

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Marítima y Ciencias del Mar**

Comparación de la eficiencia de alimentación al boleado versus  
alimentadores automáticos en el cultivo del *Litopenaeus vannamei*.

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Acuicultura**

Presentado por:

Madelyne Nathaly Estrada Flores

Paulo Adrián Muñoz Preis.

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO: 2020

## DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a la empresa anónima que colaboró con los datos para hacerlo posible, a nuestra querida institución ESPOL y al público, que les sea útil para fines profesionales o académicos.

**Paulo Preis.**

El presente proyecto lo dedico a mi madre, que hizo todo lo posible para que salga adelante a pesar de las dificultades que se le presentaron día tras día, mostrándome con su ejemplo de superación y perseverancia, a pesar de que ya no se encuentra conmigo quiero dedicarle este gran logro porque sin ella no lo hubiera logrado y sé que estaría orgullosa de mi por haber culminado con éxito mi carrera

**Madelyne Estrada Flores.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestros tutores, el Dr. Víctor Osorio y el Msc. Jerry Landívar, por incentivarnos y guiarnos en las diferentes etapas del proyecto, promoviendo siempre el crecimiento personal y profesional.

También agradecemos a nuestra querida institución ESPOL y a sus docentes, quienes con mucho cariño, paciencia y dedicación nos han brindado conocimientos, instrumentos y recursos, que nos guiaron a lo largo de nuestra formación como ingenieros en acuicultura.

Quiero agradecer a mi querida madre Erika Preis, las palabras jamás serán suficientes para poder expresar mi gratitud, sin ti no sería nadie, a mi abuelita Panchita y a mi tío Lucho, dos pilares fundamentales en mi vida.

Y por último agradezco a mi novia Tais, a familiares y amigos, quienes siempre me han apoyado. tanto emocional como académicamente.

### **Paulo Preis**

Agradezco a Dios por ayudarme a finalizar con éxito el inicio de mi carrera profesional.

También agradezco a mi madre Jenny Ángela Flores Tómalá por haberme apoyado con mis estudios y haberme impulsado a la superación por medio de su ejemplo. A mí enamorado Hilbert Burgos, mi cuñada Gabriela Ochoa que han estado conmigo dándome su apoyo y comprensión, recordándome que puedo lograr cualquier cosa que me proponga solo con dedicación y esfuerzo.

Y por último quiero agradecer a mis Hermanos Steven y Richard Estrada por estar conmigo y apoyarme.

### **Madelyne Estrada Flores**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Madelyne Estrada y Paulo Muñoz* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Estrada Flores  
Madelyne

Muñoz Preis Paulo

# EVALUADORES

.....  
**Ph.D. Víctor Osorio**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**Msc. Jerry Landívar**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Debido al incremento de la producción acuícola en el país, se trata de buscar nuevas estrategias para solucionar los problemas o necesidades que se presentan en la producción camaronera. La alimentación artificial, el cual es un tema de mayor interés para la industria acuícola debido a los altos costos generados por la alimentación de los cultivos, y que los métodos que se utilizan para elaborar el alimento artificial no son considerados sostenibles, por estas razones se hace una necesidad la investigación, optimización u estudio de nuevas técnicas o metodologías que puedan generar mayor eficiencia y sostenibilidad en la producción del cultivo de especies acuícolas, como la implementación de alimentadores automáticos que ha mostrado tener suficientes ventajas en comparación a los métodos tradicionales, el objetivo de este proyecto fue conocer cual sistema de alimentación (boleo o alimentadores automáticos) es más factible para la producción, teniendo en consideración la calidad de agua (parámetros en rangos normales a óptimos en el cultivo), crecimiento semanal, supervivencia y factor de conversión alimenticia. Para ello se utilizo como principal metodología el análisis estadístico de datos utilizando el software R-Studio y comparando los resultados de los métodos de alimentación para analizar si existían diferencias significativas. Cumpliendo con los objetivos planteados se comprobó que existían diferencias significativas ( $p \text{ value} < 0.01$ ) entre los sistemas de alimentación, destacando una mejoría del Factor de conversión alimenticia y supervivencia de los animales utilizando los sistemas de alimentación automáticos.

