



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**INFLUENCIA DE ALIMENTO BALANCEADO EXTRUIDO Y
PELLETIZADO EN LA TASA DE CRECIMIENTO EN CAMARÓN
BLANCO (*PENAEUS VANNAMEI*)**

AUTOR:

Blgo. Jonathan Enrique Vergara García.

PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del grado académico de
MAGÍSTER EN ACUICULTURA

TUTORA:

Blga. Dennis Tomalá Solano, MSc.

La Libertad – Ecuador

2025

DEDICATORIA

A Dios, por la fortaleza que me ha dado para superar y luchar en los momentos más difíciles en cuanto a mi vida profesional y personal y permitirme cumplir con cada una de las metas que me he propuesto.

A mis padres, por la constancia y apoyo incondicional en cada una de las áreas de mi vida.

A mi esposa por mantenerse ayudándome a seguir el camino al éxito que, aunque no ha sido fácil me acompaña en el proceso. A nuestros hijos que son la inspiración a dar el ejemplo a seguir en sus vidas.

A mis familiares que siempre han creído en mí y han estado dispuestos ayudarme cada vez que la vida me ha golpeado.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

En el camino hacia el éxito hay tanto que agradecer, a Dios por ser quien puso a personas con un solo anhelo en común, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) por ser el vehículo para llegar a la meta de ser profesional y ahora un Masterado.

Quiero darle las gracias infinitas a mi madre Flor García quien con mucha humildad y cariño me enseñó el camino al éxito, a más de la importancia que tiene la educación por sobre muchas cosas, que no hay mejor regalo que le pueda dar a ella más que verme graduar y ser una persona de bien, pues sin ella no sería nada.

Expreso agradecimiento a mi círculo familiar, a mi padre Julio Vergara, tía Catalina García, Bianca Bobadilla y abuelos maternos que me han dado aliento hasta más no poder, con sus consejos que llegaron a germinar una semilla en mi interior acompañado con su apoyo incondicional en los momentos que más los necesité.

Gracias Carla por darme el mejor regalo que he tenido en mi vida, nuestro hijo, que es la razón por la cual me levanto por las mañanas con ganas de sacarlos adelante y darles la vida que se merecen pues para mí son prioridad.

Agradezco a cada uno de los docentes que me ayudaron a formarme como profesional y en especial a mi tutor, MSc. Dennis Tomalá por su orientación y darme una mano amiga en momentos más difíciles de mi carrera.

Jonathan

APROBACIÓN DEL TUTOR

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por **JONATHAN ENRIQUE VERGARA GARCÍA**, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Acuicultura.

TUTOR

Blga. Dennis Tomalá Solano, MSc.

25 días del mes de mayo del año 2025

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Econ. Roxana Álvarez Acosta, PhD.
**COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

MSc. Dennis Tomalá Solano.
TUTORA

PhD. Juan Valenzuela Cobos.
DOCENTE ESPECIALISTA 1

PhD. Jorge García Regalado.
DOCENTE ESPECIALISTA 2

Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL

AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR

Yo, Vergara García Jonathan Enrique

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo de titulación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga ganancias económicas y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 25 días del mes de mayo del año 2025

EL AUTOR

Blgo. Jonathan Enrique Vergara García

C.I. 1206614727

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Vergara García Jonathan Vergara

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación, INFLUENCIA DE ALIMENTO BALANCEADO EXTRUIDO Y PELLETIZADO EN LA TASA DE CRECIMIENTO EN CAMARÓN BLANCO (*Penaeus vannamei*), previo a la obtención del título de Magíster en Acuicultura, ha desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme a las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del trabajo de titulación referido.

Santa Elena, a los 25 días del mes de mayo del año 2025

EL AUTOR

Blgo. Vergara García Jonathan Enrique

RESUMEN

La acuicultura ha superado a la pesca extractiva a nivel mundial, y el cultivo de camarón blanco (*penaeus vannamei*), se ha convertido en un rubro importante de la producción acuícola, en particular para Ecuador, como principal productor mundial, con más de un millón de toneladas métrica anuales. No obstante, la industria enfrenta desafíos permanentes a fin de mantener y mejorar sus altos estándares de eficiencia, calidad y producción. En ese contexto, el presente estudio se plantea el objetivo de evaluar la eficiencia de dos presentaciones de alimento balanceado en el cultivo de *L. vannamei*, monitoreando el peso y la alimentación durante un período de 12 semanas, a fin de evaluar qué dieta es más favorable para su crecimiento. En este sentido, se determinó la Tasa de Crecimiento Específico (TCE), el Factor de Conversión Alimenticia FCA y la Supervivencia, expresada en porcentaje, para dos tratamientos; T1, basado en alimento extruido, y T2, que utilizó alimento pelletizado. Los resultados mostraron que el alimento extruido presentó un mejor desempeño durante la fase inicial de crecimiento, mientras que el pelletizado lo hizo en una segunda etapa cuando la tasa de crecimiento está cerca de alcanzar la estabilización. Finalmente se realizaron pruebas t de Student y Mann-Whitney con el objeto de discernir si los tratamientos presentaban resultados con diferencias estadísticamente significativas. Los hallazgos de la investigación suponen la posibilidad de aplicar estrategias de alimentación que conduzcan a fortalecer una acuicultura de precisión.

Palabras clave: Acuicultura del camarón blanco, Engorde de camarón, Factor de Conversión Alimenticia, Tasa de Crecimiento Específico, nutrición acuícola

ABSTRACT

Aquaculture has surpassed extractive fishing worldwide, and the farming of white shrimp (*penaeus vannamei*) has become an important sector of aquaculture production, particularly for Ecuador, as the world's leading producer, with over one million metric tons annually. However, the industry faces ongoing challenges in maintaining and improving its high standards of efficiency, quality, and production. In this context, this study aims to evaluate the efficiency of two balanced feed presentations for *L. vannamei* farming, monitoring weight and feeding over a 12-week period, in order to determine which diet is most favorable for its growth. In this regard, the Specific Growth Rate (SGR), Feed Conversion Factor (FCR), and Survival, expressed as a percentage, were determined for two treatments: T1, based on extruded feed, and T2, which used pelleted feed. The results showed that extruded feed performed better during the initial growth phase, while pelleted feed performed better in a second stage when the growth rate is close to reaching stabilization. Finally, Student's t-test and Mann-Whitney tests were performed to determine whether the treatments showed statistically significant differences. The research findings suggest the possibility of implementing feeding strategies that lead to strengthening precision aquaculture.

Keywords: White shrimp aquaculture, Shrimp fattening, Feed Conversion Rate, Specific Growth Rate, aquaculture nutrition

TEMA

Influencia de alimento balanceado extruido y pelletizado en la tasa de crecimiento en camarón blanco (*Penaeus vannamei*)

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
APROBACIÓN DEL TUTOR	IV
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AUTORIZACIÓN DERECHOS DE AUTOR.....	V
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
TEMA.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	6
OBJETIVO GENERAL	6
Hipótesis:.....	7
MARCO TEORICO	8
ANTECEDENTES	8
BASES TEORICAS	10
1. El camaron blanco (<i>Penaeus vannamei</i>)	10
2. Eficacia alimentaria	14
3. Alimentos balanceados en la acuicultura	15

4. Procesos de fabricación del alimento balanceado	16
5. Necesidades alimentarias del camarón	18
6. Manejo de cultivo	19
7. Sistemas de Cultivo	22
METODOLOGÍA.....	25
1. Tipo de investigación.....	25
2. Área de estudio.	25
3. Diseño Experimental	26
a. Condiciones Controladas y Variables Medidas	27
b. Instrumentos de Recolección de Datos.....	30
c. Análisis estadísticos.....	31
RESULTADOS	32
DISCUSION.....	37
CONCLUSIONES.....	42
REFERENCIAS	43
 INDICE DE FIGURAS	
Figura 1 Fenotipo de <i>Penaeus vannamei</i>	11
Figura 2 Características biológicas del <i>Penaeus vannamei</i>	12
Figura 3 Ciclo de vida del camarón blanco (<i>Penaeus vannamei</i>).....	13
Figura 4 Ubicación geográfica de área de estudio.....	26
Figura 5 Curvas de crecimiento en peso (g) de los tratamientos T1 y T2	32

Figura 6 Tasa de Crecimiento Específico entre tratamientos. **¡Error! Marcador no definido.**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticos de bondad de ajuste y ANOVA de las regresiones **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 2. Biomasa y variables calculadas a partir de los datos de crecimiento y alimentación **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables dependientes **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. Pruebas de normalidad aplicadas a las variables FCA, TCE y Supervivencia **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 5. Prueba t de student aplicada a la variable FCA de los dos tratamientos **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 6. Prueba Mann-Whitney de las variables TCE y supervivencia, de los dos tratamientos **¡Error! Marcador no definido.**

INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria global busca fuentes sostenibles de proteínas de alta calidad, rubro en el cual la acuicultura ha reportado inobjetable resultados. Según FAO (2024), la acuicultura en 2022 alcanzó 94,4 millones de TM de producción, representando el 51% de la producción pesquera mundial. En este contexto, uno de los productos acuícolas de mayor importancia económica es el cultivo de camarón blanco (*penaeus vannamei*), en el cual Ecuador alcanzó las 760.879 TM en 2020 (Rebolledo-Monsalve y Quiroga, 2022), convirtiéndose al año siguiente, en el año 2021, en el mayor productor mundial, al ser el primer país en superar el millón de TM de producción (El Universo, 2021).

Para la obtención de estos logros, se requiere mantener altos estándares internacionales e inversión en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) en los distintos aspectos de la producción. Siendo un campo fundamental la investigación en nutrición acuícola como un pilar esencial para el desarrollo sostenible de la acuicultura, ya que, a decir de (Tacon & Metian, 2015) incide directamente en el crecimiento, la salud y la eficiencia productiva de los organismos cultivados. Una alimentación adecuada no solo mejora la tasa de conversión alimenticia, sino que también reduce los impactos ambientales asociados al cultivo intensivo.

Desde un enfoque productivo, la alimentación es un aspecto muy importante en las granjas camaroneras, pues puede alcanzar casi el 60% de los gastos operativos en lugares con sistemas intensivos de crianza (Nunes et al., 2022). Una dieta equilibrada es vital para que el camarón crezca sano, además de contribuir a la producción sostenible de la granja; el alimento debe suministrar los elementos nutricionales que el camarón necesita a lo largo de su vida, utilizándose adecuadamente para minimizar la contaminación del agua. En

consecuencia, la formulación de dietas balanceadas requiere el conocimiento preciso de los requerimientos nutricionales de los organismos, así como la calidad y digestibilidad de los ingredientes utilizados (Hardy, 2010).

La presentación del alimento acuícola forma parte de la investigación en nutrición acuícola, debido a que la forma física del alimento influye directamente en su aceptación, digestibilidad, estabilidad en el agua y aprovechamiento por parte de los organismos acuáticos. La presentación adecuada del alimento también afecta la eficiencia alimenticia y el nivel de desperdicio, lo cual es crucial tanto para la economía del cultivo como para la sostenibilidad ambiental. Jobling (2001), reporta que el comportamiento alimentario de los organismos acuícolas está estrechamente relacionado con las características físicas del alimento, siendo esencial considerar su presentación durante el diseño de dietas comerciales.

