = 0.0157; t = 63.76; p < 0.001), con un intervalo de confianza que incluye el valor 1, indicando ausencia de sesgo proporcional.

Figura 26.

Gráfico de dispersión con los valores del conteo manual y el digital.



Nota. Se estimó un Slope: 1.00026 y un Intercept: -16.46.

El intercepto fue −16.46, con IC 95 % (−40.58 a 10.48), lo que confirma que no existe un sesgo constante significativo entre métodos. La correlación fue extremadamente alta ($r = 0.996$; $r^2 = 0.992$; $p = 0.0001$), mostrando que ambos métodos producen resultados prácticamente idénticos. En conjunto, estos resultados validan el uso de LARVIA como una alternativa confiable y equivalente al conteo manual, con ventajas operativas sin pérdida de precisión.

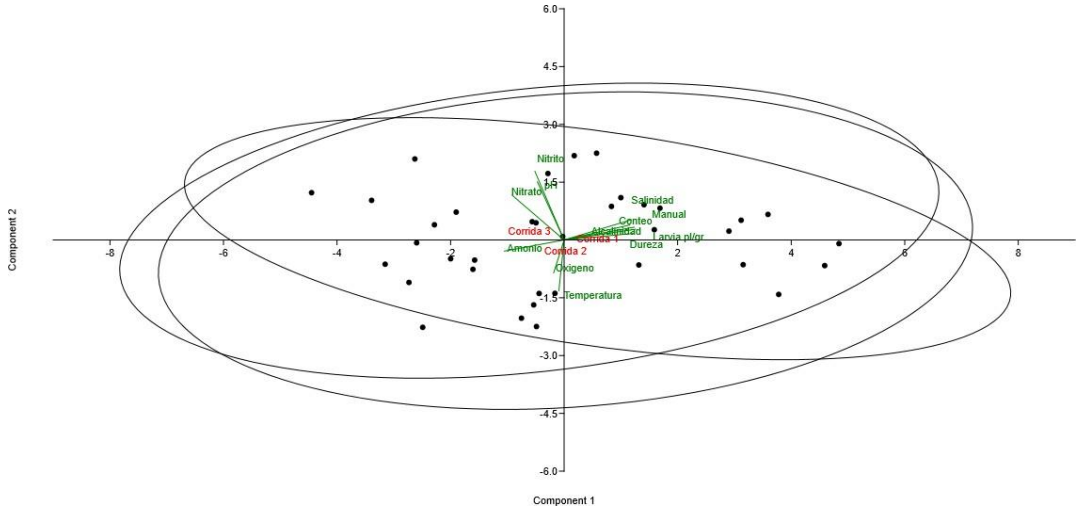
7.21. PCA

Los dos primeros componentes principales explicaron conjuntamente el 59.69 % de la varianza total (PC1: 47.45 %, PC2: 12.43 %), lo que es adecuado para un análisis con 12

variables y permite representar la mayor parte de la información en dos dimensiones. Los componentes restantes aportaron varianzas menores, confirmando que PC1 y PC2 capturan los patrones principales de los datos.

Figura 27.

Representación de los componentes del PCA.



Nota. Prueba realizada en el programa Past.v4.17

El PC1 representa un gradiente principal de calidad del agua y condiciones favorables para el crecimiento, donde las variables de crecimiento se agrupan con dureza y salinidad en el eje positivo, confirmando su fuerte correlación positiva, mientras que el amonio se asocia en sentido opuesto, indicando una relación negativa con el crecimiento. El PC2 describe un gradiente secundario relacionado con los compuestos nitrogenados y el balance químico del agua, con nitrito, nitrato y pH contribuyendo positivamente, mientras que la temperatura tiene una contribución menor. El biplot evidencia un agrupamiento claro entre crecimiento, dureza y salinidad, otro entre nitrito y nitrato, variables con contribución moderada como pH, alcalinidad y oxígeno, y una baja variabilidad de temperatura y amonio, en concordancia con los análisis previos.

Las elipses de confianza del biplot que muestran una tendencia de separación entre corridas, con solapamiento entre las Corridas 2 y 3, coherente con el PERMANOVA ($p = 0.3418$). La Corrida 1 se concentra hacia el lado positivo del PC1, asociada a crecimiento, dureza y salinidad, indicando condiciones más favorables y mayor crecimiento, mientras que las Corridas 2 y 3 se agrupan en posiciones más centrales o ligeramente negativas, reflejando condiciones similares.

8. DISCUSIÓN

El análisis integral de los resultados obtenidos durante las tres corridas larvarias confirma que los parámetros fisicoquímicos del agua ejercen una influencia directa y determinante sobre el rendimiento biológico de *Penaeus vannamei*. La estabilidad ambiental alcanzada a lo largo del estudio se refleja en un crecimiento relativamente uniforme y en tasas de supervivencia adecuadas, lo que concuerda con lo reportado en investigaciones previas que destacan la calidad del agua como un factor crítico en las fases tempranas del desarrollo larvario (Armijos Hurtado y Villafuerte-García, 2020; Briones y Mogro, 2022).

La temperatura se mantuvo dentro de un rango estrecho (33,73–34,01 °C), considerado óptimo para la fisiología larvaria de *P. vannamei*. Este comportamiento térmico favorece la actividad metabólica, la digestión y los procesos de crecimiento, tal como lo señalan Kumar-Ghosh et al. (2020), quienes indican que valores entre 30 °C y 34 °C permiten maximizar la eficiencia fisiológica sin inducir estrés térmico. La ausencia de fluctuaciones abruptas sugiere un adecuado control operativo del sistema, minimizando riesgos asociados a desbalances metabólicos.

De manera similar, los valores de pH registrados (7,50–7,91) se mantuvieron dentro de rangos funcionales, lo que contribuyó a reducir el estrés fisiológico y a favorecer la asimilación de nutrientes. Estudios previos han señalado que pH estables cercanos a la neutralidad son esenciales para preservar la integridad de las membranas celulares y el equilibrio ácido-base en estadios larvarios (Kumar-Ghosh et al., 2020). En este sentido,

la estabilidad del pH pudo haber amortiguado los efectos potenciales de otros factores ambientales.

El oxígeno disuelto se mantuvo consistentemente por encima de 5 mg/L, valor considerado adecuado para garantizar una respiración aerobia eficiente en larvas de camarón. Esto coincide con lo descrito por Armijos Hurtado y Villafuerte-García (2020), quienes destacan que niveles adecuados de oxígeno disuelto previenen condiciones hipóxicas que pueden afectar la actividad metabólica y la supervivencia. La eficiencia del sistema de aireación permitió mantener un ambiente favorable, reduciendo la probabilidad de estrés respiratorio durante el ciclo productivo.

En relación con el ciclo del nitrógeno, las concentraciones de amonio, nitritos y nitratos se mantuvieron generalmente bajas y controladas, reflejando un manejo adecuado de la carga orgánica y de la dinámica microbiana del sistema. Sin embargo, el amonio se identificó como el principal factor limitante, mostrando correlaciones negativas significativas con el crecimiento larvario. Este resultado concuerda con lo reportado por Sánchez-Fernández y Hernández-Bautista (2021), quienes señalan que incluso incrementos moderados de amonio pueden inducir estrés fisiológico, afectar la función branquial y reducir la eficiencia de conversión alimenticia, especialmente bajo condiciones de pH elevado que favorecen la fracción no ionizada (NH_3). Por su parte, los patrones observados para nitrito y nitrato, aunque de menor impacto directo, evidencian el estado del ciclo del nitrógeno y resaltan la importancia de la estabilidad microbiana para el rendimiento sostenido en sistemas intensivos de larvicultura (Lema, 2023).

La alcalinidad y la dureza total mostraron incrementos graduales hacia las etapas finales del cultivo, comportamiento que se asocia con el crecimiento progresivo de las larvas y sus mayores requerimientos iónicos. González (2022) indica que la disponibilidad de cationes divalentes, particularmente calcio y magnesio, es fundamental para la osmorregulación, la calcificación del exoesqueleto y la correcta ejecución del proceso de muda. En este estudio, las corridas que presentaron niveles más altos y estables de dureza expresada como $CaCO_3$ exhibieron tasas de crecimiento superiores y curvas de PL/g más consistentes, lo que refuerza la relevancia de este parámetro como un modulador clave del desempeño larvario.

Los indicadores de desempeño biológico, específicamente el crecimiento expresado como PL/g y la supervivencia, evidenciaron que la uniformidad y estabilidad de los parámetros fisicoquímicos favorecen la ganancia de biomasa y la homogeneidad poblacional. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Briones y Mogro (2022), quienes destacan que ambientes controlados reducen la variabilidad intra-poblacional y promueven un desarrollo más sincronizado en los estadios larvarios.