**Palabras Clave:** Alimentadores Automáticos, Alimentación Artificial, Crecimiento Semanal, Factor de conversión alimenticia.

## **ABSTRACT**

*Due to the increase of aquaculture production in the country, new strategies are being sought to solve the problems or needs that arise in the shrimp production environment. Artificial feeding, which is a topic of great interest for the aquaculture industry due to the high costs generated by the feed input, and the methods used to elaborate the artificial feeds are not considered sustainable, for these reasons the optimization or study of new techniques or methodologies that can generate greater efficiency and sustainability in the production of aquaculture species is necessary for the development of the activity. The implementation of automatic feeders has shown numerous advantages compared to the traditional methods, the objective of this project was to know which feeding system (trough or automatic feeders) is more feasible for production, taking into consideration the quality of water (normal to optimum culture parameters), weekly growth, survival and feed conversion rate. The main methodology used in this project was the statistical analysis of data using R-Studio software then comparing the results of the feeding methods to analyze if there were significant differences. Fulfilling the objectives, it was proved that there were significant differences ( $p$  value < 0.01) between the feeding systems, highlighting an improvement in the feed conversion rate and the survival of the shrimp using the automatic feeding systems.*

*Key words: Automatic Feeders, Artificial Feeding, Weekly Growth, Feed conversion rate, Survival.*

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICAS .....	IX
CAPÍTULO 1.....	11
1. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1 Descripción del problema .....	13
1.2 Justificación del problema .....	14
1.3 Objetivos .....	15
1.3.1 Objetivo General .....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Marco teórico.....	15
1.5 Cultivo del camarón en Ecuador .....	15
1.6 Especie cultivada y su importancia.....	16
1.7 Tipos de cultivos realizados en las costas ecuatorianas. ....	17
1.8 Alimento Balanceado.....	17
1.8.1 Importancia del alimento balanceado en la industria camaronera .....	18
1.9 Desechos en los cultivos .....	19
CAPÍTULO 2.....	20
2. METODOLOGÍA.....	20

2.1	Planteamiento de la metodología.....	20
2.2	Método investigativo.....	21
2.2.1	Calidad de agua.....	21
2.2.2	Muestreos.....	22
2.2.3	Variables medidas.....	22
2.2.4	Tratamientos.....	24
2.3	Análisis Estadístico.....	29
CAPÍTULO 3.....		30
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	30
3.1	Factor De Conversión Alimenticia.....	30
3.2	Análisis estadístico.....	32
3.3	Crecimiento Semanal.....	33
3.4	Análisis estadístico.....	35
3.5	Supervivencia.....	36
3.6	Análisis estadístico.....	38
3.7	Discusión.....	39
CAPÍTULO 4.....		41
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
4.1	Conclusiones.....	41
4.2	Recomendaciones.....	43
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	44

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
FCA	Factor de conversión alimenticia.
FAO	Agencia de las Naciones Unidas.
WSSV	Virus del síndrome de la mancha blanca.
OD	Oxígeno Disuelto
USD	Dólar estadounidense

## SIMBOLOGÍA

\$	Dólar Estadounidense.
pH	Potencial Hidrógeno.
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
ha	Hectárea (10000 m <sup>2</sup> )
ton	Tonelada métrica (1000 kg)
lb	Libra.
Kg	Kilogramo.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Alimentación al boleó. [ (Ching, 2017)].....	26
Figura 2.2 Alimentador Biofeeder (Biofeeder, 2020) .....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Tipos de cultivo.....	17
Tabla 1.2. Comparación de los costos entre las diferentes tecnologías.....	19
Tabla 2.1. Distribución de las piscinas. ....	24
Tabla 3.1 Resultados de análisis estadístico de FCA.....	33
Tabla 3.2. Resultados de los análisis estadísticos de crecimiento semanal.....	35
Tabla 3.3 Resultados de análisis estadístico de porcentaje de supervivencia .....	38