En este contexto, la presentación del alimento se puede realizar en dos formas tradicionales principales: pelletizado y extruido, aunque actualmente existen presentaciones innovadoras como el microencapsulado u otros. El pelletizado, es una presentación, obtenida de la compactación de los ingredientes aplicando presión y calor moderados, lo que resulta en gránulos densos que una vez en el agua se hunden rápidamente. Por otro lado, el extruido se obtiene aplicando mucho calor y presión, reblandeciendo los almidones, logrando mayor digestibilidad y duración en el agua (Barrios et al., 2024).

Con estos antecedentes se puede indicar que la elección del tipo de alimento es fundamental en la productividad del cultivo, influenciando en aspectos del crecimiento del camarón como peso, talla, fecundidad, tasa de supervivencia, entre otros parámetros. En consecuencia, la selección del alimento y su forma de presentación, puede contribuir a la sostenibilidad de la producción acuícola, aspecto clave en la economía de los países productores.

La identificación de alimentos efectivos podría optimizar recursos, mejorar el rendimiento y prevenir impactos ambientales, como la contaminación del agua por residuos de los alimentos no utilizados, o la utilización de piensos con una alta concentración de harina y aceite proveniente de otros organismos acuáticos *e. g.* Yuan et al. (2021) reportan el uso de harina de calamar en el alimento acuícola, no obstante, las tendencias actuales apuntan al reemplazo de ingredientes tradicionales como la harina y el aceite de pescado por fuentes más sostenibles, como proteínas vegetales, insectos y microalgas (Naylor et al., 2021). Así, la nutrición acuícola se posiciona como una herramienta clave para enfrentar los desafíos del crecimiento global del sector acuícola.

La investigación científica en el área de nutrición o alimentación en sistemas acuícolas, es necesaria para crear una línea base para futuras investigaciones (Rebolledo-Monsalve y Quiroga, 2022).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento y la supervivencia del camarón blanco *Penaeus vannamei* en estanques artificiales, está muy relacionado a su alimentación, que constituye la clave de su desarrollo. La industria camaronera utiliza principalmente dos tipos de presentación del alimento: extruido y la pelletizado, los cuales presentan propiedades diferenciadas de acuerdo a su diseño *e. g.* durabilidad en el agua y digestibilidad. No obstante, existe poca disponibilidad de información que permita comparar entre presentaciones e indicar cuál contribuye más al crecimiento de los organismos en los estanques.

En el contexto del tipo de alimentos, el extruido se caracteriza por su mayor flotabilidad y fácil digestión, lo que en teoría resultaría en un mejor aprovechamiento de nutrientes, impactando positivamente en el crecimiento del camarón. Mientras que, el pelletizado, que se caracteriza por su mayor densidad, presenta una mayor tendencia al hundimiento rápido, generándose potenciales desperdicios que afectan los sedimentos y afectan la biodisponibilidad de los nutrientes en la columna de agua. Debido a estas diferencias, surge la pregunta de cuál de estos dos alimentos ofrece mejores resultados en términos de ganancia de masa y supervivencia en condiciones de cultivo extensivo.

Por lo tanto, la pregunta central de esta investigación es: ¿Cuál de los dos tipos de alimento balanceado, extruido o pelletizado, favorece en mayor medida el crecimiento y la sobrevivencia de *penaeus vannamei* en condiciones de cultivo abierto en camaronera? Por lo expuesto, las diferencias en las características entre las principales opciones en cuanto a la presentación de los alimentos, ofrecen la oportunidad de que, mediante un análisis de su rendimiento en el crecimiento de los organismos, se podrá dilucidar la efectividad en la productividad.

JUSTIFICACIÓN

La alimentación representa un alto porcentaje del costo total de producción en la industria camaronera. En tal sentido, evaluar la eficiencia del alimento extruido versus el pelletizado en términos de incremento en peso y sobrevivencia del camarón blanco tiene un alto valor práctico para los productores. El uso de alimentos más eficientes permite maximizar el crecimiento, reducir el índice de conversión alimenticia y minimizar el impacto ambiental. Esto se traduce en mayor rentabilidad y sostenibilidad del sistema productivo.

Desde un enfoque teórico, el estudio se fundamenta en principios de nutrición acuícola y fisiología digestiva de los organismos, considerando que la presentación del alimento puede influir significativamente en la palatabilidad, digestibilidad, y disponibilidad de nutrientes para los cultivos. La literatura científica destaca que el proceso de extrusión mejora la gelatinización del almidón y la estabilidad en el agua, lo cual puede favorecer el aprovechamiento del alimento y reducir pérdidas (Hardy, 2010). Analizar comparativamente ambas formas contribuye al conocimiento técnico para optimizar la alimentación en sistemas de cultivo intensivo.

Desde una aproximación procedimental, el estudio permite establecer una comparación controlada y cuantificable entre dos tipos de presentación de alimento, bajo un escenario donde se presumen constantes otros factores del cultivo como densidad, calidad de agua, temperatura, etc. La medición de parámetros como el peso final, la tasa de crecimiento específico, el FCA y la sobrevivencia proporciona datos objetivos que permiten evaluar cuál forma de alimento ofrece mejores resultados zootécnicos. Esta metodología puede ser replicada y aplicada en diferentes contextos productivos y geográficos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia de dos alimentos balanceados en la tasa de crecimiento del camarón blanco *penaeus vannamei* mediante la comparación de la ganancia en peso y sobrevivencia determinando la dieta que favorece el desarrollo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la sobrevivencia y tasa de crecimiento específico en *penaeus vannamei* al ser alimentado con dietas de tipo pelletizado y extruido mediante mediciones semanales de datos biométricos
- Comparar el factor de conversión alimenticia de las dietas balanceadas evaluando el consumo de alimento en relación a la ganancia de peso de camarones.
- Comprobar la eficacia de las dietas balanceadas mediante un análisis de correlación entre los dos tipos de balanceado, el crecimiento en peso del cultivo y la sobrevivencia.

Hipótesis:

¿Cuál de los dos tipos de alimentos balanceados, presentará mayor tasa de incremento en peso y sobrevivencia de camarón blanco *penaeus vannamei* en condiciones de cultivo abierto en camaronera?

Variable independiente: Alimento Extruido y Alimento pelletizado.

Variable dependiente: Sobrevivencia y crecimiento.

Ho: La eficacia del alimento balanceado extruido no presenta una mejor tasa de crecimiento y sobrevivencia en *penaeus vannamei* frente al alimento balanceado pelletizado.

H1: La eficacia del alimento balanceado extruido presenta una mejor tasa de crecimiento y sobrevivencia en *penaeus vannamei* frente al alimento balanceado pelletizado.

MARCO TEORICO

ANTECEDENTES

Ante el posicionamiento protagónico de la industria camaronera ecuatoriana, encontrar la forma más eficiente de alimentación, y la mejor opción entre el alimento pelletizado o extruido, se constituye en herramienta clave para la mejora continua de los procedimientos productivos y de su calidad. Según Lecaro et al. (2022), la alimentación puede representar el 70% de costos operativos en granjas acuícolas, por tanto, es primordial optimizar su consumo; demostrando experimentalmente que suministrarle el 75% de la alimentación recomendada brindó resultados satisfactorios, mostrando que, controlar la ración mejora el crecimiento y peso al final del su ciclo de vida de los organismos.

En la misma línea, Aldana y Palacios (2021) midieron el crecimiento de los camarones con dos alimentos distintos. Determinando que las características diferenciadas de los alimentos, influencia el peso y la supervivencia de los camarones, mostrando la necesidad de probar diferentes alimentos para mejorar la producción. De tal forma que, la alimentación de mejor calidad influye en el crecimiento y sobrevivencia del camarón blanco pese a que no hubo diferencias en el tipo de alimentación en ambos grupos.

Por otra parte, Espinoza (2024) realizó un análisis de la influencia de la frecuencia de alimentación en la respuesta alimenticia del camarón blanco, registrando las frecuencias y métodos de alimentación, combinando alimento pelletizado con extruido. Pese a que la elección de alimento resulto indiferente en el estudio, los resultados mostraron que el alimento extruido administrado por la mañana, y en mayor frecuencia, mejoro la calidad de agua y optimizó la tasa de crecimiento. También destacó, la automatización de sistemas alimentarios para reducir la contaminación del agua y promover la sostenibilidad acuícola.

Los estudios mencionados, resaltan la importancia de la investigación en nutrición acuícola, particularmente en los efectos de los distintos tipos de alimento en el desarrollo del *L. vannamei*, a fin de lograr establecer estrategias óptimas relacionadas al rendimiento productivo y reducir los costos operativos de la acuicultura moderna. En este contexto, diversas investigaciones han examinado el efecto de diferentes dietas en el desarrollo de la especie, así como los efectos de los procesos de extrusión y paletización en la calidad del alimento balanceado, e. g. Burgos et al. (2024) estudiaron la alimentación de larvas de *L. vannamei*, con distinta variabilidad dietética, logrando un crecimiento de hasta 3.6 cm en 32 días.

En término de la formulación del alimento, el extruido impacta en la calidad física y el crecimiento del camarón. Al respecto, Barrios et al. (2024), estudiaron la influencia del contenido de proteína, la humedad y la temperatura en la digestibilidad y estabilidad general del alimento, encontrando que la extrusión mejora la absorción de nutrientes, lo que podría contribuir a una mayor tasa de crecimiento en *P. vannamei*.

En el caso de una investigación sobre la manipulación nutricional en crustáceos, los resultados demostraron la importancia de equilibrar los perfiles de aminoácidos en la dieta. D'alessandro y Collins (2020) analizaron la composición nutricional del camarón *Macrobrachium borellii*, subrayando la necesidad de formular dietas isoproteicas que maximicen su potencial como recurso alimenticio. Pese a que el estudio se llevó a cabo en cuerpos de agua dulce, aportó valiosa información en cuando a tipo de dietas balanceadas en el cultivo de camarón.

Otro campo importante es el del uso de aditivos en la alimentación acuícola, como potenciadores de crecimiento y supervivencia de los camarones, para lo cual es requerido realizar investigación científica para determinar las dosis más adecuadas para el cultivo de

los organismos, *e. g.* Zamudio y Avalos (2020), determinaron que la aplicación de niveles altos de zeolita natural en la dieta del camarón de agua dulce *Cryphiops caementarius*, impacta negativamente en la supervivencia, sugiriendo la necesidad de reevaluar los ingredientes y el uso de aditivos en las dietas para evitar efectos adversos en el cultivo.

Por su parte, la innovación tecnológica es relevante en la investigación de nutrición acuícola con énfasis en la optimización del crecimiento del camarón, sobre todo en casos de generar condiciones controladas de laboratorio, en este sentido, Bermudes-Lizárraga et al. (2023), propusieron un biotipo de cámara climática o microcosmos para evaluar parámetros de calidad en algunas especies acuícolas; facilitando de esta manera el control de reproducción y crecimiento, en particular, sobre estados larvales o juveniles. Estas tecnologías podrían aplicarse para optimizar el cultivo de *P. vannamei* mediante un monitoreo preciso del ambiente y la alimentación.