El análisis de componentes principales (PCA) corroboró estadísticamente estas relaciones, mostrando asociaciones positivas entre el crecimiento y variables como dureza, alcalinidad, pH y oxígeno disuelto. Estos resultados respaldan lo propuesto por Piedrahita (2019), quien señala que la interacción entre estabilidad iónica y condiciones fisicoquímicas adecuadas es esencial para sostener procesos osmóticos y metabólicos eficientes en *P. vannamei*. Asimismo, la ausencia de correlaciones significativas entre

algunas variables tradicionalmente críticas (temperatura, pH y oxígeno disuelto) y el crecimiento sugiere que dichas variables se mantuvieron dentro de rangos óptimos y no actuaron como factores limitantes, atribuyendo las diferencias entre corridas principalmente a la interacción entre salinidad, dureza y compuestos nitrogenados.

Finalmente, la alta concordancia observada entre los conteos manuales y los datos generados mediante la aplicación Larvia valida el uso de herramientas digitales como apoyo al monitoreo morfométrico y poblacional en tiempo real. Estos resultados coinciden con lo reportado por Roca González (2022), quien destaca que la integración de tecnologías digitales en la larvicultura permite mejorar la precisión diagnóstica, optimizar la toma de decisiones y fortalecer los esquemas de manejo adaptativo, sin comprometer la confiabilidad de los indicadores productivos.

9. CONCLUSIONES

- Los parámetros fisicoquímicos del agua se mantuvieron dentro de rangos óptimos durante las corridas larvarias, garantizando un ambiente estable que favoreció el crecimiento, la uniformidad poblacional y una supervivencia superior al 70 % en *Penaeus vannamei*.

- La dureza y salinidad ejercieron una influencia positiva y significativa sobre el crecimiento larvario, al favorecer la osmorregulación y la calcificación del exoesqueleto, mientras que el amonio se confirmó como el principal factor limitante, con efectos negativos sobre crecimiento y supervivencia cuando no se controla adecuadamente.

- El análisis estadístico y correlacional corroboró la hipótesis alternativa del estudio, demostrando que existe una relación significativa entre la calidad fisicoquímica del agua y la tasa de crecimiento larvario, siendo el monitoreo continuo un componente clave para la sostenibilidad y eficiencia productiva.

- La validación de la aplicación Larvia ($r = 0.996$; $p < 0.0001$) y la identificación de umbrales críticos de manejo aportan una línea base técnica para optimizar los protocolos de EGIDIOSA S.A., reducir la variabilidad entre corridas y fortalecer la producción sostenible de postlarvas de alta calidad.

10. RECOMENDACIONES

- Implementar un monitoreo continuo y sistemático de los parámetros fisicoquímicos del agua, priorizando dureza, salinidad, alcalinidad, pH y oxígeno disuelto, con el fin de mantener la estabilidad ambiental necesaria para el desarrollo óptimo de las larvas de *Penaeus vannamei*.

- Fortalecer el control operativo de los compuestos nitrogenados, especialmente el amonio, mediante ajustes en aireación, biofiltración y manejo de la carga orgánica, evitando concentraciones superiores a 0.07 mg/L que comprometan el crecimiento y la supervivencia larvaria.

- Incorporar de forma permanente herramientas digitales como la aplicación Larvia en conjunto con conteos manuales, para optimizar el monitoreo morfométrico y poblacional en tiempo real, reducir la variabilidad entre corridas y mejorar la toma de decisiones productivas.

- Utilizar los resultados del presente estudio como línea base para estandarizar y replicar los protocolos de manejo en EGIDIOSA S.A. y otros laboratorios, así como para desarrollar investigaciones futuras que integren indicadores de calidad larvaria y análisis microbiológicos, fortaleciendo la sostenibilidad y competitividad del sector camaronero.

11. BIBLIOGRAFÍA

Anderson, J., Valverde, R., & Gómez, M. (2020). Advances in larval nutrition and water quality management for *Penaeus vannamei* hatcheries. Aquaculture Reports, 17, 100345. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100345

Bermudes-Lizárraga, J. F., Nieves-Soto, M., Flores-Higuera, F. A., & López-Peraza, D. J. (2023). Supervivencia, desarrollo y crecimiento de larvas de *Penaeus vannamei* alimentadas con dietas tradicionales y no tradicionales. Revista MVZ Córdoba, 28(1), e2682. https://doi.org/10.21897/rmvz.2682

Briones Espinoza, M. J., y Mogro Mendoza, M. J. (2022). Caracterización de parámetros químicos en larvicultura de camarón. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/8000

Carvajal, J., & Bolaños Núñez, A. (2021). Evaluación de parámetros fisicoquímicos en sistemas larvarios de camarón blanco. Revista de Ciencias Marinas, 39(2), 45–58.

Chiliquinga Burgos, D., Valarezo Villacrés, G., & Castillo Del Valle, H. M. (2024). Cultivo de larvas de camarón *Penaeus vannamei* en la Unidad Educativa Muey, Santa Elena. Revista Latinoamericana de Acuicultura, 5(4), 2490. https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2490

Crespín, Á. G., Esparza, B. R., & Gálvez, G. A. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para el sector exportador. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 8(2). https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8094522.pdf

FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229en

González, G. M. (2022). Análisis del crecimiento de larvas de camarón *Penaeus vannamei* en el laboratorio LARVALABSO, Mar Bravo – Ecuador [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8075

González, M. A., & Torres, L. (2022). Impacto de la calidad del agua en el crecimiento larvario de *Penaeus vannamei*. Revista de Acuicultura Tropical, 14(1), 23–35.

Gonzabay-Crespin, A., Rodríguez Esparza, B., & Guamán Gálvez, G. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para el sector exportador. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 8(2).

Kumar-Ghosh, S., Das-Saha, P., & Francesco Di, M. (2020). Recent Trends in Waste Water Treatment and Water Resource Management. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0706-9

Lecaro Mendoza, H. A. (2025). Evaluación de calidad de agua y concentración de Vibrio sp. en larvas de *Penaeus vannamei* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. https://repositorio.upse.edu.ec/items/6521e6b3-a2fb-4cac-8d93-ffc69acf88f8

Lema, J. P. (2023). Relación entre calidad de agua y amonio tóxico en un periodo de producción de cultivo de camarón (*Penaeus vannamei*) en Santa Elena [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. https://repositorio.upse.edu.ec/items/b976b33c-9b5a-4cca-b4e9-c08775d26caf

Llomitoa-Cadena, R. (2023). Ecdisis y parámetros críticos en el desarrollo larvario de *Penaeus vannamei*. Boletín Técnico de Acuicultura, 11(3), 67–79.

Martínez-Córdova, L. R., & Ramírez-Paredes, J. (2021). Water quality and larval performance of *Penaeus vannamei* under different probiotic treatments. Latin American Journal of Aquatic Research, 49(2), 245–254. https://doi.org/10.3856/vol49-issue2-fulltext-2635

Mejía-Ruiz, H., & López-Medina, J. (2022). Evaluación de parámetros fisicoquímicos y su relación con el crecimiento larval de *Penaeus vannamei*. Revista Colombiana de Acuicultura, 38(1), 55–68.

Moya, C., & Zambrano, D. (2023). Efecto de la salinidad y oxígeno disuelto sobre el desarrollo larval de *Penaeus vannamei*. Revista Científica de Producción Acuícola, 10(1), 33–44.

Phodé, A. (2023). Manual técnico de larvicultura de camarón: De nauplio a postlarva. Ediciones Acuaciencia.

Piedrahita, R. H. (2019). Sistemas y tecnologías de acuicultura en Ecuador. Revista de Acuicultura y Pesquerías, 5(2), 57–64.

Ramírez Aquino, J. (2019). Nutrición y desarrollo en estadios larvarios de *Penaeus vannamei*. Revista Bioacuática, 21(2), 88–102.