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 2.1. Diagrama de distribución de piscinas.....	25
Gráfica 3.1. Medias del FCA, Boleo vs Automático. ....	31
Gráfica 3.2. Diagrama de Cajas del FCA, Boleo vs Automático. ....	31
Gráfica 3.3 Histograma de la distribución de datos del factor de conversión alimenticia, Boleo vs Automático.....	32
Gráfica 3.4 Medias del crecimiento semanal (g), boleto vs automático.....	34
Gráfica 3.5 Diagrama de cajas del crecimiento semanal (g), Boleto vs Automático.....	34
Gráfica 3.6 Histograma del crecimiento semanal (g).....	35
Gráfica 3.7 Medias de porcentaje de supervivencia, boleto vs automático.....	37
Gráfica 3.8 Diagrama de cajas de porcentaje de supervivencia, Boleto vs Automático	37



# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Debido al aumento en la población se ha convertido en un desafío y un problema a nivel mundial poder suplir las demandas básicas de todos los seres humanos, se estima que para el año 2050 existirá un incremento en la población a unos 9000 millones de personas lo que plantea un gran desafío al sector productivo, la acuicultura es un sector con gran crecimiento a nivel anual, en las últimas décadas, es el sector de producción de alimentos de mayor crecimiento a nivel mundial, la pesca industrial ha sido el método tradicional para la obtención de mariscos, sin embargo la gran demanda ocasionada por el aumento de población ha llevado a que la acuicultura llegue a producir más que los métodos de captura en el medio natural demostrando así la capacidad que tiene el sector acuícola para producir alimentos en sus sistemas de cultivo. (FAO, 2018.)

En los últimos años, las granjas camaroneras han generados aumentos de producción y de precios, por esa razón se trata de buscar nuevas estrategias que ayuden a mitigar los costos en los cultivos acuícolas, estrategias que ayuden a incrementar la producción de camarón con buena calidad, además de disminuir egresos en la producción acuícola.

De acuerdo con (De Silva, 1989.), “se pueden lograr ahorros significativos al realizar un correcto manejo del alimento balanceado”. El rubro más importante en el cultivo de camarón es causado por la alimentación, por lo tanto, al ser considerado como uno de los factores más importantes dentro de la producción se debe tomar como prioridad mejorar u optimizar las metodologías que son utilizadas actualmente.

El manejo del alimento balanceado puede tener un impacto significativo en la calidad de agua de un sistema de cultivo, por eso la correcta aplicación del alimento balanceado facilita una mayor tasa de consumo diario, minimiza los desechos y previene la sobrealimentación, la sobrealimentación podría causar que la calidad de agua del estanque se deteriore resultando en un incremento de costos para el productor al verse obligado a restaurar el estado de la calidad de agua del

estanque (Kaushik, 2000.). Por lo tanto, entender los principios de manejo del alimento balanceado es crítico para el crecimiento de la industria acuícola, los diferentes desarrollos y métodos de optimización que se realizan para mejorar la alimentación del camarón han sido identificados como una parte fundamental para mejorar la producción del camarón a nivel global.

La manera más eficiente de reducir el desperdicio es aplicando la cantidad de alimento adecuada para que este sea consumido rápidamente (Fox, 2001. ). Menciona que el alimento debe ser aplicado de manera frecuente y sola en la cantidad necesaria, a fin de promover el crecimiento y reducir los desechos causados por el alimento balanceado.

La mayoría de los productores acuícolas distribuyen el alimento de manera tradicional. El alimento aplicado y la tasa de consumo es monitoreada utilizando métodos manuales. La alimentación al boleó consiste en que el personal encargado distribuya de manera manual la alimentación cubriendo por lo menos un rango del 80% de la superficie de la piscina, en el cual se ajustan las raciones con la cantidad de alimento suministrada acorde con el peso promedio del estanque y su biomasa total, este método es utilizado ampliamente ya que no requiere mucho conocimiento técnico, (Prado, 2012.). La dosificación del alimento se la realiza por medio de una tabla el cual se encuentra basada en el porcentaje que posee la biomasa del camarón que fue sembrado en las piscinas, aunque investigaciones debaten que no existen dichas tablas debido a que cada granja camaronera posee distintas variables que se deben considerar tales como: disponibilidad del alimento primario en el medio, composición del balanceado que es utilizado, la calidad de agua que poseen las piscinas, tipo y especie que es cultivada en la granja camaronera, por estas razones las tablas no son las más indicadas debido a que no son estandarizadas. (CENAIM INFORMA, 2000).