BASES TEORICAS

1. El camarón blanco (*penaeus vannamei*)

El camarón blanco (*penaeus vannamei*) es una especie de gran importancia en la acuicultura global, gracias a su rápido crecimiento y su alta tolerancia a diversas condiciones ambientales (Figura 1). Originario de la costa del Pacífico de América Latina, desde México hasta Perú, ha sido introducido en regiones como Asia y África para su cultivo comercial. Cabe resaltar que la especie posee alta capacidad de adaptación a sistema de cultivos intensivos, convirtiéndolo en especie clave de producción acuícola (Espinoza, 2024).

La especie posee además la habilidad de tolerar grandes rangos de salinidad y temperatura, siendo ideal para cultivos en jaulas o sistemas de recirculación. También, su

producción se puede optimizar si se añade a la ecuación factores como la calidad del alimento y condiciones del entorno (Lecaro et al., 2022).

Figura 1

Fenotipo de penaeus vannamei



Nota 1 Se puede observar las características biológicas del camarón blanco.

En el contexto de importancia económica y ambiental, supone un gran aporte o fuente proteica de alta calidad. Su cultivo óptimo requiere del dominio de los componentes biológicos en función de las condiciones alimentarias y de la ecología en el manejo de cultivos acuícolas (Espinoza, 2024).

1.1 Características biológicas e identificación

El *penaeus vannamei* posee exoesqueleto flexible, lo que le permite crecer rápidamente por medio de mudas periódicas, su color depende de la alimentación y el entorno (Figura 2). Se considera una especie eurihalina, puesto que tolera grandes rangos de salinidad, pudiendo sobrevivir en cuerpos de agua salada, dulce y estuarios, haciéndola versátil en diferentes modalidades de cultivo (Chen et al., 2024). Esta adaptabilidad fisiológica lo distingue de otros crustáceos que son menos versátiles.

Figura 2

Características biológicas del penaeus vannamei.

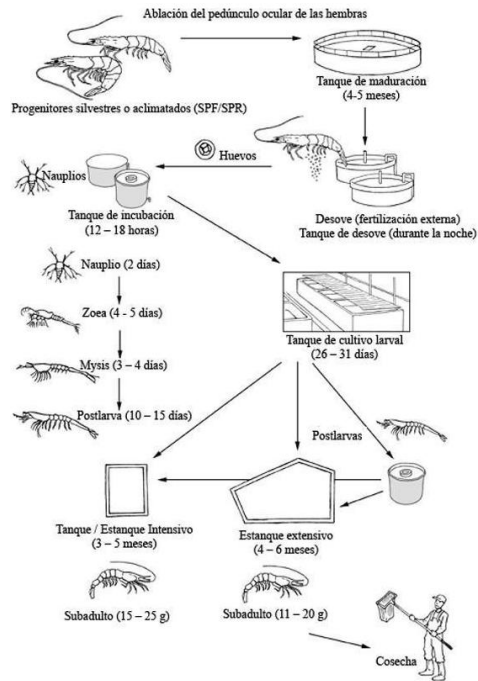


Nota 2 *Se puede observar caracteres para la identificación del camarón blanco.*

Su ciclo de vida incluye varias etapas: comienza con la eclosión de huevos en náuplios, seguido por las fases de zoea, mysis y postlarva, hasta llegar a las etapas juvenil y adulta (Figura 3). Cada fase tiene necesidades nutricionales específicas, siendo la calidad de la dieta un factor clave para la tasa de crecimiento y la supervivencia (Wang et al., 2024). Por ejemplo, una alimentación inadecuada en proteínas durante la fase postlarval puede retrasar su desarrollo.

Figura 3

Ciclo de vida del camarón blanco (penaeus vannamei).



Nota 3 Obtenido de FAO (2022).

Para su identificación, el *P. vannamei* tiene un rostro largo y dentado, con entre 5 y 8 dientes en el margen dorsal y de 2 a 4 en el ventral (Figura 2), además de un cuerpo robusto y menos comprimido lateralmente que otras especies de *Penaeus* (Chen et al., 2024). Las características morfológicas, junto con su capacidad de adaptación, facilitan su diferenciación en estudios taxonómicos y prácticas de cultivo, lo que mejora su manejo en la acuicultura (Wang et al., 2024).

1.2 Taxonomía

Phylum: Arthropoda

Clase: Crustácea

Orden: Decápoda

Familia: Penaeidae

Género: penaeus

Especie: P. Vannamei

Nombre común: Camarón blanco.

2. Eficacia alimentaria

La eficacia alimentaria en acuicultura se refiere a la capacidad de un alimento para fomentar el crecimiento y la salud de los organismos cultivados de manera eficiente. En el caso del *penaeus vannamei*, la dieta tiene un impacto directo en la tasa de incremento de peso y la supervivencia, que son parámetros clave para la rentabilidad. Según Chen et al. (2024), una alimentación optimizada puede reducir costos y mejorar los índices de conversión alimenticia en los camarones.

Los alimentos balanceados extruidos y pelletizados son los más comunes en el cultivo de camarón. Los extruidos, que se procesan a alta temperatura y presión, gelatinizan los almidones, lo que mejora la digestibilidad y disminuye el desperdicio en el agua. Esto incrementa la eficiencia nutricional; Barrios et al. (2024) reportaron un mayor crecimiento en camarones alimentados con dietas extruidas.

Mientras que, el alimento pelletizado, sometido a compresión mecánica y térmica, puede limitar la digestibilidad de algunos nutrientes. No obstante, la densidad permite adaptarse a sistemas de crecimiento especiales dada su capacidad de hundimiento, haciéndolos efectivos en lagunas o estanques de gran profundidad (Carrión-Herrera et al., 2023).

De la misma forma, un factor crítico a considerar para un óptimo desarrollo, es la composición nutricional, necesitando un porcentaje proteico que oscile entre el 30 y 40 %, el porcentaje de composición restante debe distribuirse en lípidos, vitaminas y minerales, dado que los alimentos con alto contenido proteico tiene un efecto positivo en la supervivencia, particularmente en fases juveniles, haciendo énfasis en que el porcentaje de composición nutricional se ajusta según la etapa de vida (Shi et al., 2023).

Otro de los factores claves en la dieta del camarón blanco es la estabilidad del alimento en el agua. En el caso de los alimentos extruidos, tienen un comportamiento y una flotabilidad que mejora la utilización, reduciendo los niveles de contaminación acuática, generando ventajas financieras, al reducirse la pérdida de nutrientes en favor del cultivo (Strebel et al., 2023). Además, la ventaja del uso de alimentos extruidos se centra en el aumento de la tasa de supervivencia que oscila entre un 10% y 15%, en comparación con otros alimentos, esto como resultado de la biodisponibilidad de nutrientes (Cano et al., 2022).

Por último, las condiciones del cultivo, objetivos de producción y costos operativos son factores que delimitan la toma decisiones. Weldon et al. (2021) indican que la alimentación restrictiva produce el uso más eficiente del alimento, aunque a costa de la ganancia de peso total, concluyendo que para maximizar la utilización de nutrientes, se recomienda alimentar por debajo de la ganancia máxima.

3. Alimentos balanceados en la acuicultura

Los alimentos balanceados son esenciales en la acuicultura para asegurar el crecimiento y la salud del camarón blanco (*penaeus vannamei*). Deben contener proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales en las proporciones adecuadas, adaptadas a las necesidades nutricionales de la especie. Según Chen et al. (2024), una formulación equilibrada mejora la eficiencia alimentaria y reduce costos. Para el desarrollo muscular se

necesita que el balanceado tenga entre un 30% y 40% mientras que para obtener energía se utilizan lípidos, y para los diferentes procesos metabólicos básicos se utilizan los carbohidratos.

La alimentación del camarón depende mucho de las etapas de desarrollo: su ciclo de vida. Primero, en la etapa larval y post-larval, se prioriza dietas con alto contenido proteico de alta calidad y lípidos para acelerar su crecimiento. Luego, en tallas juveniles y adultos, se reformula la composición alimentaria priorizando el uso de carbohidratos para reducir costos operacionales sin impactar en la productividad del cultivo, sin embargo, es importante una dieta bien diseñada para reducir la incidencia de enfermedades, la mortalidad mientras se potencia la inmunidad y se favorece el aumento de peso (Barrios et al., 2024).

Además, el ajuste de formulación alimenticia en función al ciclo de vida reduce el desperdicio de nutrientes y mejora la sostenibilidad del cultivo, minimiza el impacto ambiental. De la misma forma, genera un impacto positivo en el aumento del peso y supervivencia a la vez que determina la viabilidad ecológica-económica de la producción acuícola (Carrión-Herrera et al., 2023).

4. Procesos de fabricación del alimento balanceado

Producir alimentos balanceados para la industria acuícola se centran principalmente en procesos de paletización y extruido, que impactan en la calidad y efectividad de la producción. En particular, la elección de la metodología de preparación depende del sistema de cultivo, la especie, su digestibilidad y el rendimiento del alimento. Ambos procesos comienzan con el procesamiento y mezcla de la materia prima, que asegure alta homogeneidad. Luego, pasa por un proceso térmico, que consiste en la aplicación de calor en conjunto con altas presión hasta formar gránulos (Cano et al., 2022).

La principal diferencia entre los métodos radica en que la elaboración de extruidos emplea altas temperaturas y presión que el pelletizado, resultando clave porque modifica la estructura de los nutrientes para influir directamente en la absorción. Por otro lado, el pelletizado es un proceso más sencillo y económico, aunque menos eficiente en términos de digestibilidad. Además, la elección del proceso adecuado puede optimizar el crecimiento y la supervivencia del camarón, además de disminuir el impacto ambiental causado por el desperdicio de alimento (Weldon et al., 2021).

4.1 Proceso de extrusión

La extrusión es un método de cocción que se realiza a alta temperatura y presión, lo que permite gelatinizar los almidones y mejorar la digestibilidad de los alimentos balanceados. En este sentido, se generan gránulos de alta flotabilidad al expandirse y salir el extrusor, del mismo modo, se inactiva la producción de patógenos y antinutrientes, dando seguridad del alimento, al contrario de la gelatinización de almidones que facilitan la absorción de nutrientes y otros agentes incluidos en el alimento (Strebel et al., 2023). Sumado a la mayor flotabilidad, que controla la dispersión del alimento y reducción del desperdicio, la estabilidad en cuerpos de agua, que aumenta la calidad del agua y minimiza la pérdida de nutrientes. Además, los camarones alimentados con dietas extruidas pueden aumentar hasta un 15% más en peso en comparación con los que recibieron pellets, gracias a una mayor biodisponibilidad de nutrientes (Shi et al., 2023).

4.2 Proceso de pelletizado

El pelletizado incluye comprimir ingredientes alimentarios en gránulos que usan presión moderada y calor, completamente sin gelatinización de almidón. Esto causa una menor digestibilidad en comparación con la extrusión. Según Carrión-Herrera et al. (2023), los pellets, al ser más densos, se hunden rápidamente, lo que puede ser beneficioso en

sistemas de alta densidad, aunque su menor estabilidad en el agua incrementa el riesgo de desintegración.

Entre sus características se encuentran un costo de producción más bajo y una mayor densidad, pero también una pérdida de nutrientes por lixiviación. Por otra parte, los camarones alimentados con pellets pueden mostrar un tasa de una sobrevivencia ligeramente inferior a los que recibieron extruidos, debido a una menor eficiencia nutricional, lo que indica que el pelletizado es una opción económica, aunque menos óptima (Barrios et al., 2024).

