



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA
ELENA FACULTAD CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**“EFECTO DE LA DIETA PELETIZADA A BASE DE LA
MACROALGA *Padina durvillaei* EN CULTIVO DE
Macrobrachium carcinus (CAMARÓN DE RÍO) ”**

AUTOR:

GÓMEZ MOREIRA GISLANY MARYELI

DOCENTE:

ING. JIMMY VILLÓN MORENO, MS.c.

PERIODO ACADÉMICO:

2026

LA LIBERTAD – ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**"EFECTO DE LA DIETA PELETIZADA A BASE DE LA
MACROALGA**

***Padina durvillae* EN CULTIVO DE *Macrobrachium carcinus*
(CAMARÓN DE RÍO) "**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

Autor:

GISLANY MARYELI GÓMEZ MOREIRA

Tutor:

Ing. JIMMY VILLÓN MORENO, M. Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR 2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, "Efecto de la dieta Pelletizada a base de la macroalga *Padina durvillaei* en juveniles de *Macrobrachium carcinus* (Camarón de río)", elaborado por Gómez Moreira Gislany Maryeli, 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/a, 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



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

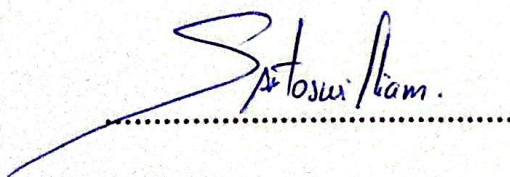
DOCENTE TUTOR

C.I. 0913270153

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular "Efecto de la dieta pelletizada a base de la macroalga *Padina durvillaei* en juveniles de *Macrobrachium carcinus* (Camarón de río)", elaborado por Gómez Moreira Gislany Maryeli, 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/a, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "W. Santos Sánchez", is written over a horizontal dotted line.

Blgo. William Santos Sánchez, M. Sc.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 2400216459

DEDICATORIA

A Dios por nunca dejarme sola en todo lo que duró este proceso y me sustentó dándome las fuerzas para continuar en todo momento.

A mis padres Ever Gómez y María Moreira quienes siempre creyeron en mí aun cuando yo misma dudé y con gran amor me apoyaron siempre.

AGRADECIMIENTO

A la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de desarrollarme como profesional a las autoridades y docentes de la FACULTAD CIENCIAS DEL MAR por todas las enseñanzas y experiencias que me facilitaron a lo largo de mi carrera.

A el Ing. Jimmy Villón Moreno, M. Sc., por facilitarme su tiempo y conocimientos los cuales me permitieron desarrollar mi trabajo de integración curricular de manera exitosa.

A el Blgo. Xavier Piguave Preciado, quién también me ayudó y estuvo presto a guiarme en todo el tiempo que duró mi investigación.

A mis amigos, especialmente a Iván Suárez, Juan Borbor, Carlos Pozo, Abel Suárez y Astrid Oquendo quienes me acompañaron y apoyaron durante los 4 años que duró nuestra etapa universitaria.

De manera especial a Alex Velasco, una persona muy importante en mi vida quien me brindó todo su apoyo incondicionalmente desde el primer día y fue de las personas que nunca dudó que lo lograría.

Gislany Maryeli Gómez Moreira

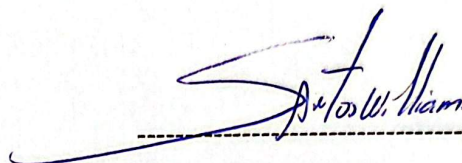
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por Gómez Moreira Gislany Maryeli como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

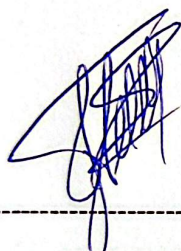
Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 07/08/2026



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



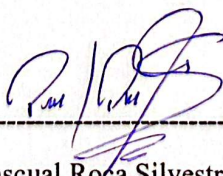
Blgo. William Santos Sánchez, M. Sc.
DOCENTE DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Jimmy Villón Moreno, M. Sc.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



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



Lcdo. Pascual Roca Silvestre, Mgtr.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **Gislany Maryeli Gómez Moreira**, declaro que la presente investigación es de mi autoría, me hago responsable por las ideas, hechos, investigaciones y resultados que se presentan en este trabajo de integración curricular.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual de este trabajo a la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA (UPSE), según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



Gislany Maryeli Gómez Moreira

C.I. 1317320263

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. PROBLEMÁTICA.....	15
3. JUSTIFICACIÓN.....	16
4. OBJETIVOS.....	17
4.1 Objetivo general.....	17
4.2 Objetivos específicos.....	17
5. HIPÓTESIS.....	18
6. MARCO TEÓRICO.....	19
6.1 Situación del cultivo de <i>Macrobrachium</i> en Ecuador.....	19
6.2 <i>Macrobrachium carcinus</i>	19
6.2.1 Distribución.....	19
6.2.2 Taxonomía.....	20
6.2.3 Morfología.....	20
6.2.4 Hábitat.....	21
6.2.5 Reproducción.....	21
6.3 Parámetros físico-químicos requeridos para la especie.....	21
6.3.1 Temperatura.....	22
6.3.2 pH.....	22
6.3.3 Oxígeno disuelto.....	22
6.4 Alimentación.....	23
6.5 Requerimiento nutricional.....	23
6.6 <i>Padina durvillaei</i>	23
6.6.1 Distribución.....	23
6.6.2 Taxonomía.....	24
6.6.3 Morfología.....	24
6.6.4 Composición química y valor nutricional.....	25
6.7 Método del Cuadrado de Pearson Modificado.....	25
6.8 Proceso de peletizado.....	25
6.9 Hidroestabilidad del pellet.....	26
6.10 Lixiviación.....	26
6.11 Aglutinantes.....	26
6.12 Normas de calidad aplicadas.....	27

7. METODOLOGÍA.....	28
7.1 Tipo de investigación.....	28
7.2 Enfoque de investigación.....	28
7.3 Área de estudio.....	28
7.4 Extracción de la macroalga.....	29
7.5 Diseño experimental.....	30
7.6 Elaboración del balanceado.....	31
7.7 Captura de los organismos.....	31
7.8 Adaptación de los organismos.....	32
7.9 Toma de medidas morfométricas y cálculo de biomasa.....	32
7.10 Cálculo de ingredientes.....	33
7.10.1 Balanceado al 26 % de proteína.....	33
7.10.2 Balanceado al 36 % de proteína.....	33
7.11 Pruebas bromatológicas.....	33
7.12 Cálculo del alimento diario.....	34
7.13 Prueba de lixiviación.....	34
7.14 Cálculo del factor de conversión alimenticia (FCA).....	35
7.15 Cálculo del incremento de talla.....	35
7.16 Cálculo del incremento de peso.....	35
7.17 Análisis estadístico.....	36
8. RESULTADOS.....	37
8.1 Cantidad de ingredientes.....	37
8.2 Análisis bromatológicos.....	37
8.2.1 Harina de <i>Padina durvillaei</i>	37
8.2.2 Alimento balanceado a base de <i>Padina durvillaei</i>	39
8.3 Efectividad del alimento.....	40
8.4 Lixiviación.....	40
8.5 Prueba de normalidad.....	41
8.6 Incremento de peso final.....	41
8.7 Ganancia de peso absoluta.....	41
8.8 Ganancia de peso quincenal.....	42
8.9 Incremento de talla final.....	44
8.10 Ganancia de talla absoluta.....	44

8.11 Incremento de talla quincenal.....	44
8.12 Tasa específica de crecimiento.....	46
8.13 Factor de conversión alimenticia.....	47
8.14 Supervivencia.....	48
8.15 Parámetros físico-químicos.....	50
8.16 Relación costo-beneficio del alimento balanceado.....	52
9. DISCUSIÓN.....	54
10. CONCLUSIONES.....	59
11. RECOMENDACIONES.....	61
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
13. ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de <i>Macrobrachium carcinus</i>	20
Tabla 2. Taxonomía de <i>Padina durvillaei</i>	24
Tabla 3. Coordenadas de los puntos de captura de <i>M. carcinus</i>	29
Tabla 4. Formulación de las harinas utilizadas en la elaboración de dietas experimentales de 26% y 36%.....	37
Tabla 5. Análisis proximal de la harina a base de la macroalga <i>Padina durvillaei</i>	38
Tabla 6. Perfil bromatológico obtenido para alimento correspondiente al T1.....	39
Tabla 7. Perfil bromatológico obtenido para alimento correspondiente al T2.....	40
Tabla 8. Presupuesto de elaboración del alimento peletizado a base de <i>Padina durvillaei</i>	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio: puntos específicos de captura.....	30
Figura 2. Sitio de extracción de <i>Padina durvillaei</i> . Zona rocosa de Puerto Cayo.....	31
Figura 3. Diseño experimental correspondiente a la investigación.....	32
Figura 4. Peso promedio final de cada tratamiento.....	44
Figura 5. Comparación entre tratamientos: ganancia de peso.....	44
Figura 6. Incremento de peso quincenal.....	45
Figura 7. Incremento de talla final promedio.....	46
Figura 8. Comparación entre tratamientos: ganancia de talla.....	47
Figura 9. Incremento de talla quincenal.....	47
Figura 10. Tasa específica de crecimiento (%/día).....	48
Figura 11. Biomasa final por tratamiento.....	50
Figura 12. Porcentaje de supervivencia final por tratamiento.....	51
Figura 13. Temperatura promedio quincenal.....	52
Figura 14. pH promedio quincenal.....	53
Figura 15. Oxígeno promedio quincenal.....	53
Figura 16. Saturación de oxígeno quincenal.....	54

RESUMEN

La presente investigación evaluó el efecto de una dieta peletizada a base de la macroalga *Padina durvillaei* en el cultivo de juveniles del camarón de río *Macrobrachium carcinus*. El estudio se desarrolló durante 120 días bajo un enfoque cuantitativo-experimental en nueve tanques de 400 L con una densidad de 14 organismos por tanque. Se examinaron tres tratamientos con tres réplicas cada uno: Tratamiento Control (TC: alimento fresco, hígado de pollo), Tratamiento 1 (T1: alimento balanceado con 26% de proteína nominal + alimento fresco) y Tratamiento 2 (T2: alimento balanceado con 36% de proteína nominal + alimento fresco). Los organismos iniciales promediaron 3 cm de longitud y 2 g de peso. El pellet formulado demostró una alta hidro estabilidad física con solo 10% de lixiviación tras tres horas de inmersión y un hundimiento rápido de cinco segundos, idóneo para sus hábitos bentónicos. Los resultados revelaron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$); el T2 obtuvo el mayor rendimiento productivo con una ganancia de peso absoluta de 2.06 g (mediana final de 3.54 g), un incremento de talla absoluto de 1.97 cm (mediana final de 6.03 cm) y una tasa específica de crecimiento de 0.85 % / día. En contraste, el TC exhibió el desempeño más bajo con ganancias de apenas 0.50 g y 0.51 cm, y una tasa de crecimiento de 0.20 % / día. Se concluye que la inclusión de la macroalga *Padina durvillaei* formulada al 36 % de proteína (T2) optimiza significativamente el desarrollo morfométrico de *Macrobrachium carcinus*, representando una alternativa nutricional viable y sostenible para la acuicultura de esta especie.

Palabras clave: *Macrobrachium carcinus*, *Padina durvillaei*, dieta peletizada, eficiencia alimenticia, acuicultura sostenible.

ABSTRACT

The present research evaluated the effect of a pelletized diet based on the macroalgae *Padina durvillaei* on the cultivation of juvenile river prawns *Macrobrachium carcinus*. The study was conducted over 120 days using a quantitative-experimental approach in nine 400 L tanks with a density of 14 organisms/ tank. Three treatments with three replicates each were examined: Control Treatment (TC: fresh food, chicken liver), Treatment 1 (T1: balanced feed with 26% nominal protein based on *P. durvillaei* + fresh food), and Treatment 2 (T2: balanced feed with 36% nominal protein based on *P. durvillaei* + fresh food). Initial organisms averaged 3 cm in length and 2 g in weight. The formulated pellet demonstrated high physical hydrostability with only 10% leaching after three hours of immersion and a rapid sinking time of five seconds, which is suitable for their benthic habits. The results revealed highly significant statistical differences among treatments ($P < 0.05$); T2 achieved the highest productive performance with an absolute weight gain of 2.06 g (final median of 3.54 g), an absolute length increase of 1.97 cm (final median of 6.03 cm), and a specific growth rate of 0.85%/day. In contrast, TC exhibited the lowest performance with gains of only 0.50 g and 0.51 cm, and a growth rate of 0.20%/day. It is concluded that the inclusion of the macroalgae *P. durvillaei* formulated at 36% protein (T2) significantly optimizes the morphometric development of *M. carcinus*, representing a viable and sustainable nutritional alternative for the aquaculture of this native species.

Keywords: *Macrobrachium carcinus*, *Padina durvillaei*, pelletized diet, feed efficiency, sustainable aquaculture.

1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura de langostinos comprende el cultivo de estos crustáceos en sistemas controlados como estanques, tanques o jaulas, con el propósito de satisfacer la creciente demanda del mercado. Su producción se desarrolla en diferentes etapas, desde la cría larval hasta el engorde, con el objetivo de obtener organismos que alcancen el tamaño comercial requerido (Compesca, 2024).

La acuicultura de crustáceos constituye uno de los sectores de mayor crecimiento dentro de la producción acuícola mundial. Ecuador se posiciona entre los principales productores y exportadores de camarón, abasteciendo mercados internacionales como la Unión Europea, donde España representa uno de los principales destinos de exportación (FAO, 2025).

El género *Macrobrachium* pertenece a la familia Palaemonidae, orden Decapoda y comprende más de cien especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales del mundo (New & Singholka, 1984).

Según Bastidas (2015), *Macrobrachium carcinus* se caracteriza por un cuerpo cilíndrico y comprimido lateralmente, con el cefalotórax protegido por un caparazón y un abdomen largo y segmentado. El rostrum es bien desarrollado y dentado. Presenta dos grandes tenazas, siendo el segundo par de periópodos el más desarrollado en los machos, una característica utilizada para diferenciar sexos. Sus pleópodos y urópodos son aplanados y paliformes, facilitando la natación.

Macrobrachium carcinus se distribuye en ambientes dulceacuícolas y estuarinos desde Florida (Estados Unidos), hasta el sur de Brasil, incluyendo Ecuador. Se refugia durante el día en raíces, rocas y hojarasca, y es activo durante la noche en busca de alimento (García-Guerrero et al., 2025).

De acuerdo con Boscolo (2024), hoy en día se tienen muchos desafíos

ambientales y de salud en la acuicultura por lo tanto el desarrollo de dietas que sean adecuadas para las preferencias y requerimientos proteicos de las especies a cultivar será necesario para asegurar la sostenibilidad del sector acuícola.

Según Hanson & Goodwin (1977), para cultivar especies acuáticas, es importante identificar las sustancias nutritivas indispensables para formular una dieta adecuada que proporcione un incremento de biomasa en los organismos a bajo costo.

Las macroalgas son una fuente alterna y sostenible de proteína para consumo de especies acuícolas, ya que poseen cierta cantidad de proteína con todos los aminoácidos esenciales. Ofrecen beneficios nutricionales adicionales como vitaminas y minerales y una alternativa prometedora a las fuentes de proteínas convencionales. Los métodos de extracción y las aplicaciones de estas proteínas se están desarrollando para su uso en una variedad de productos alimenticios y piensos (Jiménez-González et al., 2023).

En este contexto, la búsqueda de ingredientes alternativos para la formulación de alimentos balanceados constituye una estrategia para reducir la dependencia de las harinas de origen animal, disminuir los costos de producción y promover una acuicultura más sostenible (FAO, 2022).

Entre estas alternativas, las macroalgas marinas han despertado un creciente interés debido a su aporte de proteínas, minerales, vitaminas y compuestos bioactivos con potencial aplicación en la alimentación acuícola (Kent et al., 2015).

La presente investigación tiene como objetivo general analizar el efecto de la macroalga *Padina durvillaei* integrada a la dieta en juveniles de *Macrobrachium carcinus* mediante toma de las medidas morfométricas y conteo de la población, determinando la eficiencia del alimento en cautiverio.

2. PROBLEMÁTICA

La situación actual de *Macrobrachium carcinus* en Ecuador no está documentada con estudios específicos, es decir están escasamente estudiadas y el estado de sus poblaciones no es bien conocido.

Según la FAO, desde la década de 1980 la producción mundial de camarones de agua dulce mediante acuicultura ha mostrado un crecimiento sostenido, alcanzando en la actualidad alrededor de 460.000 toneladas anuales. De este total, cerca del 50% corresponde a *Macrobrachium rosenbergii*, especie originaria de Asia. El resto proviene, en su mayoría, de la pesca; sin embargo, menos del 20% se atribuye a América Latina, donde la producción se centra en especies nativas de gran tamaño y con alta demanda comercial (García et al., 2025).

En Ecuador, las especies del género *Macrobrachium* no son especies objetivo para cultivos y se encuentran en sus hábitats naturales a diferencia de *Penaeus vannamei* que es la especie más cultivada nacionalmente (FAO, 2025).

La razón de que no se tome en cuenta esta especie para cultivos a nivel nacional, se debe al desconocimiento que existe sobre su alimentación. Elaborar una dieta peletizada se convierte en un desafío ya que este organismo presenta una dieta omnívora, e integrar todos los ingredientes y que cumplan con los requerimientos proteicos de esta especie podría no resultar rentable ya que las harinas de origen animal que se utilizan para fabricación de piensos son muy costosas y ya no se están volviendo sostenibles. Es importante buscar otra fuente de proteínas que cumpla con los requerimientos y que no elimine por completo las harinas de uso convencional pero que, si pueda reducir el uso de estas, una buena opción podría ser la harina elaborada a base de la macroalga *Padina durvillaei* ya que aporta proteína, vitaminas y minerales a la dieta (Garske, 2002).

3. JUSTIFICACIÓN

Las especies del género *Macrobrachium* poseen un importante valor comercial debido a la calidad de su carne, su elevado contenido proteico y su aceptación en el mercado internacional, lo que las convierte en organismos con potencial para el desarrollo de la acuicultura continental (Kent, 1995). A pesar de este potencial, la producción de camarones de agua dulce del género *Macrobrachium* continúa siendo considerablemente menor en comparación con la de los camarones marinos de la familia Penaeidae, debido a que las técnicas de cultivo, reproducción y alimentación de muchas de sus especies aún se encuentran en proceso de desarrollo e investigación (New, 2005).

