



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Consumo de alimento balanceado y tasa de crecimiento del camarón blanco "Litopenaeus vannamei" en relación a la distribución 1:1 comederos - aireadores La investigación titulada "Evaluación de la tasa de**

**TINOCO NOVILLO SANTIAGO ALEXANDER  
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Consumo de alimento balanceado y tasa de crecimiento del camarón blanco "Litopenaeus vannamei" en relación a la distribución 1:1 comederos - aireadores**  
**La investigación titulada "Evaluación de la**

**TINOCO NOVILLO SANTIAGO ALEXANDER**  
**INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA**  
**2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**Consumo de alimento balanceado y tasa de crecimiento del camarón blanco "Litopenaeus vannamei" en relación a la distribución 1:1 comederos - aireadores**  
**La investigación titulada "Evaluación de la**

**TINOCO NOVILLO SANTIAGO ALEXANDER  
INGENIERO ACUICOLA**

**VELASQUEZ LOPEZ PATRICIO COLON**

**MACHALA  
2024**

# Evaluación de la tasa de crecimiento en el cultivo de *litopenaeus vannamei* en una relación de un aireado de 2HP - 1 comedero automático de 75kg de capacidad

## INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
2	<a href="http://www.jove.com">www.jove.com</a> Fuente de Internet	<1 %
3	<a href="http://doczz.net">doczz.net</a> Fuente de Internet	<1 %
4	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
5	<a href="http://www.portalcuencas.net">www.portalcuencas.net</a> Fuente de Internet	<1 %
6	<a href="http://repositorio.espam.edu.ec">repositorio.espam.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
7	Submitted to University of Stirling Trabajo del estudiante	<1 %
8	<a href="http://banrep.gov.co">banrep.gov.co</a> Fuente de Internet	<1 %

9	<a href="http://doaj.org">doaj.org</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://doczz.es">doczz.es</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.acumar.gob.ar">www.acumar.gob.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.alimentodo.com.ar">www.alimentodo.com.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Edgar Sanchez-Zazueta. "Stocking density and date decisions in semi-intensive shrimp <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931) farming: a bioeconomic approach", <i>Aquaculture Research</i> , 12/2011 Publicación	<1 %
16	<a href="http://apirepositorio.unh.edu.pe">apirepositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://cenaim.espol.edu.ec">cenaim.espol.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://patents.google.com">patents.google.com</a> Fuente de Internet	<1 %

19 [www.consumer.es](http://www.consumer.es) <1 %  
Fuente de Internet

---

20 [www.revistapesquisa.fapesp.br:2222](http://www.revistapesquisa.fapesp.br:2222) <1 %  
Fuente de Internet

---

21 M Tapia-Salazar, OD García-Pérez, RA Velásquez-Soto, MG Nieto-López, D Villarreal-Cavazos, D Ricque-Marie, LE Cruz-Suárez. "Growth, feed intake, survival, and histological response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed diets containing grains naturally contaminated with aflatoxin", *Ciencias Marinas*, 2012 <1 %  
Publicación

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, TINOCO NOVILLO SANTIAGO ALEXANDER, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de la tasa de crecimiento en el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en una relación de 1 aireador de 12 hp- 1 comedero automático de 75 kg de capacidad., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



TINOCO NOVILLO SANTIAGO ALEXANDER

1105529620

## **Dedicatoria**

*Este trabajo va dedicado a mis padres, hermanos, tíos especialmente los que siempre han estado a mi lado enseñándome cosas buenas y haciendo en mí una persona de bien.*

*Lo que fui, lo que soy y lo que seré ha sido gracias a ustedes,*

*No tengo palabras para expresar mi agradecimiento sincero, solamente me queda decir que los amo y gracias por apoyarme en el proceso de cumplir mis metas.*

*Att; Santiago Alexander Tinoco Novillo*

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi tutor, Velázquez López Patricio Colon ; Ph.D, por su constante guía y apoyo a lo largo de este proyecto. Su experiencia y paciencia han sido fundamentales para el desarrollo de esta tesis. También extendiendo mi gratitud a mis tíos, y sobre todo a mis padres, quienes no solo me enseñaron con dedicación, sino que también me brindaron acceso a su camaronera, lo que fue esencial para llevar a cabo esta investigación. Sin su generosidad y apoyo, este trabajo no habría sido posible

## Índice de Contenido

I. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del Problema .....	1
1.2. Justificación .....	2
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos .....	2
1.3.3. Hipótesis .....	3
1.4. Historia del Cultivo de Litopenaeus Vannamei en Ecuador .....	3
1.5. Importancia del oxígeno en el Crecimiento en el Cultivo de Camarones.....	4
1.6. Temperatura .....	5
1.7. PH .....	6
1.8. Nutrientes en el Agua.....	6
1.9. Nutrición y Alimentación .....	7
1.10. Parámetros Poblacionales .....	7
1.10.1. Crecimiento.....	7
1.10.2. Factor de Conversión Alimenticia .....	8
1.11. Técnicas de Alimentación.....	10
1.11.1. Alimentación al Voleo .....	10
1.11.2. Alimentación Automática Sónica .....	11
II. Materiales y Métodos .....	12
2.1. Ubicación del Experimento.....	12
2.2. Sitio Experimental .....	12
2.3. Método del Cultivo de Camarón.....	13
2.3.1. Preparación de la Piscina .....	13

2.3.2. Procedimiento de Fertilización .....	13
2.3.3. Procedencia de la Larva .....	13
2.3.4. Funcionamiento de Alimentación Automática .....	13
2.3.5. Tipo de Alimento Utilizado .....	13
2.4. Alimentación Proyectada .....	15
III. Resultados .....	17
3.1. Características Generales del Cultivo con Aireación y Alimentación Automática .....	17
3.2. Concentración de Temperatura y del Nivel de Oxígeno .....	17
3.3. Resultado del Consumo de Alimento y Biomasa .....	19
3.4. Resultado del Crecimiento del Camarón Semanal.....	20
3.5. Comparación de la Tasa de Crecimiento y la Conversión Alimenticia .....	21
3.6. Impacto de la Temperatura .....	23
3.7. Eficiencia de Conversión Alimenticia .....	23
3.8. Relación de la tasa de crecimiento, alimentación , oxígeno y temperatura .	24
3.8.1. Relación de la Temperatura y el Oxígeno .....	25
3.8.2. Relación de la Temperatura y la Tasa de Crecimiento .....	26
3.8.3. Relación de Oxígeno Disuelto y Tasa de Crecimiento .....	27
3.8.4. Relación de la Temperatura y Consumo de Alimento.....	27
3.8.5. Relación de Oxígeno y la Tasa de Crecimiento.....	28
IV. Conclusiones.....	30
V. Recomendaciones.....	31
Referencias.....	32

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Tasas de crecimiento semanal y conversiones alimenticias en el cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	9
<b>Tabla 2:</b> Alimentación al voleo.....	15
<b>Tabla 3:</b> Alimentación por método sónico.....	16
<b>Tabla 4:</b> Resultados generales del cultivo.....	17

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Camaronera Camanovillos .....	12
<b>Figura 2:</b> Alimento balanceado.....	15
<b>Figura 3:</b> Concentración de oxígeno en el cultivo con alimentación automática y aireación .....	18
<b>Figura 4:</b> Temperatura y tiempo del cultivo .....	19
<b>Figura 5:</b> Biomasa acumulada y consumo de alimento .....	20
<b>Figura 6:</b> Crecimiento del camarón .....	21
<b>Figura 7:</b> Tasa de crecimiento vs. conversión alimenticia.....	22
<b>Figura 8:</b> Relación temperatura-oxígeno .....	26
<b>Figura 9:</b> Relación temperatura-tasa de crecimiento .....	27
<b>Figura 10:</b> Relación temperatura-tasa de crecimiento .....	27
<b>Figura 11:</b> Relación temperatura-consumo de alimento .....	27
<b>Figura 12:</b> Relación oxígeno-consumo de alimento .....	28

## I. Introducción

Los cultivos de la industria camaronera han tenido una demanda notable y un crecimiento significativo en los últimos años. Una de las razones claves recae en la alimentación: el uso de técnicas adecuadas y alimentos balanceados que permitan reducir al máximo la generación de residuos y optimizar y ahorrar costos de producción (Cevallos, 2023).

Por supuesto, los avances tecnológicos son responsables de estas mejoras. Ejemplo de ello son los alimentadores automáticos y el uso de aireación mecánica que aportan a lograr mayor eficiencia y aprovechamiento del alimento balanceado y dejar de lado los métodos tradicionales de voleo, hecho que ha favorecido al crecimiento de los animales en menor tiempo (Bravo y Santos, 2019). De ahí que el factor de conversión alimenticia (FCA) sea el principal indicador para monitorear los cultivos, proyectar los gastos y los consumos y consolidar una producción óptima (Ruiz y Torres, 2018).

Entonces, buscar alternativas para mejorar la eficiencia alimenticia y ganar más peso en menos días es clave, lo que implica mejorar la dosificación y asegurar adecuadas condiciones de oxígeno disuelto en el agua para convertir el alimento en biomasa y reducir los costos de producción hasta un 60 % (Varas et al., 2017). Frente a los múltiples beneficios que ello acarrea, el presente estudio se enfoca en evaluar la tasa de crecimiento en el cultivo de *Litopenaeus vannamei* por medio de un aireador de 12 hp y un comedero automático de 75 kg de capacidad.

### 1.1. Planteamiento del Problema

El problema a analizar radica en la inadecuada gestión del alimento balanceado, el reducido control, las conversiones alimenticias muy altas y los altos costos de producción que tornan complejo afrontar los precios muy bajos al que se oferta el producto final en el mercado. Ciertamente, los avances tecnológicos en el campo de la acuicultura han permitido satisfacer algunos requerimientos como es el caso de la alimentación automática.

A partir de este método es factible conocer con exactitud la dosis de las dietas en el cultivo de camarón, sin embargo, aún no son totalmente claros los beneficios que se alcanzan al acompañarlo con sistemas de aireación.