5. Necesidades alimentarias del camarón

En pro de dar cumplimiento a las necesidades alimenticias del *P. vannamei* y garantizar su fitness óptimo, crecimiento y supervivencia en los sistemas acuícolas, es imprescindible la correcta formulación de nutrientes (Chen et al., 2024). En este contexto, se define que en las etapas larvales y juveniles sus necesidades alimenticias para mantener e fitness requieren del mayor esfuerzo y calidad nutricional superior, por la velocidad de crecimiento, esta formulación variara en el estadio adulto, dado que para garantizar su estado óptimo se necesita una dieta de mantenimiento del fitness (Barrios et al., 2024).

Por tal motivo, las proteínas se mantienen como un componente clave en la dieta del *P. vannamei* por su relación directa con la tasa de supervivencia, el desarrollo muscular y respuesta inmunológica del camarón, sin embargo, el balance óptimo de estos aminoácidos dependerá de la accesibilidad del producto y los costes de producción (Carrión-Herrera et al., 2023). Además, la calidad y la fuente de proteína (animal o vegetal) impactan su digestibilidad y eficacia. Strebel et al. (2023), la desnutrición puede afectar la producción, lo que hace que la redacción exacta sea importante.

5.1. Requerimiento proteico

Dado el impacto directo de la proteína en crecimiento y desarrollo del *P. vannamei*, ya que impacta en la síntesis de tejidos y el mantenimiento de funciones metabólicas, es necesario garantizar el cumplimiento de los nutrientes. Según Cano et al. (2022), una falta de proteína puede disminuir el aumento de peso y aumentar la susceptibilidad a enfermedades. Por tal motivo, se sugiere un contenido proteico del 30-40% en las dietas para juveniles y adultos, puesto a que este rango optimiza el crecimiento sin generar un exceso de residuos metabólicos que puedan perjudicar el ambiente del cultivo (Weldon et al., 2021).

Por otra parte, ajustar el nivel de proteína según la etapa de vida es vital para la eficiencia del alimento balanceado, puesto a que las dietas con un 35% de proteína maximizan la supervivencia y el peso en juveniles, mientras que niveles más altos no aportan beneficios adicionales y aumentan los costos (Shi et al., 2023). Además, la fuente de proteína animal como la harina de pescado o vegetal como la harina de soya, afecta la digestibilidad de la especie, por tal motivo, se debe formular de forma exclusiva o mixta de forma que se mantenga o mejore el sistema acuícola (Strebel et al., 2023).

6. Manejo de cultivo

En el contexto del manejo de sistemas acuícolas del camarón, se parte de la selección de la densidad poblacional adecuada, las condiciones ambientales y las estrategias alimentarias que aumenten la productividad y minimicen en lo posible las pérdidas. La práctica integrada crea un entorno favorable que promueve el crecimiento y la supervivencia. De esta manera, no solo mejora la rentabilidad, sino que también reduce el impacto ambiental. Cada uno de estos aspectos debe ajustarse al sistema de cultivo y a las condiciones locales para maximizar la efectividad de los alimentos equilibrados, ya sea extruida o pelletizado (Chen et al., 2024).

6.1 Densidad Poblacional

La densidad poblacional en el cultivo de *L. vannamei* tiene un impacto directo en el crecimiento y la supervivencia de los camarones. Las altas densidades generan competencia por alimento y oxígeno, lo que incrementa el estrés, mientras que densidades bajas pueden llevar a una subutilización de los recursos. Por tanto, se debe mantener densidades de siembra adecuadas para lograr un equilibrio entre productividad y bienestar. Una densidad adecuada ayuda a minimizar las pérdidas y a optimizar el uso del alimento balanceado, mejorando así la tasa de incremento en peso (Barrios et al., 2024).

Mientras que, una mala gestión de las densidades también puede afectar la calidad del agua y el comportamiento de los camarones. El ajuste la densidad de acuerdo con la capacidad del estanque y el tipo de alimento utilizado es fundamental para reducir el canibalismo y maximizar la supervivencia, asegurando así una producción eficiente (Cano et al., 2022).

Naranjo Tibanlombo (2016), en pruebas de densidad de siembra en cultivos semi-intensivos Ecuador concluyó que la densidad de siembra es directamente proporcional al rendimiento pero inversamente proporcional al crecimiento y supervivencia, encontrando mayor rentabilidad a menores densidades de siembra, en relación al crecimiento más rápido de los organismos.

6.2 Control de Calidad del Agua

Las condiciones ambientales componen parámetros indicadores predictivos del éxito en el cultivo de *L. vannamei*, uno de los parámetros más importantes es el medio ambiente donde se desarrolla la especie, principalmente representado por la calidad del agua. En este contexto, los valores recomendables indican una temperatura de 28 a 30° C, el pH entre 7,5 y

8.5, y oxígeno disuelto > 5 mg/l, a objeto de evitar estrés ambiental, el desarrollo de enfermedades y pérdidas, así como mejorar las condiciones para la aplicación del alimento. La variación de estos parámetros principales fuera de los rangos indicados, puede contribuir a la disminución, tanto la tasa de crecimiento como la de supervivencia, las cuales constituyen indicadores del éxito de la producción (Strebel et al., 2023).

Otro parámetro a considerar es la salinidad, que debe oscilar principalmente entre 15-25 ppt. Esta variable también afecta la eficiencia alimenticia, dado que cambios bruscos pueden interferir con los procesos osmorregulatorios, conduciendo a una reducción en el consumo de alimento. En este sentido, sistemas como biofloc o recirculación son útiles para estabilizar el ambiente, minimizando el impacto de los residuos del alimento pelletizado o extruido y fomentando un cultivo sostenible con un mayor aumento de peso (Shi et al., 2023).

6.3 Estrategias de Alimentación

Las estrategias de alimentación utilizadas para optimizar la ingesta de nutrientes y disminuir el desperdicio en el cultivo de *L. vannamei*. deben considerarse en una frecuencia promedio de 4-6 veces al día para juveniles, 2-3 para adultos, con una cantidad que requiere adaptarse en respuesta a la biomasa y la etapa de desarrollo. No obstante, alimentaciones más frecuentes mejoran la conversión alimenticia y el crecimiento, lo que a su vez reduce la contaminación del agua y maximiza la supervivencia (Weldon et al., 2021).

De la misma forma, el tipo de alimento influye en la estrategia, en particular de forma teórica se considera que los extruidos, son más estables, ayudan a reducir pérdidas, mientras que los pelletizados requieren un control más riguroso. Sin embargo, ajustar la alimentación al comportamiento del camarón puede mejorar el aumento de peso y la eficiencia. Una gestión adecuada de estas prácticas garantiza la efectividad del alimento balanceado y la sostenibilidad del cultivo (Cano et al., 2022).

7. Sistemas de Cultivo

El sistema de cultivo de camarones blancos (*penaeus vannamei*) se clasifica en base a la densidad de siembra, el control ambiental y la gestión de recursos. Definir el sistema el sistema correcto optimiza el uso de productos alimenticios y reduce los costos operativos (Chen et al., 2024).

7.1 Clasificación de los sistemas de cultivo

Entre los principales sistemas de producción acuícola se puede incluir los sistemas intensivo, semi-intensivo y extensivo, cada uno caracterizado principalmente por la relación densidad y área de producción, así como otros requerimientos que intervienen en la asimilación de nutrientes y el rendimiento general del cultivo.

Por lo general, los sistemas intensivos y semi-intensivos se diferencian por el tipo de dieta, densidad de siembra y niveles de control ambiental (Barrios et al., 2024). No obstante, se considera que ambos sistemas optimizan la supervivencia y el aumento de peso según su manejo.

7.1.1 Sistemas Extensivos

Los sistemas extensivos se definen por tener bajas densidades de siembra, generalmente menos de 10 individuos por metro cuadrado, y un control ambiental mínimo, dependiendo en gran medida de la productividad natural del estanque. Aunque son de bajo costo, su rendimiento por área es inferior. También, se puede incorporar el uso de alimento balanceado de forma parcial, dado que promueve un aumento en la producción. Sin embargo, la eficiencia del alimento extruido o pelletizado es limitada debido a la competencia con recursos naturales como el fitoplancton. Este sistema resulta ideal para operaciones con baja

inversión, aunque restringe el aumento de peso y la supervivencia del camarón en comparación con sistemas más controlados (Cano et al., 2022).

7.1.2 Sistemas Semi-intensivos

En los sistemas semi-intensivos, se utiliza alimento balanceado de manera moderada (20-50 ind./m²), complementándolo con la productividad natural del estanque, como el fitoplancton (Rebolledo-Monsalve y Quiroga, 2022). Los parámetros ambientales a considerar para el monitoreo son el oxígeno y pH, que realizan frecuentemente en cultivos de carácter extensivos en comparación con los intensivos. Por otra parte, se caracteriza por el balance obtenido entre productividad/costo haciéndolo ideal en granjas medianas. En el contexto nutricional, es una opción viable cuando el objetivo de producción sea obtener buenos resultados sin grandes inversiones en infraestructura y productividad, utilizado alimento peletizado (Weldon et al., 2021).

7.1.3 Sistemas Intensivos

Se caracteriza por tener una densidad de siembra que oscila entre 100 a 300 individuos por metro cúbico, y realizar un estricto control y monitoreo de parámetros de calidad del agua. También, se considera que la producción es mayor, hay altos riesgos de desarrollar estrés y atraer agentes patógenos.

En particular, la dieta para hacer eficiente su nutrición es el extruido, por su estabilidad y digestibilidad, a más de que contribuye a reducir la contaminación del agua y sedimentos. Esta dieta, mejora la sobrevivencia en un 10% en comparación con el pelletizado, gracias a una mejor asimilación de nutrientes convirtiéndolo en ideal para lograr alta productividad, aunque con altos costes de inversión y un manejo técnico avanzado (Soares et al., 2020).

7.1.4. Sistemas Biofloc

El sistema Biofloc es una tecnología innovadora que promueve la producción de microorganismos beneficiosos, como bacterias y algas, que forman agregados (flocs) que el camarón puede consumir, mejorando la calidad del agua y reduciendo la necesidad de renovación, optimizando el ambiente de cultivo. El Biofloc es un conjunto de bioflóculos formados por bacterias protozoos, fitoplancton y zooplancton (Bioaquafloc, 2018). Los bioflocs aportan proteínas y lípidos, complementando el alimento balanceado extruido y pelletizado, en consecuencia, aumenta la eficiencia alimentaria y favorece el crecimiento y la sobrevivencia del *penaeus vannamei*. Además, su enfoque sostenible lo hace atractivo para los productores preocupados por el impacto ambiental (Cano et al., 2022).

Las ventajas del sistema Biofloc incluyen una notable reducción en el uso de alimento balanceado, ya que los flocs pueden cubrir hasta un 30% de las necesidades proteicas del camarón, disminuyendo los costos de producción y optimizando los recursos. Asimismo, al reciclar nutrientes, se reduce la descarga de efluentes, minimizando el impacto ambiental (Carrión-Herrera et al., 2023). El sistema permite incrementar hasta en el 15% la sobrevivencia del camarón, atribuido a un medio más estable y nutritivo, al combinar eficiencia y sostenibilidad en el cultivo (Barrios et al., 2024).