El incremento constante de la demanda mundial de alimentos de origen acuático ha impulsado la búsqueda de nuevas especies con potencial de cultivo y de formulaciones alimenticias que permitan optimizar su crecimiento y reducir los costos de producción. En este contexto, el desarrollo de dietas balanceadas que satisfagan los requerimientos nutricionales de *Macrobrachium carcinus* constituye un aspecto fundamental para favorecer su cultivo sostenible (NOAA Fisheries, 2024).

La macroalga *Padina durvillaei* puede ser una buena base para crear un alimento peletizado, aunque no posee un porcentaje elevado de proteína ya que según estudios reflejan que poseen aproximadamente $8,21 \pm 0,28\%$ contiene aminoácidos, vitaminas y minerales que complementan el crecimiento y desarrollo de los langostinos (Holdt & Kraan, 2011). La presente investigación se alinea con el ODS 14 (Vida Submarina), en la meta de aumentar los conocimientos científicos mediante el aprovechamiento de recursos bentónicos como lo es *Padina durvillaei* para optimizar la producción acuícola de especies nativas fomentando la sostenibilidad de los ecosistemas marinos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar el efecto de la macroalga *Padina durvillaei* integrada a la dieta en juveniles de *Macrobrachium carinus* mediante toma de las medidas morfométricas y conteo de la población, determinando la eficiencia del alimento en cautiverio.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer la cantidad de ingredientes a utilizar en el alimento peletizado aplicando el método del Cuadrado de Pearson modificado.
2. Determinar la calidad de las dietas peletizadas mediante el análisis de pruebas bromatológicas.
3. Comparar la eficiencia alimenticia de las dietas peletizadas en distinto porcentaje de proteína analizando talla, peso y supervivencia.

5. HIPÓTESIS

H1: La dieta peletizada a base de *Padina durvillaei* afecta al crecimiento y peso de *Macrobrachium carcinus* en comparación con dietas convencionales.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Situación del cultivo de *Macrobrachium* en Ecuador

Las especies del género *Macrobrachium*, conocidas comúnmente como camarones o langostinos de río presentan un importante potencial para el desarrollo de la acuicultura comercial debido a su rápido crecimiento, elevado valor comercial y aceptación en el mercado. No obstante, el cultivo de estas especies enfrenta diversos desafíos relacionados con su comportamiento territorial, ya que presentan hábitos carnívoros u omnívoros y establecen jerarquías que pueden generar agresividad y competencia por el espacio, afectando su desempeño productivo (De los Santos et al., 2021).

Diversas investigaciones se han enfocado en optimizar las condiciones de cultivo y la alimentación de especies pertenecientes a este género. En este sentido, Ordoñez (2025) evaluó diferentes tratamientos con distintos niveles de proteína en dietas suministradas a *Macrobrachium tenellum*, evidenciando el creciente interés por desarrollar estrategias nutricionales que mejoren el crecimiento y la eficiencia productiva de los langostinos de agua dulce, contribuyendo al fortalecimiento de la acuicultura.

En Ecuador, las especies del género *Macrobrachium* se encuentra en los ríos con corrientes de agua constantes donde las personas de las comunidades aledañas los consumen como parte de su alimentación diaria debido a su buen sabor y su nivel proteico que corresponde al 22 % de su peso total en carne cruda (Ruskshana, 2025).

6.2. *Macrobrachium carcinus*

6.2.1 Distribución

Macrobrachium carcinus, denominado comúnmente langostino de río presenta una distribución amplia en regiones tropicales y subtropicales de América, desde Florida (EE. UU.) hasta el sur de Brasil, incluyendo las islas del Caribe y las vertientes del Golfo de México. Prefiere ríos, quebradas y lagunas costeras, con sustratos refugio como rocas, troncos o vegetación sumergida, con requerimiento de aguas salobres para el desarrollo larval (Valverde, M. 2024).

6.2.2 Taxonomía

En la Tabla 1, se presenta a continuación la clasificación taxonómica de *Macrobrachium carcinus* descrita por Linneo, 1758.

Tabla 1

Taxonomía de Macrobrachium carcinus (Linneo, 1758)

TAXONOMÍA	
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Pancrustacea
Orden:	Malacostraca
Suborden:	Decapoda
Familia:	Palemonidae
Género:	<i>Macrobrachium</i>
Especie:	<i>M. carcinus</i>



6.2.3 Morfología

Macrobrachium carcinus constituye un crustáceo decápodo de porte grande, con cefalotórax y abdomen robustos. Exhibe una coloración característica de tres bandas longitudinales oscuras azuladas sobre fondo claro o amarillento, un rostro corto y curvado y quelas extremadamente desarrolladas en machos maduros, largas y robustas empleadas en defensa, alimentación y cortejo ubicadas en el segundo par de periópodos (Velásquez, 2005).

Según Lasso (2021), en cuanto a tamaño esta es una especie que puede alcanzar hasta 23 cm de longitud total al llegar a su tamaño adulto. Los machos adultos suelen ser más grandes con un promedio reportado de 20,59 cm, mientras que las hembras presentan un promedio de 17,79 cm, siendo común encontrarlos en tallas superiores a los 10 cm.

6.2.4 Hábitat

Según Lima et al. (2021), esta especie ocupa cuerpos de agua con microambientes complejos, tales como sectores con rocas, troncos sumergidos, raíces y vegetación acuática, los cuales funcionan como refugio frente a depredadores y como áreas de alimentación. Asimismo, se ha reportado su presencia en aguas cálidas, de buena oxigenación y con pH neutro a ligeramente alcalino, características comunes de los ecosistemas tropicales donde se desarrolla.

6.2.5 Reproducción

Durante el periodo reproductivo, las hembras migran hacia zonas de transición entre agua dulce y marina, donde ocurre la eclosión de los huevos y el inicio del desarrollo larval. Diversos estudios han demostrado que las larvas presentan una sensibilidad osmótica considerable y que su supervivencia se incrementa en salinidades intermedias, particularmente entre 16 y 28 ppm, mientras que exposiciones a salinidades extremas reducen drásticamente la visibilidad de los organismos recién eclosionados (Lima et al., 2021).

6.3. Parámetros físicos – químicos requeridos para la especie

Macrobrachium carcinus, es un crustáceo que habita principalmente en agua dulce, lo que desarrolla muchas oportunidades para potenciales lugares donde se puede cultivar, los cuales pueden ser estanques, piscinas, hasta humedales naturales. De acuerdo con García et al. (2018), su elevada habilidad de adaptación le facilita resistir a las variaciones ambientales que se presentan en su entorno, que abarca elementos como el pH, temperatura y oxígeno disuelto. Los sistemas experimentales revisado muestran que el mantenimiento de la calidad del agua constituye un factor determinante en el desempeño biológico de la especie.

6.3.1 Temperatura

Según Valenti et al. (2010), en términos generales la especie se asocia con ambientes cálidos tropicales, y la información disponible sobre el cultivo de organismos del género *Macrobrachium* indica que temperaturas cercanas a 28 – 30 °C favorecen el crecimiento, la actividad alimentaria y la supervivencia, mientras que descensos por debajo de 24 °C reducen el consumo de alimento y el nivel de la actividad. En estudios experimentales se ha observado que 29 °C representa una condición técnica favorable para el aprovechamiento del alimento y la movilización de *Macrobrachium carcinus*.

6.3.2 pH

Diversos autores señalan que tolera ambientes don pH entre 6.8 y 8.2, aunque para cultivos se considera más adecuados valores cercanos a la neutralidad o ligeramente alcalinos alrededor de 7.0 a 8.5, en el caso específico de *Macrobrachium carcinus*, los registros de campo y las experiencias de cultivo coinciden que la especie se desarrolla en aguas con pH estable y moderadamente alcalino, por lo que variaciones bruscas o valores extremos pueden afectar su bienestar y su desempeño productivo (Valencia & Campos, 2026; Lima et al., 2021).

6.3.3 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es un parámetro abiótico crítico que afecta la supervivencia de *Macrobrachium*. Wang et al. (2022) demuestran que cuando el oxígeno disminuye de 6.46 mg/l a 4.48 mg/l, la actividad de las enzimas de metabolismo aeróbico en los músculos y la capacidad de natación disminuyen en ambos sexos, siendo el descenso mayor en machos que en hembras. Según Maity (2023), al reducirse a 3.27 mg/l, el metabolismo aeróbico como el anaeróbico se comprometen severamente, lo que provoca una disminución en la velocidad de salto y afecta la locomoción. Boyd y McNevin (2020) señalan que los niveles para el cultivo deben mantenerse superiores a 5 mg/l ya que cantidades menores provocan estrés animal, disminución de apetito y crecimiento lento.

6.4. Alimentación

Referente a la alimentación esta especie presenta hábitos omnívoros y oportunistas. En condiciones naturales consume detritos, materia orgánica particulada, restos vegetales y pequeños invertebrados bentónicos, lo que le permite aprovechar una amplia gama de recursos alimenticios según la disponibilidad estacional y espacial. Esta plasticidad trófica constituye una ventaja ecológica en ambientes naturales, aunque en cautiverio exige la formulación de dietas nutricionalmente balanceadas para satisfacer sus requerimientos de crecimiento y reproducción (Vera, 2020).

6.5. Requerimiento nutricional

Los requerimientos nutricionales de la especie muestran una alta dependencia de la proteína y de los lípidos, especialmente en reproductores y fase de engorde. Estudios con adultos han señalado respuestas favorables ante dietas con 30 a 35 % de proteína cruda y alrededor de un 13 % de lípidos, observándose mejoras en el crecimiento, supervivencia y utilización del alimento (Benítez & Ponce, 2013).

6.6. *Padina durvillaei*

6.6.1. Distribución

Padina durvillaei presenta una distribución amplia en el Pacífico oriental, con registros que se extienden desde baja California hasta Oaxaca en México. Según Ávila & Pedroche (2005), esta especie se observa comúnmente en numerosas localidades del Golfo de California, donde crece sobre sustrato rocoso en pozas de marea.

La Fundación Charles Darwin (2025) reporta que en Ecuador *P. durvillaei* tiene una distribución que incluye las provincias de Guayas, Santa Elena y las Islas Galápagos.

Por otra parte, Moreira & Moreira (2022) mencionan que, en la costa ecuatoriana, esta macroalga está presente en la zona intermareal rocosa de Barbasquillo, en la provincia de Manabí.

6.6.2 Taxonomía

En la tabla 2 se presenta la clasificación taxonómica de *Padina durvillaei* descrita por Bory Saint – Vincent (1827).

Tabla 2

Taxonomía de Padina durvillaei (Bory Saint – Vincent, 1827)

TAXONOMÍA	
Reino:	Chromista
Filo:	Ochrophyta
Clase:	Phaeophyceae
Orden:	Dictyotales
Familia:	Dictyotaceae
Género:	<i>Padina</i>
Especie:	<i>P. durvillaei</i>



6.6.3. Morfología

Según Moreira & Moreira (2022), el talo puede alcanzar hasta 25 cm de alto, con láminas que pueden encontrarse enteras, divididas, laciniadas, cuneadas o lobadas. El color varía de café oscuro a café verdusco, con márgenes superiores que presentan engrosamientos notables, señalan Lino (2026) y el Intermareal UABC (2024).

La estructura de fijación es discoidal, formada por una masa compacta de rizoides, y presenta un estípite corto de 1 cm de largo, de forma cilíndrica a cónica generalmente cubierto por rizoides que se dirigen hacia la base de la estructura de fijación describe el Intermareal UABC (2024).

6.6.4 Composición química y valor nutricional

Padina durvillaei presenta una composición rica en compuestos bioactivos y nutrientes. Según Rodríguez et al. (2023), esta macroalga contiene carbohidratos, ácidos úricos, sulfatos, polifenoles, flavonoides y proteínas solubles. En un estudio de composición bioquímica realizado en lagunas tropicales del Pacífico de Sinaloa, México, Luna - Suárez et al. (2019) determinaron que esta macroalga presenta un contenido de proteínas del 6 %, un contenido de lípidos de 0.3 – 1.5%, y el contenido más alto de carbohidratos con 69%, junto con el valor más bajo de cenizas de 25% entre las algas estudiadas, en este estudio también señalan el contenido de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en esta especie alcanza el 23% lo que indica un valor nutricional significativo.

Moreno & Díaz (2022) reportan que las algas pardas como *Padina durvillaei* son fuentes importantes de fibra dietética, vitaminas (especialmente vitamina A, C, B1 y B2), minerales como yodo, calcio, magnesio, hierro y zinc, además de compuestos bioactivos como fucodianos, alginatos y ácido algínico. Los resultados indican que esta macroalga podría ser utilizada como alimento para animales y también para consumo humano, concluyen los autores.

6.7. Método de Cuadrado de Pearson Modificado

Este método es una herramienta matemático – nutricional utilizada para formular raciones balanceadas cuando se tienen más de dos insumos disponibles, permitiendo mezclar 4, 6 u 8 materias primas para la elaboración de alimentos, según explica Ortiz (2020).

6.8. Proceso de Peletizado

El proceso de peletizado es importante para la manufactura de alimentos en el cultivo de camarón de río, ya que transforma materias primas finamente divididas en partículas más grandes y estables mediante la aplicación de calor, humedad y presión mecánica según explica Castro, (2025).

El proceso involucra cuatro etapas principales: molienda de ingredientes para reducir el tamaño de la partícula, mezcla completa en un mezclador de alimentos, compresión a través de una

matriz de pellets que produce partículas cilíndricas de 1 – 2 mm de diámetro y secado final para reducir la humedad a niveles de conservación (10 – 12%) describe Castro, (2025).

La característica crítica para crustáceos es el hundimiento rápido del pellet, ya que los camarones son organismos bentónicos que se alimentan en el fondo; los pellets de camarón requieren diámetros de 1.2 mm y se hunden rápidamente debido a su mayor densidad, a diferencia del alimento extrusionado que puede ser flotante señala MNA-UACH (2020).

6.9 Hidro estabilidad del pellet

La hidro estabilidad de un alimento balanceado es un parámetro importante en la acuicultura que se refiere a la capacidad de los pellets para mantener su integridad física y retener sus nutrientes cuando entran en contacto con el agua. Según UTM (2025), el alimento balanceado debe permanecer estable durante cierto tiempo luego de haber entrado en contacto con el agua, con el fin de evitar el deterioro, pérdida de nutrientes y el desperdicio.

6.10. Lixiviación

La lixiviación es el proceso mediante el cual los nutrientes solubles en agua especialmente aminoácidos, vitaminas, minerales y carbohidratos se disuelven y se pierden del pellet hacia el medio acuático. UTM (2025) señala que, en el caso de los balanceados para camarón, la hidro estabilidad juega un papel aún más importante, ya que los pellets deben mantener su forma durante un tiempo determinado para poder ser detectados por el animal y consumidos, normalmente entre 1 a 2 horas dependiendo de la formulación y la cantidad de aglutinante utilizado.

6.11. Aglutinantes

Los aglutinantes son sustancias empleadas en alimentos para la acuicultura para incrementar la eficiencia en los procesos de manufactura y mejorar la estabilidad en el agua. La gelatina sin sabor es uno de los aglutinantes más efectivos utilizados en la formulación de alimentos para camarón

debido a su alta capacidad de gelificación que atrapa partículas, el aglutinante permite que el pellet mantenga su forma durante el tiempo de exposición al agua asegurando que el camarón pueda detectarlo y consumirlo antes que se desintegre explica la FAO (2024).

6.12. Normas de calidad aplicadas

En Ecuador, el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) establece normas técnicas voluntarias como la NTE INEN 1829:2014 para alimentos zootécnicos compuestos, que define los requisitos físicos químicos y microbiológicos que deben cumplir los alimentos balanceados, reglamento técnico obligatorio RTE INEN 188 sobre “Rotulado de los productos utilizados para la alimentación de los animales” es de observancia obligatoria y cubre requisitos de etiquetado para evitar prácticas que puedan inducir al error a los usuarios. Las normas de la familia NTE INEN-ISO 22000 son fundamentales para garantizar la inocuidad: la NTE INEN-ISO 22000 establece requisitos para implementar un sistema de gestión de inocuidad de alimentos (SGIA), mientras que la NTE INEN-ISO/TS 22002-1 especifica los requisitos para programas de requisitos previos que controlan peligros de fabricación (INEN, 2025).

A nivel internacional, el Código de Prácticas sobre Buena Alimentación Animal (CAC/RCP 54-2004) del CODEX ALIMENTARIUS dispuesto por CPE INEN CODEX CAC/RCP 54:2013 establece un sistema de inocuidad mediante la aplicación de buenas prácticas de alimentación animal y buenas prácticas de fabricación durante la adquisición, manipulación, almacenamiento, elaboración y distribución (ANFACA, 2025).

7. METODOLOGÍA

7.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que se evaluó el efecto de una variable independiente sobre una dependiente.

7.2 Enfoque de investigación

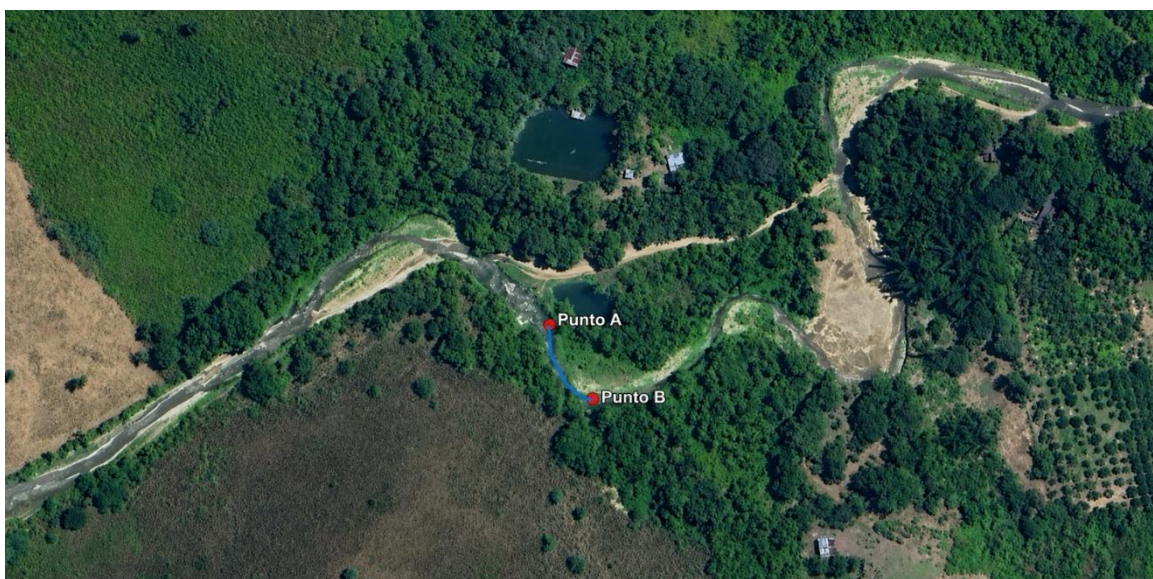
La presente investigación tiene un enfoque de tipo cuantitativo - experimental ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos durante la fase experimental para determinar el efecto de la dieta peletizada a base de la macroalga *Padina durvillaei*. La investigación constó de una fase de campo y una fase experimental.