En ese sentido, es importante identificar la eficiencia de esta técnica en sus diferentes formas de aplicación, pues al momento hay vacíos de conocimientos sobre los efectos que tiene en el crecimiento del camarón en las distintas etapas de cultivo. Finalmente, resulta imperante determinar con precisión la cantidad de alimento que debe incorporarse en el cultivo, dado que su precio es alto y además ocasiona impactos negativos en la calidad de suelo y del agua al no utilizarse en las dosis precisas.

## **1.2. Justificación**

La falta de conocimiento sobre las estrategias favorables en la utilización de comederos automáticos es una problemática latente hasta la actualidad. Ante tal panorama, el presente estudio procura abordar a profundidad el tema y sacar a la luz las mejores prácticas que pueden emplearse en torno a la producción de camarón.

La premisa de la investigación radica en los beneficios que acarrear consigo la aplicación de sistemas de alimentación automática y aireación. Al fin y al cabo, al utilizarlos correctamente se logra mejorar el crecimiento del organismo, tener una eficiente conversión alimenticia y, por consiguiente, incrementar la rentabilidad.

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1. Objetivo General***

Evaluar la tasa de crecimiento del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* con una distribución 1:1 comederos de 75 kg de capacidad -aireadores de 3.3 lb O<sub>2</sub>/HP-h.

### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- Determinar el consumo de alimento balanceado durante el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* sostenidos con comederos automáticos y aireadores.

- Analizar la tasa de crecimiento semanal durante el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.
- Evaluar parámetros de temperatura y O<sub>2</sub> diario y su relación con el consumo de alimento y crecimiento del camarón.

### **1.3.3. Hipótesis**

El uso de la alimentación automatizada con una distribución pareja de aireadores de capacidad de 12hp y comederos automatizados de 75 kg de capacidad por tolva, durante el cultivo de camarón podría generar un impacto positivo en la tasa de crecimiento y de alimentación, así como tener mayor control en la dosificación del alimento, proporcionar condiciones óptimas para el desarrollo, alcanzar un buen FCA y generan un ahorro en los costos de producción.

## **1.4. Historia del Cultivo de Litopenaeus Vannamei en Ecuador**

Casi culminada la década de los sesenta, en Ecuador empezó a tomar fuerza la cautividad camaronera, la cual progresivamente fue extendiéndose a lo largo de la Costa. Para 1974 ya se alcanzaban 600 hectáreas de terreno de producción, pero fue en los años ochenta cuando empezaron a ocuparse más extensiones de tierra y manglares hasta consolidarse como una actividad muy rentable, la cual en 1987 impulsó a que el país sea el primer exportador de camarón a nivel mundial (López et al., 2014).

Sin embargo, a partir del periodo finisecular hasta inicios del siglo XXI hubo una disminución notable en la producción debido al surgimiento del síndrome de la mancha blanca (WSSV), como en el caso del camarón *L. vaname*, condición que ocasiona inclusive la muerte del animal. Inevitablemente, y como era de esperarse, ello produjo pérdidas significativas para varias empresas exportadoras (Sánchez, 2022).

### **1.5. Importancia del oxígeno en el Crecimiento en el Cultivo de Camarones.**

El oxígeno disuelto, expresado en mg/l, debe medirse dos veces al día en el desarrollo de los cultivos y ha de mantenerse en el rango aceptable de 3.2 mg/l a 7 mg/l, caso contrario puede generar incluso la muerte del camarón. El control suele realizarse por medio de aireadores mecánicos o recambios hasta en un 20 % con el fin de mejorar los niveles de oxígeno.

Paralelamente, también hay que cuidar la calidad de agua, dado que está relacionada con el oxígeno y, por consiguiente, también con el alimento introducido en el cultivo. Entonces, para evitar la aparición de enfermedades y alteraciones en los procesos fisiológicos del camarón es importante mantener los niveles adecuados mediante aireadores, los cuales aseguran una buena oxigenación de la piscina (Hernández, 2016).

Otros parámetros a tomar en cuenta son el pH, la cantidad de amonio y la demanda biológica y bioquímica, pues de verse alterados inciden inmediatamente en el oxígeno y en la calidad de agua. Vale resaltar que es un problema que suele suceder en las noches y madrugadas de forma natural al punto de que los animales dejan de comer y, por lo tanto, ralentiza el crecimiento de los cultivos (Torres et al., 2016).

Finalmente, el oxígeno disuelto, la calidad de agua y la temperatura de los estanques acuícolas deben mantenerse entre 4 mg-L a 5 mg-L para evitar problemas en los organismos. Este cuadro ocurre cuando los camarones están expuestos a temperaturas muy elevadas y sin aireación, lo que afecta su metabolismo, disminuye los hemocitos, aumenta el ácido láctico y la glucosa en la hemolinfa, reduce la cantidad de proteínas totales debido a la exposición al amoníaco, les conduce hacia estados elevados de estrés, baja la tasa de crecimiento y hasta puede desencadenar la muerte (Carranza, 2020).

El oxígeno disuelto en el agua depende de la calidad del suelo y agua, pudiendo ser reducido como consecuencia de un inadecuado control de la distribución del alimento, que es

una de las principales causas que impactan negativamente en el crecimiento de los cultivos en vista de que los parámetros fisicoquímicos se alteran y desembocan en problemas en los procesos fisiológicos del camarón (Yohenia y Bolaños, 2013). He ahí la importancia de mantener óptimas condiciones de oxígeno en el agua, dosificar correctamente la alimentación y llevar a cabo un control preciso de las dietas suministradas.

Además, la densidad y el espacio juegan un rol transcendental al determinar la capacidad de carga: la cantidad de camarones por metro cuadrado en la piscina. De no ser la adecuada para soportar el número de organismos sembrados, ellos no podrán crecer adecuadamente (Morales y Membreño, 2015).

Ahora bien, el tipo de alimento es también un elemento clave, sobre todo el suministro de proteína, el cual debe ser del 25 % de la ingesta diaria de comida para que el animal alcance una tasa de crecimiento de 1.0 a 1.2 gramos por semana, rango considerado muy bueno (Morales y Membreño, 2015). Asimismo, inciden los factores fisicoquímicos como son el control del oxígeno disuelto, el pH, la salinidad y la temperatura, los cuales deben acompañarse del control de los parámetros poblacionales, pues en conjunto determinan el ritmo y la tasa de crecimiento y, por consiguiente, la rentabilidad del cultivo (Cuéllar et al., 2010).

## **1.6. Temperatura**

Desde la etapa larvaria hasta la juvenil, el rango de temperatura idóneo al que debe estar expuesto el camarón es de 26,3 °C, a 29,2 °C, dado que el animal se mantiene estable, aprovecha el alimento al máximo, lo convierte en biomas y alcanza mayor peso y crecimiento en poco tiempo (Lucena et al., 2006). Al contrario, las fluctuaciones de temperatura estimulan el apareamiento de enfermedades y el incremento de cargas virulentas, como ocurre la muerte de los organismos cuando bordean los 13 °C y al momento en que los estanques están expuestos a variaciones frecuentes que responden a las características inherentes de la zona y de la hora del día (Martín et al., 2022).

## **1.7. PH**

Es importante mantener un control preciso de las fluctuaciones del pH, pues en la mañana suele subir debido a la descomposición de materia orgánica y los procesos de fotosíntesis de las microalgas, las cuales absorben el dióxido de carbono presente en la columna de agua, aumenta su alcalinidad y reduce la concentración de los iones de hidrógeno. En cambio, durante el día tienden a bajar gracias a los procesos de respiración de los camarones que liberan el dióxido de carbono y provocan problemas debido a la falta de oxigenación en algunas áreas, lo que desemboca en una respiración anaeróbica que libera ácidos orgánicos e incide en este nivel de pH (De La Rosa Calle, 2023).

El agua debe siempre conserva un pH de 7, es decir neutro, y evitarse a toda costa que sea alcalina o básica (Escobar y Nieto, 2021); como se mencionó previamente, lo cambios pueden ocurrir en la mañana o en la noche como consecuencia de los procesos de respiración y fotosíntesis. Finalmente, hay que tomar en cuenta también al dióxido de carbono: si la concentración de este gas es mayor, los iones de hidrogeno aumentan y el pH disminuye (García et al., 2018).

## **1.8. Nutrientes en el Agua**

Para asegurar una adecuada cantidad de nutrientes es necesario emplear correctamente los fertilizantes, dado que una sobrecarga de ellos da paso a que surjan fitoplancton y procesos de eutrofización que afectan a los cultivos, ocasionan deterioro del suelo y que los efluentes descargados al medio contaminen las aguas con el exceso de nutrientes. He ahí la importancia de analizar la cantidad de nitrógeno, fósforo y carbono como elementos claves en la calidad del agua, los cuales son aportados a través del balanceado en una cantidad de 78 %, 51 % y 40 %, respectivamente. No obstante, apenas entre el 25 % al 45% del nitrógeno y el 30 % de fosforo son asimilados por los camarones, por lo que el restante es descargado al medio y lo contamina (Véliz, 2023).

De acuerdo con el estudio de Saldias et al. (2001) llevado a cabo en estanques acuícolas de una camaronera del golfo de Guayaquil, los camarones logran metabolizar hasta el 35 % de nitrógeno y del 52 % al 61 % de fósforo gracias a los estrictos controles y a una alimentación diaria basada en dosis de 2,8, 3,2 o 16,6 kilogramos por hectárea en cultivos de alta, media y baja densidad. Por ende, estas cantidades de fósforo y nitrógeno responden a que el alimento se acumula en el fondo y también en 59 % al uso de fertilizantes (Saldias et al., 2001).

## **1.9. Nutrición y Alimentación**

Ha quedado claro que la tasa de crecimiento está relacionada con la fuente de alimentos, la cual debe considerar una dieta equilibrada de carbohidratos, vitaminas, minerales y, primordialmente, de la proteína metionina, dado que en conjunto forman el tejido muscular de los camarones. Ciertamente, la alimentación radica en el tipo de especie de camarón, las condiciones de cultivo y la etapa de desarrollo, pues tiene que buscarse una formulación precisa para optimizar el FCA.