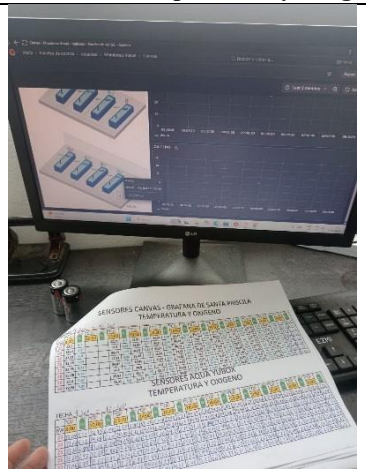
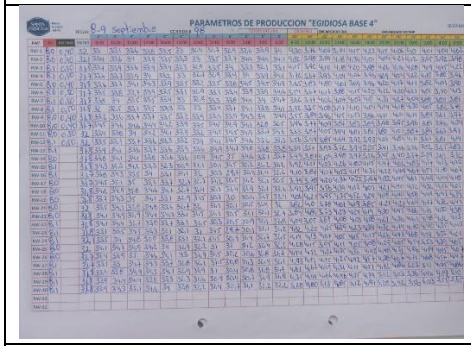
Torres-Ochoa, E., Cadena-Roa, M. A., & Rojas Contreras, M. (2019). Zootechnical evaluation of *Penaeus vannamei* larvae fed endemic microalgae and a probiotic from the Gulf of California. Revista Bio Ciencias, 6(1), e404. https://doi.org/10.15741/revbio.06.e404

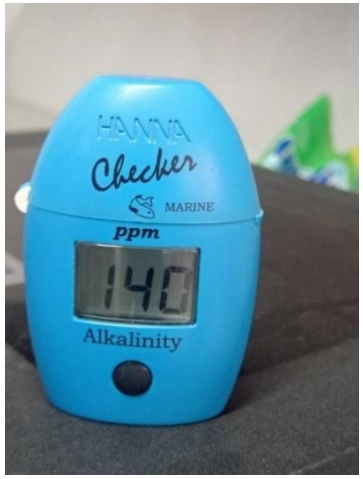
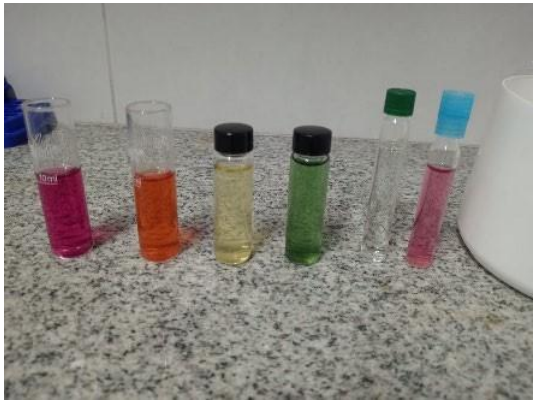
Valarezo Villacrés, G., & Castillo, H. M. (2022). Condiciones óptimas de cultivo para larvas de camarón en laboratorios de Santa Elena. Revista Científica de Producción Acuícola, 9(1), 12–26.

Zamora-Sánchez, A., & Cedeño, M. (2023). Evaluación de indicadores de desempeño en larvas de *Penaeus vannamei* bajo condiciones controladas. Revista de Investigación Acuícola, 15(2), 101–115.

12. ANEXOS

Anexo 1. Material usado durante la experimentación y desarrollo de la tesis.

Monitoreo de temperatura y Oxigeno	Sensor	Datos recolectados (sensor)
		
Datos manuales YSI 230	**YSI 9300 medidas de Dureza, Nitritos, Nitratos.**	**Trazabilidad**
		

Medidor pH	Medidor Alcalinidad	Procesos
		
Salinidad	Soluciones medidas en dispositivos	Medidor Amonio
		

Anexo 2. Siembra de larvas, Conteo de larvas y control de crecimiento

Anexo 3. Análisis estadístico

Prueba de Normalidad												
	Conteo	Larvia pl/gr	Manual	Temperatura	Oxigeno	pH	Amonio	Nitrito	Nitrato	Alcalinidad	Dureza	Salinidad
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Shapiro-Wilk W	0,9123	0,8902	0,852	0,9407	0,8589	0,9114	0,8865	0,8627	0,8543	0,9565	0,9688	0,95
p(normal)	0,2283	0,1187	0,03889	0,5077	0,04736	0,2221	0,1061	0,05279	0,04147	0,7323	0,8983	0,6366

Correlación de Spearman (Matriz Cuadrada)												
	Conteo	Larvia pl/gr	Manual	Temperatura	Oxigeno	pH	Amonio	Nitrito	Nitrato	Alcalinidad	Dureza	Salinidad
Conteo		1,18E-06	1,18E-06	0,64309	0,31476	0,090956	0,0042038	0,0054541	0,043683	0,48992	0,00039831	0,0004459
Larvia pl/gr	0,95622		0	0,60852	0,2154	0,097055	0,0010943	0,001952	0,020794	0,29059	2,84E-05	0,00011413
Manual	0,95622	1		0,60852	0,2154	0,097055	0,0010943	0,001952	0,020794	0,29059	2,84E-05	0,00011413
Temperatura	0,14939	0,16491	0,16491		0,63155	0,20599	0,90528	0,64009	0,55462	0,44078	0,60852	0,87095
Oxigeno	0,31739	0,38587	0,38587	0,15454		0,5233	0,5762	0,52213	0,10635	0,39691	0,11608	0,52205
pH	-0,50908	-0,50103	-0,50103	-0,39325	-0,20472		0,082592	0,30608	0,0094409	0,31207	0,36697	0,12419
Amonio	-0,75898	-0,81987	-0,81987	-0,038566	-0,17973	0,52073		0,073367	0,068308	0,63686	0,018901	0,0046148
Nitrito	-0,74476	-0,79603	-0,79603	-0,15072	-0,20529	0,32283	0,53456		0,13346	0,78024	0,027851	0,0081545
Nitrato	-0,58947	-0,65499	-0,65499	-0,18981	-0,48939	0,71163	0,54265	0,45889		0,53314	0,081788	0,039598
Alcalinidad	-0,22105	-0,33275	-0,33275	-0,24605	-0,26952	0,31907	0,15216	0,090274	0,2		0,12692	0,46284
Dureza	0,85464	0,91608	0,91608	0,16491	0,47791	-0,2863	-0,66248	-0,63081	-0,52189	-0,46585		0,00064283
Salinidad	0,85114	0,88811	0,88811	-0,052632	0,20533	-0,46882	-0,75399	-0,72093	-0,59895	-0,23468	0,83916	

Prueba de Normalidad												
	Conteo	Larvia pl/gr	Manual	Temperatura	Oxigeno	pH	Amonio	Nitrito	Nitrato	Alcalinidad	Dureza	Salinidad
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Shapiro-Wilk W	0,8874	0,8986	0,9116	0,8344	0,9168	0,9114	0,8421	0,8286	0,8817	0,9574	0,9406	0,9105
p(normal)	0,109	0,1521	0,2238	0,02367	0,2606	0,2221	0,02936	0,02016	0,09227	0,7459	0,5053	0,2168

Correlación de Spearman (Matriz Cuadrada)												
	Conteo	Larvia pl/gr	Manual	Temperatura	Oxigeno	pH	Amonio	Nitrito	Nitrato	Alcalinidad	Dureza	Salinidad
Conteo		2,14E-09	2,14E-09	0,42967	0,22068	0,075938	0,0002097	0,86118	0,76546	0,10844	1,34E-05	7,80E-07
Larvia pl/gr	0,98774		0	0,48661	0,29047	0,097055	7,68E-05	0,86142	0,66408	0,062511	7,80E-07	1,29E-07
Manual	0,98774	1		0,48661	0,29047	0,097055	7,68E-05	0,86142	0,66408	0,062511	7,80E-07	1,29E-07
Temperatura	-0,25188	-0,2227	-0,2227		0,94575	0,73724	0,61702	0,82487	0,56036	0,86792	0,31597	0,29412
Oxigeno	-0,38181	-0,33283	-0,33283	0,022059		0,1022	0,33958	0,19837	0,64043	0,37959	0,39808	0,22867
pH	-0,53059	-0,50103	-0,50103	0,10846	0,49451		0,026696	0,95254	0,34757	0,16747	0,13007	0,12096
Amonio	-0,87297	-0,89696	-0,89696	0,16107	0,30229	0,63444		0,56956	0,60169	0,072452	0,0010397	7,68E-05
Nitrito	0,05665	0,056551	0,056551	-0,071651	-0,39938	-0,019294	-0,18281		0,0028855	0,2921	0,96283	0,73518
Nitrato	-0,096491	-0,14011	-0,14011	-0,18711	-0,15057	0,29756	0,16802	0,778		0,0067929	0,57789	0,77835
Alcalinidad	0,48687	0,55245	0,55245	0,05388	-0,27915	-0,42588	-0,53599	-0,33177	-0,73205		0,049049	0,089914
Dureza	0,92807	0,95972	0,95972	-0,31665	-0,26888	-0,46247	-0,82183	-0,015107	-0,17895	0,57793		1,68E-05
Salinidad	0,95972	0,97203	0,97203	-0,33046	-0,37577	-0,4724	-0,89696	0,10933	-0,091068	0,51049	0,92469	