Otro método que utilizan los productores camaroneros es la utilización de comederos automáticos el cual consta con temporizadores, este les indica cada cuanto y que cantidad de alimento necesita el camarón en determinadas horas (A.Ching, 2020).

Estos comedores son utilizados comúnmente como una herramienta que sirve para cuantificar la cantidad de alimento que consume el camarón en un determinado estanque de cultivo, de esta forma se puede estimar la cantidad de alimento que se debe suministrar en la próxima alimentación.

Los comederos automáticos están ganando popularidad debido a que pueden proveer mayores dosis de alimentación por día y requieren menos trabajo que la alimentación realizada por métodos manuales (boleo) (Jory, 1995.)

Existen otras herramientas de alimentación como es el uso de hidrófonos los cuales monitorean la respuesta del camarón en el estanque determinando la actividad alimenticia y realizando las dosis basadas en estas respuestas (Bador, 2013.), estas nuevas tecnologías pueden causar un gran impacto en la producción y la calidad de agua del estanque.

Extensas investigaciones se han enfocado en optimizar la dieta de los camarones reduciendo la cantidad de proteína animal necesaria para el suministro de estas dietas (Sookying, 2011.), y existen pocas investigaciones que se han enfocado en optimizar la aplicación y el manejo del alimento balanceado aplicado a los sistemas de cultivo (Carvalho, 2006.)

## **1.1 Descripción del problema**

Debido al incremento de la producción acuícola en el país, se trata de buscar nuevas estrategias para solucionar los problemas o necesidades que se presentan en el medio de la producción camaronera, en este caso, nuestra necesidad es tratar de disminuir los gastos que son ocasionados por la alimentación teniendo como estrategia conocer cual sistema de alimentación (boleo o comederos automáticos) es más factible para la producción, teniendo en consideración la calidad de agua (parámetros óptimos en el cultivo), crecimiento semanal, supervivencia y FCA.

Las variables mencionadas anteriormente son indispensables para poder conocer la efectividad que posee cada sistema y así poder conocer cual

sistema mejoraría la producción de las camaronerías dando como resultado, mejores ganancias, disminución de gastos alimenticios y de desechos.

## **1.2 Justificación del problema**

Debido a que el cultivo del camarón ha contribuido y sigue contribuyendo con la economía del país lo cual hace que se mantenga a flote por medio de las exportaciones que realiza el Ecuador hacia otros países, por eso es importante conocer nuevas estrategias que faciliten y ayuden a solucionar problemas y necesidades que se nos presentan en el transcurso del tiempo, en este caso, para poder obtener una mayor rentabilidad en el cultivo del camarón disminuyendo los costos de alimentación que son muy elevados, además de costos de mano de obra por parte de trabajadores que realizan la alimentación en distintas jornadas del día para así poder satisfacer las necesidades alimenticias del camarón, por esto se va a llevar a cabo el análisis comparativo entre los dos sistemas distintos de alimentación, para conocer qué sistema ayuda a disminuir los gastos ya mencionados y poder elevar la producción, teniendo en cuenta varios factores que influyen en el cultivo camaronero para evitar posibles alteraciones en la producción y mortalidades.

Para el correcto desarrollo de nuestro proyecto investigativo se tendrá que realizar distintos análisis de manera conceptual y práctica sobre la acuicultura y la alimentación del camarón.