Manriquez (2022) subrayan al respecto que el requerimiento de proteína y metionina para cultivar camarones en estanques oscila entre 30 % y 40 % en función de los factores específicos, el estadio y la fase de crecimiento. Solo de esa manera pueden satisfacerse las necesidades nutricionales del animal y encaminar una producción sostenible y rentable a corto y largo plazo.

## **1.10. Parámetros Poblacionales**

### ***1.10.1. Crecimiento***

El crecimiento es el primer factor a tomar en cuenta, pues de ello radica una adecuada producción y, por consiguiente, deja por sentado que el alimento balanceado y las técnicas de manejo empleadas sí son favorables para el cultivo. Ahora bien, la premisa radica en alcanzar un mayor nivel de crecimiento en menos cantidad de días sin alterar negativamente los

parámetros fisicoquímicos, sino más bien conservando las condiciones idóneas de salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y dietas alimenticias (Roque et al., 2020).

Por lo general, el crecimiento tiende a ser mucho mayor y rápido en los primeros estadios larvarios debido a los procesos metabólicos más acelerados. Para corroborar lo expuesto, se llevan a cabo muestreos periódicos semanales del peso, el crecimiento y el comportamiento, aspectos que permiten identificar si la dieta suministrada al cultivo es o no adecuada. Alvarez (2022) hace hincapié en que la curva de crecimiento suele ser más lenta a medida que pasa el tiempo, pues incluso el animal puede llegar hasta un cierto tamaño y luego reducir su crecimiento a 80 %, dado que para realizar sus procesos fisiológicos requiere de mayor gasto energético.

En efecto, Díaz et al. (2021) reiteran que los camarones experimentan un desarrollo relativo debido a que su tamaño no es proporcional al tiempo de siembra: el desarrollo se reduce paulatinamente debido a que el animal ocupa su energía en otros procesos que no le permiten crecer de manera rápida como en sus primeros estadios. Salinas (2009) analiza además a la densidad como un factor principal e indica que, por ejemplo, el crecimiento en 120 camarones por metro cuadrado es de apenas 1,22 gramos por semana, mientras que en 90 camarones por metro cuadrado se alcanzan hasta 1,41 gramos semanales y con un porcentaje de mortalidad bajo de apenas 4,09 %.

### ***1.10.2. Factor de Conversión Alimenticia***

El FCA sirve como guía para conocer la relación de crecimiento en función del alimento suministrado durante el desarrollo del cultivo y evidenciar si la producción es sostenible y rentable o si quizá existen costos elevados que deben atenderse e incluso alimento que está desperdiciándose (Ha, 2016). Para calcularlo, hay que dividir la cantidad de alimento consumido sobre la biomasa; no obstante, puede ajustarse según la necesidad o el tipo de manejo realizado durante la producción.

Cuando el factor de conversión es bajo implica que el proceso es eficiente, dado que con poca cantidad de alimento se obtiene un alto volumen de biomasa. He ahí el porqué es crucial monitorear constantemente para realizar los ajustes necesarios en las dietas, optimizar los costos de producción y tener mejor rentabilidad (Fallace et al., 2016).

Miranda et al. (2010) resaltan que los cultivos ocurren en 94 días aproximadamente, tiempo en el que es necesario mantener un constante control de la alimentación y el crecimiento, pues en este tiempo el animal debe alcanzar un peso promedio de 10,66 gr, una conversión alimenticia de 1,01:1 y una producción de 2.579,98 kg/ha/ciclo. Precisamente, Salinas (2009) subraya que el éxito radica en los parámetros fisicoquímicos y las densidades de siembra: en 120 camarones por metros cuadrado con aireación, el crecimiento tiende a ser negativo o nulo y con un factor de conversión muy alto, de 5 a 4.9; en cambio, en 90 camarones por metro cuadrado, la aireación se mantiene en 2,5 y hay mejores condiciones de desarrollo.

Ahora bien, el FCA puede alcanzar hasta un nivel de 2,12 cuando el camarón está en proceso de muda debido a que al cambiar su exoesqueleto procede a enterrarse y no ingiere alimento, lo que ocasiona que se desperdicie y no genere biomasa. Este comportamiento produce daños en el fondo del estanque y aumenta el riesgo de enfermedades en los cultivos (Molina et al., 2000). A continuación, la Tabla 1 detalla la tasa de crecimiento semanal y el FCA en el cultivo de camarón

**Tabla 1:** Tasas de crecimiento semanal y conversiones alimenticias en el cultivo de *Litopenaeus vannamei*

Sistema	Tasa de crecimiento	Supervivencia %	FCA	Tipo de alimento	Autor y año
Semiintensivo	0,95 ± 0,23 g	65,19 ± 14,2	1,01:1	alimento balanceado paletizado K-maron 35@ alimentación al voleo sin aireación	(Miranda et al., 2010)

<b>Semiintensivo</b>	0,24 – 0,25 ± 0,1 g/día,	93,0±6,6 %,	1.2 – 1.1	Alimentación sónica sin aireación	Armijos y Villafuerte (2020)
<b>Semiintensivo</b>	1,2 g/semanal	52.70 %	1.41	Alimentación sónica alimentador Maof Madan	Ruiz y Torres (2018)
<b>Semiintensivo</b>	1.5 a 2 gr/semana	83%	7215 kg/mes	Alimentación sónica	Guacho (2022)
<b>Semiintensivo</b>	2,1 g/semana	47%	(2,0 ± 1,5)	Alimentación sónica	Loor (2022)
<b>Semiintensivo</b>	1,8 g/semana	57%	1,49	Alimentación automática	Gavilánez (2021)
<b>Semiintensivo</b>	1,4 g/semanal	45.87 ± 10.11 %	1.35	Alimentación automática con Aqu1	Bravo y Santos (2019)
<b>Extensivo</b>	0,96 g/ 5 días	99%	1.41	Alimentación al voleo	Prado y Pichardo (2012)
<b>Semiintensivo</b>	2,5 g/semana	84%	0.89	Alimentación automática hidrófonos	Reyna (2020)
	1,60 g semana	73%	1.75	Alimentación sin sensores	

## 1.11. Técnicas de Alimentación

La producción camarona requiere de estrategias de alimentación que contribuyan a incrementar la eficiencia, la calidad y el crecimiento del cultivo, de tal modo que se asegure un negocio rentable, con ahorros considerables y mejor TCA (Ullman, 2017). Dependiendo del tipo de producción es posible emplear la técnica de voleo, automatizada (sónico o timer) o fusionar ambas; sin embargo, esta última realmente brinda mayor control para ajustar la dieta según las necesidades del animal, asegurar un FCA bajo y reducidos porcentajes de lixiviación. Además, ello se traduce a menos exceso de materia orgánica responsable de generar en el suelo eutrofización y problemas de contaminación hacia al medioambiente (Gavilánez, 2021).

### 1.11.1. Alimentación al Voleo

Es una técnica presente desde los inicios de la actividad camaronera que consiste en esparcir el alimento balanceado sobre el estanque y distribuirlo de forma homogénea para que el camarón lo consuma y alcance un buen crecimiento y adecuadas conversiones alimenticias.

La alimentación al voleo requiere de comederos testigos, los cuales son dispuestos en puntos estratégicos con el fin de corroborar si el alimento es ingerido o no por el animal (Martínez et al., 1998).

### ***1.11.2. Alimentación Automática Sónica***

En primera instancia, vale indicar que la mayoría de los estudios sobre alimentación automática no suelen reportar si el sistema empleado es sónico o con timer; en todo caso, ello no exime la eficiencia que se logra con este tipo de mecanismos. De manera específica, el de tipo sónico cuenta con un hidrófono para captar la actividad del camarón y determinar cuándo y qué cantidad de alimento requiere arrojar el alimentador para satisfacer la ingesta y dosificar la dieta; además, mide el oxígeno disuelto y la temperatura. De ese modo, es posible reducir el tiempo de producción en 90 y 120 días (De León Díaz, 2015).

Armijos y Villafuerte (2020) resaltan que este método potencia el FCA hasta en 30 % (1,2-1,1) en contraste con la alimentación al voleo, lo que a su vez incide positivamente en la calidad de agua. Se alcanza así una rentabilidad de, por ejemplo, 10,8 gr con un FCA de 3,2 % de la biomasa y una mejora del 20 % del suministro y consumo de alimento; no obstante, su estudio no demuestra una diferencia significativa del FCA mediante alimentación sónica (1,64) y al voleo (1.72).

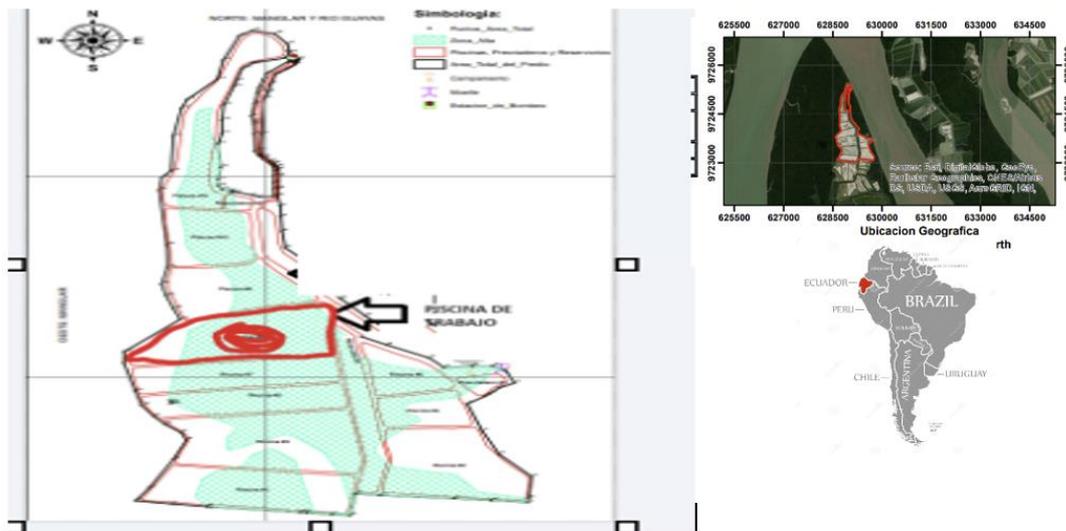
En cambio, el estudio de Espinoza (2017) sí corrobora que los alimentadores automáticos mejoran los rendimientos de FCA, pues logró obtener un valor de 1.55 en contraste con 1.90 de la alimentación al voleo. Sin duda, esta diferencia es significativa y deja por sentado que este tipo de técnicas son ideales para rentabilizar la producción.