Prueba de Normalidad												
	Conteo	Larvia pl/gr	Manual	Temperatura	Oxigeno	pH	Amonio	Nitrito	Nitrato	Alcalinidad	Dureza	Salinidad
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Shapiro-Wilk W	0,8787	0,9014	0,8623	0,8517	0,9467	0,9348	0,9143	0,9204	0,9134	0,9594	0,9711	0,9181
p(normal)	0,08447	0,1652	0,0523	0,03851	0,5895	0,4333	0,2421	0,2896	0,2356	0,7747	0,9216	0,2705

Correlación de Spearman (Matriz Cuadrada)												
	Conteo	Larvia pl/gr	Manual	Temperatura	Oxigeno	pH	Amonio	Nitrito	Nitrato	Alcalinidad	Dureza	Salinidad
Conteo		1,14E-04	1,14E-04	0,71811	0,038726	0,53606	0,030613	0,5702	0,097174	0,19934	0,00020071	6,59E-05
Larvia pl/gr	0,88811		0	0,89838	0,14933	0,58911	0,0078457	0,81644	0,13019	0,084869	3,09E-08	2,14E-09
Manual	0,88811	1		0,89838	0,14933	0,58911	0,0078457	0,81644	0,13019	0,084869	3,09E-08	2,14E-09
Temperatura	0,11664	0,041387	0,041387		0,58044	0,4628	0,8577	0,45112	0,91665	0,54227	0,89838	0,94439
Oxigeno	-0,60106	-0,44289	-0,44289	-0,17777		0,82571	0,33391	0,33972	0,014342	0,055115	0,25245	0,092471
pH	-0,1986	-0,17378	-0,17378	-0,2347	-0,071304		0,74336	0,018907	0,27531	0,91287	0,47806	0,76681
Amonio	-0,62256	-0,72332	-0,72332	0,058085	0,30569	-0,10585		0,76718	0,53298	0,053726	0,0093114	0,0064181
Nitrito	-0,18252	-0,075154	-0,075154	-0,24069	0,30221	0,66246	0,095766		0,03679	0,62501	0,80783	0,91631
Nitrato	-0,50088	-0,46235	-0,46235	-0,033921	0,6831	0,34283	0,20007	0,60587		0,059984	0,16206	0,16314
Alcalinidad	0,3986	0,51748	0,51748	-0,19565	-0,56591	0,035465	-0,56858	-0,15747	-0,55692		0,084869	0,06815
Dureza	0,87413	0,97902	0,97902	-0,041387	-0,35853	-0,22697	-0,71253	-0,078733	-0,43082	0,51748		4,98E-07
Salinidad	0,90018	0,98774	0,98774	-0,022614	-0,50705	-0,095922	-0,7354	-0,034058	-0,42982	0,54291	0,96322	

Prueba de Normalidad												
	Conteo	Larvia pl/gr	Manual	Temperatura	Oxigeno	pH	Amonio	Nitrito	Nitrato	Alcalinidad	Dureza	Salinidad
N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Shapiro-Wilk W	0,9508	0,8838	0,8685	0,8549	0,9228	0,9272	0,9038	0,9076	0,9461	0,9829	0,9826	0,9269
p(normal)	0,1107	0,001266	0,000523	0,0002468	0,01522	0,02057	0,004344	0,005559	0,07896	0,8374	0,8303	0,02022

Correlación de Spearman (Matriz Cuadrada)												
	Conteo	Larvia pl/gr	Manual	Temperatura	Oxigeno	pH	Amonio	Nitrito	Nitrato	Alcalinidad	Dureza	Salinidad
Conteo		9,76E-10	8,87E-09	0,57105	0,26154	0,1665	8,32E-05	0,059748	0,0025787	0,15171	4,91E-09	3,67E-13
Larvia pl/gr	0,81959		1,83E-33	0,80615	0,44128	0,027044	4,44E-09	0,13252	0,010817	0,1463	6,09E-18	5,70E-16
Manual	0,79179	0,99331		0,96459	0,43902	0,034615	2,33E-08	0,16674	0,014876	0,19831	3,81E-17	8,42E-14
Temperatura	-0,097639	-0,042376	-0,0076692		0,86418	0,6084	0,40657	0,27349	0,50607	0,13856	0,70048	0,4096
Oxigeno	-0,19216	-0,13245	-0,1331	-0,029545		0,87597	0,50364	0,6277	0,85158	0,17427	0,51992	0,16069
pH	-0,23564	-0,36841	-0,35317	-0,088344	0,02696		0,031018	0,028286	0,014998	0,59368	0,12996	0,059685
Amonio	-0,60821	-0,80099	-0,7781	0,14265	0,11516	0,36003		0,57779	0,11185	0,048791	1,62E-06	8,01E-08
Nitrito	-0,31682	-0,25554	-0,23552	-0,1875	-0,083637	0,36569	0,095941		5,50E-05	0,23298	0,1003	0,12683
Nitrato	-0,48725	-0,41975	-0,40276	-0,1145	0,032315	0,40231	0,26957	0,62004		0,013587	0,016536	0,0079981
Alcalinidad	0,2439	0,24707	0,21952	-0,25175	-0,23151	-0,091974	-0,33077	-0,20389	-0,40768		0,26528	0,087474
Dureza	0,79969	0,94399	0,93743	-0,066384	-0,11083	-0,25719	-0,70448	-0,27828	-0,39692	0,19069		3,41E-13
Salinidad	0,8903	0,92626	0,89985	-0,14174	-0,23882	-0,31689	-0,75916	-0,25923	-0,43512	0,2889	0,89079	

Prueba de Normalidad												
	Conteo	Larvia pl/gr	Manual	Temperatura	Oxigeno	pH	Amonio	Nitrito	Nitrato	Alcalinidad	Dureza	Salinidad
N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Shapiro-Wilk W	0,9508	0,8838	0,8685	0,8549	0,9228	0,9272	0,9038	0,9076	0,9461	0,9829	0,9826	0,9269
p(normal)	0,1107	0,001266	0,000523	0,0002468	0,01522	0,02057	0,004344	0,005559	0,07896	0,8374	0,8303	0,02022

One way PERMANOVA	
Permutation N:	9999
Total sum of squa	2,96E+13
Within-group sum of s	2,24E+13
F:	5,289
p (same):	0,0115

Pairwise			
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
Corrida 1		0,0374	0,0034
Corrida 2	0,0374		0,3418
Corrida 3	0,0034	0,3418	

p-values, sequential Bonferroni significance porque son má

Análisis SIMPER (Similarity Percentages)						
Taxon	Av. dissim	Contrib. %	Cumulative %	Mean Corrida	Mean Corrida	Mean Corrida 3
Conteo	5,093	99,91	99,91	1,16E+07	1,09E+07	1,05E+07
Larvia pl/gr	0,002307	0,04525	99,95	684	647	656
Manual	0,002306	0,04523	100	658	613	672
Dureza	0,0001233	0,002419	100	175	170	170
Alcalinidad	4,91E-05	0,0009634	100	138	143	134
Nitrato	2,12E-05	0,0004165	100	34,7	36,1	38,4
Salinidad	1,88E-05	0,0003694	100	20,6	18,8	18,6
Oxigeno	1,41E-06	2,76E-05	100	5,55	5,77	5,65
pH	9,06E-07	1,78E-05	100	7,87	7,78	7,87
Temperatura	7,18E-07	1,41E-05	100	33,7	33,7	33,8
Amonio	7,57E-08	1,49E-06	100	0,0717	0,0683	0,0725
Nitrito	5,83E-08	1,14E-06	100	0,0633	0,0658	0,0717

Overall average dissimilarity
5,098

¿Ambos métodos producen resultados equivalentes?