7.3 Área de estudio

Los organismos estudiados en la presente investigación se extrajeron del Bosque húmedo de la Comuna Dos Mangas (Figura 1). Se capturaron organismos de aproximadamente 3 cm de longitud y 2 g de peso. Se establecieron 2 puntos de captura cuyas coordenadas de latitud y longitud se muestran en la Tabla 3.

Figura 1

Área de Estudio Y Puntos Específicos de Captura



Nota. Adaptado de QGIS versión 3.28 (2026).

Tabla 3

Coordenadas de los Puntos de Captura de M. carcinus

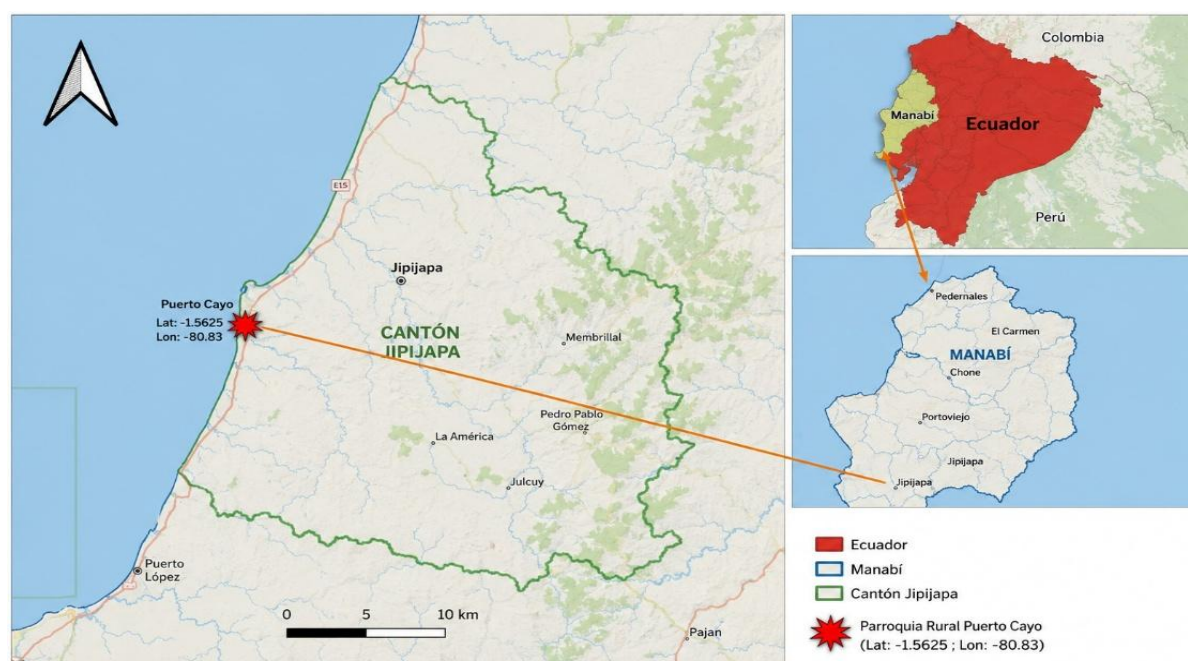
COORDENADAS		
Puntos de captura	Latitud	Longitud
1	-1,8242397	-80,6822897
2	-1,8245294	-80,6821924

7.4 Extracción de la macroalga

Para la elaboración de la harina de *Padina durvillaei*, se extrajeron de su medio natural 100 Kg en peso húmedo de la macroalga, siendo el sitio de extracción la zona rocosa de la playa Puerto Cayo – Manabí (Figura 2), en las coordenadas: 1°33'45"S; 80°49'48"O.

Figura 2

Sitio de extracción de P. durvillaei. Zona rocosa de Puerto cayo.



Nota. Adaptado de QGIS versión 3.8 (2026).

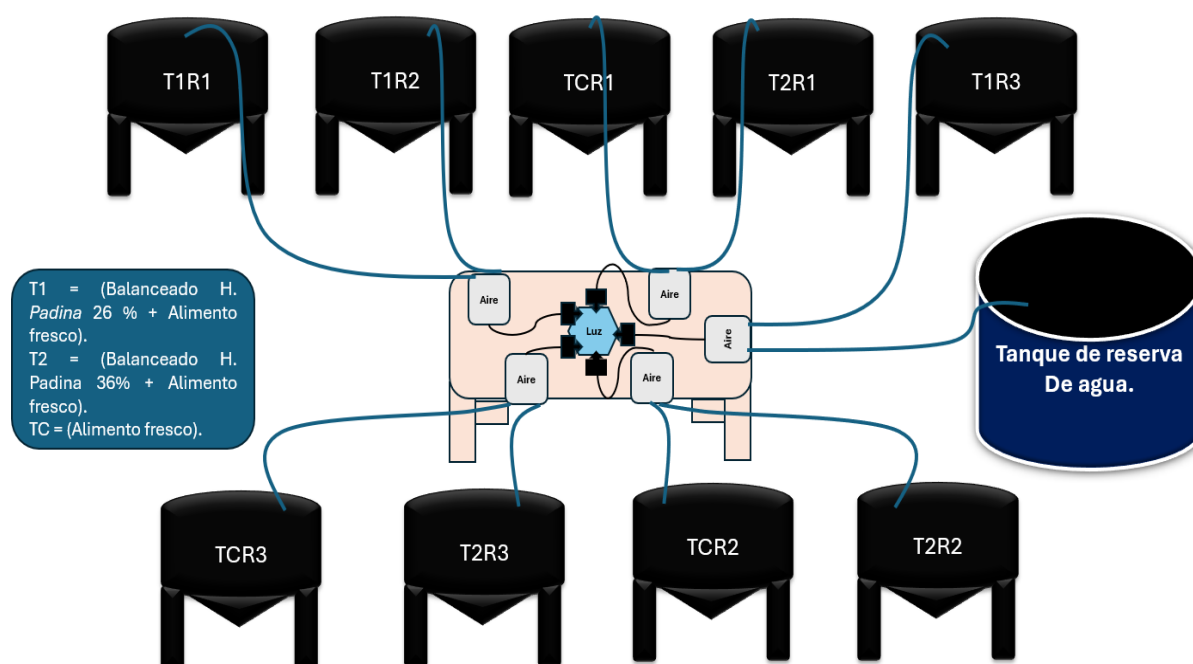
7.5 Diseño experimental

La fase experimental se realizó en 9 tanques circulares semicónicos de fibra con una capacidad de 400 L, donde se colocaron 14 organismos por tanque.

Se realizaron 3 tratamientos constando cada uno de 3 réplicas correspondientes a: TC = Tratamiento Control (Alimento fresco: Hígado de pollo), T1 = Tratamiento 1 (Balanceado con *Padina durvillaei* al 26% + Alimento fresco: Hígado de pollo), T2 = Tratamiento 2 (Balanceado con *Padina durvillaei* al 36% + Alimento fresco: Hígado de pollo) (Figura 3). Se alimentaron con los tratamientos a frecuencia de 3 veces al día (7:00 am, 12:00 pm y 18:00 pm), debido a que estos organismos poseen comportamiento crepuscular y en los horarios que amanecer anochece son más activos y deciden alimentarse en su ambiente natural (Vega, F. 2011). Cada tanque constó con un aireador conectado a una línea de aire y una piedra difusora al término de cada una lo que les proporcionó el oxígeno necesario a los organismos óptimos a desarrollarse.

Figura 3

Diseño experimental correspondiente a la investigación



7.6 Elaboración del balanceado

Se procedió a elaborar la harina de macroalga, para esto se extrajeron 100 kg en peso húmedo de *Padina durvillaei* de su medio natural, luego de esto se procedió a la fase de limpieza de la macroalga la cual se la realizó con agua dulce para eliminar las impurezas que presentaba, posteriormente se secó al aire libre cuidando que no reciba la luz solar directa siguiendo la metodología utilizada por (Paredes, C. & Ramón, J. 2021), procurando que la macroalga no pierda su nivel de proteína original y asegurando la calidad del producto final. Para la última fase de la obtención de la harina de *Padina durvillaei* se pasó por un molino de grano para refinarla y lograr que se transforme en harina, luego con un tamiz de 150 micras se eliminaron las impurezas restantes.

Una vez obtenida la harina de *Padina durvillaei* (6,5%), se procedió a la integración de los demás ingredientes que llevaron las dietas de los T1 y T2, siendo estos: Harina de camarón, Harina de pescado, Harina de almendras, como suplemento nutricional se integró una premezcla de electrolitos, vitaminas, minerales y microorganismos benéficos y como enriquecedor, emulsión de hígado de bacalao que contiene vitaminas A y D. Como aglutinante se utilizó gelatina sin sabor.

Luego se procedió a la fase de peletizado, donde se utilizó un peletizador pasando la mezcla por este ejerciendo presión mejorando la estabilidad del pellet en la columna de agua.

Finalmente, para la preservación del alimento se lo envasó en fundas zip-loc a una temperatura controlada de 20 °C.

Adicional a esto se agregaron a las dietas de los T0, T1 y T2, alimento fresco como hígado de pollo.

7.7 Captura de los organismos

Para su captura se identificó las zonas y cuerpos de agua donde estén presentes, se procedió a colocar trampas para *Macrobrachium sp.* fabricadas a base de botellas plásticas galoneras y en la parte interior se colocó el cebo correspondiente a vísceras de pollo y pescado para que atraiga a los organismos. Para que las trampas se hundan al fondo de los cuerpos de agua se les colocaron rocas pequeñas en el interior en horas de la noche ya que estos organismos son de vida nocturna. Al día siguiente se procedió a retirar

las trampas, procurando extraer los organismos atrapados sin lastimar sus quelas y colocándolos en tachos plásticos con agua para su traslado a los tanques de experimentación. Se colocaron de 2 a 5 trampas dependiendo de la extensión y volumen de cada cuerpo de agua según la metodología utilizada por (Raso, A. 2019).

7.8 Adaptación de los organismos

Se procedió a colocar los organismos en cada uno de los tanques de prueba con agua previamente tratada. Se controlaron los parámetros de temperatura que se mantengan en los siguientes valores: **Temperatura:** 30 °C, **pH:** 6 – 8, **Oxígeno:** 5 a 10 mg/l (Álvarez. 2021). La fase de adaptación de los organismos tuvo un periodo de 15 días de duración.

Se tomaron parámetros diariamente con la ayuda de un multiparámetro y un pH metro registrando en bitácoras todos los valores obtenidos controlándolos para que no existieran complicaciones en los cultivos.

7.9 Toma de medidas morfométricas y cálculo de biomasa

Media vez que los organismos se encontraran en el sitio de experimentación se procedió a la fase de laboratorio donde se realizó la toma de peso y medidas morfométricas iniciales para llevar un registro de crecimiento.

Para toma de peso se colocaron los organismos en una bandeja plástica sobre una balanza analítica marca CAMRY, modelo: EK5450. La toma de medidas morfométricas se realizó quincenalmente.

En cuanto a toma de longitud se utilizó un calibrador vernier o pie de rey. La medida que se tomó en cuenta fue la de longitud total.

Para cálculo de biomasa se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Biomasa} = P_m \times n$$

Donde;

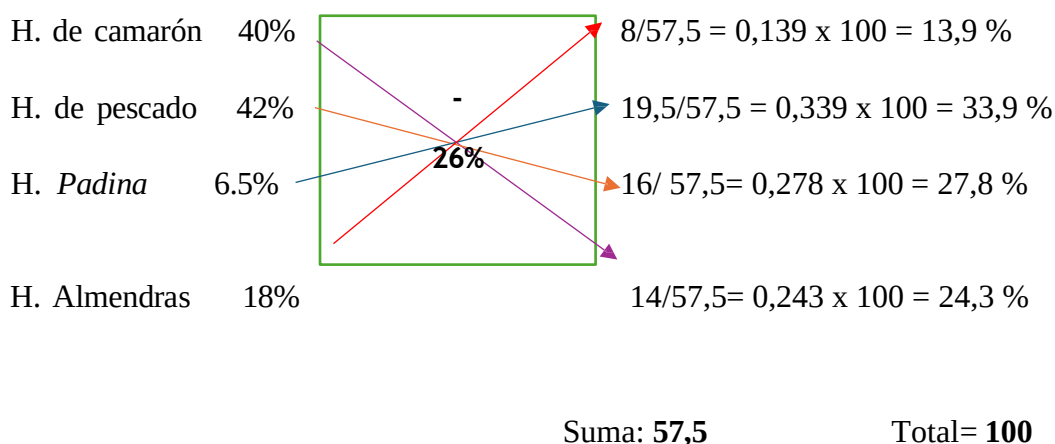
Pm. = Peso medio.

n= Número de organismos.

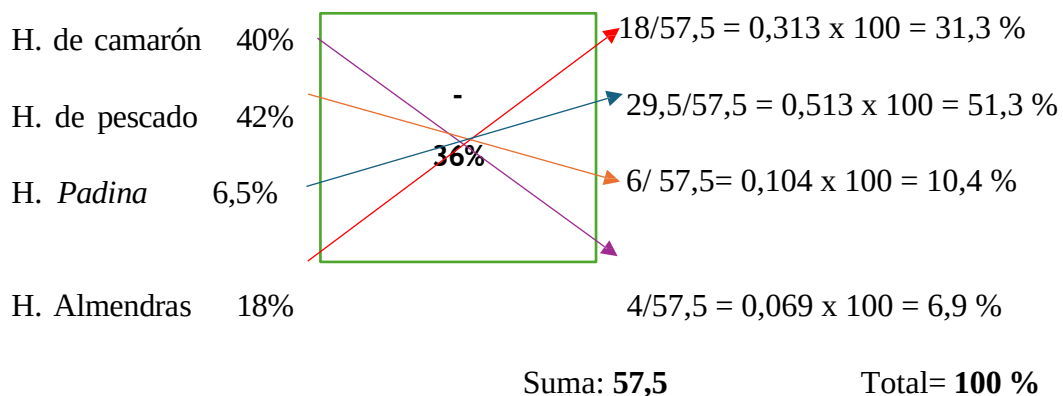
7.10 Cálculo de ingredientes

Para determinar los cálculos en las dietas peletizadas se utilizó el cuadrado de Pearson modificado el cual sirve para determinar la cantidad de ingredientes de un alimento balanceado acorde al porcentaje de proteína que se probó en la presente investigación.

7.10.1 Balanceado al 26 % de proteína



7.10 .2 Balanceado al 36% de proteína



7.11 Pruebas bromatológicas

Se realizaron pruebas bromatológicas considerando los aspectos a medir de la dieta pelletizada que fueron: % de proteína, % de cenizas, % de lípidos y % de humedad.

7.12 Cálculo alimento diario

Para calcular la cantidad de alimento a suministrar a los distintos tanques de tratamientos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Alimento diario} = \text{Bt.} \times \text{TAD \%} / 100$$

Donde;

Bt= Biomasa total

TAD= Tasa diaria de alimentación.

Según estudios la tasa de alimentación para *Macrobrachium* oscila entre el 7% y 13%, pero en la presente investigación se empezará probando con el valor más bajo siendo este el 7% y según se observe el comportamiento de los organismos esta irá ajustando. (García, U et al. 2008).

7.13 Prueba de lixiviación

Para realizar la siguiente prueba se pesaron 2 g de alimento balanceado, luego se colocó en vasos de precipitación de 100 ml que contenían agua cada uno se encontraba conectado a un aireador para simular el movimiento del agua del tanque del cultivo. Transcurridas 3 horas se retiró el balanceado pasándolo por una malla fina, posteriormente se lo colocó en una estufa a 60 °C por 12 horas (Katcha et al., 2024). Finalmente se pesó la biomasa seca y se aplicó la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de lixiviación:

$$\% \text{ Lixiviación} = ((\text{Mi} - \text{Mf}) - \text{Mi}) \times 100$$

Donde;

Mi = Masa inicial

Mf = Masa final

7.14 Cálculo de FCA

Para calcular el Factor de Conversión Alimenticia de los organismos de cultivo se tomó en consideración la siguiente fórmula:

$$\text{FCA} = \text{Alimento consumido} / \text{incremento de peso.}$$

7.15 Cálculo de incremento de talla

Para calcular la ganancia de talla que presentarán los organismos de experimentación se realizó la siguiente fórmula:

$$\text{IT\%} = (\text{Tf}) - (\text{Ti}) * 100$$

Donde;

IT%= Incremento de talla

Tf= Talla final

Ti= Talla inicial

7.16 Cálculo de incremento de peso

Para realizar el cálculo en cuanto a ganancia de peso de *M. carcinus* se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{IP\%} = (\text{Pf}) - (\text{Pi}) * 100$$

Donde;

IP%= Incremento de peso

Pf= Peso final

Pi= Peso inicial.

7.17 Análisis estadístico

Se utilizó Excel donde se crearon tablas para llevar registro de parámetros en los tanques de cultivos. Además, se registraron los datos de talla, peso y supervivencia con lo que se realizaron las respectivas comparaciones.

Para el análisis estadístico de la presente investigación se utilizó el programa RStudio para realizar la prueba de ANOVA de una vía o también conocida como análisis de varianza que sirve para comparar las medidas de tres o más grupos, determinando si las diferencias observadas entre ellos son estadísticamente significativas o se deben al azar. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$F = \frac{MSB}{MSE}.$$

Donde;

F= Estadístico de prueba de Razón F.

MSB= Suma de cuadrados entre grupos/ Grados de libertad entre grupos.

MSE= Suma de cuadrados del error/ Grados de libertad del error.

8. RESULTADOS

8.1 Cantidad de ingredientes

A continuación, en la Tabla 4, se presentan la cantidad de ingredientes que se utilizaron en cada uno de los alimentos correspondientes a 26 % y 36% de proteína correspondientes a la elaboración de 1 Kg de alimento.

Tabla 4

Formulación de las harinas utilizadas en la elaboración de dietas experimentales de 26% y 36% de proteína nominal, obtenidas mediante el método del Cuadrado de Pearson Modificado.

Ingredientes	26%	36%
H. Camarón	139 g	313 g
H. Pescado	339 g	513g
H. <i>Padina durvillaei</i>	278 g	104 g
H. Almendra	243 g	69 g
Vitamina C	50 g	50 g
Complejo B	10 g	10 g
Aceite de hígado de Bacalao	17 g	17 g
Premezcla de electrolitos, minerales y microorganismos benéficos.	10 g	10 g
Aglutinante	15 g	15 g

Nota. Los valores corresponden a la formulación de la fracción proteica (harinas) obtenida mediante el método del Cuadrado de Pearson modificado para dietas con 26 % y 36% de proteína nominal. Los ingredientes complementarios (vitamina c, complejo B, aceite de hígado de bacalao, premezcla de minerales, electrolitos y aglutinante) se adicionaron posteriormente en cantidades fijas durante la elaboración del alimento. La letra H corresponde a "Harina" y la letra g a "Gramos".