## II. Materiales y Métodos

### 2.1. Ubicación del Experimento

El estudio se llevó a cabo en la camaronera Camanovillos del Grupo Terrawa ubicada en la isla Mondragón a 30 minutos en bote desde Guayaquil. Sus coordenadas son  $2^{\circ}29'58.8''S$   $79^{\circ}50'04.3''W$  (Figura 1).

**Figura 1:** Camaronera Camanovillos



### 2.2. Sitio Experimental

El proceso consistió en evaluar la eficiencia del alimentador automático sónico de capacidad de 75 kg por tolva y de un aireador de 12 hp con capacidad de 3.3 lb O<sub>2</sub>/HP-h. por hectárea; en total se contaron con cinco alimentadores y aireadores para una piscina de cinco hectáreas. El tipo de cultivo fue semiintensivo con una siembra de 19 animales por metro cuadrado, cuyo peso inicial fue de 6,6 gr.

## **2.3. Método del Cultivo de Camarón**

### **2.3.1. Preparación de la Piscina**

La piscina 17A se preparó con ocho sacos de carbonato y cinco de silicato por hectárea, mientras que en la zona del préstamo se dispuso nitrato y enzimas (biobac). Luego, procedió a llenarse el estanque hasta el 80 % de su nivel operacional sobre la base de lo indicado por el técnico encargado.

### **2.3.2. Procedimiento de Fertilización**

La fertilización se realizó con 10 kg/ha nitrato de sodio, un saco por hectárea de silicato en fermentación y 5 kg/ha de muriato de potasio. En conjunto aseguraron una buena cantidad de nutrientes en el agua con su respectiva coloración para la estancia de la larva.

### **2.3.3. Procedencia de la Larva**

La larva procedió de Texcumar y, posteriormente, fue llevada al laboratorio Prodaqua para los procesos de aclimatación. El tipo de siembra fue bifásico: la larva llegó a las precarias 4 y 5 y alcanzó un peso 6,6 de gr para entonces ser trasladada a la piscina 17A para su cultivo durante 71 días hasta lograr 36 gr de peso. La densidad de siembra inicial correspondió a 19,3 camarones por metro cuadrado, es decir 193 396 en total.

### **2.3.4. Funcionamiento de Alimentación Automática**

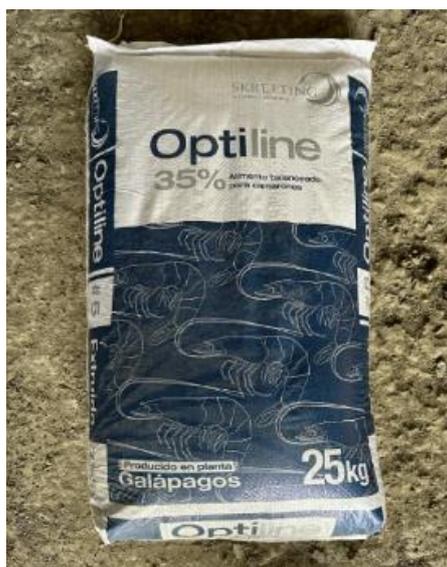
La alimentación se realizó con equipos Eruvaka con capacidad de 75 kg por tolva. Durante el cultivo se suministró el balanceado de dos formas: por voleo, hasta llegar a los 9,24 gr, y luego de forma sónica, la cual demostró mejores resultados. A fin de cuentas, estos alimentadores tienen capacidad para alimentar hasta 250 000 animales y de distribuir ocho mil libras por comedero.

### **2.3.5. Tipo de Alimento Utilizado**

Se empleó el alimento balanceado Optiline #5 marca Skretting de 25 kg cada saco, cuyo contenido proteico es del 35 % (Figura 2).



**Figura 2:** Alimento balanceado



#### **2.4. Alimentación Projectada**

El alimento fue utilizado por 71 días en los que se sembraron 19 camarones por metro cuadrado con las características antes descritas. Durante la primera semana, la alimentación fue al voleo (Tabla 2) hasta que los animales se adaptan a la piscina; luego, desde el séptimo día, empezó a aplicarse el mecanismo automatizado (Tabla 3).

**Tabla 2:** Alimentación al voleo

Días	% Biomasa	Peso Camarón	Tasa de Crecimiento	FCA
0	5,83	6,60	0	0,058
1	5,45	7,04	0,44	0,110
2	5,11	7,48	0,44	0,156
3	6,89	7,92	0,44	0,218
4	6,52	8,36	0,44	0,275
5	6,19	8,80	0,44	0,326
6	6,48	9,24	0,44	0,379

**Tabla 3:** Alimentación por método sónico

<b>Semanas</b>	<b>% <i>Biomasa</i></b>	<b>Peso Camarón</b>	<b>Tasa de Crecimiento</b>	<b>FCA</b>
2	4,54	12,56	3,32	0,696
3	4,56	15,78	3,22	0,880
4	4,45	18,30	2,52	1,116
5	4,65	21,88	3,58	1,290
6	3,64	25,10	3,22	1,506
7	2,97	28,32	3,22	1,656
8	3,10	31,32	3	1,782
9	2,49	33,92	2,6	1,955
10	4,47	36,35	2,43	2,104

### III. Resultados

#### 3.1. Características Generales del Cultivo con Aireación y Alimentación Automática

A lo largo de 10 semanas se evaluaron los parámetros de temperatura y oxígeno, así como el consumo de balanceado diario y semanal en conjunto con la tasa de crecimiento. En los 71 días, los alimentadores automáticos funcionaron en todo momento a la par del sistema de aireación activado durante las tardes y toda la noche; se evidenciaron así los datos generales del trabajo (Tabla 4).

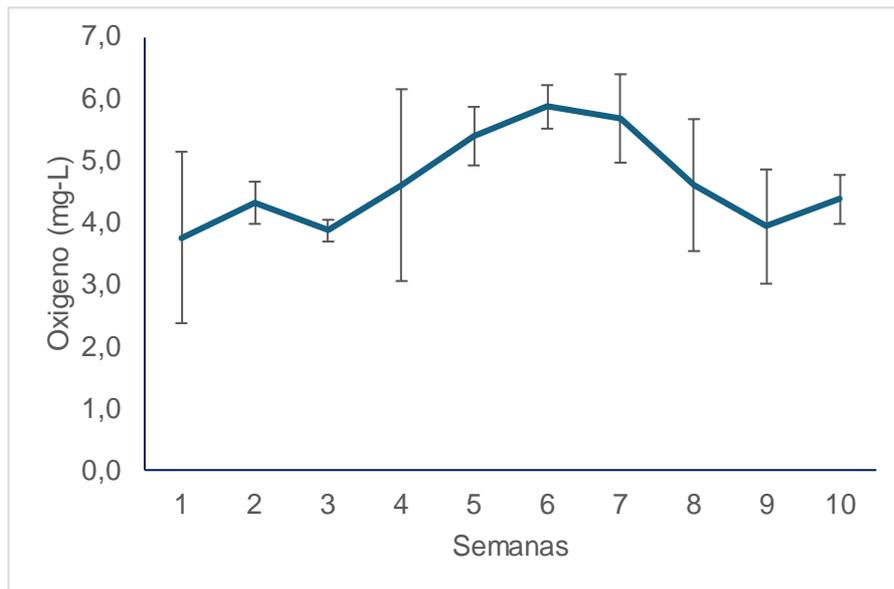
**Tabla 4:** Resultados generales del cultivo

Características	Resultados
Fecha de siembra	04/04/2024
Fecha de cosecha	12/05/2024
Población inicial	908 959
Población final	619 491
Biomasa inicial (kg)	5999,1294
Biomasa final (kg)	22545,45455
Tasa de crecimiento semanal	2,98 (0,39)
FCA semanal	1,25 (0,58)
Alimento acumulado total kg	47425
Densidad	19 cam/m <sup>2</sup>

#### 3.2. Concentración de Temperatura y del Nivel de Oxígeno Durante el Cultivo

La Figura 3 muestra en el eje X el tiempo de cultivo y en el eje Y la concentración de oxígeno.

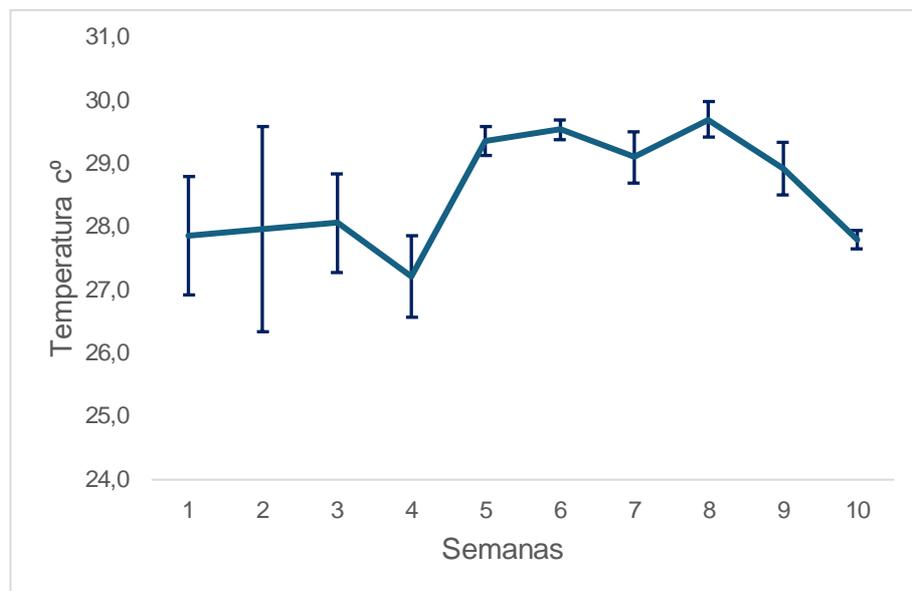
**Figura 3:** Concentración de oxígeno en el cultivo con alimentación automática y 12 horas de aireación



Entre la primera y sexta semana hubo una concentración de oxígeno de 4 mg/L a 6 mg/L y en las tres últimas se presencié una disminución de hasta 5.5 mg/L. Vale acotar que la primera, cuarta, séptima, octava y novena semana existió una variación notable en los niveles de oxígeno disuelto en el agua.