METODOLOGÍA

1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo cuasi-experimental, con componentes descriptivos y enfoque cuantitativo, ya que tiene como objetivo evaluar la eficacia de dos tipos de alimentos balanceados (pelletizado y extruido) en la tasa de crecimiento y supervivencia del camarón blanco *penaeus vannamei*, a través de mediciones sistemáticas de variables biométricas.

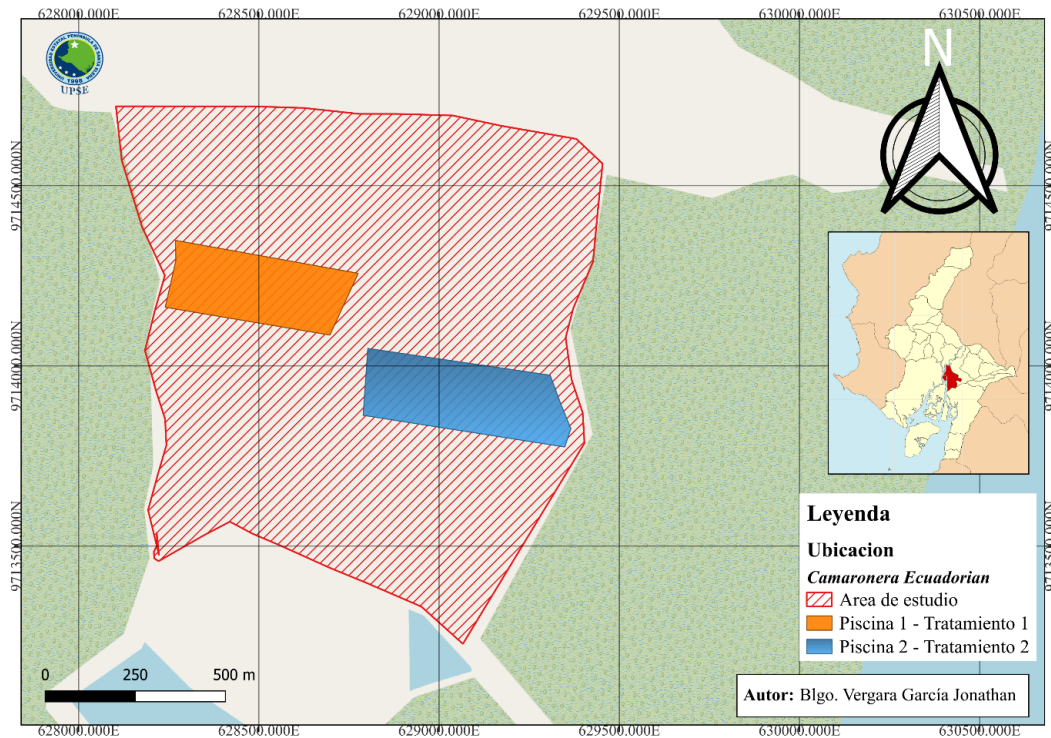
La investigación implica la intervención controlada de la variable independiente (tipo de alimento) para analizar su efecto en las variables dependientes (crecimiento y supervivencia), sin embargo, por la naturaleza del experimento y aspectos logístico-productivos, no fue viable controlar las variables ambientales, que se presumen estables durante cada medición, y la aleatoriedad en la selección del lugar de muestreo. Por su parte, el componente descriptivo se enfocó en caracterizar y comparar los efectos de cada dieta sobre el desarrollo del camarón.

2. Área de estudio.

El estudio se llevó a cabo en la camaronera Cybernius Sur, ubicada en una isla del estuario interior del Golfo de Guayaquil, Guayas, Ecuador, ubicada en las coordenadas 2°35'17.7"S 79°50'29.2"W (Figura 4).

Figura 4

Ubicación geográfica de área de estudio. Las coordenadas están expresadas en el UTM con geoide WGS84.



3. Diseño Experimental

La fase experimental tuvo una duración de 77 días, distribuidos en 12 semanas. El diseño experimental se estructuró en base a un muestreo completamente aleatorio, realizado en dos estanques seleccionados, para experimentar con dos tipos de dieta: T1, con alimento extruido y T2, con alimento pelletizado. La cercanía de los estanques aseguró que las variables externas se mantuvieran estables durante el experimento, lo que ayudó a minimizar sesgos conforme a lo indicado por Maldonado et al. (2024). Las dos piscinas, utilizadas, cuentan con un área de 7,15 ha. El monitoreo se realizó con un registro semanal de variables, no obstante, la investigación requirió de la ejecución de varios componentes, como se especifica a continuación:

a. Condiciones controladas y variables medidas

Las piscinas se mantuvieron bajo condiciones homogéneas para asegurar que las diferencias observadas se debieran exclusivamente al tipo de dieta. Por otro lado, se utilizó la misma densidad de *P. vannamei* en ambas piscinas y se monitoreo, de manera complementaria, parámetros de la calidad del agua tales como temperatura, pH, oxígeno disuelto siguiendo los estándares establecidos por Bermudes-Lizárraga et al. (2023). En las granjas, se realiza de manera operativa, control de enfermedades, aireación, y una estrategia de alimentación uniforme y planificada.

La variable independiente de tipo categórica, fue el tipo de balanceado, para lo cual se utilizó alimento pelletizado y extruido, mientras que la variable dependiente, de tipo numérico, incluyo el crecimiento, representado en el cálculo de la tasa de crecimiento específico (TCE), el factor de conversión alimenticia (FCA), y la sobrevivencia (%), que a su vez son considerados como indicadores de desempeño de las dietas (García-Bernal et al., 2020). Particularmente, el estudio se dividió en tres fases:

Fase 1. Preparación de las piscinas.

Previo a la siembra se implementó grupos de desinfección y limpieza profunda, aplicándose Cal-P24 para mejorar la calidad del sustrato y estabilizar el pH. Para reducir el riesgo de enfermedades u otros agentes que puedan afectar la supervivencia de los organismos, se utilizó cloro como desinfectante y saponina a manera de agente de control de organismos no deseados (Maldonado et al., 2024). Después de aplicar, se respetó el tiempo de recuperación, favoreciendo la estabilización del suelo antes de llenar las piscinas, proceso que contribuyó a minimizar un potencial impacto sobre el desarrollo del camarón (Barrios et al., 2024) garantizando el éxito de las pruebas.

Fase 2. Siembra de larvas

La presente etapa se llevó a cabo el 24 de junio de 2024. La siembra se efectuó siguiendo el protocolo de calidad del agua y demás parámetros con temperatura del agua entre 24-27 ° C, oxígeno disuelto > 5 mg/l, utilizando aireadores de 17 HP; garantizando la reducción de estrés post-transferencia y la reducción de la mortalidad de las larvas. Además, se plantaron únicamente larvas que hayan pasado el protocolo de evaluación de vitalidad. Durante este procedimiento, se observa el comportamiento de las larvas, tomándose en cuenta el tipo de nado, descartando las que presentaban letargo, y reacciones a la luz, descartando las que no respondían a estímulos (García-Bernal et al., 2020). De esta forma, se garantizó que las 45 larvas por metro cuadrado (cultivo semi-intensivo), sembradas uniformemente en ambas piscinas, sobrevivan en su mayoría o disminuya su mortalidad temprana.

Fase 3. Tratamientos y Alimentación

Esta etapa, supone el centro del diseño experimental. Primero, se procedió a alimentar con los 2 tipos de dieta: balanceado y extruido, con raciones diarias en función a la densidad de camarones en cada piscina, lanzando el alimento manualmente en un radio de 9 metros (Sócola-Sunción y López-Landavery, 2024). Para optimizar la ingesta, se dividió la dosificación diaria: un 40 % se ofreció en dos lanzamientos por la mañana y el 60 % en dos lanzamientos por la tarde, completando así el 100 % necesario, un método que Gopan et al. (2020) resaltan por ayudar a reducir el desperdicio. La distribución propuesta, que considera la biomasa y la densidad poblacional, mejora el acceso al alimento y minimiza la competencia, lo que promueve un crecimiento uniforme (M. Soares et al., 2020). El monitoreo constante permitió hacer ajustes precisos en las raciones, asegurando una

alimentación eficiente y sostenible. El procedimiento apoya el desarrollo óptimo de los camarones, alineándose con los objetivos del presente estudio.

Para evaluar la eficiencia del alimento balanceado extruido y pelletizado en el cultivo, se implementó cálculos utilizando parámetros de productividad, como la tasa de crecimiento específico (TCE), el factor de conversión alimenticia (FCA) y el porcentaje de sobrevivencia (%). En este sentido, la TCE se calculó para medir el aumento de peso en función del tiempo, utilizando la fórmula:

$$TCE(\%/dia) = \left(\frac{\ln W_f - \ln W_i}{t} \right) \times 100$$

donde W_f es el peso final promedio (g), W_i es el peso inicial promedio (g) y t es el número de días del experimento. Este parámetro, permitió evaluar el impacto de la dieta en el crecimiento del camarón (Rahman et al., 2023).

Por su parte, el cálculo de FCA se determinó con la fórmula:

$$FCA = \frac{A_C}{G_P}$$

donde A_C es el alimento consumido total (kg) y G_P es la ganancia de peso total (kg). Un FCA bajo indica mayor eficiencia en la conversión del alimento en biomasa, siendo un indicador clave de rentabilidad (Claudett et al., 2022). En relación con el objetivo 2, el cálculo del FCA evaluó la eficiencia de conversión, proporcionando datos para comparar el desempeño económico de las dietas extruidas y pelletizadas. Por último, el porcentaje de sobrevivencia (%) se calculó para analizar la mortalidad en cada tratamiento, utilizando la fórmula:

$$\% S = \left(\frac{N_f}{N_i} \right) \times 100$$

donde N_f es el número de camarones vivos al final y N_i es el número inicial. Posteriormente, se registró la mortalidad dada por estrés, depredación intragremial o enfermedades, para evaluar el impacto de la dieta (Castillo-Ochoa y Velasquez-Lopez, 2021).

b. Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos para recopilar datos incluyeron a una balanza digital para el registro del peso del camarón en cada unidad muestral, que a su vez permitió calcular con precisión y confiabilidad el TCE y ganancia de biomasa. La calidad del agua se supervisó con un oxímetro y un pH-metro, midiendo parámetros clave como el oxígeno disuelto, el pH y la temperatura, que son esenciales para el desarrollo del camarón (García-Bernal et al., 2020).

Otro de los instrumentos utilizados fue la ficha de registro donde se documenta el consumo diario de alimento, para ambos tipos de dieta, así como la mortalidad que permitió el cálculo de FCA y % de supervivencia en cada piscina, que se traduce en la medición del rendimiento del cultivo (Sócola-Sunción y López-Landavery, 2024). La sistematicidad en la recolección de datos garantiza la validez de los resultados.