8.2 Análisis bromatológicos

8.2.1 Harina de *Padina durvillaei*

El estudio proximal de la harina de *Padina durvillaei* presentado a continuación (Tabla 5) mostró variaciones en la composición nutricional de acuerdo a los requerimientos de *M. carcinus*.

Según los resultados presentados en cuanto a la humedad presenta niveles óptimos de 11, 31 % correspondiente a bueno para la conservación de la harina, según la proteína un nivel de 6, 50% es críticamente bajo ya que la especie requiere un 35% de proteína, en cuanto a fibra los valores se presentan dentro del rango con un 6,58% cuando la especie requiere un 6 -7 %, un valor de 3,79% para grasa se encuentran en niveles normales ya que la especie necesita un 3 -4%, los carbohidratos totales con un valor de 24,80% representan un valor aceptable para el 25% que requiere la especie y finalmente las cenizas con un valor de 10,90 % es un valor dentro del rango debido a que un nivel óptimo para la especie es de un 12 %. Con estos resultados se evidencia que la calidad de la harina es relativamente aceptable para que cumpla con los requerimientos nutricionales de *M. carcinus*.

Cabe recalcar que la harina de *P. durvillaei* no es el único ingrediente que se usó para el balanceado y al complementarla con otros ingredientes la calidad de la misma mejoró.

Tabla 5

Análisis proximal de la harina a base de la macroalga Padina durvillaei

Parámetro	Método	Resultado (%)	Requerimiento
Humedad	AOAC 925.10	11,31	11-15
Grasa	AOAC 2003.06	3,79	3-4
Ceniza	AOAC 923 03	10,90	12
Fibra	WEENDE	6,58	6-7
Proteína	DUMAS	6,50	30
Carbohidratos	Cálculo	24,80	25

Nota. Resultados obtenidos mediante análisis bromatológicos de laboratorio correspondientes a la harina de *Padina durvillaei*, realizados por la Universidad Estatal de Bolívar. Los requerimientos corresponden *Macrobrachium carcinus*.
Elaboración propia.

8.2.2 Alimento balanceado a base de *Padina durvillaei*

A continuación, en la Tablas 6 y 7 se muestran los valores obtenidos en las pruebas bromatológicas realizadas para ambos alimentos pelletizados en distinto porcentaje de proteína.

Como se puede observar los resultados cumplieron satisfactoriamente con el requerimiento nutricional de *Macrobrachium carcinus*.

Tabla 6

Perfil bromatológico obtenido para alimento correspondiente al T1

Alimento Balanceado T 1			
Parámetro	Método	Resultado (%)	Requerimiento referencial (%)
Proteína	DUMAS	25.25	30
Cenizas	AOAC 923 03	10.25	15
Humedad	AOAC 925.10	11.31	10
Lípidos	Folch Modificado (Gravimétrico)	5.41	5

Nota. Resultados obtenidos mediante análisis bromatológicos de laboratorio correspondientes al balanceado correspondiente al T 1, realizados por la Universidad Estatal de Bolívar. Los requerimientos corresponden *Macrobrachium carcinus*. Elaboración propia.

Tabla 7

Perfil bromatológico obtenido para alimento correspondiente al T2

Alimento Balanceado T 2			
Parámetro	Método	Resultado (%)	Requerimiento referencial (%)
Proteína	DUMAS	32.06	30
Cenizas	AOAC 923 03	12.01	15
Humedad	AOAC 925.10	10.52	10
Lípidos	Folch Modificado (Gravimétrico)	5.78	5

Nota. Resultados obtenidos mediante análisis bromatológicos de laboratorio correspondientes al balanceado correspondiente al T 2, realizados por la Universidad Estatal de Bolívar. Los requerimientos corresponden *Macrobrachium carinus*. Elaboración propia.

8.3 Efectividad del alimento

La evaluación de flotabilidad mostró que el alimento se hundió totalmente tras 5 segundos. Esto resultó ventajoso para *Macrobrachium carinus*, una especie bentónica, el rápido descenso de los pellets optimizó su disponibilidad en el fondo de los tanques.

Durante los 120 días que duró la investigación se prepararon 2 kg de alimento por tratamiento, de los cuales los camarones consumieron cerca de 1.5 kg.

8.4 Lixiviación

El análisis de lixiviación del alimento balanceado tras 3 horas de inmersión registró un valor final del 10 %, lo que equivale a una retención del 90 % de su peso seco inicial. Este comportamiento

refleja una óptima estabilidad física en el agua, cualidad indispensable para garantizar la disponibilidad nutricional y reducir el impacto sobre la calidad del agua del estanque.

8.5 Prueba de normalidad

Para verificar el supuesto de normalidad de los datos se aplicó la prueba de Shapiro – Wilk, debido a que el tamaño de la muestra por variable es inferior a 50 observaciones. Las variables analizadas mostraron una distribución normal con un valor de $p = 0.74$ para talla y un valor de $p = 0.27$ para peso > 0.05 . De la misma manera se realizó la prueba de homogeneidad de Levene la misma que dio un valor de $p = 0.85$ para peso final y $p = 0.84$ para talla final, lo que indica que se cumple el supuesto de homogeneidad y justifica el uso de la prueba de ANOVA de una vía.

8.6 Incremento de peso final

El análisis del peso final promedio por tanque (Figura 4) evidenció diferencias notables en la distribución y dispersión de la biomasa entre los tratamientos evaluados. El T2 demostró el rendimiento ponderal más elevado y homogéneo, con una mediana claramente superior que se situó en aproximadamente 3,54 g. Por el contrario, el T1 exhibió un desarrollo menor, registrando una mediana cercana a los 2,75 g. Finalmente, el TC mostró una mayor variabilidad e inestabilidad en el crecimiento, con una mediana de 3,12 g y una marcada asimetría hacia valores inferiores.

8.7 Ganancia de peso absoluta

El análisis de la ganancia de peso acumulada (Figura 5) reveló variaciones estadísticamente significativas entre todos los tratamientos evaluados mostrando un valor de $p = 0.02$. El T2 obtuvo el mayor incremento, registrando una ganancia promedio de 2.06 g. Por su parte el T1 exhibió una ganancia de peso intermedia con un promedio de 1.45g. Finalmente el TC reflejó un rendimiento más deficiente del estudio, alcanzando una ganancia promedio de 0, 50 g.

8.8 Ganancia de peso quincenal

La evaluación de la cinética de crecimiento a lo largo del período experimental (Figura 6) reveló un patrón de ganancia de peso diferenciado y dependiente del tiempo para cada tratamiento.

El T2 fue el más efectivo ganando 0.44 g quincenal aproximadamente, en segundo lugar, el T1 ganando 0.37 g quincenal aproximada y finalmente el TC ganando 0.32 g de peso quincenalmente. Estadísticamente existieron diferencias significativas entre tratamientos mostrando un valor de $p=0.01$.

Figura 4

Peso promedio final de cada tratamiento

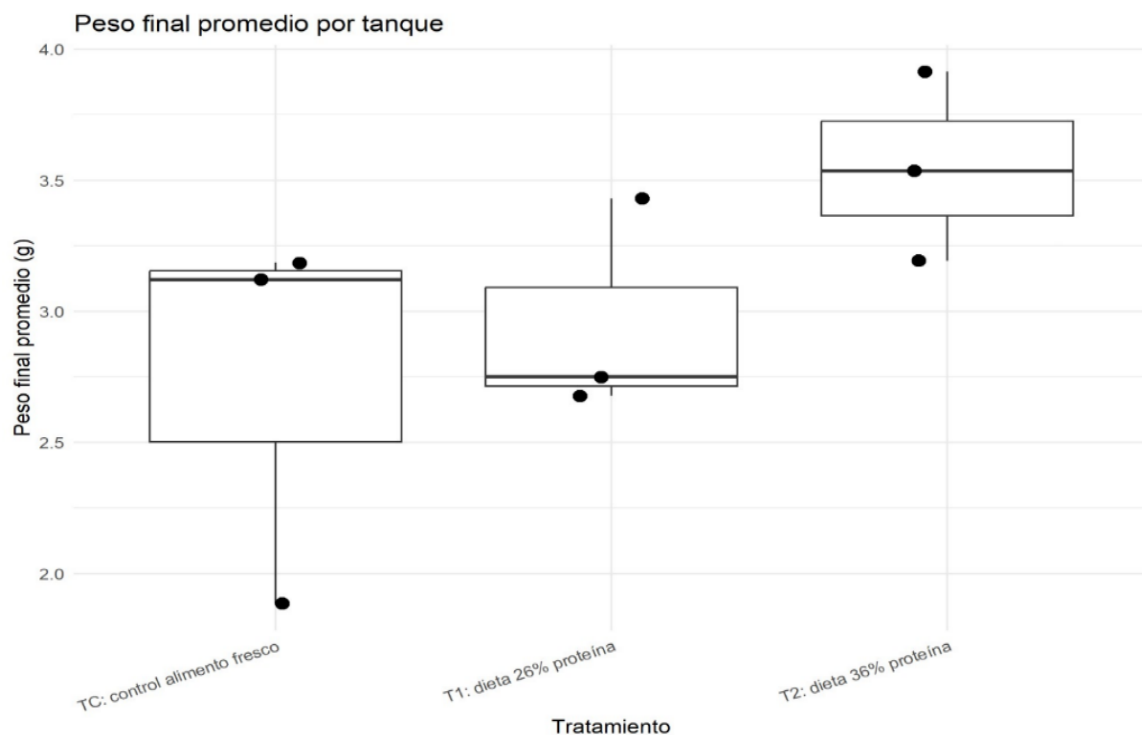


Figura 5

Comparación entre tratamientos ganancia de peso

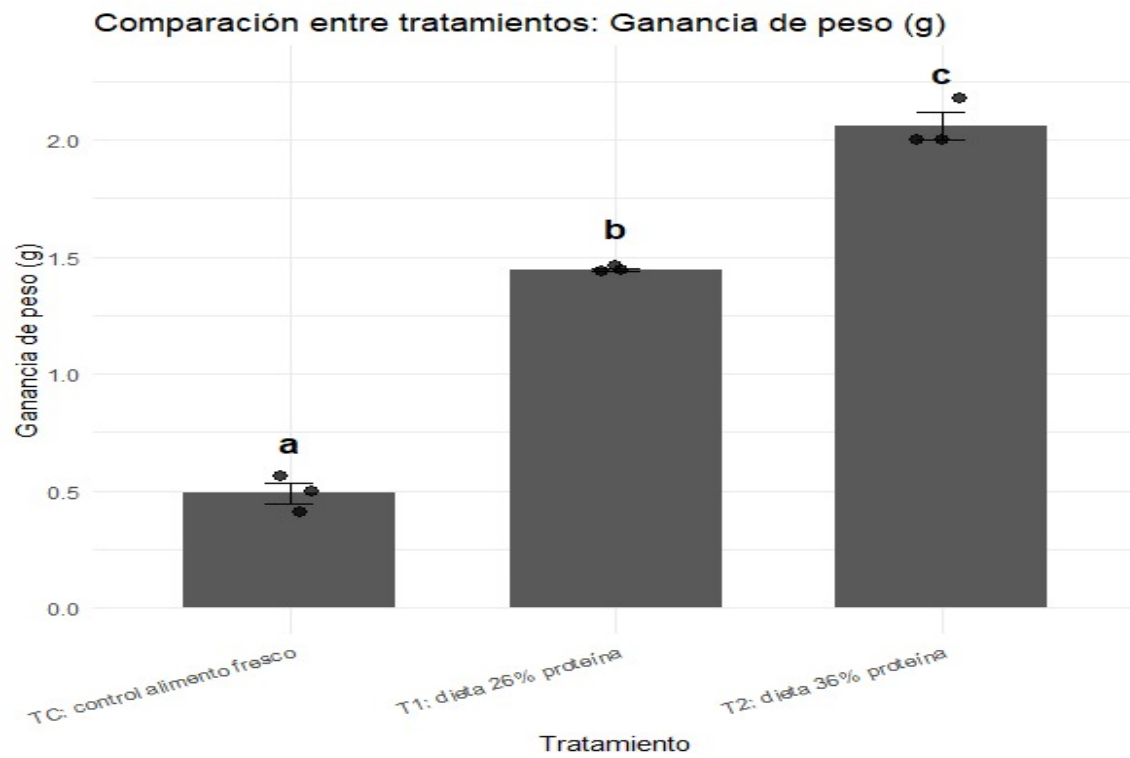
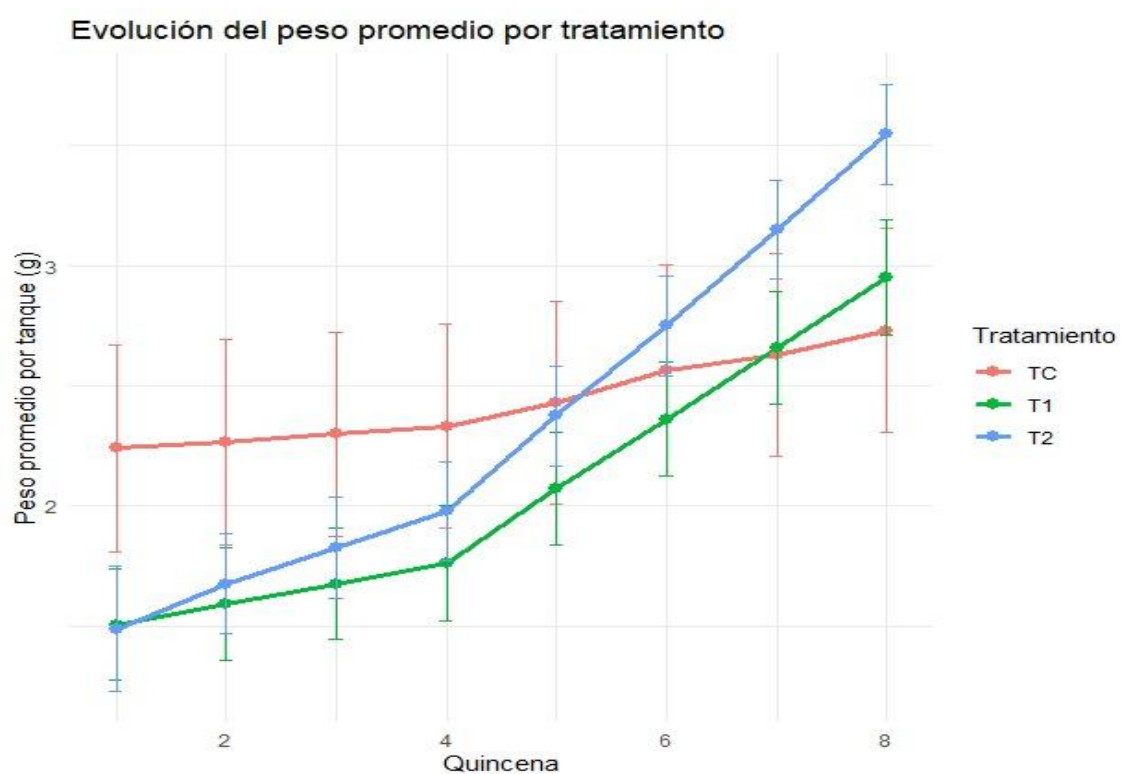


Figura 6

Incremento de peso quincenal



8.9 Incremento de talla final

La distribución de la talla final promedio evaluada por unidad experimental (Figura 7) evidenció un incremento notable en la longitud de los organismos. El T2 demostró en desarrollo longitudinal más alto y compacto, registrando una mediana de 6.03 cm, con réplicas por tanque concentradas de manera homogénea en el rango superior. El T1 alcanzó una mediana muy competitiva ubicada en los 5.90 cm. En contraste el TC exhibió el rendimiento más deficiente y asimétrico, con una mediana de 5.47 cm.

8.10 Ganancia de talla absoluta

El análisis estadístico de la ganancia de talla acumulada (Figura 8) demostró diferencias altamente significativas mostrando un valor de $p=0.001$. El T2 registró el mayor incremento longitudinal absoluto, alcanzando una ganancia promedio de 1.97 cm, lo que lo ubicó en un rango estadístico superior e independiente. El T1 mostró un desarrollo lineal intermedio con una ganancia promedio de 1.50 cm. En contraposición, el TC contó con el rendimiento más bajo con una ganancia de 0.51 cm.

8.11 Incremento de talla quincenal

La evaluación de la cinética de crecimiento a lo largo del período experimental (Figura 9) reveló un patrón de ganancia de talla diferenciado y dependiente del tiempo para cada tratamiento.

El T2 fue el más efectivo ganando 0.76 cm quincenal aproximadamente, en segundo lugar, el T1 ganando 0.74 cm quincenal aproximadamente y finalmente el TC ganando 0.65 g de peso quincenalmente. Estadísticamente existieron diferencias significativas entre tratamientos mostrando un valor de $p=0.004$.