Por otro lado, la Figura 4 muestra la temperatura del agua y el tiempo del estudio.

**Figura 4:** Temperatura y tiempo del cultivo

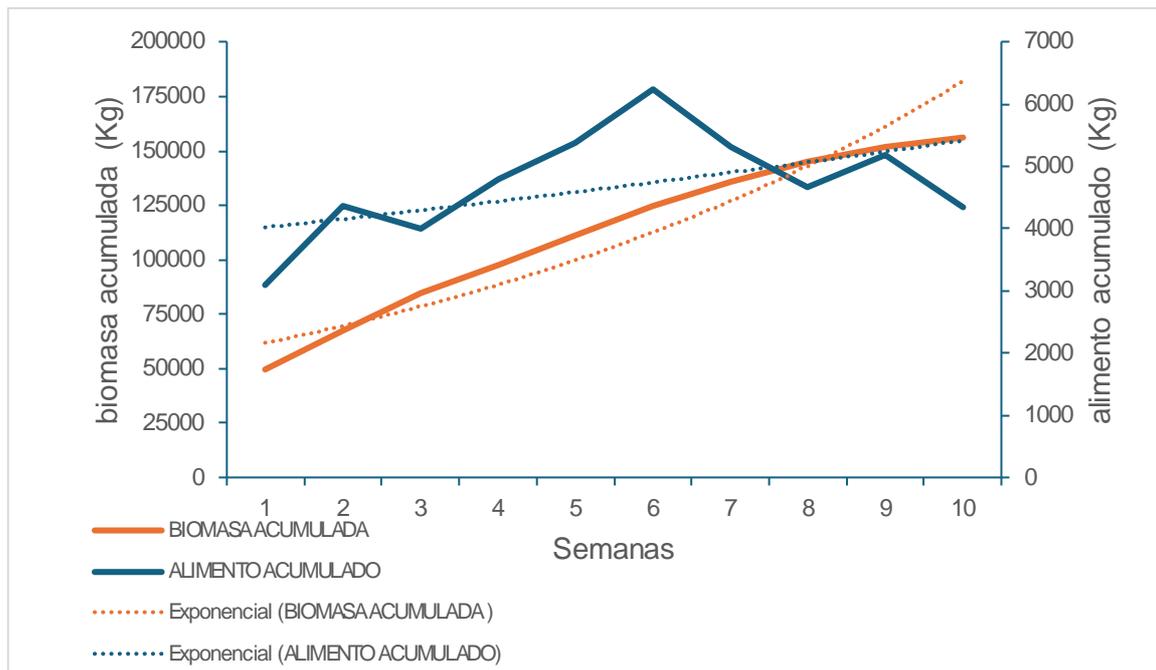


En las primeras cuatro semanas la temperatura varió entre 26.8 °C y 29.8 °C, pero a partir de la quinta semana las fluctuaciones fueron mínimas y con mayor grado de calor de entre 28 °C a 30 °C.

### **3.3. Resultado del Consumo de Alimento y Biomasa**

En lo que respecta a estos parámetros, la Figura 5 detalla los resultados.

**Figura 5:** Biomasa acumulada y consumo de alimento

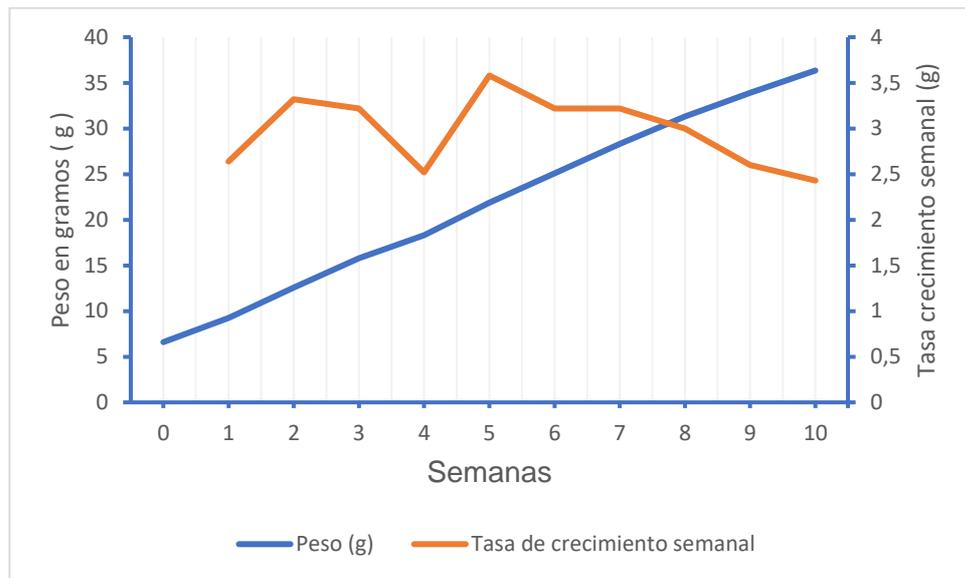


La biomasa acumulada aumentó constantemente y de forma exponencial: entre la primera y segunda semana, el consumo de alimento diario fue del 2,4 %; entre la segunda y tercera semana, la ingesta decreció en 4,44 %; desde la tercera hasta la sexta semana se observó un incremento diario del consumo del 1 %; por último, entre la sexta y séptima semana hubo una disminución en la biomasa acumulada mientras el alimento seguía aumentando, lo que indicaría que hay otros factores que inciden en ello.

### 3.4. Resultado del Crecimiento del Camarón Semanal

A continuación, la Figura 6 muestra en el eje X las semanas de cultivo, a la derecha la tasa de crecimiento semanal y a la izquierda el peso de los camarones.

**Figura 6:** Crecimiento del camarón

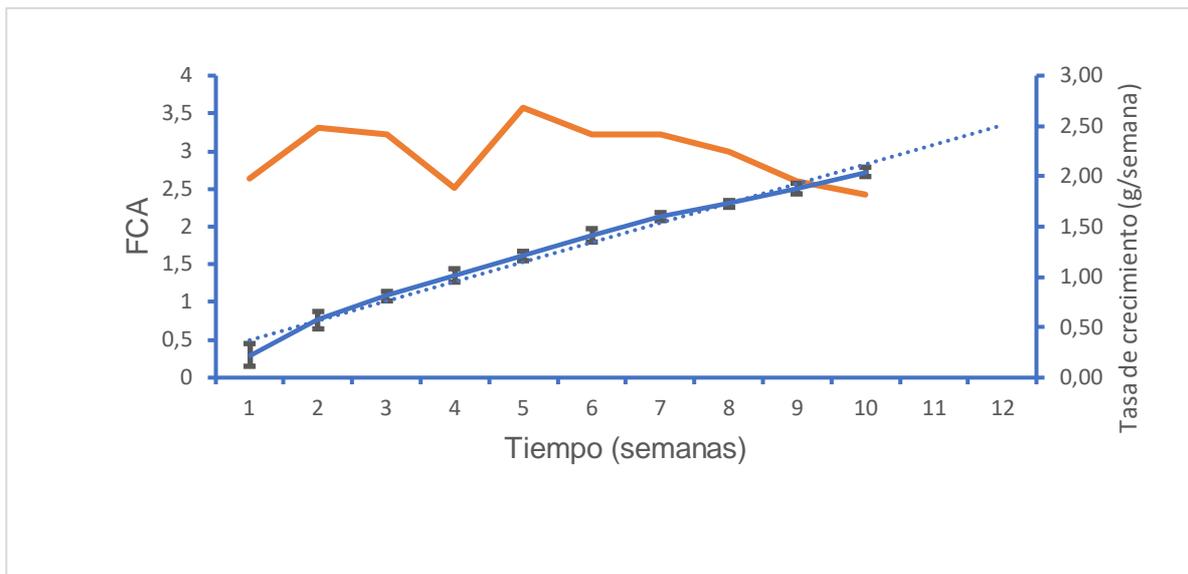


Se evidenció un crecimiento exponencial en el peso de los camarones de 6,6 gr hasta cerca de 40 gr. Aunque en términos generales es un incremento lineal, constante y sostenido, hubo fluctuaciones significativas: la segunda semana alcanzó un pico de 3.5 gr y luego se experimentó una disminución hasta la cuarta semana, pero un aumento nuevamente en la quinta. A partir de la sexta semana, la tendencia fue decreciente de aproximadamente 3 gr semanales y cerca de 2 gr hacia el último periodo. En todo caso, el promedio general de la tasa de crecimiento fue de 2,97 g/semana.

### 3.5. Comparación de la Tasa de Crecimiento y la Conversión Alimenticia

La Figura 7 ilustra la evolución del FCA y la tasa de crecimiento: el eje X representa el tiempo en semanas (de uno a diez), el eje vertical izquierdo (Y1) mide el FCA de 0 a 3 y el eje derecho (Y2) mide la tasa de crecimiento de 0 a 4.