Slope: 1.00026
Intercept: -16.46

Esto va con el gráfico de abajo

RMA Regression: Larvia pl/gr-Manual				
Slope a:	10.026	Std. error a:	0.015724	
	t:	63.763	p (slope):	5,66E-33
Intercept b:	-16.46	Std. error b:	12.642	

d confidence intervals (N=1999):

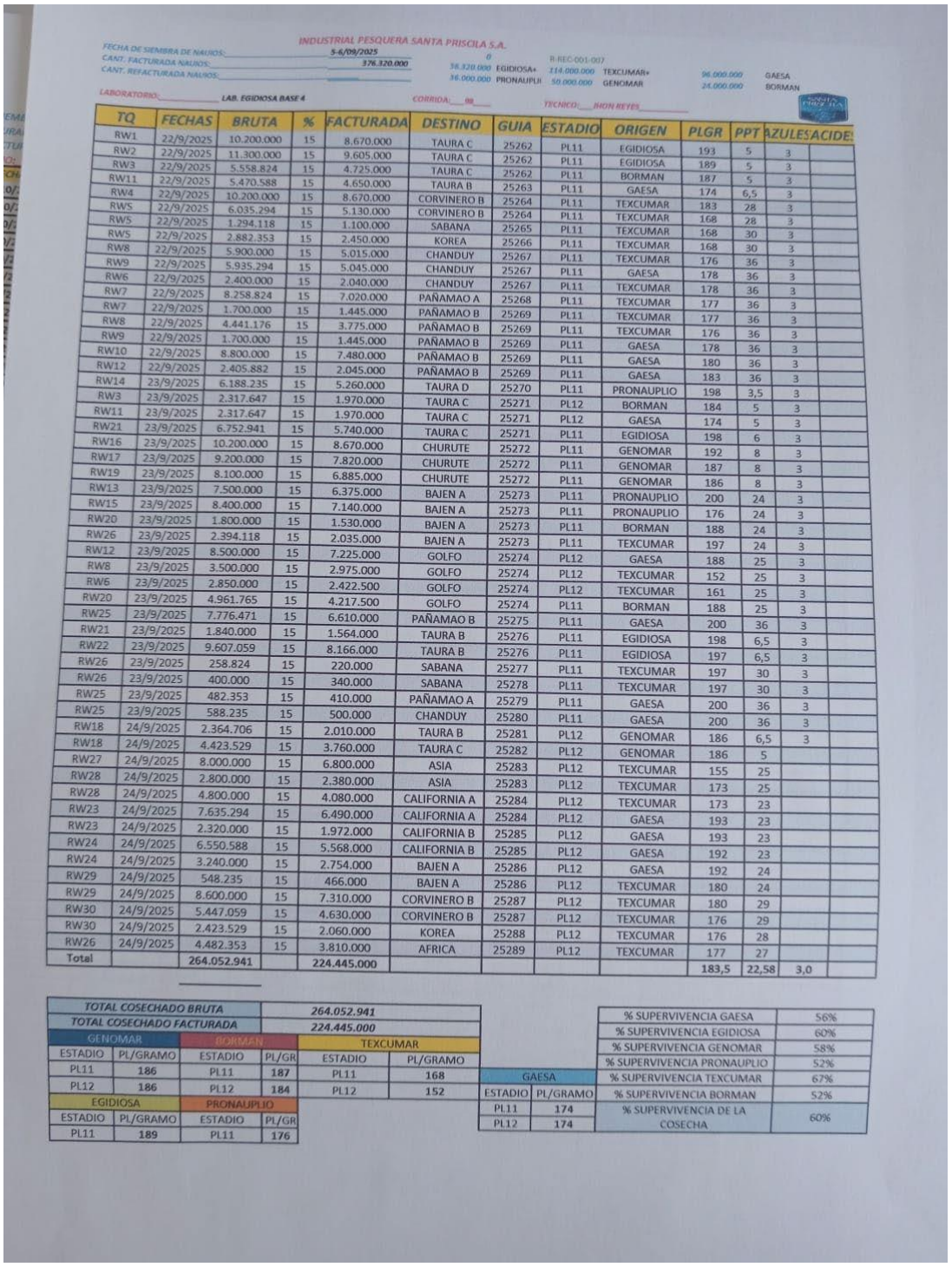
Slope a:	0.98067, 1.0207)
Intercept b:	(-40.58, 10.477)

Correlation:	
r:	0.99581
r2:	0.99164
t:	63.496
p (uncorr.):	6,52E-33
Permutation p:	0.0001

PC	Eigenvalue	% variance
1	569.508	47.459
2	149.156	12.43
3	12.377	10.314
4	105.025	87.521
5	0.788534	65.711
6	0.663554	55.296
7	0.336561	28.047
8	0.267611	22.301
9	0.190915	1.591
10	0.157285	13.107
11	0.119098	0.99248
12	0.00185207	0.015434

Anexo 4. Visitas efectuadas al laboratorio

Anexo 5. Datos Corrida 1



INDUSTRIAL PESQUERA SANTA PRISCILA S.A.

FECHA DE SIEMBRA DE NAUPLIOS: 5-6/09/2025
CANT. FACTURADA NAUPLIOS: 376.320.000
CANT. REFACTURADA NAUPLIOS:

LABORATORIO: LAB. EGIDIOSA BASE 4 CORRIDA: 08 TECNICO: JHON REYES

0
58.320.000 EGIDIOSA+
36.000.000 PRONAUPLII
R-REC-001-007
114.000.000 TEXCUMAR+
50.000.000 GENOMAR
96.000.000 GAESA
24.000.000 BORMAN

TQ	FECHAS	BRUTA	%	FACTURADA	DESTINO	GUIA	ESTADIO	ORIGEN	PLGR	PPT	AZULES	ACIDES
RW1	22/9/2025	10.200.000	15	8.670.000	TAURA C	25262	PL11	EGIDIOSA	193	5	3	
RW2	22/9/2025	11.300.000	15	9.605.000	TAURA C	25262	PL11	EGIDIOSA	189	5	3	
RW3	22/9/2025	5.558.824	15	4.725.000	TAURA C	25262	PL11	BORMAN	187	5	3	
RW11	22/9/2025	5.470.588	15	4.650.000	TAURA B	25263	PL11	GAESA	174	6,5	3	
RW4	22/9/2025	10.200.000	15	8.670.000	CORVINERO B	25264	PL11	TEXCUMAR	183	28	3	
RW5	22/9/2025	6.035.294	15	5.130.000	CORVINERO B	25264	PL11	TEXCUMAR	168	28	3	
RW5	22/9/2025	1.294.118	15	1.100.000	SABANA	25265	PL11	TEXCUMAR	168	30	3	
RW5	22/9/2025	2.882.353	15	2.450.000	KOREA	25266	PL11	TEXCUMAR	168	30	3	
RW8	22/9/2025	5.900.000	15	5.015.000	CHANDUY	25267	PL11	TEXCUMAR	176	36	3	
RW9	22/9/2025	5.935.294	15	5.045.000	CHANDUY	25267	PL11	GAESA	178	36	3	
RW6	22/9/2025	2.400.000	15	2.040.000	CHANDUY	25267	PL11	TEXCUMAR	178	36	3	
RW7	22/9/2025	8.258.824	15	7.020.000	PAÑAMAO A	25268	PL11	TEXCUMAR	177	36	3	
RW7	22/9/2025	1.700.000	15	1.445.000	PAÑAMAO B	25269	PL11	TEXCUMAR	177	36	3	
RW8	22/9/2025	4.441.176	15	3.775.000	PAÑAMAO B	25269	PL11	TEXCUMAR	176	36	3	
RW9	22/9/2025	1.700.000	15	1.445.000	PAÑAMAO B	25269	PL11	GAESA	178	36	3	
RW10	22/9/2025	8.800.000	15	7.480.000	PAÑAMAO B	25269	PL11	GAESA	180	36	3	
RW12	22/9/2025	2.405.882	15	2.045.000	PAÑAMAO B	25269	PL11	GAESA	183	36	3	
RW14	23/9/2025	6.188.235	15	5.260.000	TAURA D	25270	PL11	PRONAUPLIO	198	3,5	3	
RW3	23/9/2025	2.317.647	15	1.970.000	TAURA C	25271	PL12	BORMAN	184	5	3	
RW11	23/9/2025	2.317.647	15	1.970.000	TAURA C	25271	PL12	GAESA	174	5	3	
RW21	23/9/2025	6.752.941	15	5.740.000	TAURA C	25271	PL11	EGIDIOSA	198	6	3	
RW16	23/9/2025	10.200.000	15	8.670.000	CHURUTE	25272	PL11	GENOMAR	192	8	3	
RW17	23/9/2025	9.200.000	15	7.820.000	CHURUTE	25272	PL11	GENOMAR	187	8	3	
RW19	23/9/2025	8.100.000	15	6.885.000	CHURUTE	25272	PL11	GENOMAR	186	8	3	
RW13	23/9/2025	7.500.000	15	6.375.000	BAJEN A	25273	PL11	PRONAUPLIO	200	24	3	
RW15	23/9/2025	8.400.000	15	7.140.000	BAJEN A	25273	PL11	PRONAUPLIO	176	24	3	
RW20	23/9/2025	1.800.000	15	1.530.000	BAJEN A	25273	PL11	BORMAN	188	24	3	
RW26	23/9/2025	2.394.118	15	2.035.000	BAJEN A	25273	PL11	TEXCUMAR	197	24	3	
RW12	23/9/2025	8.500.000	15	7.225.000	GOLFO	25274	PL12	GAESA	188	25	3	
RW8	23/9/2025	3.500.000	15	2.975.000	GOLFO	25274	PL12	TEXCUMAR	152	25	3	
RW6	23/9/2025	2.850.000	15	2.422.500	GOLFO	25274	PL12	TEXCUMAR	161	25	3	
RW20	23/9/2025	4.961.765	15	4.217.500	GOLFO	25274	PL11	BORMAN	188	25	3	
RW25	23/9/2025	7.776.471	15	6.610.000	PAÑAMAO B	25275	PL11	GAESA	200	36	3	
RW21	23/9/2025	1.840.000	15	1.564.000	TAURA B	25276	PL11	EGIDIOSA	198	6,5	3	
RW22	23/9/2025	9.607.059	15	8.166.000	TAURA B	25276	PL11	EGIDIOSA	197	6,5	3	
RW26	23/9/2025	258.824	15	220.000	SABANA	25277	PL11	TEXCUMAR	197	30	3	
RW26	23/9/2025	400.000	15	340.000	SABANA	25278	PL11	TEXCUMAR	197	30	3	
RW25	23/9/2025	482.353	15	410.000	PAÑAMAO A	25279	PL11	GAESA	200	36	3	
RW25	23/9/2025	588.235	15	500.000	CHANDUY	25280	PL11	GAESA	200	36	3	
RW18	24/9/2025	2.364.706	15	2.010.000	TAURA B	25281	PL12	GENOMAR	186	6,5	3	
RW18	24/9/2025	4.423.529	15	3.760.000	TAURA C	25282	PL12	GENOMAR	186	5		
RW27	24/9/2025	8.000.000	15	6.800.000	ASIA	25283	PL12	TEXCUMAR	155	25		
RW28	24/9/2025	2.800.000	15	2.380.000	ASIA	25283	PL12	TEXCUMAR	173	25		
RW28	24/9/2025	4.800.000	15	4.080.000	CALIFORNIA A	25284	PL12	TEXCUMAR	173	23		
RW23	24/9/2025	7.635.294	15	6.490.000	CALIFORNIA A	25284	PL12	GAESA	193	23		
RW23	24/9/2025	2.320.000	15	1.972.000	CALIFORNIA B	25285	PL12	GAESA	193	23		
RW24	24/9/2025	6.550.588	15	5.568.000	CALIFORNIA B	25285	PL12	GAESA	192	23		
RW24	24/9/2025	3.240.000	15	2.754.000	BAJEN A	25286	PL12	GAESA	192	24		
RW29	24/9/2025	548.235	15	466.000	BAJEN A	25286	PL12	TEXCUMAR	180	24		
RW29	24/9/2025	8.600.000	15	7.310.000	CORVINERO B	25287	PL12	TEXCUMAR	180	29		
RW30	24/9/2025	5.447.059	15	4.630.000	CORVINERO B	25287	PL12	TEXCUMAR	176	29		
RW30	24/9/2025	2.423.529	15	2.060.000	KOREA	25288	PL12	TEXCUMAR	176	28		
RW26	24/9/2025	4.482.353	15	3.810.000	AFRICA	25289	PL12	TEXCUMAR	177	27		
Total		264.052.941		224.445.000					183,5	22,58	3,0	