El camarón es un organismo que se mantiene activo la mayor parte del día y la noche, por lo tanto, nuevas tecnologías de cultivo que puedan detectar la actividad de dichos camarones son importantes para poder determinar el momento exacto de realizar la alimentación del cultivo y así evitar exceder el límite ocasionando una degradación del suelo y el agua del estanque además de aumentar los gastos de la producción. (Ullman, 2017)

Existen diversos estudios realizados en países vecinos y foráneos acerca de la alimentación automatizada en sistemas de cultivo para camarón blanco, los resultados obtenidos en dichos experimentos respaldan la hipótesis de

que los alimentadores automatizados aumentan el rendimiento de la producción en general ofreciendo ventajas al acuicultor como una mejoría del factor de conversión alimenticia, el peso y el rendimiento del cultivo sin embargo se requieren mayores investigaciones y experimentos que demuestren las bondades del uso de comederos automáticos para el cultivo del camarón (Davis, 2006).

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Comparar los sistemas de alimentación automática y manual utilizados en granjas camaroneras y su influencia en la supervivencia, conversión alimenticia y tasa de crecimiento.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Obtener información por medio de investigaciones bibliográficas y de campo para conocer la funcionalidad y eficacia de los sistemas de alimentación que son aplicados en las granjas camaroneras.
2. Comparar los datos obtenidos de camaroneras que han utilizados los sistemas de alimentación al boleó y automáticos.
3. Determinar qué sistema de alimentación posee mayor eficiencia en las variables analizadas, de esta forma se permite una disminución en los costos para la producción camaronera.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.5 Cultivo del camarón en Ecuador**

En 1968 la industria camaronera en el Ecuador comenzó con pequeños estanques de cultivos acuícolas alcanzando alrededor de 600 ha de producción para el año de 1974, aunque investigaciones demuestran que se expandió en la década de los 70 en distintas provincias costeras del Ecuador como son el Guayas y El Oro, aunque actualmente existen granjas en gran parte de la zona costera del Ecuador ya que estas disponen de salitrales que son necesarios para el cultivo camaronero. (FAO, 2017)

En 1998 la producción de camarón ya había crecido de manera continua alcanzando casi 115.000 Toneladas métricas, y a mediados del año 2000, el país presento una caída en la producción de camarón llegando a cifras de 37.700 toneladas métricas debido al virus de la mancha blanca (WSSV), esto hizo que la mayoría de las granjas camaroneras cerraran por este brote, ya que la industria acuícola tuvo pérdidas del 70%, además que el país se encontraba en el cambio de la moneda nacional (Sucre) por el dólar americano, por ende se tuvieron grandes pérdidas. Debido a este problema que presento la industria camaronera optaron por buscar soluciones, en el cual fue utilizar animales que sobrevivieron a este virus para obtener nuevas generaciones con genes de resistencia al virus y así poder llevarlas a los cultivos de engorde y que la industria camaronera recuperara los niveles de producción que habían obtenido antes del brote de la mancha blanca. (Global Aquaculture, 2018)

En la actualidad, la industria camaronera ha sido un factor muy importante en el crecimiento económico del país, debido a las exportaciones que son realizadas a diferentes partes del mundo. (Castro., 2020)

## **1.6 Especie cultivada y su importancia.**

El camarón blanco del pacifico, *Litopenaeus Vannamei*, es considerado como el principal camarón de cultivo a nivel mundial debido a su alto valor y comodidades para realizar su cultivo en cantidades masivas con un estimado de 3.5 millones de toneladas métricas producidas en 2015 (FAO, 2016.)