**Figura 7:** Tasa de crecimiento vs. conversión alimenticia



Tasa de crecimiento  
FCA

El FCA aumentó inicialmente y alcanzó un pico de aproximadamente 2,5 en la segunda semana seguido de fluctuaciones de 2,0 y 2,5 hasta la quinta semana. Desde entonces, hasta la séptima semana, se estabilizó en 2,0, pero disminuyó gradualmente hasta 1,5 los últimos días, lo que indica una mejora en la eficiencia alimenticia corroborando con el trabajo de Álvarez (2022) en donde manifiesta que los crecimientos y el mayor consumo de alimento son en las primeras semanas de cultivo hasta alcanzar un promedio alto, en donde después disminuirá y se mantendrá inconstante.

Ahora bien, evidenciando la tasa de crecimiento, que empieza alta con 3 g/semana en la semana 1, fluctúa considerablemente y muestra una tendencia a disminuir, alcanzando aproximadamente 2 g/semana en la semana 10. Por ejemplo, en la semana 6, el FCA es de 1,5, mientras que la tasa de crecimiento es de 3 g/semana. Esto sugiere que a medida que los camarones crecen, su eficiencia en la conversión del alimento disminuye, requiriendo más alimento para mantener el mismo ritmo de crecimiento.

### **3.6. Impacto de la Temperatura**

El estudio demuestra que temperaturas altas, de cerca de 30 °C, afectan directamente al crecimiento del camarón, pues la tasa de oxígeno disuelto se altera y provoca problemas en el sistema inmune y en el metabolismo del camarón, hecho que reduce el nivel metabólico, la ingesta de alimento y el crecimiento. Durante las primeras semanas, la temperatura fluctuó entre 25,2 °C y 29,9 °C, luego logró estabilizarse y desde la sexta semana afectó al crecimiento y al consumo de alimento. Por ende, el incremento de FCA no está correlacionado directamente con esta variable.

Comparando este resultado con Buentello et al. (2000) señalan que es un hecho que la variabilidad de la temperatura incide en la eficiencia alimentaria y en el crecimiento de los camarones, de ahí que sugiera mantener el agua entre 26,2 °C y 29,2 °C. Además, Ponce et al. (1997) sostienen que las altas variaciones en las primeras semanas ocasionan estrés en los camarones, lo que a su vez conlleva a una menor eficiencia de FCA y mayores tasas de mortalidad.

Por otro lado, la biomasa acumulada tuvo una disminución de 6250 kg a 5325 kg entre la sexta y séptima semana, hecho que coincide con el periodo de temperaturas más altas las cuales posiblemente pudieron haber excedido límites de toleración metabólica en los organismos. Ello demuestra lo expuesto por Wyban et al. (1995), quien menciona también que las temperaturas elevadas afectan el metabolismo y la salud de los camarones y reducen su capacidad para convertir el alimento en biomasa de manera eficiente.

### **3.7. Eficiencia de Conversión Alimenticia**

El FCA aumentó de 0.058 a 0.379 cuando los camarones subieron 6,6 gr a 9,24 gr de peso durante los primeros siete días. El incremento de peso sugiere una disminución en el consumo del alimento a medida que los camarones crecen, tendencia que es consistente con el estudio de Moss y Moss (2004), quienes demuestran que ello ocurre debido a cambios en las

necesidades energéticas y la fisiología. Los autores evidenciaron conversiones de 13,50 % con camarones de 2,2 gr y de 5,77 % de biomasa cuando pesan 6 gr.

La investigación también demostró un FCA de 2,1 cuando el camarón llega a pesar 36 gr, cifra que es buena pero no óptima. haciendo énfasis en que un FCA ideal para el camarón blanco puede a ser tan bajo como 1,5, aunque en un contexto comercial el rango de 2,0 a 2,5 es común; por ende, 2,1 es considerado aceptable y con potencial de mejora. De ahí que sea necesario analizar factores ambientales, de manejo, calidad del alimento y las condiciones de cultivo.

El FCA y la tasa de crecimiento mantienen así una relación inversamente proporcional: a medida que el FCA disminuye, la tasa de crecimiento aumenta durante el cultivo, lo que sugiere que una menor cantidad de alimento se convierte en una mayor cantidad de biomasa, reflejando una optimización en el manejo del cultivo y en la utilización de los recursos alimenticios. Sin embargo, Gomez et al. (2018) expresan lo contrario: a más crecimiento del camarón mayor es el FCA debido a que su eficiencia en la conversión de alimento puede disminuir, pues si es llevado a tamaños exagerado, alrededor de 40 gramos, los organismos tienen un desgaste energético ya que comienzan a reproducirse.

En resumen, la disminución en el FCA y el aumento en la tasa de crecimiento subrayan la importancia de una gestión correcta del régimen alimenticio y de las condiciones del entorno del cultivo. Los resultados sugieren así que las prácticas de manejo implementadas han sido efectivas para mejorar la eficiencia alimenticia y promover un crecimiento sostenido.

### **3.8. Relación de la Tasa de Crecimiento, Alimentación, Oxígeno y Temperatura**

Durante la séptima y octava semana se detectó una alteración en la temperatura debido a los días calurosos, las bajas de oxígeno y los escasos de combustible en la granja camaronera, lo que ocasionó que los aireadores dejen de funcionar. La correlación entre el consumo de alimento y la biomasa producida hasta la sexta semana fue de  $R^2= 0,9$ , lo que implica que hasta

ese periodo la demanda de alimento otorgado y la cantidad de 6250 kg consumidos por el camarón tuvo una relación muy estrecha y con una excelente conversión en biomasa. En cambio, a partir de la séptima semana, las altas temperaturas y el poco oxígeno disuelto en el agua disminuyó la cantidad de alimento consumido y, por ende, la correlación fue menor. En todo caso, en términos generales, la densidad de 16 cam/m<sup>2</sup>, las condiciones externas y el alimento exógeno fueron factores significativamente relevantes para sostener una biomasa de 46600 libras.

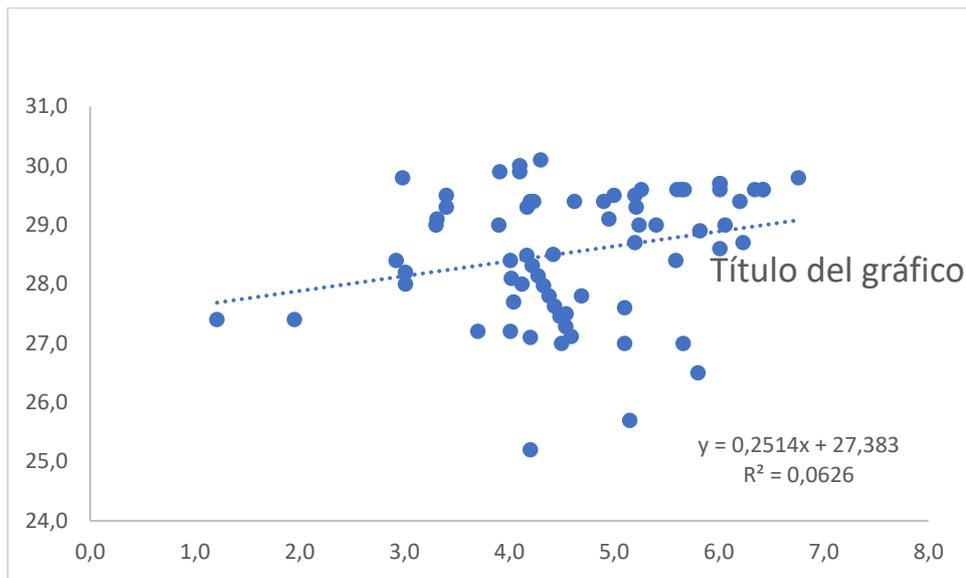
Al tratarse de un sistema semicerrado sujeto a variaciones ambientales, los mecanismos tecnológicos existentes no son capaces de hacer frente a los cambios repentinos del clima que alteran drásticamente la producción. En efecto, Boyd (2015) demuestra que siempre hay que considerar factores limitantes como son las condiciones ambientales desfavorables o enfermedades que impactan en el desarrollo de los camarones.

Tacon y Metian (2015) mencionan además que la tendencia exponencial en el crecimiento de la biomasa es un indicador de que los camarones están en una fase de rápido crecimiento, de aproximadamente 3 gr por semana, lo cual es típico en las primeras etapas de desarrollo cuando el acceso al alimento es adecuado. Ahora bien, New (2002) sostiene que el aumento del FCA a lo largo del tiempo sugiere una disminución en la eficiencia de la conversión del alimento en biomasa, un fenómeno común a medida que los organismos crecen y sus requerimientos metabólicos cambian.

### ***3.8.1. Relación de la Temperatura y el Oxígeno***

El factor de determinación del análisis entre la relación de la temperatura y el oxígeno demuestra que no hay una relación directa entre estos dos parámetros. (Figura 8).

**Figura 8:** Relación temperatura-oxígeno



Debido a que es un sistema expuesto a radiación solar generando un aumento de temperatura e incrementando el oxígeno disuelto paralelamente por el efecto de la fotosíntesis, es decir que el factor de oxígeno está condicionado a los aireadores y en menor medida a las condiciones ambientales.

### 3.8.2. *Relación de la temperatura y la tasa de crecimiento*

La correlación entre los datos semanales de temperatura y la tasa de crecimiento es  $R^2 = 0,31$ , lo que implica que es débil (Figura 9).