La recolección de datos se llevó a cabo utilizando técnicas estándar de acuicultura para asegurar que los resultados fueran precisos. A lo largo de las 12 semanas, se midió el peso y la longitud de los camarones semanalmente, tomándose muestras de 150 camarones, empleando balanzas de precisión y calibradores, para calcular la TCE, siguiendo los métodos descritos por Rahman et al. (2023). Para determinar el FCA, se pesó el alimento proporcionado y se comparó con el aumento de biomasa, de acuerdo con la técnica de Claudett et al. (2022). El porcentaje de supervivencia se calculó contando los camarones al inicio y al final del experimento, ajustando por mortalidad (Castillo-Ochoa y Velasquez-Lopez, 2021).

c. Análisis estadísticos

Los datos recolectados se analizaron inicialmente con estadística descriptiva para obtener hallazgos generales. En términos generales, se calcularon parámetros de estadística descriptiva como promedios y desviaciones estándar de las variables, para identificar patrones, tendencias y variaciones entre los tratamientos, y sentar bases para las próximas interpretaciones. Sparre & Venema (1997) indican que el crecimiento de los organismos marinos se puede medir de dos formas, mediante la longitud y mediante el peso; considerando que la variable más apropiada para determinar el crecimiento del camarón es el peso, se realizaron regresiones lineales simples del crecimiento de los camarones, de acuerdo a cada tratamiento, obteniendo cómo estos correlacionan con curvas de regresión y describiendo su comportamiento en los dos tratamientos.

Luego, se realizaron pruebas paramétricas *t* de Student para las variables independientes que cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, en su defecto, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, a fin de comparar las variables FCA, TCE y sobrevivencia entre los dos tratamientos (variable categórica). Los métodos se seleccionaron para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de ambos grupos. También, se la considero por generar robustez y confiabilidad en los resultados del estudio (Delgado et al., 2021).

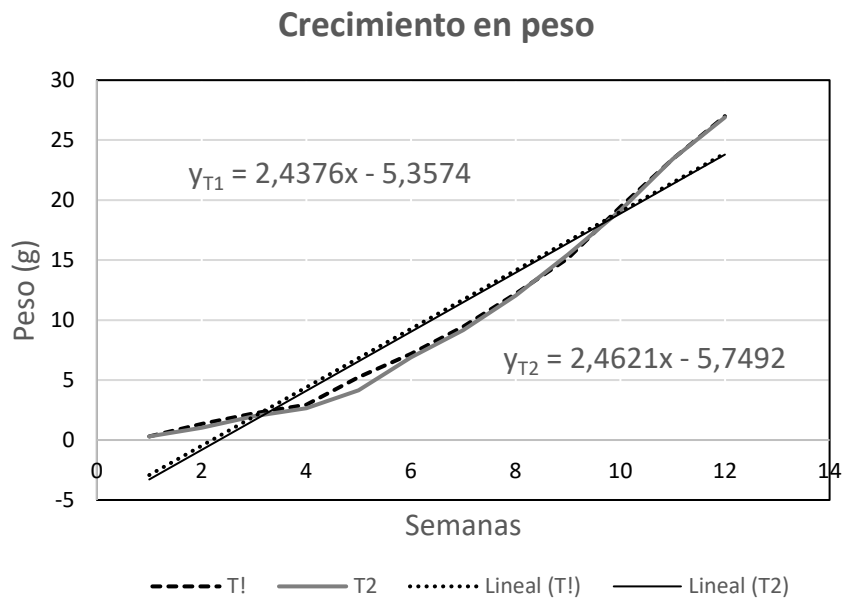
Para procesar los datos, se utilizó el software SPSS 26, por su versatilidad y capacidad para manejar grandes conjuntos de datos y realizar análisis complejos (M. Soares et al., 2020). SPSS facilitó la ejecución de las pruebas, generando gráficos y tablas que expresaron los resultados obtenidos (Maldonado et al., 2024). Para las regresiones se utilizó el complemento de análisis de datos de Excel, a fin de determinar su nivel de significancia estadística.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los hallazgos del estudio, en primer lugar, se analizó el crecimiento de los organismos obtenido en base a los dos tratamientos, conforme se presenta en la Figura 5, en la cual se ha incorporado las curvas de regresión y sus respectivas fórmulas lineales.

Figura 5

Curvas de crecimiento en peso (g) de los tratamientos T1 (extruido) y T2 (pelletizado).



Los datos presentan un comportamiento similar en los dos tratamientos, observándose que en las primeras 6 semanas los valores correspondientes al alimento extruido parecieran ser numéricamente superior, mientras que en la segunda parte del experimento los dos tratamientos adquieren aproximadamente el mismo comportamiento.

Por su parte, en la Tabla 1 se presenta los principales descriptivos, valores de bondad de ajuste y significancia estadística obtenida mediante el ANOVA de las regresiones,

observándose que presentan un nivel de confianza estadística del 95% (valor crítico de $F < 0,05$), con altos coeficientes de correlación y determinación.

Tabla 1.

Estadísticos de bondad de ajuste y ANOVA de las regresiones

Estadísticas de la regresión	T1	T2
Coefficiente de correlación r	0,97331105	0,97080396
Coefficiente de determinación R ²	0,9473344	0,94246034
Observaciones	12	12

Análisis de varianza

	GL	F	T1		T2	
			Valor crítico de F	F	Valor crítico de F	F
Regresión	1	179,8772692	1,01974E-07	163,7931619	1,59081E-07	
Residuos	10					
Total	11					

Por su parte, en la Tabla 2, se resume la información de la biomasa y variables dependientes calculadas para los dos tratamientos.

Tabla 2

Biomasa y variables calculadas a partir de los datos de crecimiento y alimentación.

Semana	Biomasa Kg	T1			T2			Sobrev. %
		FCA	TCE	Sobrev. %	Biomasa Kg	FCA	TCE	
1	1785	0,7261	-	100	1785	0,7261	-	100
2	7916	0,4511	21,2736	100	6071	0,5882	17,4825	100
3	13154	0,6136	7,2545	100	11785	0,6849	9,4756	100
4	17500	0,7869	4,0774	100	15714	0,8764	4,1097	100
5	29630	0,7111	8,2559	95	23410	0,9001	6,4274	95
6	40600	0,7333	4,4997	95	38960	0,7641	7,2768	95
7	45000	0,8844	3,9245	80	46294	0,8769	4,0526	85
8	58096	0,8804	3,6489	80	60915	0,8626	3,9212	85
9	63124	1,0134	3,0938	70	68973	0,9333	3,5625	75
10	81000	0,9626	3,5619	70	85446	0,9297	3,0596	75
11	83572	1,1496	2,6486	60	90537	1,0875	2,8708	65
12	96430	1,2322	2,0443	60	104078	1,2070	1,9913	65

Los datos en negritas expresan los valores de mejor desempeño.

Se puede observar que la biomasa se incrementa rápidamente durante las primeras seis semanas en el Tratamiento 1 con alimento extruido, sin embargo, a partir de la semana 7, la ventaja en la ganancia de biomasa la tiene el Tratamiento 2, con alimento pelletizado. Es importante indicar que ambas tendencias son sostenidas, y no se observa cambios aleatorios sucesivos. Por su parte, las variables FCA, TCE y Supervivencia muestran también un comportamiento similar entre los dos tratamientos. Al respecto, en la Tabla 3 se presenta estadísticos básicos de los dos tratamientos, observándose un mejor FCA y TCE promedios en el Tratamiento 1, no obstante, se observa una mayor supervivencia en el Tratamiento 2, lo que justifica que este tratamiento culmine también con una mayor biomasa.

Tabla 3.

Estadísticos descriptivos de las variables dependientes.

Variable	Tratamiento	Parámetro	Valor
FCA	1	Media DE	0,8454 0,2225
	2	Media DE	0,8697 0,1693
TCE	1	Media DE	5,8439 5,4473
	2	Media DE	5,8391 4,4451
Supervivencia	1	Media DE	84,17 % 16,07 %
	2	Media DE	86,67 % 13,71 %

Con el objeto de verificar si las diferencias observadas entre tratamientos son estadísticamente significativas, se realizaron pruebas de normalidad (Prueba de Shapiro-Wilk para muestras menores a 30 datos) y de homogeneidad de varianza (Prueba de Levene, únicamente en los datos con distribución normal), a fin de determinar la prueba de hipótesis a utilizar. Los resultados se muestran en la Tabla 4, donde se destaca que, con un nivel de confianza del 95 %, únicamente la variable FCA presentó un comportamiento con distribución normal (Significancia > 0,05).

Tabla 4.*Pruebas de normalidad aplicadas a las variables FCA, TCE y Supervivencia.*

Pruebas de normalidad							
Variable	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FCA	1	,110	12	,200 [*]	,982	12	,991
	2	,187	12	,200 [*]	,964	12	,834
TCE	1	,325	11	,002	,636	11	,000
	2	,288	11	,011	,758	11	,003
Supervivencia	1	,250	12	,037	,840	12	,027
	2	,228	12	,084	,848	12	,035

FCA: valores con distribución normal

Como resultado, se aplicó la prueba paramétrica t de Student para variables independientes, es decir independencia entre los tratamientos 1 y 2, en el caso de la FCA, mientras que, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney en las variables TCE y supervivencia, como se muestra en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5.*Prueba t de student aplicada a la variable FCA de los dos tratamientos.*

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior	
FCA	Se han asumido varianzas iguales	1,238	,278	-,302	22	,766	-,02434	,08069	-,19168	,14300
	No se han asumido varianzas iguales			-,302	20,539	,766	-,02434	,08069	-,19237	,14369

Prueba de Lavene con significancia 0,278 > 0,05, implica que existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 6.

Prueba Mann-Whitney de las variables TCE y sobrevivencia, de los dos tratamientos.

Estadísticos de contraste ^a		
	TCE	Sobrevivencia
U de Mann-Whitney	58,000	66,000
W de Wilcoxon	124,000	144,000
Z	-,164	-,354
Sig. asintótica (bilateral)	,870	,723

a. Variable de agrupación: Tratamiento

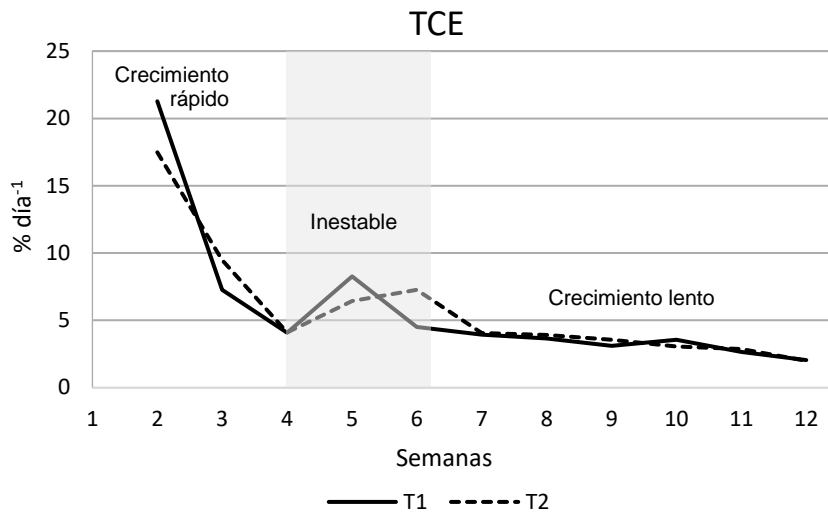
Las dos pruebas indicaron que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en términos de FCA ($p = 0,766 > 0,05$), TCE ($p = 0,870 > 0,05$) y Sobrevivencia ($p = 0,723 > 0,05$), expresando que, bajo las condiciones estudiadas, no hay diferencias entre los tratamientos.