La importancia en la producción del camarón blanco, *Litopenaeus Vannamei*, viene de su gran demanda a nivel mundial, el camarón blanco es un crustáceo nativo del Océano Pacífico, con un rango natural que lo sitúa desde baja california, México hasta las costas de América del Sur, dentro de sus requerimientos principales están el oxígeno disuelto (OD) con un rango ideal de 5-9 mg/l, la temperatura la cual no debe de bajar de los 20 °C y el pH debe de estar situado en un rango de 7.5 - 8.5 dependiendo la hora del

día, su crecimiento se permite debido a que es realizado a ciclo cerrado adquiriendo los huevos directamente de las hembras grávidas de camarón, seguido de las distintas fases de larvicultura (huevos, nauplios, zoea, mysis, postlarva y juvenil) posteriormente la fase de engorde de adultos para su consumo con diferentes técnicas de producción. (FENUCCI, 1988)

### 1.7 Tipos de cultivos realizados en las costas ecuatorianas.

En el Ecuador se realizan diferentes tipos de cultivos los cuales cuentan con diferentes características, entre ellos tenemos:

**Tabla 1.1. Tipos de cultivo [ (FAO, 2017)]**

Tipo de cultivo	Características
<b>Extensivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajas densidades entre 10000-15000 /ha</li> <li>- No utilizan dietas formuladas</li> <li>- Se obtiene una producción de 600 lb/ha/año</li> </ul>
<b>Semi-Intensivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Densidades medias entre 15000-120000/ha</li> <li>- A diferencia del cultivo extensivo, este si utiliza dietas formuladas</li> <li>- Se obtiene una producción promedio de 1000-5000 lb/ha/año</li> </ul>
<b>Intensivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Este sistema posee densidades altas a diferencia de los otros sistemas ya mencionados con un promedio mayor a 120000/ha</li> <li>- Se alimentan con dietas formuladas</li> <li>- La producción anual es mayor a los 5000</li> </ul>

### 1.8 Alimento Balanceado

Una correcta alimentación del cultivo de camarón es fundamental para una producción rentable, el alimento balanceado es un componente orgánico que se introduce en el estanque y se deposita en el fondo cuando este no es consumido por el camarón (Munsiri, 1995), la sobrealimentación es más

peligrosa que la falta de alimento ya que el exceso de balanceado degrada el fondo del estanque y la calidad de agua, además puede provocar floraciones de fitoplancton, el escape del oxígeno y el aumento de concentraciones tóxicas de metabolitos.

Los estanques de cultivos bien preparados no requieren de alimentación balanceada los primeros días, esto se debe a que se realiza la fertilización entre 7-10 días previos a la siembra, y el alimento natural es abundante y a su vez es altamente nutritivo para las post larvas debido a que es una gran fuente de proteínas (Fenucci, 1988).

### **1.8.1 Importancia del alimento balanceado en la industria camaronera**

Durante mucho tiempo se ha discutido la importancia de alimento balanceado en las granjas camaroneras, según (Devresse, 2000) “La importancia de la estabilidad del alimento para camarón ha sido discutida desde que la industria del cultivo de camarón empezó, y esto se debe a que este puede representar entre el 50-60% de los costos totales operarios de las granjas camaroneras”.

La producción de alimentos para el área acuícola es cara en comparación con la producción de balanceados tradicionales, por esto se debe conocer lo que cuesta y en donde se incurren los costos, debido a que hay diferentes tecnologías en la elaboración del alimento como son:

- Extrusión
- Peletización normal
- Peletización de camarón

**Tabla 1.2. Comparación de los costos entre las diferentes tecnologías.[ (Devresse, 2000)]**

		Extrucción		Peletizado ( tradicional)		Peletizado ( Camarón)	
		USD	USD/ ton	USD	USD/ ton	USD	USD/ton
<b>Extrusor/</b>	Depreciación	222000	3.08	110500	1.53	110500	1.53
<b>Peletizador</b>	Vapor		4.44		0.45		0.45
	Electricidad		10.56		0.33		0.33
	Mantenimiento		1.57		0.80		0.80
<b>Post- Acondicionam iento</b>	Depreciación					51500	0.72
	Vapor						1.86
	Electricidad						0.08
	Mantenimiento						
<b>Secador</b>	Depreciación	215000	2.99			35500	0.49
	Vapor		22.41				8.97
	Electricidad		0.93				1.29
	Mantenimiento						
<b>Enfriador</b>	Depreciación	76000	1.06	17500	0.24	17500	0.24
	Vapor						
	Electricidad		2.73		3.84		3.84
	Mantenimiento						
	<b>Energía Total</b>		41.07		4.62		16.82
	<b>Depreciación Total</b>		7.13		1.78		2.99
	<b>TOTAL</b>		49.77		7.19		20.60

## 1.9 Desechos en los cultivos

La fuente original de todos los productos de desecho en el estanque acuícola es el alimento balanceado, el cual contribuyen con la degradación de la calidad de agua incrementando los metabolitos tóxicos como el amonio además de aumentar la demanda biológica de oxígeno (Boyd, 1998.)