Figura 7

Incremento de talla final promedio

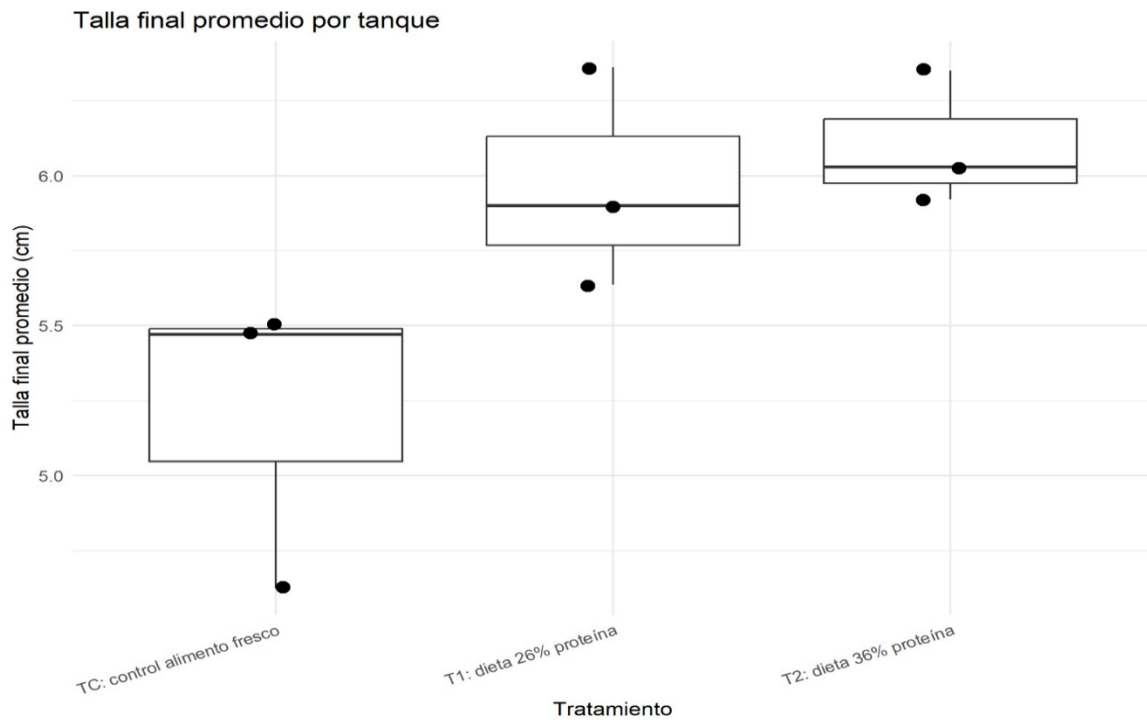


Figura 8

Comparación entre tratamientos ganancia de talla

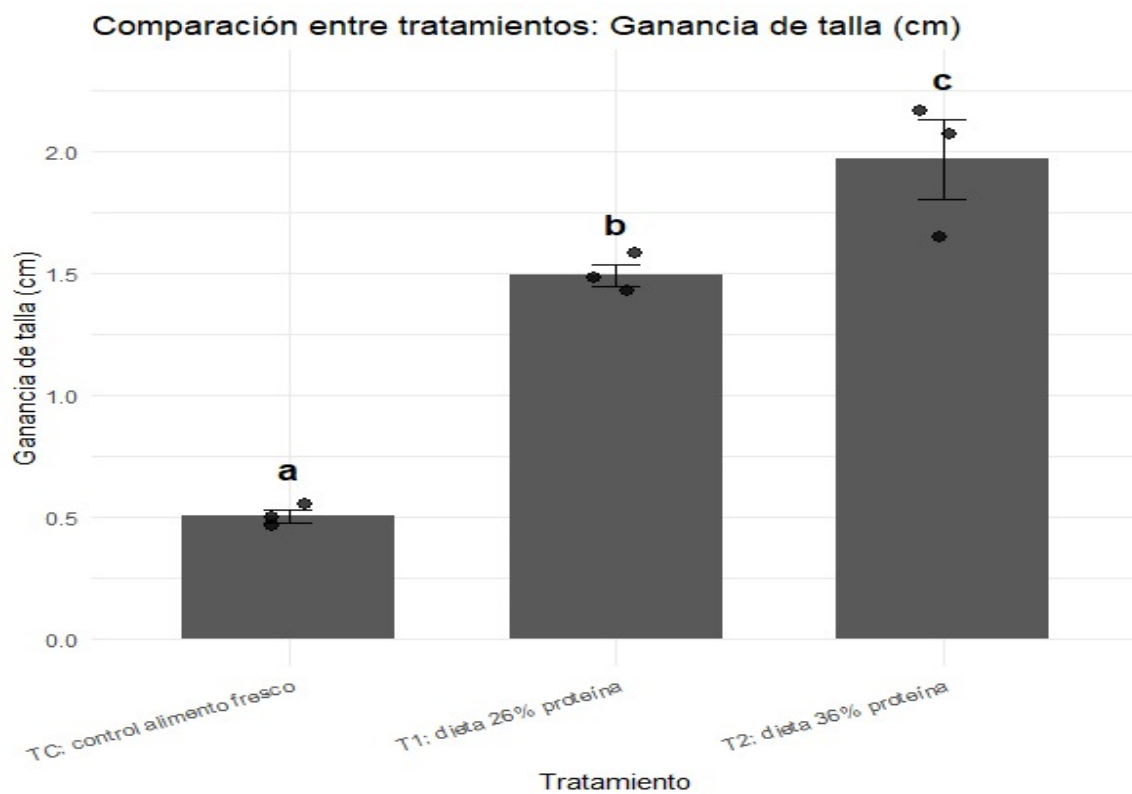
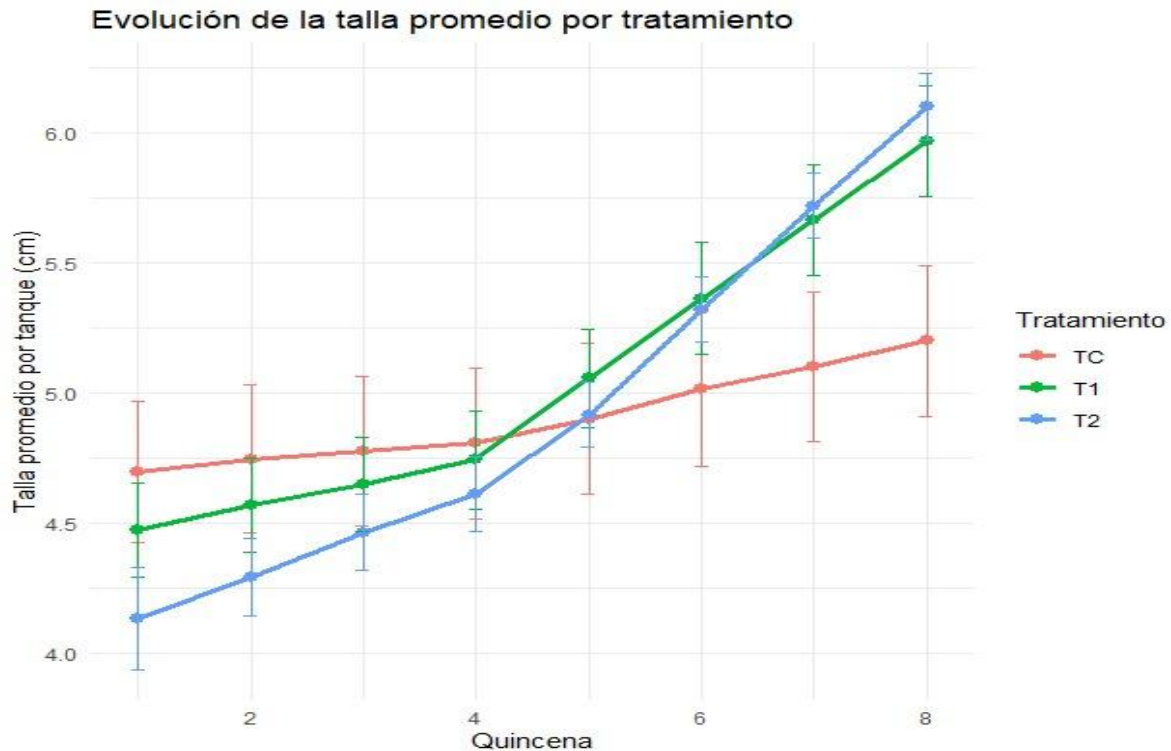


Figura 9

Incremento de talla quincenal



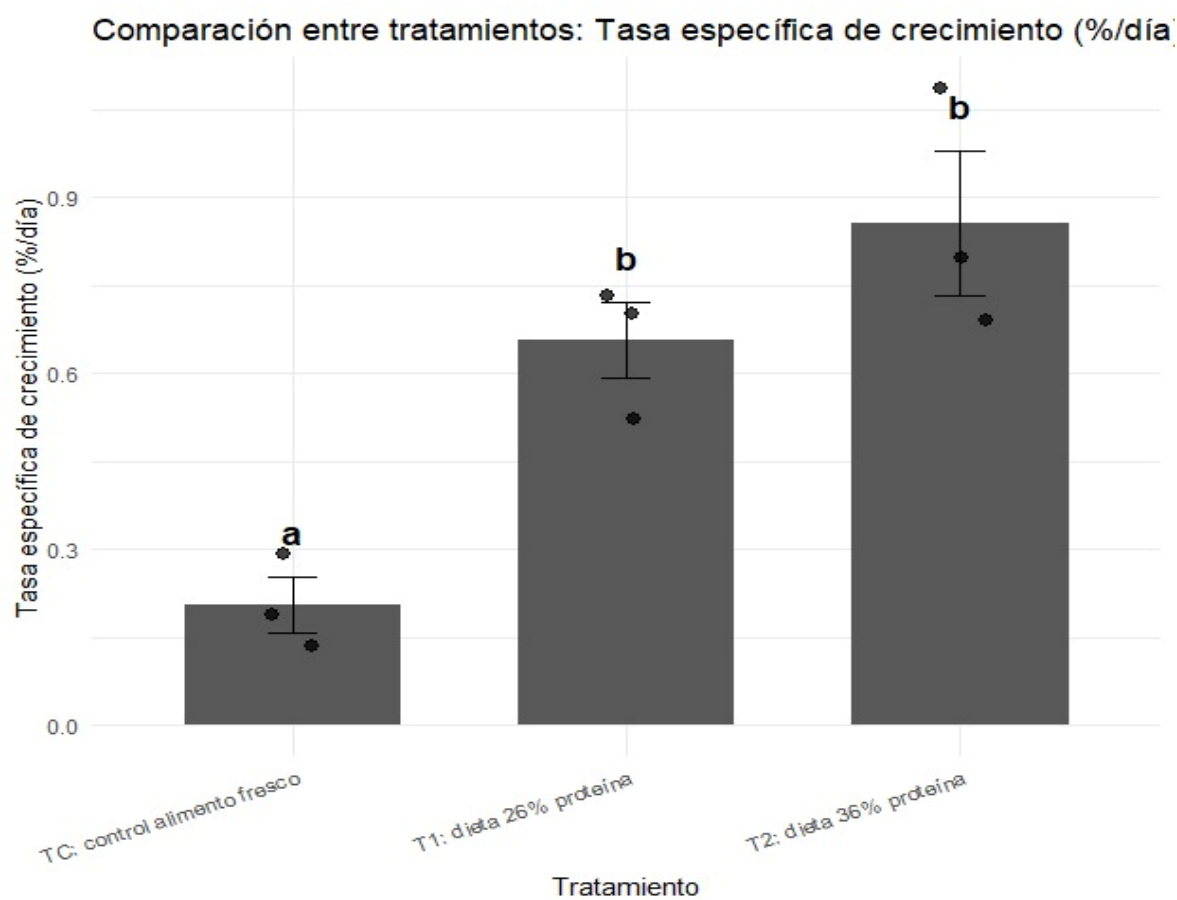
8.12 Tasa específica de crecimiento

Los resultados de la tasa específica de crecimiento (Figura 10) mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados $P = 0.004$, ($P < 0.05$). El grupo control de alimento fresco (TC) registró la tasa de crecimiento más baja con un promedio aproximado de 0.20% diariamente, diferenciándose significativamente de los tratamientos alimentados con dietas peletizadas.

Por su parte, los T1 y T2 alcanzaron tasas de crecimientos superiores, con promedios estimados de 0.66% día y 0.85% / día, respectivamente.

Figura 10

Tasa específica de crecimiento (% / día)



8.13 Factor de conversión alimenticia

El análisis del Factor de Conversión Alimenticia (FCA) reveló marcadas diferencias entre los tratamientos evaluados. El TC registró el FCA más elevado con un valor de (1:17.8), reflejando una eficiencia alimenticia notablemente baja y una alta dispersión de los datos. En contraste, la inclusión de dietas formuladas con base en proteína redujo drásticamente el FCA, optimizando el aprovechamiento del alimento. El T1 alcanzó un FCA medio de (1:2.66), mientras que el T2 presentó el desempeño más eficiente con el menor FCA registrado (1:0.84) y la mayor homogeneidad en sus réplicas. Estos resultados sugieren que un incremento en el porcentaje de proteína en la dieta optimiza la conversión alimenticia en los organismos evaluados.

8.14 Supervivencia

La supervivencia final de los organismos evaluados (Figura 11) fue alta y homogénea en todos los tratamientos, manteniéndose cercana o igual al 100 % al término del período experimental. En el TC u el tratamiento de menor inclusión proteica correspondiente a T1, la supervivencia se situó en aproximadamente un 96%.

Por su parte, el T2 exhibió la máxima estabilidad, alcanzando así una supervivencia absoluta del 100 % en todas sus réplicas. Esto demuestra que las dietas formuladas no generaron efectos adversos ni comprometieron la viabilidad de los organismos en comparación con la alimentación tradicional, sugiriendo una óptima aceptación y tolerancia a los tratamientos evaluados.

Los datos de supervivencia mostraron diferencias no significativas estadísticamente con un valor de $p = 0.62$.

8.15 Biomasa Final

Al evaluar la biomasa final (Figura 12) acumulada entre los tratamientos experimentales, se observó una tendencia numérica ascendente a medida que se incrementó el nivel de proteína en la dieta. El tratamiento TC (control alimento fresco) registró una biomasa promedio aproximada de 38 g, mientras que T1 (dieta 26% proteína) alcanzó una media cercana a los 40 g y T2 (dieta 36% proteína) obtuvo el valor más alto con aproximadamente 50 g de biomasa final.

Sin embargo, el análisis estadístico reveló que no existieron diferencias significativamente estadísticas ($p = 0.19$) entre ninguno de los tratamientos evaluados.

Figura 12

Biomasa final por tratamiento

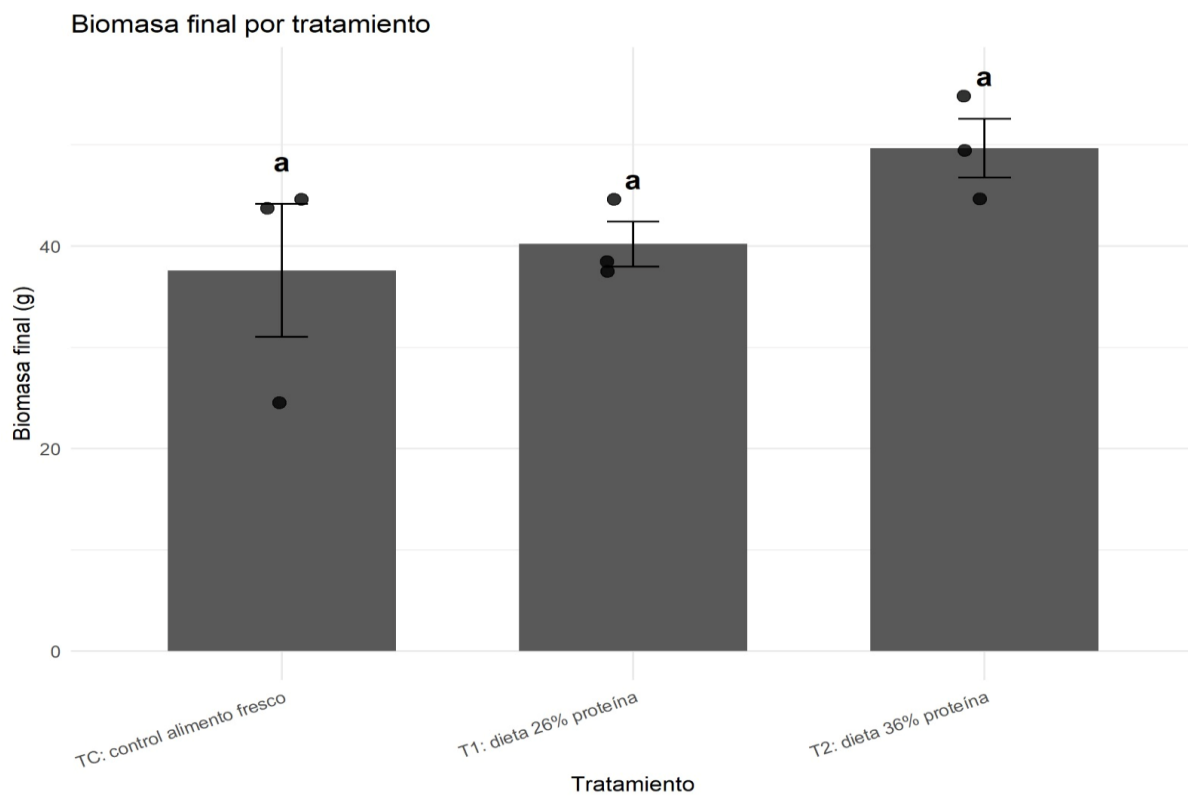
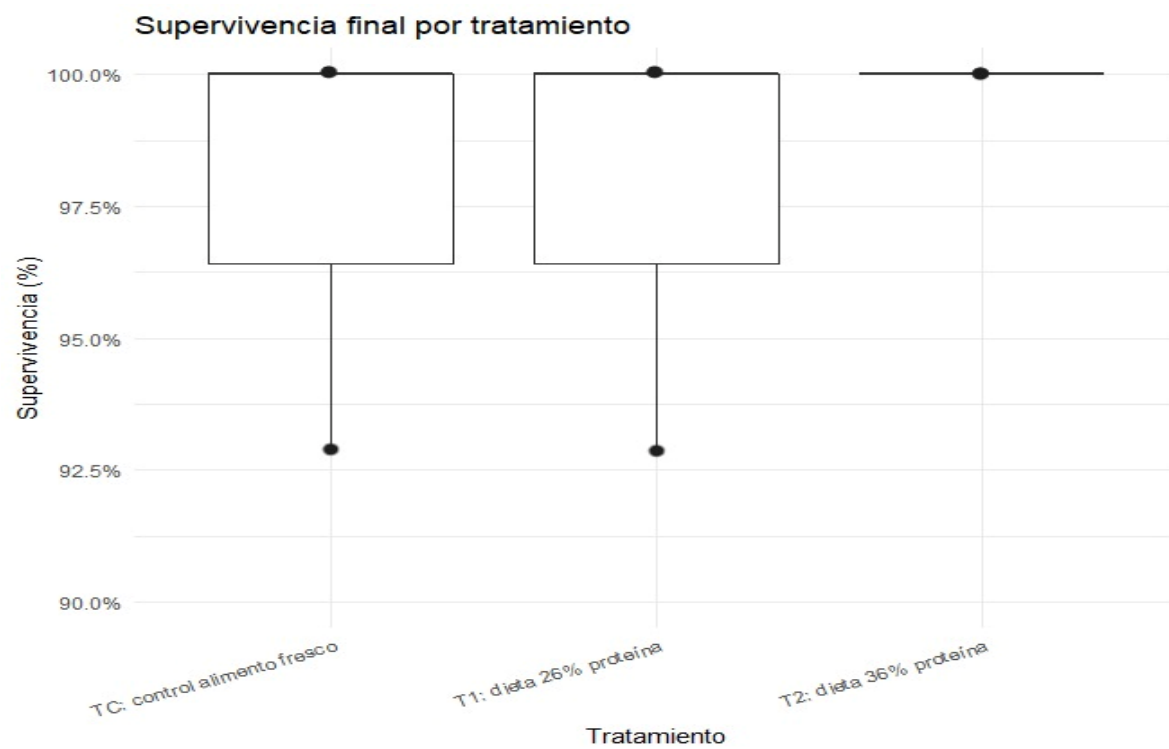


Figura 12

Porcentaje de supervivencia final por tratamiento



8.16 Parámetros físico - químicos

Durante las ocho quincenas de evaluación, los parámetros fisicoquímicos registrados en los tanques de cultivo mostraron un comportamiento notablemente estable y homogéneo. La temperatura promedio quincenal (Figura 13), se mantuvo en un rango estrecho, indicando aproximadamente 29 - 30 °C durante toda la etapa experimental.