Se destaca que, desde un enfoque descriptivo, se observa diferencias sostenidas en la mayoría de los parámetros, entre los dos tratamientos, con un mejor desempeño del alimento extruido durante las primeras 6 semanas, lo cual cambia de la séptima a la decimosegunda semana, cuando el mejor desempeño correspondió al alimento pelletizado, sugiriendo que los camarones alimentados con extruido presentaron un crecimiento más rápido, y que este tipo de alimento sería más apto en etapas larvales, mientras que los del tratamiento pelletizado mostraron un crecimiento más constante indicando que sería más apto en etapas juveniles y adultas.

En el mismo contexto, en la Figura 6 se presenta las curvas de crecimiento específico entre tratamientos, observándose cambios entre las semanas 5 y 6, a partir de los cuales las tasas de crecimiento se ralentizan, indicando que se podría estar alcanzando el nivel de crecimiento asintótico (Sparre & Venema, 1997).

Figura 6

Tasa de Crecimiento Específico entre tratamientos.



El gráfico muestra que, en la fase de crecimiento rápido, el tratamiento T1, presenta en el inicio un comportamiento de mayor aceleración, que decae hasta la semana 4 seguido de una fase inestable, para luego alcanzar el crecimiento lento o asintótico. Por su parte el crecimiento en el tratamiento T2, decae más lentamente que en T1, en la primera fase. Ambos tratamientos se estabilizan en la fase de crecimiento lento, no obstante, T2 parece ser más resiliente en la fase inestable.

Esto hallazgos pudieran contribuir a realizar una planificación más eficiente de las estrategias de alimentación de los cultivos.

DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación sobre la eficiencia del alimento balanceado extruido en comparación con el pelletizado en el crecimiento y la sobrevivencia del camarón blanco (*penaeus vannamei*) indican que el tratamiento con alimento extruido mostró un crecimiento inicial ligeramente superior en algunas semanas en comparación con el pelletizado. No obstante, se consideraría que los dos tipos de alimento presentan efectos similares sobre las variables de cultivo analizadas puesto que no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las dos estrategias.

La estimación del crecimiento, mostró la curva tradicional de crecimiento en base a peso, la cual presenta en su fase de inicio un crecimiento sinusoidal (Sparre & Venema, 1997) antes de alcanzar el crecimiento asintótico. No obstante, Aragón-Noriega (2016) propuso, para *L. vannamei* y *L. stylirostris* (camarón azul), un crecimiento sigmoideo inicial incluso en crecimiento en longitud, encontrando experimentalmente que *L. vannamei*, ralentiza el incremento en longitud y peso al alcanzar los tres meses, periodo que coincide con la parte final de esta investigación. Esta información, combinada con los hallazgos obtenidos en el análisis de la tasa de crecimiento específico, pudieran constituir una herramienta a incorporar en la selección del alimento e implementación de protocolos de alimentación.

La investigación indica que la elección del tipo de alimento, extruido o pelletizado, depende más de factores como los costos operativos, la estabilidad de los alimentos en el agua y la dispersión del mismo en las piscinas, que, de su impacto directo en el crecimiento del camarón, sugiriendo que se debe incluir en la ecuación criterios de nutrición acuícola en las estrategias de producción.

Soares et al. (2021) indican que, la composición del alimento tiene un impacto considerable en el consumo y crecimiento; donde el consumo, está influenciado por la calidad de la proteína como la soya o la harina de calamar o de pescado, donde una mayor densidad nutricional implica una reducción en el consumo de alimentos y viceversa. Este supuesto de que más allá del tipo de procesamiento, lo más importante es la calidad nutricional, es directamente proporcional con el rendimiento del camarón, está en consonancia con los hallazgos estadísticos del estudio, que no encontró diferencias significativas entre la aplicación de alimento extruido y pelletizado, alineándose al mismo tiempo con estudios anteriores sobre el desempeño de especies acuícolas.

No obstante, el estudio encontró hallazgos que deben ser investigados en escalas de tiempo menores, a fin de experimentar con la utilización de distintas dietas por fases y optimizar el proceso de crecimiento en orden de obtener el mayor rendimiento en biomasa. En este contexto, Rahman et al. (2023), asevera que, sí hay diferencias significativas entre el alimento extruido y pelletizado, si se las compara en función a las diferentes etapas del crecimiento.

Por otra parte, los resultados indican que tanto el alimento extruido (T1) como el pelletizado (T2) mostraron una conversión alimenticia muy eficiente, registrándose valores de FCA por debajo de 1 en varias semanas, coincidiendo con lo expresado por Boyd (2022), quien indica que los valores de FCA en acuicultura oscilan entre 1,2 y 2,2 dependiendo del tipo de alimento, de su tamaño y especie, incluyendo la calidad del agua en las piscinas, pudiendo reportarse valores menores a 1, reflejando una alta eficiencia en el uso del alimento. Investigaciones recientes con dietas alternativas, arrojan valores de FCA mayores a 1, *e. g.* Nunes et al. (2022), reportan valores entre 1.5 y 2 en camarones alimentados con soya y krill, es decir proteína vegetal y proteína animal. Por su parte, Delgado et al. (2021)

reportan que alimento extruido compuesto con harina de semilla de algodón, es igual de eficiente que sus similares comerciales. Estos indicadores confirman que los tratamientos (T1 y T2) resultan competitivos en comparación a los estándares de la industria del cultivo de camarón.

A pesar de la alta eficiencia determinada por el comportamiento de la FCA, sus valores mostraron un incremento sostenido conforme se acercaba a la fase de estabilización del crecimiento, coincidiendo con lo expresado por Rahman et al. (2023), quienes reportan tendencias similares de FCA creciente al final del ciclo de vida. Comparativamente, los valores promedio de FCA mostraron un valor ligeramente más alto en T2, tratamiento que a la vez consumió más alimento; no obstante, también generó mayor biomasa, compensando la producción con un crecimiento más elevado del camarón. Nunes et al. (2022), indican que, aunque las dos formas de alimentación parecen ser equivalentes en cuanto a su eficacia, se debe considerar otros elementos del rendimiento total para optimizar la producción.

Según Delgado et al. (2021), la eficiencia de los alimentos se relaciona con su digestibilidad, la capacidad intrínseca de absorción de nutrientes y de forma extrínseca, la estabilidad en el cuerpo de agua. El T1 mejora la biodisponibilidad de los nutrientes y a su vez favorece la digestión, en contraste, el T2 presenta menos digestibilidad. Por otro lado, la estabilidad es importante porque ayuda a reducir la pérdida de nutrientes por lixiviación, minimizando el deterioro de la calidad del agua y mejorando la apariencia del camarón. Según Nunes et al. (2022), no se puede obviar factores como la palatabilidad y aditivos incluidos en ambos procesamientos del alimento, *e. g.* el uso de harina de krill incrementa el consumo y eficiencia, explicando las diferencias observadas entre los tratamientos.

Es importante mencionar las diferencias en la mortalidad entre los tratamientos. Al respecto, T2 mostró una mayor tasa de sobrevivencia en comparación con T1, sugiriendo

que el pelletizado o su formulación tiene un efecto positivo, diferencia que podría estar relacionada con una mejor calidad nutricional o una mayor estabilidad del alimento en el agua, factores que son cruciales para la salud del camarón.

Según Yuan et al. (2021), la atractividad y el consumo de alimento por *L. vannamei* depende de la calidad de los ingredientes, con un efecto de aumento en la ingesta, mejorando la biodisponibilidad de los nutrientes y reduciendo potencialmente la mortalidad. En el presente estudio, la menor sobrevivencia de T1, podría atribuirse a una menor palatabilidad o a un déficit en la asimilación nutricional, aumentando la vulnerabilidad del camarón, que impacto en la viabilidad de los organismos en producción.

Por último, otros factores a los que podría atribuirse las variaciones en las tasas de sobrevivencia incluyen factores como la calidad del agua, la presencia de vectores u otros, e. g. Castillo-Ochoa y Velasquez-Lopez (2021) mencionan que la estacionalidad climática afecta significativamente el crecimiento y la sobrevivencia, particularmente en Ecuador, dado que presenta temporadas donde las variaciones de oxígeno disuelto, el pH o la temperatura pueden causar estrés y aumentar la mortalidad; por otro lado, la palatabilidad afecta el consumo porque un alimento menos atractivo reduce la ingesta y compromete la nutrición.

CONCLUSIONES

Los objetivos del estudio se cumplieron en su integralidad, determinándose entre otros, el factor de conversión alimenticia, la tasa de crecimiento específico y la sobrevivencia de *L.vannamei* alimentado con dietas de tipo pelletizado y extruido mediante mediciones semanales de datos biométricos.

El análisis del factor de conversión alimenticia de las dietas balanceadas permitió evaluar el consumo de alimento en relación a la ganancia de peso de camarones, determinándose que durante las primeras 6 semanas de crecimiento de los camarones, la alimentación con alimento extruido presentó un mejor desempeño, mientras que de la séptima a la décimo segunda semanas, el alimento pelletizado presentó mejores resultados. Estas características se hicieron extensivas a las otras variables, permitiendo sugerir que los camarones alimentados con extruido presentaron un crecimiento más rápido en la fase inicial, y que este tipo de alimento sería más apto en etapas larvales, mientras que los del tratamiento pelletizado mostraron un crecimiento más constante en la segunda fase, indicando que sería más apto en etapas juveniles y adultas.

A pesar de los hallazgos descriptivos, el análisis estadístico demostró que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que no se rechazó la hipótesis nula, concluyéndose que la eficacia del alimento balanceado extruido no presenta una mejor tasa de crecimiento y sobrevivencia en *penaeus vannamei* frente al alimento balanceado pelletizado, bajo las condiciones del experimento. No obstante, al observarse diferencias de rendimiento de los dos tipos de alimento en dos fases muy marcadas, induce a plantear investigaciones de detalle en esas escalas de tiempo, a fin de determinar estrategias alimenticias de precisión.