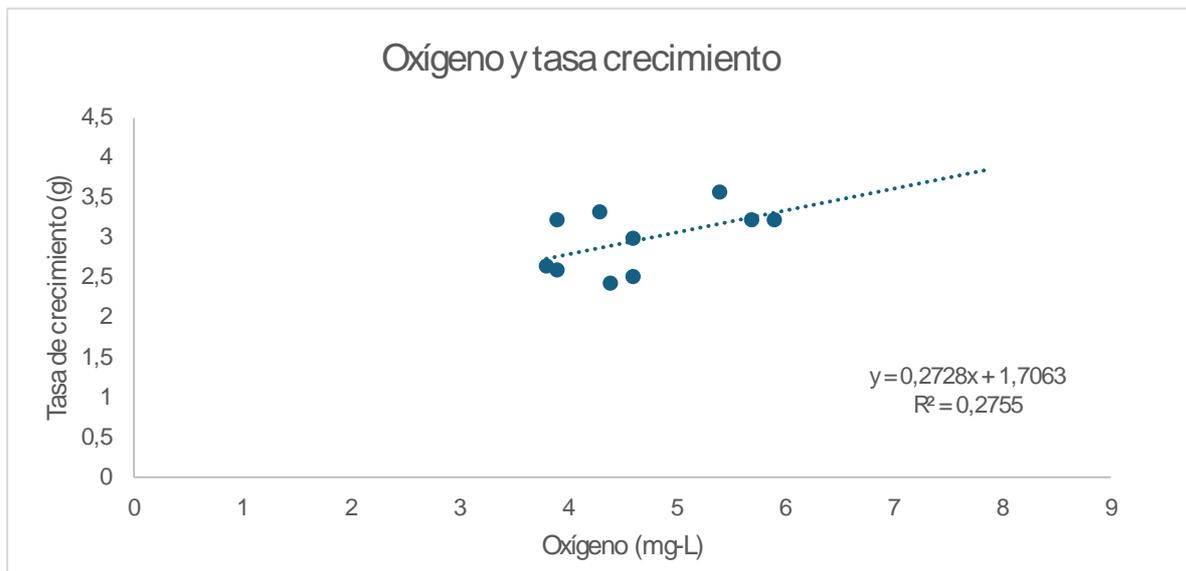
### Figura 9: Relación temperatura-tasa de crecimiento

Lo expuesto indica que el crecimiento del camarón estuvo regulado por la temperatura: cuando esta aumentó, la tasa de crecimiento fue igualmente incrementando. Por ende, el crecimiento dependió de igual forma de los factores ambientales.

#### 3.8.3. Relación de Oxígeno Disuelto y Tasa de Crecimiento

La Figura 10 demuestra la relación entre el oxígeno y la tasa de crecimiento semanal, con un bajo índice de determinación  $R^2=0,27$ .

### Figura 10: Relación temperatura-tasa de crecimiento

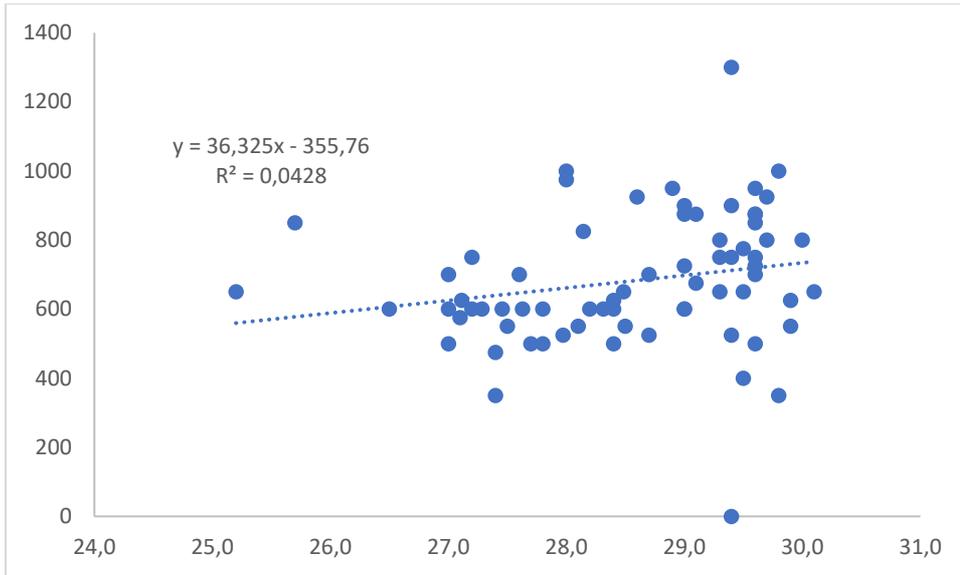


Lo expuesto evidencia que a medida que el oxígeno aumentó, también el crecimiento del camarón lo hizo debido a que el organismo requiere concentraciones de oxígeno adecuadas para su metabolismo.

#### 3.8.4. Relación de la Temperatura y Consumo de Alimento

La Figura 11 demuestra que no hubo correlación entre la temperatura y el consumo de alimento, indicando que ambos parámetros estuvieron controlados en el sistema de cultivo.

### Figura 11: Relación temperatura-consumo de alimento

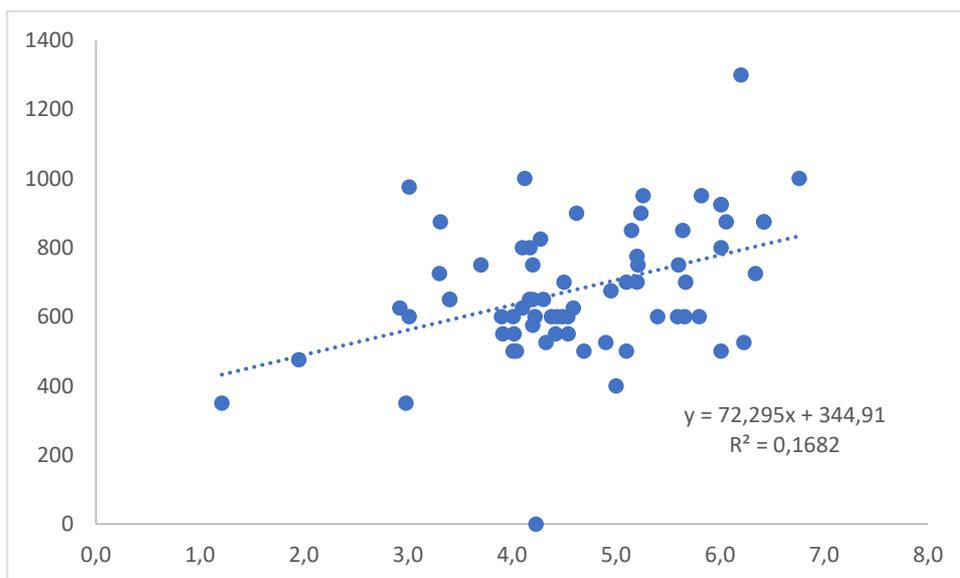


La actividad metabólica del organismo fue mas elevada, de hasta de 29 °C . Ello exigió al sistema automático suministrar más alimento acorde a lo requerido por el camarón.

### 3.8.5. *Relación de Oxígeno y consumo de alimento*

La (Figura 12). indica que la concentración de oxígeno estuvo siempre por encima de los valores permisibles, con solo dos valores por debajo de 2,5 mg-L, por lo tanto, no existe una relación directa entre el consumo de alimento y la disponibilidad de oxígeno en el agua.

**Figura 12:** Relación oxígeno-consumo de alimento



Lo expuesto demuestra que a buenos niveles de oxígeno en el cultivo mayor es el consumo de alimento, lo cual se ve evidenciado en el crecimiento y aumento de biomasa.

De acuerdo a lo antes descrito, Tacon y Metian (2015) mencionan que la tendencia exponencial en el consumo de alimento es un indicador de que los camarones están en una fase de rápido crecimiento debido a la concentración de oxígeno. En el presente estudio, aproximadamente 3 gr por semana lo cual es relevante en las primeras etapas de desarrollo cuando el acceso al alimento es adecuado y a las condiciones ambientales observadas.

#### **IV. Conclusiones**

La comparación entre el FCA y la tasa de crecimiento a lo largo de las semanas de cultivo proporciona una visión clara sobre la eficacia del manejo del alimento y las condiciones ambientales en el cultivo. Por ende, queda demostrado que la alimentación automática con aireación asegura un crecimiento semanal del camarón de 3 gr de peso semanal.

Por último, el estudio deja por sentado que los mecanismos de alimentación automática son eficientes al utilizarse en conjunto con aireadores de 12 hp. En ese sentido, pudo alcanzarse aumentos diarios en el peso del camarón de hasta 0,44 gr por día, teniendo en relación con los factores ambientales que suelen variar como los cambios de temperatura. Demostrando que la aireación esta relacionada con el consumo de alimento

## **V. Recomendaciones**

- Es recomendable realizar los pesajes cada tres días para mantener un control minucioso del desarrollo del camarón.
- Se aconseja analizar el consumo de alimento con el fin de determinar cuáles son las horas pico de mayor actividad del animal
- Es importante tener un buen control de los aireadores para que no existan problemas mecánicos ni en el suministro de diésel.