Por su parte el pH (Figura 14), exhibió sutiles fluctuaciones de carácter biológico a lo largo del tiempo; se observaron valores mínimos cercanos a 7.2 – 8.4 manteniendo una tendencia general hacia la neutralidad y ligera alcalinidad durante el resto del ciclo.

En cuanto al perfil de oxigenación en el sistema, tanto la concentración de oxígeno disuelto como el porcentaje de saturación reflejaron condiciones óptimas y constantes en los tanques de cultivo. El oxígeno disuelto promedio (Figura 15), se mantuvo firmemente alineado por encima de los 8.0 mg/L hasta un máximo de 8.3 mg/L. Esta estabilidad se vio directamente reflejada en el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (Figura 16), el cual osciló de manera regular dentro de un rango seguro y constante entre el 83% y el 86% a lo largo de las ocho quincenas lo que demuestra una eficiente aireación y estabilidad ambiental a lo largo de toda la fase experimental.

Figura 13

Temperatura promedio quincenal

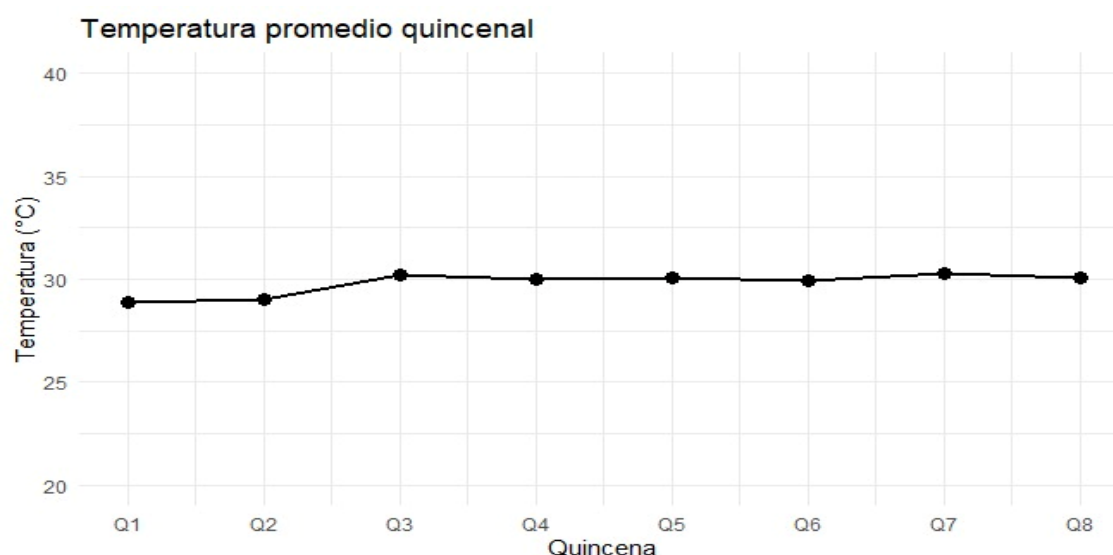


Figura 14

pH promedio quincenal

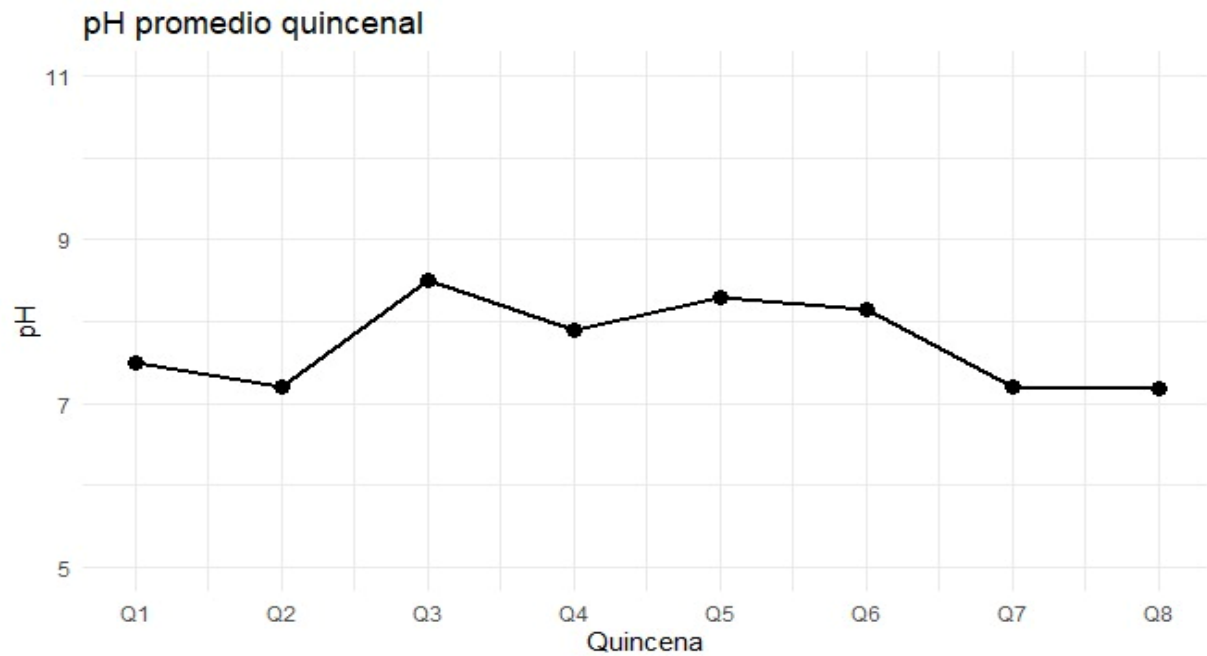


Figura 15

Oxígeno promedio quincenal

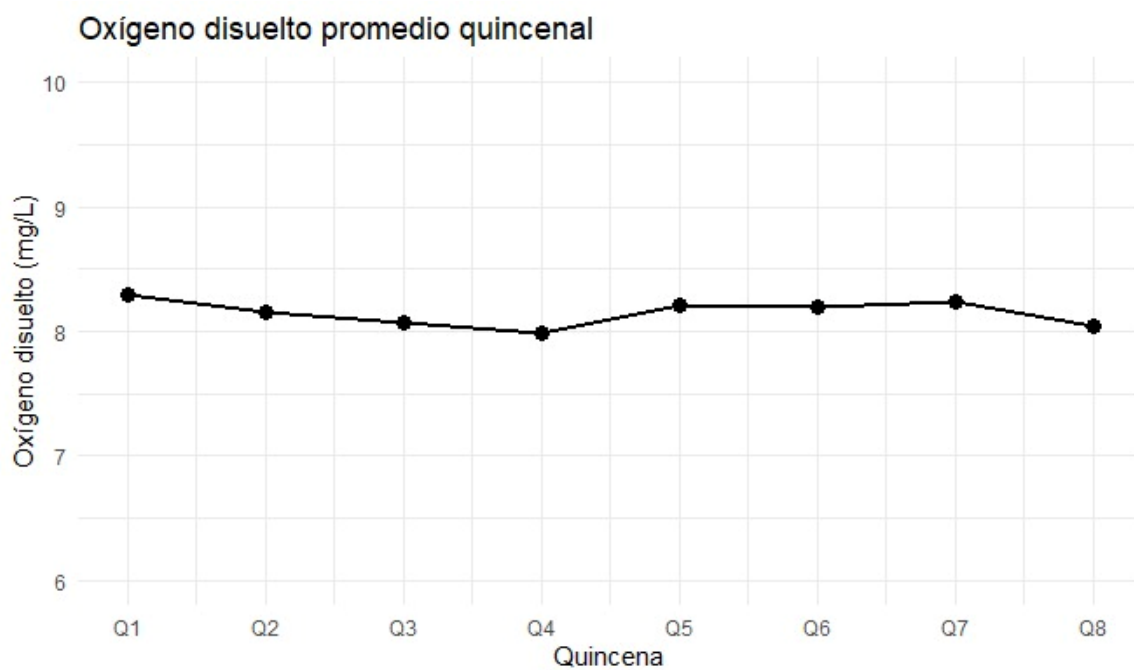
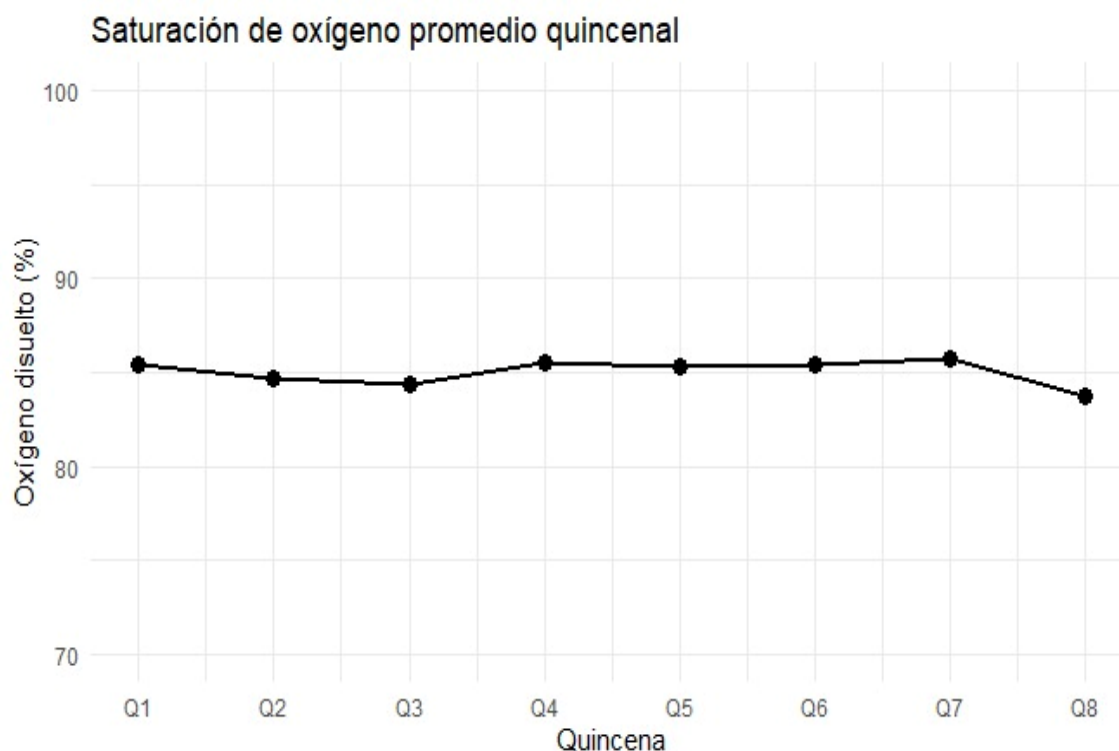


Figura 16

Saturación de oxígeno quincenal



8.17 Relación costo beneficio del alimento balanceado

En relación con el costo del alimento balanceado (Tabla 8), se obtienen costos de inversión de materia prima de \$7,50 aproximadamente para producir 1Kg lo cual no resulta rentable ya que hoy en día 1Kg de balanceado para camarón oscila entre los \$2,00 y \$3,00 aproximadamente.

La harina de *Padina durvillaei*, presenta una ventaja económica frente a las harinas de origen animal. El costo por Lb es de aproximadamente \$3,00 – \$4,00 en las harinas animales frente a \$1,40 de la harina de *Padina*.

Tabla 8

*Presupuesto de elaboración del alimento peletizado a base de *Padina durvillae**

Ingredientes	36%	26%
	(\$)	(\$)
H. Almendra	1,08	2,19
H. <i>Padina</i>	1,14	1,60
H. Camarón	2,38	0,60
H. Pescado	1,28	0,68
Complejo B	0,26	0,26
Vitamina C	0,82	0,82
Ac. Bacalao	0,08	0,08
Premezcla de microorganismos benéficos.	0,62	0,62
Aglutinante	0,26	0,26
Total	\$7,92	\$7,11

Nota. H. = Harina; Ac. = Aceite. Los valores representan los costos en dólares estadounidenses (\$) para la preparación de 1 kg de alimento. Los porcentajes (36% y 26%) corresponden al nivel de inclusión proteica en las dietas evaluadas. Elaboración propia.

9. DISCUSIÓN

La evaluación de fuentes proteicas alternativas y sostenibles en la acuicultura de crustáceos nativos constituye un eje prioritario para mitigar la dependencia de harinas de origen animal de alto costo. Los resultados de la presente investigación demuestran de manera categórica que la inclusión de la macroalga parda *Padina durvillaei* en la dieta peletizada ejerce un efecto biológico y ponderal significativo en los juveniles de *Macrobrachium carcinus*, validando de este modo la hipótesis planteada (H1) frente al descarte de la hipótesis nula (H0).

Al analizar el perfil bromatológico de la harina cruda de la macroalga, el nivel de proteína registrado (6.50%) se encuentra por debajo del requerimiento óptimo estimado para la especie. Estos valores analíticos coinciden con la caracterización físico – química de macroalgas tropicales validada por Osuna-Ruiz et al. (2019) y complementada por Benítez-García et al. (2020), quienes reportan que las algas del orden Dictyotales presentan contenidos proteicos basales bajos pero un elevado porcentaje de carbohidratos digeribles, compuestos fenólicos y sulfatados. Tal como sostienen Hughes et al. (2025), el valor real de las algas pardas en la alimentación acuícola actual no radica exclusivamente en su aporte macromolecular de nitrógeno, sino en su alta densidad de micronutrientes, minerales indispensables y polisacáridos bioactivos como alginatos y fucooidanos. Estos componentes actúan como potentes promotores del desarrollo y estimulantes del sistema inmune.

La riqueza en micronutrientes y ácidos grasos poliinsaturados (que alcanzan el 23% de los lípidos totales en esta especie) potenció el desarrollo zootécnico cuando la macroalga fue balanceada mediante el método del Cuadrado de Pearson Modificado junto a insumos de alta concentración proteica, como las harinas de camarón y pescado.

El desempeño productivo de los organismos evidenció que el T2 superó significativamente a el T1 y TC. El T2 alcanzó el rendimiento ponderal más elevado y homogéneo con una mediana de peso final de 3.54 g y una ganancia absoluta de 2.06 g. Este comportamiento valida los modelos de nutrición para decápodos expuestos en manuales y artículos científicos recientes (MNA-UACH, 2020; Moreira et al., 2022), los cuales confirman que las fases de desarrollo y engorde del género *Macrobrachium* exhiben sus mejores respuestas biológicas y de utilización del alimento ante la marcada inestabilidad y variabilidad del crecimiento observada en TC demuestra que el suministro exclusivo de alimento fresco desbalanceado no logra cubrir de forma homogénea las demandas metabólicas ni los requerimientos de aminoácidos esenciales del camarón de río en cautiverio.

Desde una perspectiva morfométrica, el crecimiento longitudinal promedio reflejó una tendencia idéntica al desarrollo ponderal. El T2 exhibió el crecimiento lineal más alto y compacto con una mediana de 6.03 cm, seguido por el T1 con 5.90 cm, mientras que el TC quedó rezagado con una tasa asimétrica de 5.47 cm. La ganancia de talla absoluta 1.97 cm para T2 frente a solo 0.51 cm para TC se asocia directamente con la optimización del proceso de ecdisis en los crustáceos.

Las macroalgas del género *Padina* poseen una alta concentración de minerales solubles (calcio y magnesio) y reguladores del crecimiento celular que aumentan la actividad antioxidante. De acuerdo con estudios fisiológicos recientes en nutrición de decápodos (Saleh, 2020; Mwendwa et al., 2023), la disponibilidad de estos minerales bioasimilables en la dieta acelera la recalcificación del exoesqueleto post-muda, reduciendo el estrés osmótico y la vulnerabilidad del organismo durante este periodo crítico, lo que se tradujo en un incremento neto de la tasa específica de crecimiento (0.85 % / día en T2 frente a 0.20 %/ día en TC).

Un hallazgo importante lo constituye el FCA. El T2 consolidó una eficiencia alimenticia óptima con el menor índice registrado (1:0.84). Este valor contrasta drásticamente con el desproporcionado FCA

del grupo control (1:17.8). La baja eficiencia del hígado de pollo se explica a través de dos fenómenos fisicoquímicos: la estabilidad y la lixiviación en el medio acuático. El balanceado peletizado formulado demostró una hidro estabilidad física sobresaliente, registrando apenas un 10% de lixiviación tras 3 horas de inmersión. Esta resistencia a la disgregación impidió la disolución prematura de nutrientes solubles hacia la columna de agua. Al respecto, la FAO (2024) y la Universidad Técnica de Manabí (UTM, 2025) señalan en sus manuales actualizados de manufactura acuícola que el empleo de aglutinantes eficientes combinada con la presión mecánica del peletizador resulta muy importante para que los organismos bentónicos detecten y consuman la ración entera antes de su degradación.

La máxima supervivencia registrada en el T2 puede atribuirse a las propiedades funcionales de los polisacáridos sulfatados y compuestos bioactivos característicos de las algas pardas del orden Dictyotales. Investigaciones recientes conducidas por Benítez-García et al. (2020) confirman que la inclusión de extractos de *Padina durvillaei* en dietas para crustáceos actúa como un potente inmunomodulador natural. Los fucoidanos y alginatos presentes en la matriz celular de la macroalga estimulan la actividad de las células fagocíticas y el sistema de la profenoloxidasa en la hemolinfa de los decápodos.

Asimismo, la estabilidad del T2 en comparación con fluctuaciones reflejadas en el TC guarda una estrecha relación con el comportamiento agresivo y territorial que caracteriza al género *Macrobrachium*. Como describen Moreira et al. (2022) y Fachri et al. (2024), el canibalismo destructivo es un factor limitante en el cultivo de camarones de río, acentuándose de manera crítica durante el período de ecdisis, momento en el cual el exoesqueleto blando vuelve a los organismos sumamente vulnerables.