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Planteamiento de la metodología.

El presente proyecto se realizó utilizando una metodología investigativa debido a la situación actual en la que se encuentra el país (Covid 19), debido a se requieren de altas medidas de seguridad para evitar posibles contagios entre los trabajadores dentro de las instalaciones, por estas medidas de seguridad se complicó realizar las tomas de mediciones directamente en las camaroneras que se encuentran utilizando estos sistemas de alimentación, por esta razón se optó por obtener la información por medio de una empresa que solicito permanecer anónima y nos facilito con los datos de alimentación automática y al boleo. Para este proyecto se revisaron documentos, revistas, proyectos, tesis entre otros, que fueron obtenidos por medio de la plataforma de internet. Al momento de realizar un proyecto de metodología investigativa nace la necesidad de plantear o elaborar el método que se utilizó para la realización de este, y así poder establecer y resolver los diferentes puntos que fueron analizados, el cual nos ayudó alcanzar los resultados obtenidos y deseados.

Según (Altuve S, 1998) *“el diseño de una investigación es una estrategia general que adopta el investigador como forma de abordar un problema determinado, que permite identificar los pasos que se deben seguir para efectuar su estudio”*.

Por ende, la presente investigación desarrollo su metodología de acuerdo a la hipótesis planteada, al elaborar un proyecto investigativo se debe establecer el método que se va a utilizar. El planteamiento es fundamental para obtener los resultados deseados en una forma óptima.

En la selección del método de investigación se tuvieron que considerar diversas variables que pudieran afectar a la investigación como son: accesibilidad, tiempo, costos y otros factores que podrían impedir el avance del proyecto.

Para el análisis y procesamiento de los datos obtenidos, se utilizaron métodos analíticos y comparativos, lo cual nos permitió observar las diferencias utilizando

estándares técnicos, operacionales y financieros como base con la finalidad de llevar a cabo el estudio. La aplicación de estos métodos resaltó las diferencias y similitudes de los distintos escenarios estudiados.

## **2.2 Método investigativo.**

El método investigativo que se realizó para la elaboración del proyecto fue el método cualitativo, este consistió en realizar una serie de análisis de distintas fuentes de datos para poder definir varios puntos con toda la información que fue recolectada y por ende, se logró nuestro objetivo esperado que es conocer cual sistema nos brinda mayor eficiencia con respecto a las variables que fueron mencionadas anteriormente.

En el procesamiento de información obtenida por medio de investigaciones se realizó diferentes metodologías las cuales fueron: Análisis Estadísticos, Analíticos, comparativos y deductivos, esas metodologías nos permitieron comparar diferentes fuentes de información obtenidas en las cuales se demostraron varios modelos y escenarios que se presentan en las camaroneras día a día, por medio de estos modelos también se pudo comenzar a escoger los puntos principales que fueron los que nos ayudaron a enfocarnos en varios aspectos como son operacionales, financieros, técnicos y hasta metodológicos.

Con la información que se obtuvo a través de los métodos anteriormente mencionados se espera producir información útil para optimizar procesos, recursos, gastos y establecer nuevas técnicas de alimentación para la industria del camarón.

### **2.2.1 Calidad de agua.**

El alimento balanceado contribuye en gran parte al deterioro de la calidad del agua por lo tanto se convierte en una prioridad optimizar o mejorar los métodos y técnicas actuales de alimentación en cultivos acuícolas, de esta manera se puede lograr una mayor eficiencia en la producción del cultivo como también una menor tasa de contaminación causada por el alimento no consumido y las heces. Es un hecho que no se puede realizar acuicultura sin una fuente de agua que esté libre de contaminación y que a su vez cuente con una calidad de agua que permita el correcto desarrollo del cultivo, cada especie tiene sus propios requerimientos por lo tanto las características físicas y químicas del agua varían para cada especie y tipo de cultivo.