REFERENCIAS

- Aldana, S. M. y Palacios, S. M. (2021). *Rendimiento del camarón (penaeus vannamei) en etapa de engorde con alimentos de dos gamas diferentes* [Doctoral dissertation]. Zamorano.
- Aragón-Noriega, E. A. (2016). Individual growth of white shrimp *penaeus vannamei* (Boone, 1931) and blue shrimp *L. stylirostris* (Stimpson, 1874) (Crustacea: Penaeidae) by multi-model approach. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(3), Article 3. <https://doi.org/10.3856/vol44-issue3-fulltext-6>
- Barrios, E. F. H. y Arrieta, A. R. A. y Cahuana, S. C. (2024). Extrusión y calidad física en formulaciones de alimento para engorde de camarones: una revisión. *Prospectiva*, 22(2), 2.
- Bermudes-Lizárraga, J. y Nieves-Soto, M. y Flores-Higuera, F. y López, D. (2023). Supervivencia, desarrollo y crecimiento de larvas de *Penaeus vannamei* alimentadas con dietas tradicionales y no-tradicionales. *Revista MVZ Córdoba*, 28(1), e2682. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2682>
- Bioaquafloc. (2018, junio 24). ¿Qué es Biofloc? *Bioaquafloc*. <https://www.bioaquafloc.com/que-es-biofloc/>
- Boyd, C. E. (2022, enero 3). *Un bajo índice de conversión alimenticia es el principal indicador de una acuicultura eficiente*. Global Seafood Alliance. <https://www.globalseafood.org/advocate/un-bajo-indice-de-conversion-alimenticia-es-el-principal-indicador-de-una-acuicultura-eficiente/>
- Burgos, D. C. y Villacrés, G. V. y Del Valle, H. M. C. (2024). Cultivo de larvas de camarón *Penaeus vannamei* en la Unidad Educativa Muey, Santa Elena: Cultivation of *Penaeus*

- vannamei shrimp larvae at the Muey Educational Unit, Santa Elena. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(4), 3184–3196.
- Cano, E. y Balmaceda, D. y García, V. y Palacios Sánchez, K. y Osorio, K. y Aguilar, A. (2022). *Comparación del ritmo de crecimiento del Litopenaeus vannamei y las fluctuaciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos, de los estanques 1 y 2 de la granja camaronera Playa Hermosa, en el periodo comprendido de Abril a Junio del 2017*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29349.17128>
- Carrión-Herrera, J. y Galarza-Mora, W. y Quizhpe-Cordero, P. y Sánchez-Romero, O. (2023). Efecto de alimentos balanceados comerciales y predigeridos con probióticos sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles del camarón blanco *Litopenaeus Vannamei*. *Polo Del Conocimiento*, 8(8), 1532–1570.
- Castillo-Ochoa, B. y Velasquez-Lopez, P. (2021). Manejo estacional de los sistemas de producción de camarón en el Ecuador. *Sociedad & Tecnología*, 4, 447–461. <https://doi.org/10.51247/st.v4i3.151>
- Chen, Y. y Mitra, A. y Rahimnejad, S. y Chi, S. y Kumar, V. y Tan, B. y Niu, J. y Xie, S. (2024). Retrospect of fish meal substitution in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) feed: Alternatives, limitations and future prospects. In *Reviews in Aquaculture* (Vol. 16, Issue 1). <https://doi.org/10.1111/raq.12843>
- Claudett, K. y Orben, J. y Cevallos, G. y Noboa, A. y Parra R, G. (2022). Eficiencia de una dieta con base en harina de lenteja (*Lens culinaris*), en el crecimiento de alevines de tilapia. *AquaTechnica: Revista Iberoamericana de Acuicultura.*, 4, 40–52. <https://doi.org/10.33936/at.v4i1.4458>
- D'alessandro, M. E. G. y Collins, P. A. (2020). *Manipulación nutricional en el camarón Macrobrachium borellii del río Paraná (Argentina) como recurso para la alimentación humana*.

- Delgado, E. y Valles-Rosales, D. y Flores, N. y Reyes Jáquez, D. (2021). Evaluation of fish oil content and cottonseed meal with ultralow gossypol content on the functional properties of an extruded shrimp feed. *Aquaculture Reports*, 19, 100588. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100588>
- El Universo. (2021, diciembre 30). Ecuador es el mayor productor mundial de camarón, según revista Aquaculture. El Universo. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/ecuador-es-el-mayor-productor-mundial-de-camaron-segun-revista-aquaculture-nota/>
- Espinoza, M. A. (2024). *Efecto de la frecuencia de alimentación en la respuesta alimenticia del Camarón Blanco del Pacífico (Litopenaeus Vannamei)* [Doctoral dissertation]. Universitat Politècnica de València.
- FAO (2024). Versión resumida de El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción. Roma. <https://doi.org/10.4060/cd0690es>
- García-Bernal, M. y Medina-Marrero, R. y Campa-Córdova, Á. I. y Tovar-Ramírez, D. y Barajas-Frías, J. D. y Ormart-Castro, P. y Mazón-Suástegui, J. M. (2020). Crecimiento y supervivencia del camarón *Penaeus vannamei* con aplicación de actinomicetos probióticos y homeopatía. *AquaTechnica: Revista Iberoamericana de Acuicultura*, 2(2), 76–85. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8276624>
- Gopan, A. y Lalappan, S. y Varghese, T. y Kumar Maiti, M. y Peter, R. M. (2020). Anti-Nutritional Factors in Plant-Based Aquafeed Ingredients: Effects on Fish and Amelioration Strategies. *Biosc.Biotech.Res.Comm. Special Issue*, 13.
- Hardy, R. W. (2010). Utilization of plant proteins in fish diets: Effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*, 41(5), 770-776. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02349.x>

- Jobling, M. (2001). Nutrient Partitioning and the Influence of Feed Composition on Body Composition. En *Food Intake in Fish* (pp. 354-376). John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9780470999516.ch15>
- Lecaro, K. J. y Lozada, V. H. y Bayot, B. (2022). *Optimización de la alimentación de camarón blanco Litopenaeus vannamei en un sistema de alto rendimiento a baja salinidad* [Doctoral dissertation]. ESPOL.
- Maldonado, S. y Bazán, S. y Córdova, A. y Ordoñez, F. (2024). La Evolución de los Procesos de Elaboración de Alimento con Alto Valor Nutricional y su Relación para la Producción de Crustáceos *Litopenaeus Vannamei*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 2602–2617. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12509
- Naranjo Tibanlombo, J. R. (2016). Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y sobrevivencia de camarón blanco (*Litopenaeus Vannamei*, Perez-Farfante y Kensley, 1997) [Maestría en Ciencias con énfasis en Manejo sustentable de Biorrecursos y Medio Ambiente, Universidad de Guayaquil].
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/25231>
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., Buschmann, A. H., Bush, S. R., Cao, L., Klinger, D. H., Little, D. C., Lubchenco, J., Shumway, S. E., & Troell, M. (2021). A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 591(7851), 551-563.
<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6>
- Nunes, A. y Dalen, L.-L. y Leonardi, G. y Burri, L. (2022). Developing sustainable, cost-effective and high-performance shrimp feed formulations containing low fish meal levels. *Aquaculture Reports*, 27, 101422. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101422>
- Rahman, M. y Haque, M. y Arifuzzaman, M. (2023). Specific Growth Rate (SGR) in Different Stages of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Production Cycle in Cemented

- Tank Based Semi-Intensive Aquaculture System. *European Journal of Theoretical and Applied Sciences*, 1, 601–610. [https://doi.org/10.59324/ejtas.2023.1\(6\).61](https://doi.org/10.59324/ejtas.2023.1(6).61)
- Rebolledo-Monsalve, E. y Quiroga, E. (2022). Farmed shrimp aquaculture in coastal wetlands of Latin America — A review of environmental issues. *Marine Pollution Bulletin*, 183, 113956. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113956>
- Shi, X. y Zhang, R. y Liu, Z. y Sun, J. y Li, L. y Zhao, G. y Lu, J. (2023). Combined analysis of mRNA and miRNA reveals the mechanism of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under acute alkalinity stress. *PLoS ONE*, 18(8 AUGUST). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290157>
- Soares, M. y Rezende, P. C. y Corrêa, N. M. y Rocha, J. S. y Martins, M. A. y Andrade, T. C. y Fracalossi, D. M. y do NascimentoVieira, F. (2020). Protein hydrolysates from poultry by-product and swine liver as an alternative dietary protein source for the Pacific white shrimp. *Aquaculture Reports*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100344>
- Soares, R. y Peixoto, S. y Davis, R. y Davis, A. (2021). Feeding behavior and growth of *Litopenaeus vannamei* fed soybean-based diets with added feeding effectors. *Aquaculture*, 536, 736487. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736487>
- Sócola-Sunción, M. y López-Landavery, E. (2024). La suplementación de ácidos biliares en la dieta mejora la sobrevivencia y respuesta inmune de *Penaeus vannamei*. *Manglar*, 21(3), 321–327.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales - Parte 1: Manual*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/w5449s>
- Strebel, L. M. y Nguyen, K. y Araujo, A. y Corby, T. y Rhodes, M. y Beck, B. H. y Roy, L. A. y Davis, D. A. (2023). On demand feeding and the response of Pacific white shrimp

- (*Litopenaeus vannamei*) to varying dietary protein levels in semi-intensive pond production. *Aquaculture*, 574, 739698.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739698>
- Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2015). Feed Matters: Satisfying the Feed Demand of Aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23(1), 1-10.
<https://doi.org/10.1080/23308249.2014.987209>
- Wang, F. y Fang, J. y Yao, L. y Han, D. y Zhou, Z. y Chen, B. (2024). Applications of land surface model to economic and environmental-friendly optimization of nitrogen fertilization and irrigation. *Heliyon*, 10(6), e27549.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27549>
- Weldon, A. y Davis, D. A. y Rhodes, M. y Reis, J. y Stites, W. y Ito, P. (2021). Feed management of *Litopenaeus vannamei* in a high density biofloc system. *Aquaculture*, 544, 737074. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737074>
- Yuan, Y. y Lawrence, A. y Chehade, S.-B. y Jensen, K. y Barry, R. y Fowler, A. y Makowsky, R. y Powell, M. y Watts, S. (2021). Feed intake as an estimation of attractability in Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 532, 736041.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736041>
- Zamudio, N. S. y Avalos, W. R. (2020). Efecto de dietas con zeolita natural en el crecimiento y supervivencia del camarón de río *Cryphiops caementarius*. *Rebiol*, 40(1), 30–38.

ANEXOS

ANEXO 1. SIEMBRA DE ALEVINES Y CRECIMIENTO



ANEXO 2. PROCESO DE RECOLECCION DE DATOS

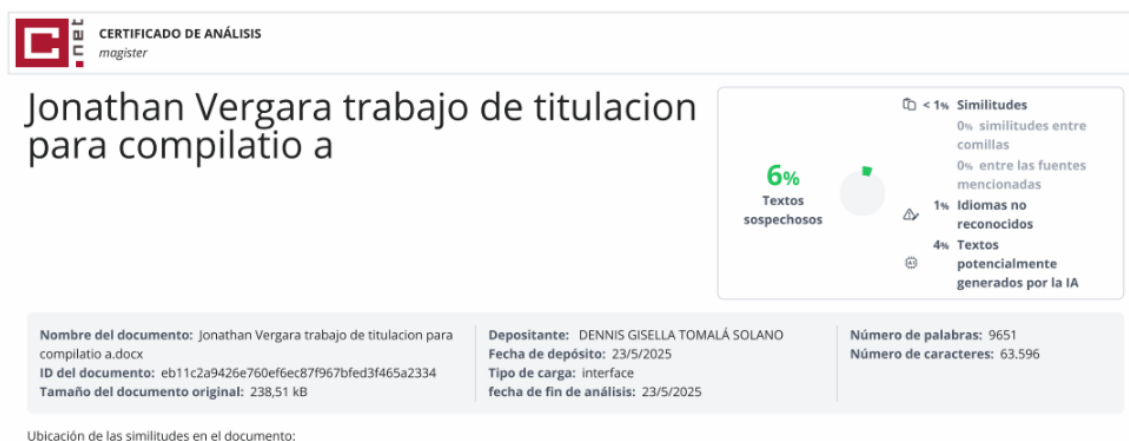


ANEXO 3. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ENGORDE DEL CAMARON.



CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “INFLUENCIA DE ALIMENTO BALANCEADO EXTRUIDO Y PELLETIZADO EN LA TASA DE CRECIMIENTO EN CAMARÓN BLANCO (PENAEUS VANNAMEI)”, presentado por el estudiante, BLGO. JONATHAN ENRIQUE VERGARA GARCÍA, fue enviado al Sistema Anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 6%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



Blga. Dennis Tomalá Solano, MSc.
TUTORA