Finalmente, el análisis de la relación costo-beneficio aporta una perspectiva económica indispensable para la escalabilidad del cultivo en Ecuador. La producción de 1 kg de el presente balanceado experimental con insumos locales a nivel de laboratorio presentó un costo de materia prima entre \$7.11 y \$7.92. Si bien este valor preliminar supera los precios comerciales del mercado nacional para balanceados industriales de camarón marino, los cuales oscilan entre \$2.00 y \$3.00, se debe resaltar la ventaja competitiva de la macroalga como sustituto parcial en dietas artesanales o de especialidad. La harina de *Padina durvillaei* se cotiza en aproximadamente \$1.40 por libra, en franco contraste con los \$3.00 o \$4.00 que promedian las harinas comerciales de origen animal.

Como bien puntualizan Boscolo (2024) y García-Guerrero et al. (2025), las harinas de pescado convencionales están dejando de ser sostenibles debido a la sobreexplotación pesquera y la inestabilidad de sus precios globales. Por lo tanto, el aprovechamiento regulado de los recursos bentónicos intermareales de la costa ecuatoriana para la elaboración de harinas algales representa una ventana de oportunidad científica y económica real.

La utilización de juveniles silvestres de *Macrobrachium carcinus* introduce un sesgo potencial derivado de la heterogeneidad genética y de un historial nutricional preexistente no controlado en las poblaciones originarias. A diferencia de las líneas genéticas seleccionadas en laboratorios acuícolas, los organismos colectados en ambientes lénticos o lóticos presentan una variabilidad fenotípica individual que condiciona sus tasas de asimilación metabólica, jerarquías de dominancia y respuesta fisiológica al estrés por confinamiento (García-Guerrero et al., 2025; Vera, 2020).

Adicionalmente a los fenómenos de estabilidad e hidro disolución, el modesto desempeño y la elevada variabilidad observados en el Tratamiento Control (TC: hígado de pollo) hallan explicación en la fisiología digestiva de los decápodos y en un perfil nutrimental no optimizado. Aunque los tejidos frescos poseen mayor atractabilidad organoléptica inicial alta, carecen del balance idóneo de

aminoácidos esenciales, fosfolípidos y ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (como EPA y DHA) que requieren los crustáceos continentales (Moreira et al., 2022). Esta deficiencia estructural puede desencadenar una asimilación proteico-energética ineficiente, induciendo una saciedad metabólica rápida pero incompleta que fuerza al animal a catabolizar sus propias reservas corporales para mantener la homeostasis basal (Fachri et al., 2024).

Asimismo, la inclusión de vísceras terrestres altera el tránsito intestinal debido a la presencia de lípidos complejos de difícil emulsificación y a la ausencia total de fibra o polisacáridos bioactivos que promuevan una microbiota benéfica. En contraste, las dietas peletizadas enriquecidas con *Padina durvillaei* aportan compuestos promotores de la digestibilidad y minerales indispensables que optimizan la modulación enzimática digestiva (Hughes et al., 2025; Mwendwa et al., 2023). Esta diferencia en la matriz alimenticia explica por qué el grupo control presentó tasas de crecimiento tan disímiles y rezagadas, revalidando la superioridad nutricional de las dietas formuladas y balanceadas con ingredientes funcionales de origen algal.

10. CONCLUSIONES

La aplicación formal del método del Cuadrado de Pearson Modificado resultó metodológicamente eficiente para establecer la proporcionalidad de los ingredientes e insumos proteicos, logrando estructurar de forma precisa dos alimentos balanceados peletizados diferenciados por su nivel proteico nominal (26 % y 36 %). La técnica facilitó una inclusión exacta de un 6,5 % de la harina cruda de *Padina durvillaei* en ambas matrices dietarias, articulando su interacción con harinas de alto valor convencional y subproductos energéticos como la harina de almendras, asegurando así el balance isocalórico viable para el desarrollo zootécnico.

El análisis proximal determinó que la harina cruda de *Padina durvillaei* cuenta con un contenido basal de proteína críticamente bajo (6,50 %), compensado estratégicamente por niveles equilibrados de fibra (6,58 %), lípidos (3,79 %), cenizas (10,90 %) y carbohidratos (24,80 %), alineados con los requerimientos basales de la especie. Las pruebas bromatológicas de los alimentos procesados ratificaron la exactitud del balanceo: el T1 consolidó un 25,25 % de proteína cruda real y un 11,31 % de humedad; por su parte, el T2 alcanzó un óptimo de 32,06 % de proteína cruda, 10,52 % de humedad y 5,78 % de lípidos totales, satisfaciendo el perfil referencial exigido para el engorde de decápodos.

La evaluación comparativa demostró diferencias estadísticas altamente significativas en el desempeño ponderal y longitudinal de las dietas. El T2 se consolidó como la formulación biológicamente superior, registrando la mayor ganancia de peso absoluta (2,06 g) y quincenal (0,44 g), con una mediana final de 3,54 g, superando al T1 con una ganancia absoluta (1,45 g) y una mediana (1,45 g), y relegando radicalmente al TC basado en alimento fresco, que exhibió la mayor inestabilidad biológica con una ganancia neta de apenas 0,50 g. El crecimiento longitudinal validó un

idéntico patrón morfológico: el T2 promovió un desarrollo lineal compacto con una mediana final de 6,03 cm y un incremento absoluto de 1,97 cm, superando los 5,90 cm del T1 y los 5,47 cm del TC. Este incremento neto se atribuye a la bio asimilación de macro y micronutrientes esenciales presentes en el alga parda, la cual potenció una Tasa Específica de Crecimiento (TEC) de 0,85 %/día en el T2, en contraste franco con el limitado 0,20 %/día del grupo control.

La formulación de dietas peletizadas con una inclusión del 6,5 % de *Padina durvillaei* demuestra ser una alternativa acuícola técnicamente viable, nutricionalmente balanceada y de elevado rendimiento para el cultivo de *Macrobrachium carcinus*. La dieta con 36 % de nivel proteico nominal (T2) optimiza significativamente la ganancia ponderal, el crecimiento longitudinal y la conversión alimenticia, garantizando una supervivencia del 100 % e inocuidad total, lo que posiciona a esta macroalga como un insumo funcional clave para potenciar la eficiencia productiva en la alimentación de camaronicultura de agua dulce.

11. RECOMENDACIONES

Establecer protocolos de pretratamiento enzimático o fermentación en estado sólido (FES) de la biomasa cruda de la macroalga previo al peletizado, con el propósito de hidrolizar las matrices de carbohidratos complejos y polisacáridos estructurales, incrementando así la disponibilidad neta de la proteína de origen vegetal y optimizando la digestibilidad de los aminoácidos.

Implementar sistemas de extrusión industrial en sustitución del peletizado por presión mecánica artesanal, con la finalidad de perfeccionar la gelatinización de los almidones y compactar de forma homogénea los polímeros del alga, prolongando la estabilidad física del pellet en el agua por encima de las 3 horas y reduciendo la tasa de lixiviación a valores inferiores al 5 %.

Sostener un control riguroso y automatizado de las variables críticas de calidad de agua, priorizando sistemas de aireación forzada continua para mantener el oxígeno disuelto en valores estrictamente superiores a los 5.0 mg/L, impidiendo las caídas metabólicas que restringen la asimilación del balanceado y la velocidad de muda de los crustáceos. Diseñar estructuras subsuperficiales complejas y refugios artificiales densos dentro de las unidades de cultivo con la finalidad de mitigar el comportamiento marcadamente territorial y caníbal inherente a los estadios juveniles de *Macrobrachium carcinus*, garantizando mantener la supervivencia cercana al 100 % detectada en este estudio bajo escenarios de alta densidad de siembra.

Promover la transferencia tecnológica e industrialización de las formulaciones alimenticias a base de *Padina durvillaei* para su adopción en la acuicultura regional, escalando el proceso de producción de peletizado a extrusión industrial y evaluando el desempeño de la dieta en etapas de engorde comercial de *Macrobrachium carcinus* bajo condiciones de campo o sistemas semicerrados.

12.REFERENCIAS

- Boscolo, W. R. (2024). Sustentabilidad y nuevas matrices proteicas en la acuicultura de América Latina. Editorial Académica Continental.
- Boyd, C. E., & McNevin, A. A. (2020). Aerator energy use in shrimp farming and means for improvement. *Journal of the World Aquaculture Society*, 52(1), 6–29. <https://doi.org/10.1111/jwas.12760>
- BRF Ingredients. (2024, 23 de abril). Acuicultura: los nuevos ingredientes resuelven los retos del sector. BRF Ingredients. <https://www.brfindredients.com/es/blog/posts/acuicultura-los-nuevos-ingredientes-resuelven-los-retos-del-sector/>
- Castro, R. (2025). Proceso de peletizado y manufactura de piensos para acuicultura [Documento técnico]. Scribd. <https://www.scribd.com/document/892341/proceso-peletizado-acuicultura>
- Compesca. (2024, 22 de julio). Langostino salvaje o de acuicultura, conoce sus diferencias. Compesca. <https://compesca.com/langostino-salvaje-acuicultura/>
- Fachri, M., Amoah, K., Huang, Y., Cai, J., Alfatat, A., Ndandala, C. B., Shija, V. M., Jin, X., Bissih, F., & Chen, H. (2024). Probiotics and paraprobiotics in aquaculture: A sustainable strategy for enhancing fish growth, health and disease prevention - A review. *Frontiers in Marine Science*, 11, Artículo 1499228. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1499228>
- FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue

Transformation. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<https://doi.org/10.4060/cc0461en>

- FAO. (2024). Additivos alimenticios. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/4/ab492s/ab492s11.htm>
- FAO. (2024). Determinación de índices de calidad física de alimentos para acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/4/ab482s/ab482s18.htm>
- FAO. (2024). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024: Consolidación de la transformación azul. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2025). La acuicultura en América Latina. Volumen 1: Documentos de investigación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/4/ac866s/AC866S32.htm>
- FAO. (2025). Nutrición y alimentación de los peces. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s10.htm
- FAO Fisheries & Aquaculture. (2025). FAO.org. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/fishery/en/openasfa/db9f81e4-df07-497e-a89c-caff22bf6f65>

- Fundación Charles Darwin. (2025). *Padina durvillaei* – Galapagos Species Database. DataZone. <https://datazone.darwinfoundation.org/en/checklist/?species=1084>
- García-Guerrero, M. U., Becerril-Morales, F., Vega-Villasante, F., & Espinosa-Chaurand, L. D. (2025). Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: Conocimiento actual, rol ecológico y conservación. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(4), 651–675. <https://doi.org/10.3856/vol41-issue4-fulltext-3>
- García-Guerrero, M. U., Hendrickx, M. E., & Romero-Sedano, J. C. (2025). Avances en el cultivo y la biología reproductiva de los camarones de río del género *Macrobrachium* en el Pacífico americano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 60(1), 12–27.
- Garske, L. (2002). Macroalgas marinas. Reserva marina de las Galápagos. Scribd. <https://es.scribd.com/document/515747764/Ficha-de-Algas-Informacion-Vinculacion>
- Guía Nutricional Acuícola. (2024). Manual práctico para la aplicación del Cuadrado de Pearson en formulación de raciones. Studocu. <https://www.studocu.com/ec/document/manual-cuadrado-pearson-alimentos>
- Hanson, J. A., & Goodwin, H. L. (Eds.). (1977). *Shrimp and prawn farming in the Western Hemisphere: State-of-the-art reviews and status assessments*. Dowden, Hutchinson & Ross. https://books.google.com/books/about/Shrimp_and_Prawn_Farming_in_the_Western.html?id=6U8YAQAIAAJ

- Holdt, S. L., & Kraan, S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: Functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 543–597. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9632-5>
- Hughes, A. D., Moreira, A., Mwendwa, J., & Al-Abdulrazzak, S. (2025). The use of macroalgae in feeds for finfish and crustacean aquaculture. *Frontiers in Aquaculture*, 4, Artículo 1570842. <https://doi.org/10.3389/faquc.2025.1570842>
- INEN. (2025). Conoce las normas que debes tomar en cuenta para garantizar la inocuidad de los alimentos. Servicio Ecuatoriano de Normalización. <https://www.normalizacion.gob.ec/conoce-las-normas-que-debes-tomar-en-cuenta-para-garantizar-la-inocuidad-de-los-alimentos/>
- Intermareal UABC. (2024). *Padina durvillaei* – Banco de algas del Pacífico de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. <http://intermareal.ens.uabc.mx/percebu/algas/Padina-durvillaei.html>
- Jiménez-González, C., Agrasar, A. M. T., Mallo, F., Rúa, M. L., & Fuciños, C. (2023). Red seaweed proteins: Valuable marine-origin compounds with encouraging applications. *Algal Research*, 75, Artículo 103262. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103262>
- Katcha, M. U., Yaji, A. J., & Auta, J. (2024). Determination of leaching rate and physical

water stability of pelletized aquafeeds. *Journal of Applied Aquaculture*, 36(2), 145–158.
<https://doi.org/10.1080/10454438.2023.2189012>

- Kent, G. (2015). *Aquaculture and food security*. Universidad de Hawai.
https://www.ctahr.hawaii.edu/adap/FoodSecurity/Documents/KENT1995_Aquaculture_Food_Security.pdf
- Lasso, C. A. (2021). *Morfometría y biología de los camarones de agua dulce (Decapoda: Palaemonidae) de la cuenca neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <https://maritima.humboldt.org.ec>
- Lima, J. P. V., Melo, F. P., Ferreira, M. G. P., Flickinger, D. L., & Correia, E. S. (2021a). Larviculture of the painted river prawn *Macrobrachium carcinus* in different culture systems. *Aquacultural Engineering*, 92, Artículo 102139.
- Lima, J. P. V., Melo, F. P., Ferreira, M. G. P., Flickinger, D. L., & Correia, E. S. (2021b). Lethal salinity and survival for *Macrobrachium carcinus* larvae subjected to osmotic stress. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 262, Artículo 107602.
- Linnaeus, C. (1758). *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (10.^a ed., Vol. 1). Laurentii Salvii. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.542>
- Lino, K. (2026). *Relación entre parámetros físico-químicos y la abundancia de Macrobrachium* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5d4b9304-d667-4e9e-a4d9->

- Luna-Suárez, S., Hernández-Garibay, E., Nassar-Velázquez, M. A., & Arredondo-Vega, B. (2019). Gross chemical composition, fatty acids, sterols, and pigments of marine algae from tropical lagoons on the Pacific coast of Sinaloa, Mexico. *Ciencias Marinas*, 45(3), 101–114. <https://doi.org/10.7773/cm.v45i3.101>
- Maity, T. (2023). Effect of water quality parameters on growth and survival of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* larvae in ponds: Growth and survival of fresh water prawn Vis-à-vis water quality. *Aquaculture Research*, Artículo 16345. <https://doi.org/10.1111/are.16345>
- MNA-UACH. (2020). Pelletización versus extrusión: las dos tecnologías más extendidas para la fabricación de alimentos en la acuicultura. Sociedad Mexicana de Nutrición Animal / Universidad Autónoma de Chihuahua. <http://mna.uach.cl/pelletizacion-versus-extrusion-las-dos-tecnologias-mas-extendidas-para-la-fabricacion-de-alimentos-en-la-acuicultura>
- Moreira, R., Silva, T., & Valenti, W. C. (2022). Nutritional requirements and feeding behavior of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* and related species: A review. *Aquaculture Nutrition*, 2022, 1–18. <https://doi.org/10.1155/2022/4910351>
- Moreira Sornoza, L., & Moreira Sornoza, N. (2022). Caracterización del zoobentos asociado a la macroalga *Padina durvillaei* en la zona intermareal rocosa de Barbasquillo, Manta-Ecuador, desde agosto 2021 a enero 2022 [Artículo académico, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. Repositorio ULEAM.

<https://repositorio.uileam.edu.ec/handle/123456789/7992>

- Moreno Sandoval, C. A., & Díaz Hoyos, A. M. (2022). Caracterización físico-química y nutricional de algas en polvo para su uso en alimentos [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio UPV. <https://riunet.upv.es/bitstreams/e7865c76-830e-4264-b922-ea4c0bcbb5a9/download>
- Mwendwa, J., Saleh, R., & Irkin, L. (2023). Seaweeds as functional ingredients in aquafeeds: Mineral bioaccumulation and post-molt calcification in decapods. *Journal of Applied Phycology*, 35(4), 1845–1859.
- New, M., & Singholka, S. (1984). Reproducción natural y artificial del camarón de río *Macrobrachium* *carcinus*. https://237032995_Reproduccion_natural_y_artificial_del_camaron_de_rio_Macrobrachium_carcinus_L
- NOAA Fisheries. (2024). United Nations endorses new "guidelines for sustainable aquaculture". National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/united-nations-endorses-new-guidelines-sustainable-aquaculture>
- Norziah, M. H., & Ching, C. Y. (2000). Nutritional composition of edible seaweed *Padina* species. *Food Chemistry*, 68(1), 69–76. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00161-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00161-2)
- Ortiz Salazar, J. A. (2020). Cuadro de Pearson: Método para balancear materias primas en alimentos para animales [Presentación en PowerPoint]. Scribd.

<https://www.scribd.com/presentation/790067337/cuadrodepearson-2>

- Osuna-Ruiz, I., Nieves-Soto, M., Manzano-Sarabia, M. M., Hernández-Garibay, E., Lizardi-Mendoza, J., Burgos-Hernández, A., & Hurtado-Oliva, M. A. (2019). Gross chemical composition, fatty acids, sterols, and pigments in tropical seaweed species off Sinaloa, Mexico. *Ciencias Marinas*, 45(3), 101–114. <https://doi.org/10.7773/cm.v45i3.2974>
- Paredes, C., & Ramón, J. (2021). Metodologías de secado a la sombra y molienda de macroalgas pardas para la elaboración de harinas funcionales. Escuela Superior Politécnica del Litoral. <http://www.dspace.espol.edu.ec>
- Raso, A. (2019). Diseño de trampas artesanales y técnicas de captura sustentable de decápodos en ríos neotropicales [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe>
- Ruskshana, K. (2005). Proximate composition and nutritional profile of freshwater prawns (*Macrobrachium* spp.). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 14(3), 45–58. https://doi.org/10.1300/J030v14n03_05
- Saleh, R. (2020). Nutritional value of marine macroalgae for aquatic animals. *Aquaculture Nutrition Core Research*, 26(2), 291–304.
- UTM. (2025). Estabilidad física e hidroestabilidad de matrices alimenticias destinadas al cultivo de camarón de río. Universidad Técnica de Manabí. Editorial Universitaria.
- Valverde, M. (2024). Distribución geográfica y hábitat del langostino de río *Macrobrachium*

carcinus en la vertiente del Pacífico. *Neotropical Biodiversity*, 10(1), 88–99.
<https://doi.org/10.1080/23766808.2024.2310123>

- Valencia, A., & Campos, E. (2024). Tolerancia de *Macrobrachium carcinus* a variaciones de pH y parámetros ambientales en sistemas cerrados. *Ecotoxicología Acuática*, 18(2), 201–214.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoaqu.2024.01.008>
- Velásquez, J. (2005). Caracterización morfológica y dimorfismo sexual en machos maduros de *Macrobrachium carcinus*. *Revista Científica de Ciencias Marinas*, 11(1), 33–42.
- Vera, L. (2020). Efecto de la densidad de siembra y estrategias de alimentación en el comportamiento y supervivencia de juveniles de *Macrobrachium* en sistemas controlados [Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil]. Repositorio UG.
- Wang, Y., Li, X., Zhang, M., & Liu, H. (2022). Effects of dissolved oxygen stress on aerobic/anaerobic metabolism and swimming performance of freshwater prawns. *Aquaculture*, 550, Artículo 737820. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737820>

13.ANEXOS



Anexo 1. Extracción de la macroalga *P. durvillaei*.