TOTAL COSECHADO BRUTA	264.052.941
TOTAL COSECHADO FACTURADA	224.445.000

GENOMAR		BORMAN		TEXCUMAR	
ESTADIO	PL/GRAMO	ESTADIO	PL/GR	ESTADIO	PL/GRAMO
PL11	186	PL11	187	PL11	168
PL12	186	PL12	184	PL12	152

EGIDIOSA		PRONAUPLIO	
ESTADIO	PL/GRAMO	ESTADIO	PL/GR
PL11	189	PL11	176

GAESA	
ESTADIO	PL/GRAMO
PL11	174
PL12	174

% SUPERVIVENCIA GAESA	56%
% SUPERVIVENCIA EGIDIOSA	60%
% SUPERVIVENCIA GENOMAR	58%
% SUPERVIVENCIA PRONAUPLIO	52%
% SUPERVIVENCIA TEXCUMAR	67%
% SUPERVIVENCIA BORMAN	52%
% SUPERVIVENCIA DE LA COSECHA	60%

Anexo 6. Datos Corrida 2

INDUSTRIAL PESQUERA SANTA PRISCILA S.A.

FECHA DE SIEMBRA DE NAUPLIOS: 3-4-5/10/2025 — 0 — R-REG-001-007

CANT. FACTURADA NAUPLIOS: 375.000.000 — 99.000.000 EGIDIOSA+ — 99.000.000 TEXCUMAR+ — GAE.SA. -65.600.000

CANT. REFACTURADA NAUPLIOS: — 36.000.000 PRONAUPLIO — 56.000.000 GENOMAR — BORMAN -20.000.000

LABORATORIO: LAB. EGIDIOSA BASE 4 — CORRIDA: 99 — TECNICO: JHON REYES

TQ	FECHAS	CANT.BRUTA	%	CANT.FACTURADA	DESTINO	GUIA DE	ESTADIO	ORIGEN	PLGR	PPT	AZULES	FACIDES
RW16	18/10/2025	4.705.882	15	4.000.000	CHURUTE	25404	PL9	PRONAUPLIO	211	13,5	3	
RW26	18/10/2025	1.500.000	15	1.275.000	BAJEN A	25405	PL9	TEXCUMAR	195	28	3	
RW27	18/10/2025	9.800.000	15	8.330.000	BAJEN A	25405	PL9	TEXCUMAR	212	28	3	
RW29	18/10/2025	1.405.882	15	1.195.000	BAJEN A	25405	PL9	TEXCUMAR	204	28	3	
RW26	18/10/2025	8.235.294	15	7.000.000	CORVINERO B	25406	PL9	TEXCUMAR	195	28	3	
RW17	18/10/2025	3.058.824	15	2.600.000	CHANDUY	25407	PL9	PRONAUPLIO	212	36	3	
RW18	20/10/2025	4.764.706	15	4.050.000	TAURA C	25415	PL11	EGIDIOSA	176	7	3	
RW19	20/10/2025	9.882.353	15	8.400.000	TAURA C	25415	PL11	EGIDIOSA	188	9	3	
RW22	20/10/2025	10.300.000	15	8.755.000	TAURA B	25416	PL11	BORMAN	177	10	3	
RW21	20/10/2025	10.200.000	15	8.670.000	TAURA B	25416	PL11	GAESA	175	10	3	
RW20	20/10/2025	3.852.941	15	3.275.000	TAURA B	25416	PL11	EGIDIOSA	178	10	3	
RW23	20/10/2025	3.058.824	15	2.600.000	GOLFO	25417	PL11	PRONAUPLIO	200	27	3	
RW10	20/10/2025	11.000.000	15	9.350.000	GOLFO	25417	PL10	TEXCUMAR	185	27	3	
RW9	20/10/2025	4.964.706	15	4.220.000	GOLFO	25417	PL10	TEXCUMAR	192	27	3	
RW24	20/10/2025	8.600.000	15	7.310.000	AFRICA	25418	PL11	GAESA	176	27	3	
RW25	20/10/2025	8.900.000	15	7.565.000	AFRICA	25418	PL11	GAESA	177	27	3	
RW29	20/10/2025	3.276.471	15	2.785.000	AFRICA	25418	PL11	TEXCUMAR	186	27	3	
RW16	20/10/2025	6.000.000	15	5.100.000	ASIA	25419	PL11	PRONAUPLIO	179	27	3	
RW17	20/10/2025	6.400.000	15	5.440.000	ASIA	25419	PL11	PRONAUPLIO	196	27	3	
RW23	20/10/2025	5.717.647	15	4.860.000	ASIA	25419	PL11	PRONAUPLIO	200	27	3	
RW9	20/10/2025	4.300.000	15	3.655.000	CORVINERO B	25420	PL10	TEXCUMAR	192	29	3	
RW29	20/10/2025	2.170.588	15	1.845.000	CORVINERO B	25420	PL11	TEXCUMAR	186	29	3	
RW8	20/10/2025	4.117.647	15	3.500.000	CHANDUY	25421	PL10	GENOMAR	205	36	3	
RW14	20/10/2025	5.294.118	15	4.500.000	CHANDUY	25421	PL10	GAESA	197	36	3	
RW8	20/10/2025	5.000.000	15	4.250.000	PAÑAMAO A	25422	PL10	GENOMAR	205	36	3	
RW7	20/10/2025	9.300.000	15	7.905.000	PAÑAMAO A	25422	PL10	GENOMAR	189	36	3	
RW6	20/10/2025	2.405.882	15	2.045.000	PAÑAMAO A	25422	PL10	GENOMAR	175	36	3	
RW13	20/10/2025	8.600.000	15	7.310.000	PAÑAMAO B	25423	PL10	GAESA	196	36	3	
RW14	20/10/2025	2.800.000	15	2.380.000	PAÑAMAO B	25423	PL10	GAESA	197	36	3	
RW6	20/10/2025	6.129.412	15	5.210.000	PAÑAMAO B	25423	PL10	GENOMAR	175	36	3	
RW1	21/10/2025	2.117.647	15	1.800.000	TAURA C	25424	PL11	EGIDIOSA	195	8,5	3	
RW18	21/10/2025	2.600.000	15	2.210.000	TAURA B	25425	PL12	EGIDIOSA	157	10	3	
RW20	21/10/2025	3.300.000	15	2.805.000	TAURA B	25425	PL12	EGIDIOSA	161	10	3	
RW15	21/10/2025	9.800.000	15	8.330.000	TAURA B	25425	PL11	BORMAN	170	10	3	
RW1	21/10/2025	1.947.059	15	1.655.000	TAURA B	25425	PL11	EGIDIOSA	195	10	3	
RW29	21/10/2025	2.200.000	15	1.870.000	DAULAR	25426	PL12	TEXCUMAR	151	25	3	
RW28	21/10/2025	3.517.647	15	2.990.000	DAULAR	25426	PL12	TEXCUMAR	157	25	3	