## Referencias

- Alvarez, C. (2022). *Comparación del rendimiento productivo del cultivo de camarón blanco "Litopenaeus vannamei" entre la alimentación manual (tradicional) y alimentación automática temporizada en sistemas semi-intensivos* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8128/1/UPSE-TBM-2022-0025.pdf>
- Armijos, D. y Villafuerte, M. (2020). *Optimización del hidrófono en alimentación de camarones (Litopenaeus vannamei)* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51468>
- Boyd, C. (2015). *Water quality: an introduction*. 2<sup>da</sup> ed. Springer.
- Bravo, L. y Santos, G. (2019). *Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)* [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3ebc65b8-bd16-473f-84fe-d534fb589238/content>
- Buentello, J., Gatlin, D. y Neill, W. (2000). Effects of water temperature and dissolved oxygen on daily feed consumption, feed utilization and growth of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 182(3-4), 339-352. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00274-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00274-4)
- Carranza, O. (2020). Evaluación de la tasa de consumo de oxígeno del *Penaeus vannamei* con relación a la salinidad, temperatura y peso corporal. *Revista Ciencia y Tecnología*, 13(25), 55-65. <https://doi.org/10.5377/rct.v13i25.10412>

- Cevallos, B. (2023). *Eficiencia de la alimentación automatizada robotilsa sobre la supervivencia y crecimiento del camarón Litopenaeus vannamei en cultivo-semi-intensivo en camaronera MARCOR S. A.* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9631/1/UPSE-TBI-2023-0005.pdf>
- Cuéllar, J., Lara, C., Morales, V., De Gracia, A. y García, O. (2010). *Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo de manejo para el cultivo del camarón blanco Penaeus vannamei.* OSPESCA. <https://core.ac.uk/download/pdf/33720365.pdf>
- De la Rosa Calle, C. (2023). *Evaluación de la concentración de amonio y nitrito en el agua de un sistema intensivo de cultivo de camarón* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala]. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/22139>
- De León Díaz, J. (2015). *Evaluación técnica y financiera de la eficiencia de dos sistemas de alimentación en el cultivo de camarón (Litopenaeus vannamei) en etapa de engorde en la compañía Belize Aquaculture, LTD. -BAL- ubicada en Placencia, distrito de Stann Creek, Belice, C.A.* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2839/1/JOSU%C3%89%20MIGUEL%20DE%20LE%C3%93N%20D%C3%8DAZ.pdf>
- Díaz, R., Díaz, L. y Reyes, W. (2021). Crecimiento y supervivencia de postlarvas del camarón de río *Cryphiops caementarius* alimentadas con dietas suplementadas con paprika. *REBIOL*, 40(2), 149-159. <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.02.03>
- Escobar, D. y Nieto, C. (2021). *Efectos de nitrito en Penaeus Vannamei cultivados en aguas de baja salinidad* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politecnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51441/1/T-76725%20Escobar-Nieto.pdf>

- Espinoza, S. (2017). *La producción de camarón, análisis de rentabilidad del sistema semi-intensivo entre alimentación tradicional y alimentación automática* [Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21673>
- Fallace, J., Vergara, R. y Suarez, A. (2016). Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*L. vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. *AcuaTIC*, (44), 12-29. <https://www.redalyc.org/pdf/494/494449812002.pdf>
- García, S., Juárez, A., Olivier, B., Rivas, M. y Zeferino, J. (2018). Variables fisicoquímicas ambientales que inciden en el cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*, en Coyuca de Benítez, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 5(2),135-155. <https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/169>
- Gavilánez, O. (2021). *Comparación de dos sistemas de alimentación automático (system aq1 y moafmadan) en el crecimiento de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6609/1/UPSE-TBM-2021-0010.pdf>
- Gomez, L., Rauw, W., Cabaleiro, S., Caamaño, R., Garcia, L. y Kause, A. (2018). The relationship between feed efficiency, growth and group dominance dynamics in turbot (*Scophthalmus maximus*). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(1). <https://doi.org/10.5424/sjar/2018161-12069>
- Guacho, C. (2022). *Niveles de consumo de balanceado del camarón blanco Litopenaeus vannamei usando alimentadores automáticos en modo sónico, durante la estación cálida húmeda, camaronera Isla Matorrillo* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8860>

- Ha, T. (2016). *Optimization of feed management for Pacific White shrimp (Litopenaeus vannamei)* [Tesis de maestría, Auburn University].  
[https://etd.auburn.edu/xmlui/bitstream/handle/10415/5163/Thesis\\_%20Van%20To.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://etd.auburn.edu/xmlui/bitstream/handle/10415/5163/Thesis_%20Van%20To.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Hernández, J. (2016). *Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco Litopenaeus vannamei, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado* [Tesis de posgrado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.].  
[http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/505/hernandez\\_j.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/505/hernandez_j.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Loor, I. (2022). *Evaluación de la eficiencia de dos sistemas de alimentación automática para engorde del camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en relación con la alimentación manual* [Tesis de pregrado Universidad de Guayaquil].  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/64172>
- López, J., Ruiz, W. y Moncayo, E. (2014). Desarrollo de la maricultura en el Ecuador: situación actual y perspectivas. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*.  
[https://www.researchgate.net/publication/276206554\\_Desarrollo\\_de\\_la\\_maricultura\\_en\\_el\\_Ecuador\\_situacion\\_actual\\_y\\_perspectivas](https://www.researchgate.net/publication/276206554_Desarrollo_de_la_maricultura_en_el_Ecuador_situacion_actual_y_perspectivas)
- Lucena, A., Leonardi, G., Pichardo, G. y Farci, G. (2006). Sobrevivencia de las larvas de camarón a baja salinidad. *Educare*, 10(1).  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3922000>
- Manriquez, A. (2022). *Formulación de dietas con distintos niveles de metionina, proteína y arginina para el estudio de la fisiología de crecimiento del camarón, Litopenaeus vannamei* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma De Baja California].  
<https://doi.org/10.57840/uabc-930>

- Martín, L., Corrales, Y., González, M., Carrillo, O., Cabrera, H. y Arenal, A. (2022). Principales factores que modifican el sistema inmune en camarones peneidos estrategias para un cultivo sostenible. *Revista de Producción Animal*, 34(1), 1-24. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v34n1/2224-7920-rpa-34-01-103.pdf>
- Martínez, L., Porchas, M. y Villarreal, H. (1998). Efecto de tres diferentes estrategias de alimentación sobre el fitoplancton, zooplancton y bentos en estanques de cultivo de camarón café *penaeus californiensis* (Holmes 1900). *Ciencias Marinas*, 24(3), 267-281. [https://www.redalyc.org/pdf/480/Resumenes/Resumen\\_48024302\\_1.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/480/Resumenes/Resumen_48024302_1.pdf)
- Miranda, I., Valles, J., Sánchez, R., y Álvarez, Z. (2010). Cultivo del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) en agua dulce. *Revista Científica (Maracaibo)*, 20(4), 339-346. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0798-22592010000400002](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0798-22592010000400002)
- Molina, C., Cadena, E. y Orellana, F. (2000). Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. En L. Cruz, D. Ricque, M. Tapia, M. Olvera, R. Civera (Eds), *Avances de nutrición acuícola. V memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola 19-22 noviembre 2000* (pp. 358-380). Universidad Autónoma de Nuevo León. <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/284/282><https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8784/1/20030813.pdf>
- Morales., S. y Membreño, L. (2015). *Crecimiento de camarones juveniles Litopenaeus vannamei con dos tipos de alimentos: comercial 25% de proteína Vs. experimental 18% de proteína Sistema semi-intensivo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3959/1/229173.pdf>

- Moss, R. y Divakaran, y Moss, S. (2004). Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 35(4), 535-542. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb00121.x>
- New, M. (2002). *Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (Macrobrachium rosenbergii)*. FAO. <https://www.fao.org/4/Y4100E/y4100e00.htm>
- Ponce, J., Martinez, C. y Ross, L. (1997). The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture*, 157(1-2), 107-115. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00148-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00148-8)
- Prado, M. y Pichardo, L. (2012). *Crecimiento de camarones juveniles "litopenaeus vannamei" en sistema semi-intensivo, aplicando dos métodos de alimentación: voleo y comederos* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6013/1/222934.pdf>
- Reyna, J. (2020). *Análisis sobre la eficiencia de diferentes métodos de dosificación de alimento en piscinas camaroneras de Penaeus vannamei en condiciones de cultivo Semi-intensivo* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51420>
- Roque, M., Canales, M., Cáceres, O., Flores, J., Cea, N. y Hernández, V. (2020). Comparación del crecimiento del camarón blanco en dos condiciones de estudio, salinidad óptima y salinidad cercana a cero. *Revista Ciencia e Interculturalidad*, 26(1), 132-147. <https://revistas.uraccan.edu.ni/index.php/Interculturalidad/article/view/787/3256>
- Ruiz, D. y Torres, R. (2018). Evaluación de eficiencia en dos sistemas de alimentación automática para engorde de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en Choluteca, Honduras [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano].

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ad4f1d13-528c-47b0-81ea-99b3828529e8/content>

Saldías, C., Stanislaus, S. y Laurence, M. (2001). *Balance de nitrógeno y fósforo en estanques de producción de camarón en Ecuador*. VI Congreso Ecuatoriano de Acuicultura. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8737/1/5.pdf>

Salinas, J. (2009). *Comparación de las tasas de conversión alimenticia de camarones Litopenaeus vannamei en cultivo hiperintensivo sembrados a dos densidades diferentes* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/2341/1/217286.pdf>

Sánchez, D. (2022). *Enfermedades que afectaron la producción de camarón y análisis de las exportaciones de camarón en el Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8084/4/UPSE-TBI-2022-0024.pdf>

Tacon, A. y 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>

Torres, C., Landassuri, V., Carbajal, J. y Flores, J. (2016). Predicción de oxígeno disuelto en acuicultura semi-intensiva con redes neuronales artificiales. *Research in Computing Science*, 120, 160-168. <https://bit.ly/4cbHxbU>

Ullman, C. (2017). *An evaluation of feed management, the use of automatic feeders, and feed leaching in the culture of pacific white shrimp Litopenaeus vannamei* [Tesis de maestría, Auburn University]. Obtenido de <http://etd.auburn.edu/handle/10415/5987>

Varas, M., León, L., Villacis, U. y Alcívar, C. (2017). Alimentación sistematizada vs Alimentación tradicional en la producción de camarón Vannamei. *Polo del Conocimiento*, 2(7). <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v2i7.253>

- Véliz, I. (2023). *Remoción de nutrientes (N y P) en un sistema acuapónico utilizando Salicornia bigelovii en co-cultivo con camarón blanco Penaeus vannamei a diferentes niveles de salinidad* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa]. [http://repositorio.uas.edu.mx/jspui/handle/DGB\\_UAS/395](http://repositorio.uas.edu.mx/jspui/handle/DGB_UAS/395)
- Wyban, J., Walsh, W. y Godin, D. (1995). Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, 138(1-4), 267-279. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)00032-1)
- Yohenia, J. y Bolaños, M. (2013). *Efecto de dos tipos de dietas: comercial y experimental sobre el crecimiento de camarones Litopenaeus vannamei en etapa de postlarvas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3107/1/225254.pdf>