Anexo 2. Secado de la macroalga.



Anexo 3. Obtención de la harina de macroalga.



Anexo 4. Peletizado del alimento.



Anexo 5. Llenado de tanques de cultivo.



Anexo 6. Recambios de agua.



Anexo 7. Juvenil de *Macrobrachium carinus*



Anexo 8. Toma de pH



Anexo 9. Toma de temperatura y oxígeno



Anexo 10. Registro de medidas morfométricas.

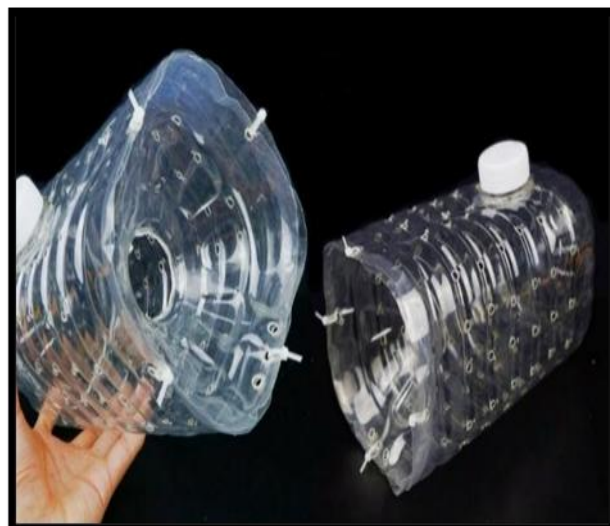
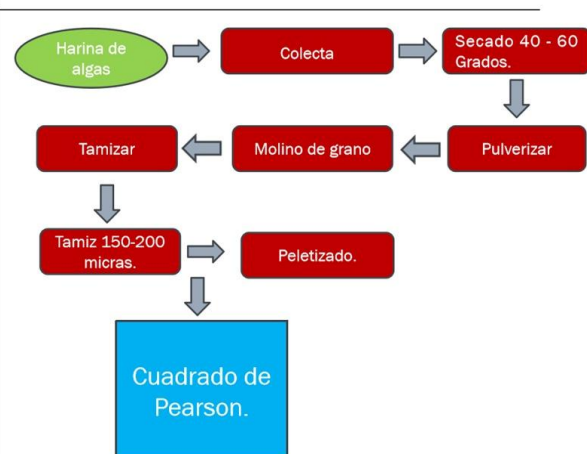


Anexo 11. Almacenamiento de harina de macroalga



Anexo 12. Alimento peletizado a base de Padina.

Elaboración de alimento.

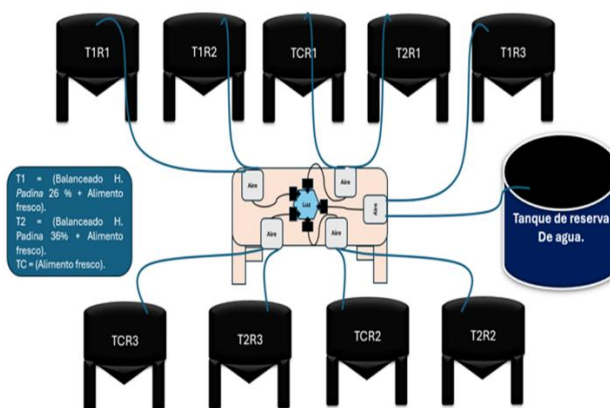


Anexo 13. Esquema de elaboración de balanceado.

Anexo 14. Trampas para Macrobrachium.



Anexo 15. Captura de Macrobrachium.



Anexo 16. Diseño experimental.

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°441

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante	Gisela Gómez				
Muestra	Harina de alga				
Código asignado UEB	INV667				
Estado de las muestras	Pulverizado				
Envase de recepción	Bolsa plástica				
Análisis requerido(s)	Grasa, humedad, ceniza, fibra, carbohidratos, proteína				
Fecha de recepción	18 de febrero del 2026				
Fecha de análisis	18 - 27 febrero del 2025				
Fecha de informe	04 de marzo del 2025				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV667	Harina de alga	Humedad	%	AOAC 925.10	11,31
		Grasa		AOAC 2003.06	3,79
		Ceniza		AOAC 923.03	10,90
		Fibra		WEENDE	6,58
		Proteína		DUMAS	6,50
		Carbohidratos		Calculo	24,80

Los análisis realizados fueron con tres réplicas



Ing. Favián Bayas, PhD.
Director DIVIUEB

Anexo 17. Informe de pruebas bromatológicas de la haina de Padina durvillaei.

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Código	FPG12-01
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2026
		Página	Página 1 de 1

INFORME N° 708-2026

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA									
Solicitante	Gislany Maryeli Gómez Moreira								
Muestra	Balanceado para alimento animal								
Código asignado UEB	INV -1190, INV-1191								
Estado de la muestra	Sólido								
Envase de recepción	Fundas ziploc								
Análisis requerido(s)	Proteína total								
Fecha de recepción	09/06/2026								
Fecha de análisis	10/06/2026								
Fecha de informe	11/06/2026								
Técnico (s) asignado	MIPV								
RESULTADOS OBTENIDOS									
Código	Muestra	Parámetros	Unidad	Método	Resultado	Promedio			
INV-1190	Balanceado para alimento animal 1	Proteína total	%	Dumas	32,00	32,06			
					32,13				
					32,06				
INV-1191	Balanceado para alimento animal 2				25,25	25,25			
					25,50				
					25,00				

Datos	Elaborado por:	Revisado por:
Firma		
Nombre y Apellido	Blg. Manuela Isabel Paredes	Ing. Favián Bayas Morejón, PhD
Cargo	TÉCNICO DOCENTE	DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN

Anexo 18. Informe de proteína correspondientes a los balanceados de T1 Y T2.

INFORME DE ANALISIS SSA-15436-2026

1. Información general

SOLICITUD DE ANALISIS	SSA-15436-2026
FECHA DEL INFORME	lunes, 29 de junio de 2026

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing. Gislany Gómez
NOMBRE DE LA EMPRESA	GISLANY MARYELI GÓMEZ MOREIRA
DIRECCIÓN	SANTA ELENA
TELEFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

Datos de la muestra				
TIPO DE MUESTRA	BALANCEADO			
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente			
LUGAR DE MUESTREO	Laboratorio			
FECHA DE MUESTREO	17/06/2026			
FECHA/HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRA	17/06/2026		Hora:	5:36 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	17/06/2026	Fin:	29/06/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad %	43

2. Resultados

CODIGO DEL CLIENTE	CODIGO NG	LIPIDOS %
B 1	SSA-15436-2026	5.41
B 2	SSA-15436-2026	5.78
	MÉTODO	Folch Modificado (Gravimétrico)



Sonny Mendoza Lombana, Ph.D.
Gerente General

Notas:

1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.

2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.

Cdla La Garzota II Mz 65 villa 6 (diagonal a Hotel Plaza Monte Carlos)

Telf. 5103890, Cel. 094816099

e.mail: sonny.mendoza@gmail.com

Guayaquil - ECUADOR

Anexo 19. Informe de lípidos correspondientes a los balanceados de T1 Y T2.

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y FITOQUÍMICA Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°917

Solicitante	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Gislany Maryeli Gómez Moreira	
Muestra	Balanceado (Alimento para animal)
Código asignado UEB	INV 1190, INV1191
Estado de las muestras	Pulverizada
Envase de recepción	Bolsas plásticas
Análisis requerido(s)	Ceniza
Fecha de recepción	02 de julio del 2026
Fecha de análisis	06 de julio del 2026
Fecha de informe	08 de julio del 2026
Técnico (s) asignado	MPWF

RESULTADOS OBTENIDOS

Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV1190	Alimento para animal 1	Ceniza	%	AOAC 923.03	10.25
INV1191	Alimento para animal 2				12.01



Verificar documento en: <https://www.favianbayas.com/verificar>

Ing. Favián Bayas, Ph.D.
Director DIVIUEB

Anexo 20. Informe de cenizas correspondientes a los balanceados de T1 Y T2.

	Se capturarán organismos de aproximadamente 6 cm de longitud y 3 gr de peso. Para su captura se identificará las zonas y cuerpos de agua donde estén presentes, se procederá a colocar trampas para <i>Macrobrachium</i> sp. fabricadas a base de botellas plásticas galoneras y en la parte interior se colocará el cebo correspondiente a vísceras de pollo y pescado para que atraiga a dichos organismos. Para que las trampas se hundan al fondo de los cuerpos de agua se les colocarán rocas pequeñas en el interior en horas de la noche ya que estos organismos son de vida nocturna. Se socializarán los resultados obtenidos con la comunidad para que se adquieran conocimientos sobre estos individuos mediante charlas.
FASE DE PRESERVACIÓN:	Se retirarán los organismos de las trampas cuidadosamente para no lastimar sus quelas ni su cuerpo en general, se los coloca en tanques con agua para su traslado al área de estudio que será en los laboratorios de la UPSE, mientras se cumpla la fase de traslado de los organismos el agua se mantendrá en constante aireación la cual será proporcionada con mangueras de 3/16 y en la terminación de las mismas piedras difusoras. Al momento de que se reciban los organismos en los laboratorios se los colocará en cada tanque que contiene agua previamente tratada y parámetros similares al agua del río para evitar estrés por choque térmico.

11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:	Se procederá a elaborar la harina de macroalga, para esto se extraerán 100 kl en peso húmedo de <i>Padina durvillae</i> de su medio natural, luego de esto se procederá a la fase de limpieza de la macroalga la cual se la realiza con agua dulce para eliminar las impurezas que presente, posteriormente se secará al aire libre cuidando que no reciba la luz solar directa siguiendo la metodología utilizada por (Paredes, C. & Ramón, J. 2021), procurando que la macroalga no pierda su nivel de proteína original y asegurando la calidad del producto final. Para la última fase de la obtención de la harina de <i>Padina durvillae</i> se pasará por un molino de grano para refinarla y lograr que se transforme en harina, luego con un tamiz de 150 – 200 micras se quitan las impurezas restantes. Una vez obtenida la harina de <i>Padina durvillae</i> (11%) = 510g, se procede a la integración de los demás ingredientes que llevarán las dietas de los T1 y T2, siendo estos: Harina de camarón (40%) = 106 g, Harina de pescado (35%) = 21g, Harina de almendras (18%) = 361g, como suplemento nutricional se integrará una premezcla de electrolitos, vitaminas, minerales y microorganismos benéficos y como enriquecedor, emulsión de hígado de bacalao que contiene vitaminas A y D. Como aglutinante se utilizará gelatina sin sabor. Finalmente se procede a la fase de peletizado, para esta fase se utilizará un peletizador pasando la mezcla por este ejerciendo presión mejorando la estabilidad del pellet en la columna de agua. Para toma de medidas morfométricas de <i>Macrobrachium</i> se utilizará un calibrador Vernier para toma de datos de longitud midiendo cada organismo desde el rostrum hasta el telson, inmediatamente se los pasa a una gramera para pesarlos, cabe recalcar que la toma de estos datos para cada organismo se realizará en el menor tiempo posible para evitar estrés. Las pruebas bromatológicas del alimento se realizarán en la Universidad de Bolívar para lo cual se enviarán 100g de muestra de alimento balanceado
---	--

12.- SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA RECOLECCIÓN.

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Phaeophyceae	SACOS PARA RECOLECCIÓN DE LA MACROALGA	Equipo en Campo
Malacostraca	PH, MULTIPARAMETROS YSI, BALANZA ELECTRICA, LAPTOP.	Equipo en Laboratorio
Malacostraca	TANQUES SEMICÓNICOS DE FIBRA 500L DE CAPACIDAD. TANQUE CILÍNDRICO DE PLÁSTICO 500L DE CAPACIDAD.....	Material en Laboratorio

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

**AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD
BIOLOGICA No. 40**

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

**1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD
BIOLÓGICA**

2.- CÓDIGO

MAE-ARSFC-2026-0040

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2026-02-27	2026-08-27

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal
Chromista

El Ministerio de Ambiente y Energía, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

**5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE
RECOLECCION**

Nº de C.I./Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENECYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLOGICO
0913435046	PIGUAVE PRECIADO XAVIER VICENTE	Ecuatoriana	1006-02-108709	Biologo	Malacostraca;Phaeophyceae
1317320263	GOMEZ MOREIRA GISLANY MARYELI	Ecuatoriana	N/A	Estudiante	Malacostraca;Phaeophyceae
0928866060	SUAREZ TOMALA IVAN ARIEL	Ecuatoriana	N/A	Estudiante	Malacostraca;Phaeophyceae

0913270153	VILLON MORENO JIMMY AGUSTIN	Ecuatoriana	1006-13-86033237	Magister en Ciencias (Tutor)	Malacostraca;Phaeophyceae
------------	-----------------------------------	-------------	------------------	---------------------------------	---------------------------

6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLOGICA:

Nombre del Proyecto: Efecto de la dieta peletizada a base de la macroalga Padina durvillaei en cultivo de Macrobrachium carinus, camarón de río.

7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:

Analizar el efecto de la macroalga Padina durvillaei integrada a la dieta en juveniles de Macrobrachium carinus mediante toma de las medidas morfológicas y conteo de la población, determinando la eficiencia del alimento en cautiverio.
Comparar la eficiencia alimenticia de las dietas peletizadas en distinto porcentaje de proteína analizando talla, peso y supervivencia.
Determinar la calidad de las dietas peletizadas mediante el análisis de pruebas bromatológicas.
Establecer la cantidad de ingredientes a utilizar en el alimento peletizado aplicando el método del Cuadrado de Pearson modificado.

8.- ÁREA GEOGRÁFICA QUE CUBRE LA RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES O ESPECÍMENES:

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
SANTA ELENA	NA	CORDILLERA CHONGON COLONCHE
MANABÍ	PARQUE NACIONAL MACHALILLA	NA

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	Nº MUESTRA	Nº LOTE
Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Macrobrachium	Macrobrachium carinus	Aleatoria	126	
Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	Padina	NA	Aleatoria	100	

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

FASE DE RECOLECCIÓN:	Para la elaboración de la harina de Padina durvillaei, se extraerá de su medio natural 100 kl en peso húmedo de la macroalga, siendo el sitio de extracción la zona rocosa de la playa Puerto Cayo – Manabí (Figura 2), en las coordenadas: 1°33'45"S; 80°49'48"O. Los organismos se extraerán del Bosque húmedo de la Comuna Dos Mangas.
-----------------------------	---

Malacostraca	Museo Universiad de Guayaquil
Phaeophyceae	Museo Universiad de Guayaquil

14.- RESULTADOS ESPERADOS

Se espera que las dietas pelletizadas cumplan con el porcentaje de proteína establecido en la metodología, obtenida mediante la realización de cálculos del cuadrado de Pearson modificado siendo estos 30% y 35% de proteína mediante el análisis de pruebas bromatológicas. En cuanto a ganancia de peso se espera que los organismos de experimentación que se alimentaran con la dieta pelletizada al 30% de proteína ganen aproximadamente 5 g de peso y 15 mm de talla y a los organismos que se alimentaran con la dieta pelletizada al 35% de proteína ganen aproximadamente 10 g de peso y 20 mm de talla por mes, debido a que un estudio realizado por Espinosa, C.et al. realizado en el año 2014 donde mide el efecto del nivel proteico de la dieta sobre el desarrollo de juveniles de *Macrobrachium tenellum* se menciona que los organismos de experimentación correspondientes a la dieta al 30% de proteína ganaron 0,39 g de peso y 5,39 mm de talla mientras que los organismos alimentados al 35% de proteína ganaron 0,43 g de peso y 6,60 mm de talla durante los 60 días que duró su investigación. Se espera que ganen más peso y talla que el estudio mencionado anteriormente ya que la dieta pelletizada a probar en la presente investigación contiene otros ingredientes como la harina de *Padina durvella* la misma que es conocida por poseer proteínas y aminoácidos esenciales que aportan al óptimo desarrollo de *M. carcinus*.

15.- CONTRIBUCIÓN DEL ESTUDIO PARA LA TOMA DE DECISIONES A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2011-2020.

METAS	DESCRIPCIÓN
Meta02.08.02 En el 2021 se han adoptado sistemas de producción acuícola, técnica y económicamente viables y que facilitan el aprendizaje, particularmente en algas y moluscos.	El presente estudio tiene como objetivo aportar a la creación de alternativas sostenibles para la creación de alimentos de especies de cultivo.

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **GOMEZ MOREIRA GISLANY MARYELI**
2. Institución Nacional Científica : **UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2026/08/12**
4. Valoración técnica del proyecto: **CHOCHO SANCHEZ VICTOR EDUARDO**
5. Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA, FAUNA,**

MICROORGANISMOS Y HONGOS.

6. Esta Autorización **NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS**, sin la correspondiente autorización del Ministerio de Ambiente y Energía.

7. Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de **BIOPROSPECCIÓN, NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO.**

8. Los resultados que se desprendan de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio de Ambiente y Energía.

OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.

9. Ingresar al sistema electrónico de recolecta de especímenes de especies la diversidad biológica del Ministerio de Ambiente y Energía, el o los informes parciales o finales en formato PDF, en el formato establecido.

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.
- Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
- Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).

10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio de Ambiente y Energía, con el que se recolecto el material biológico.

11. Depositar los holotipos en una institución científica depositaria de material biológico.

12. Los holotipos solo podrán salir del país en calidad de préstamo por un periodo no más de un año.

13. Las muestras biológicas a ser depositadas deberán ingresar a las colecciones respectivas siguiendo los protocolos emitidos por el Curador/a custodio de los especímenes.

14. Las muestras deberán ser preservadas, curadas y depositadas de lo contrario, se deberán sufragar los gastos que demanden la preparación del material para su ingreso a la colección

correspondiente.

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se responsabiliza a **GOMEZ MOREIRA GISLANY MARYELI**.

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
BAQUERO GONZALEZ JUDITH DENNIS
2026-03-13