RW2	21/10/2025	9.300.000	15	7.905.000	CALIFORNIA B	25427	PL11	EGIDIOSA	149	27	3	
RW3	21/10/2025	8.347.059	15	7.095.000	CALIFORNIA B	25427	PL11	EGIDIOSA	167	27	3	
RW28	21/10/2025	5.900.000	15	5.015.000	AFRICA	25428	PL12	TEXCUMAR	157	28	3	
RW30	21/10/2025	7.500.000	15	6.375.000	AFRICA	25428	PL12	TEXCUMAR	154	28	3	
RW3	21/10/2025	1.240.000	15	1.054.000	AFRICA	25428	PL11	EGIDIOSA	167	28	3	
RW11	21/10/2025	3.360.000	15	2.856.000	AFRICA	25428	PL11	TEXCUMAR	160	28	3	
RW11	21/10/2025	6.600.000	15	5.610.000	PAÑAMAO A	25429	PL11	TEXCUMAR	160	36	3	
RW12	21/10/2025	3.870.588	15	3.290.000	PAÑAMAO A	25429	PL11	GAESA	159	36	3	
RW12	21/10/2025	6.550.000	15	5.567.500	CHANDUY	25430	PL11	GAESA	159	36	3	
RW4	21/10/2025	9.026.471	15	7.672.500	CHANDUY	25430	PL11	GENOMAR	175	36	3	
RW1	22/10/2025	5.300.000	15	4.505.000	GOLFO	25431	PL12	EGIDIOSA	175	26	3	
RW5	22/10/2025	7.052.941	15	5.995.000	GOLFO	25431	PL12	GENOMAR	173	26	3	
RW5	22/10/2025	1.300.000	15	1.105.000	CALIFORNIA B	25432	PL12	GENOMAR	173	27	3	
RW31	22/10/2025	6.800.000	15	5.780.000	CALIFORNIA B	25432	PL11	EGIDIOSA	169	27	3	
RW32	22/10/2025	6.017.647	15	5.115.000	CALIFORNIA B	25432	PL11	EGIDIOSA	166	27	3	
Total		289.388.235		245.980.000					180,4	25,73	3,0	

TOTAL COSECHADO BRUTA	289.388.235
TOTAL COSECHADO FACTURADA	245.980.000

TEXCUMAR	
ESTADIO	PL/GRAMO
PL9	204
PL10	185
PL11	186
PL12	151

EGIDIOSA	
ESTADIO	PL/GR
PL11	176
PL12	157

BORMAN	
ESTADIO	PL/Gg
PL11	177

PRONAUPLIO	
ESTADIO	PL/GRAMO
PL9	211
PL11	179

GENOMAR	
ESTADIO	PL/GRAMO
PL10	175
PL11	175
PL12	169

GAESA	
ESTADIO	PL/GRAMO
PL10	196
PL11	175

% SUPERVIVENCIA GAESA	71%
% SUPERVIVENCIA EGIDIOSA	56%
% SUPERVIVENCIA GENOMAR	67%
% SUPERVIVENCIA PRONAUPLIO	68%
% SUPERVIVENCIA TEXCUMAR	65%
% SUPERVIVENCIA BORMAN	85%
% SUPERVIVENCIA DE LA COSECHA	66%

Anexo 7. Datos Corrida 3

LABORATORIO EGIDIOSA

BASE 4

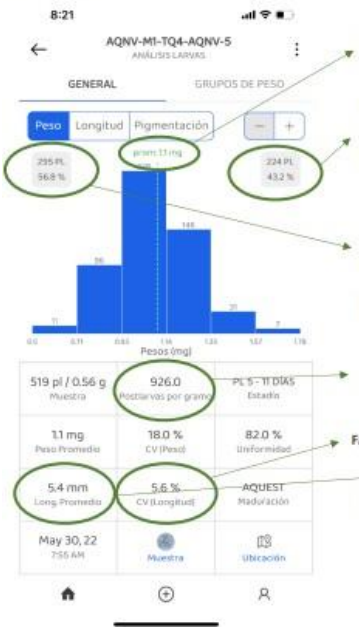
DETALLES DE SIEMBRA

| CORRIDA # 97 | | |

Anexo 8. Funcionamiento de la app Larvia

Análisis de Larvas – ¿Qué información entrega LarvIA?

General



Peso Promedio de la muestra

Histogramas de pesos y longitud

43.2% de la población se encuentran por encima del promedio

56.8% de la población se encuentran por debajo del promedio

Información para determinar una alimentación de precisión.

Conteo: 926 Pl/gr

Factor rq: Coeficiente de variación Long

Longitud Promedio

Se recomienda que sea mayor a 1.

Grupos de Pesos

Distribución por tallas/pesos para una alimentación de precisión.

Decisiones sobre el tamaño y tipo de alimento a darse de acuerdo con el estado actual de la población.

Pigmentación

Indicador temprano de algún cambio o alteración, a tomarse en cuenta si sucede en momentos diferentes a los programados o durante las mudas.

Anexo 9. Recomendaciones de calibración del equipo YSI 9300 y 9500

7. Calibración / Validación

Los fotómetros 9300 y 9500 se entregan con una calibración certificado que valida el rendimiento del instrumento a medida que deja a YSI.

Recomendamos el servicio anual y la calibración de todos instrumentos fotométricos en uso normal.

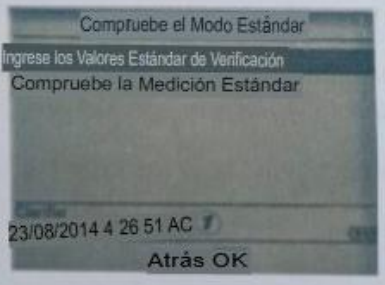
Los fotómetros 9300 y 9500 también incluyen un rutina para validar el rendimiento analítico utilizando YSI certificado Verifique los Estándares. Se accede a través del menú de modo, la Verificación El modo estándar proporciona un método de campo para garantizar su el instrumento funciona dentro de las especificaciones definidas y también un método de solución de problemas para resultados inesperados.

Cada conjunto de estándares de verificación de YSI se suministra con certificados valores expresados como %T (Transmisión), derivados de materiales de referencia trazables. Las tolerancias aceptables son definidos en el certificado y se especifican automáticamente dentro de los fotómetros 9300 y 9500.

Compruebe el Modo Estándar

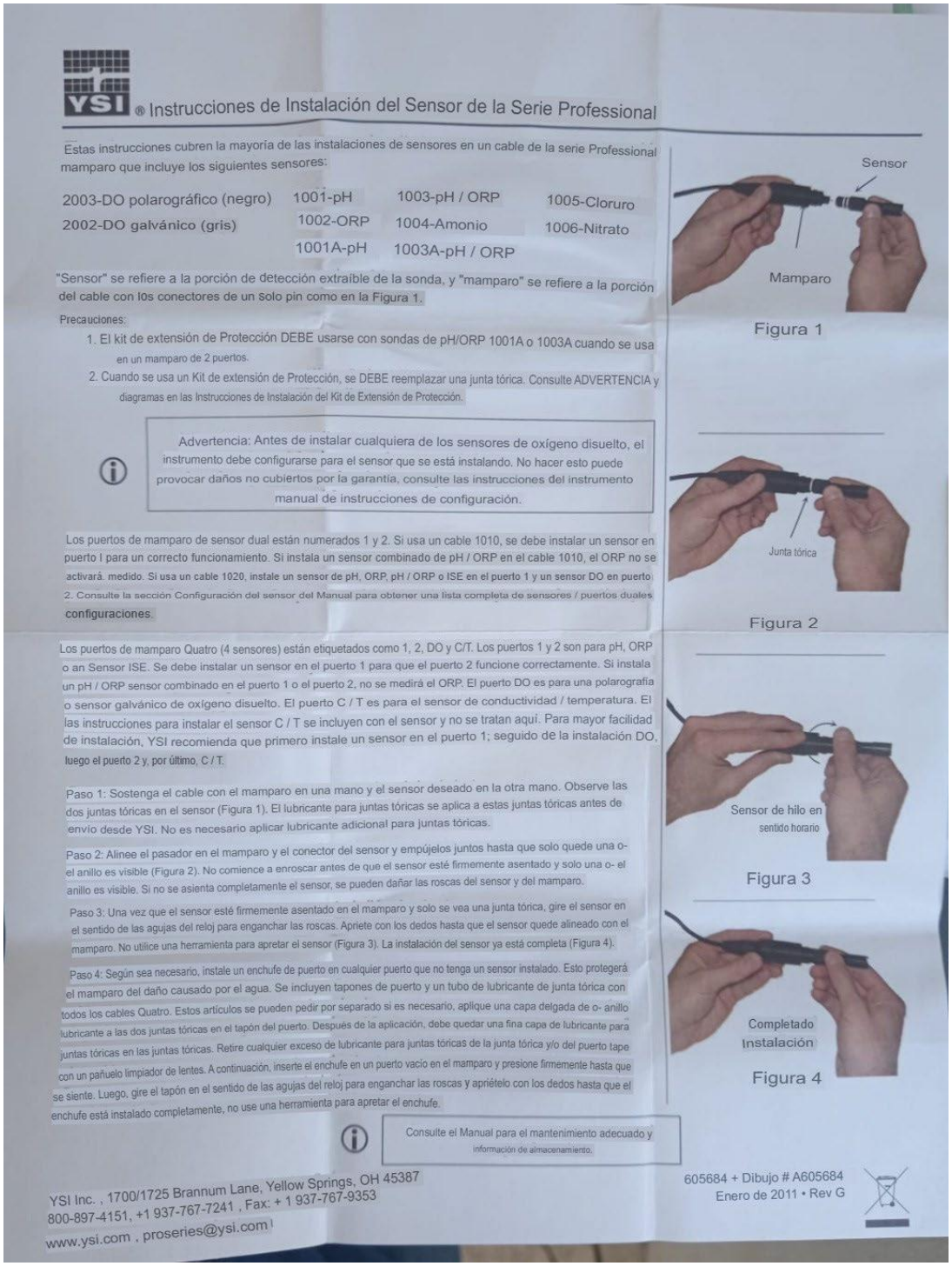
Acceda a Comprobar Modo estándar desde la pantalla de Modo.

Resalte Comprobar Modo estándar y presione OK.



38

Anexo 10. Recomendaciones de calibración del equipo YSI 9300 y 9500 (2da parte)



YSI® Instrucciones de Instalación del Sensor de la Serie Professional

Estas instrucciones cubren la mayoría de las instalaciones de sensores en un cable de la serie Professional mamparo que incluye los siguientes sensores:

2003-DO polarográfico (negro)	1001-pH	1003-pH / ORP	1005-Cloruro
2002-DO galvánico (gris)	1002-ORP	1004-Amonio	1006-Nitrato
	1001A-pH	1003A-pH / ORP	

"Sensor" se refiere a la porción de detección extraíble de la sonda, y "mamparo" se refiere a la porción del cable con los conectores de un solo pin como en la Figura 1.

Sensor

Mamparo

Figura 1

Precauciones:

1. El kit de extensión de Protección DEBE usarse con sondas de pH/ORP 1001A o 1003A cuando se usa en un mamparo de 2 puertos.
2. Cuando se usa un Kit de extensión de Protección, se DEBE reemplazar una junta tórica. Consulte ADVERTENCIA y diagramas en las Instrucciones de Instalación del Kit de Extensión de Protección.

Advertencia: Antes de instalar cualquiera de los sensores de oxígeno disuelto, el instrumento debe configurarse para el sensor que se está instalando. No hacer esto puede provocar daños no cubiertos por la garantía, consulte las instrucciones del instrumento manual de instrucciones de configuración.

Los puertos de mamparo de sensor dual están numerados 1 y 2. Si usa un cable 1010, se debe instalar un sensor en puerto I para un correcto funcionamiento. Si instala un sensor combinado de pH / ORP en el cable 1010, el ORP no se activará. medido. Si usa un cable 1020, instale un sensor de pH, ORP, pH / ORP o ISE en el puerto 1 y un sensor DO en puerto 2. Consulte la sección Configuración del sensor del Manual para obtener una lista completa de sensores / puertos duales configuraciones.

Junta tórica

Figura 2

Los puertos de mamparo Quatro (4 sensores) están etiquetados como 1, 2, DO y C/T. Los puertos 1 y 2 son para pH, ORP o an Sensor ISE. Se debe instalar un sensor en el puerto 1 para que el puerto 2 funcione correctamente. Si instala un pH / ORP sensor combinado en el puerto 1 o el puerto 2, no se medirá el ORP. El puerto DO es para una polarografía o sensor galvánico de oxígeno disuelto. El puerto C / T es para el sensor de conductividad / temperatura. El las instrucciones para instalar el sensor C / T se incluyen con el sensor y no se tratan aquí. Para mayor facilidad de instalación, YSI recomienda que primero instale un sensor en el puerto 1; seguido de la instalación DO, luego el puerto 2 y, por último, C / T.

Sensor de hilo en sentido horario

Figura 3

Paso 1: Sostenga el cable con el mamparo en una mano y el sensor deseado en la otra mano. Observe las dos juntas tóricas en el sensor (Figura 1). El lubricante para juntas tóricas se aplica a estas juntas tóricas antes de envío desde YSI. No es necesario aplicar lubricante adicional para juntas tóricas.

Paso 2: Alinee el pasador en el mamparo y el conector del sensor y empújelos juntos hasta que solo quede una o- el anillo es visible (Figura 2). No comience a enroscar antes de que el sensor esté firmemente asentado y solo una o- el anillo es visible. Si no se asienta completamente el sensor, se pueden dañar las roscas del sensor y del mamparo.

Paso 3: Una vez que el sensor esté firmemente asentado en el mamparo y solo se vea una junta tórica, gire el sensor en el sentido de las agujas del reloj para enganchar las roscas. Apriete con los dedos hasta que el sensor quede alineado con el mamparo. No utilice una herramienta para apretar el sensor (Figura 3). La instalación del sensor ya está completa (Figura 4).

Completado Instalación

Figura 4

Paso 4: Según sea necesario, instale un enchufe de puerto en cualquier puerto que no tenga un sensor instalado. Esto protegerá el mamparo del daño causado por el agua. Se incluyen tapones de puerto y un tubo de lubricante de junta tórica con todos los cables Quatro. Estos artículos se pueden pedir por separado si es necesario, aplique una capa delgada de o- anillo lubricante a las dos juntas tóricas en el tapón del puerto. Después de la aplicación, debe quedar una fina capa de lubricante para juntas tóricas en las juntas tóricas. Retire cualquier exceso de lubricante para juntas tóricas de la junta tórica y/o del puerto tape con un pañuelo limpiador de lentes. A continuación, inserte el enchufe en un puerto vacío en el mamparo y presione firmemente hasta que se siente. Luego, gire el tapón en el sentido de las agujas del reloj para enganchar las roscas y apriételo con los dedos hasta que el enchufe está instalado completamente, no use una herramienta para apretar el enchufe.

Consulte el Manual para el mantenimiento adecuado y información de almacenamiento.

YSI Inc. , 1700/1725 Brannum Lane, Yellow Springs, OH 45387
800-897-4151, +1 937-767-7241 , Fax: + 1 937-767-9353
www.ysi.com , proseries@ysi.com

605684 + Dibujo # A605684
Enero de 2011 • Rev G