Las variables que se midieron y que influyen principalmente en la calidad del agua son: Oxígeno, pH, Total de Nitrógeno disponible en la columna de agua y Salinidad.

Durante el ciclo de cultivo se controlaron ciertos parámetros, los parámetros principales que fueron medidos de manera diaria o semanal fueron: DO, Nitrógeno total, pH, Temperatura y Salinidad.

### 2.2.2 Muestreos.

Para conocer el consumo del alimento se realizó muestreos semanales en las diferentes piscinas que poseen los sistemas de alimentación automática y alimentación al boleo. Además de conocer la cantidad que se le proporciona a los estanques y sobretodo la composición de proteína que posee el alimento.

La cantidad de alimento que es suministrado se calcula mediante las tablas que fueron proporcionadas por la empresa vendedora de balanceados, esta metodología es para la alimentación al boleo y con respecto a la alimentación automática se proporcionó la ración a partir de 1.2 mm de diámetro.

### 2.2.3 Variables medidas.

Para el análisis de los datos obtenidos de las diferentes variables se debió conocer las diferentes fórmulas que son aplicadas en las camaroneras.

**Densidad de cosecha.** Esta variable nos permitió conocer una estimación de la cosecha final de una piscina camaronera, y se lo calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$Densidad\ de\ cosecha = \frac{(peso\ total\ x\ 100\ animales)/\Sigma peso\ 100\ animales}{Área\ (m^2)} \quad [1]$$

**Supervivencia.** Para obtención de los datos de supervivencia se aplicó la siguiente ecuación:

$$Supervivencia = \frac{(Animales\ cosechados/m^2) \times 100}{Animales\ sembrados\ (m^2)} \quad [2]$$

**Peso.** El valor de esta variable se lo obtuvo aplicando la ecuación [3]:

$$Peso = \frac{\Sigma Pn_1 + Pn_2 + \dots Pn_n}{N^\circ \text{ de animales vivos}} \quad [4]$$

**Rendimiento del Cultivo.** Fue calculado mediante la cantidad final de libras producidas dividida para el área donde se realizó el cultivo. [5]:

$$Rendimiento = \frac{Peso \text{ de cosecha}}{\text{Área (ha)}} \quad [6]$$

**Factor de conversión alimenticia.** Es determinado como la cantidad de alimento utilizado, dividido para la producción neta, como se puede observar en la siguiente ecuación [7]:

$$FCA = \frac{\text{Alimento suministrado}}{\text{Ganancia de peso}} \quad [8]$$

Por ejemplo si una hectárea produce 2000 kg de camarón con 3000 kg de alimento el F.C.A (factor de conversión alimenticia) es:

$$FCA = \frac{(3000 \text{ kg alimento})}{(2000 \text{ kg camarón})} = 1.5 \text{ FCA}$$

Una baja conversión alimenticia indica un buen aprovechamiento del alimento, índices cercanos o menores a 1 son deseables para el mejor rendimiento de la producción.

**Peso promedio de cosecha.** Un problema común que enfrentan los cultivos acuícolas es la disparidad de tallas presentes en los estanques, las cuales ocasionan numerosos problemas al productor. Al cosechar el producto final la disparidad de tallas repercute en el precio de venta del producto, al existir mayor paridad de tallas en el producto final esto contribuye de manera positiva a la rentabilidad de la operación y en la venta del producto final.

**Libras producidas por hectárea.** Las libras de camarón que se producen por hectárea son un factor fundamental para el productor, la cantidad producida debe de ser rentable conforme a los gastos generados, se puede tener una producción intensiva, semi-intensiva o extensiva con cantidades producidas por hectárea que varían desde las 500 libras en adelante siendo rentable siempre que la venta del producto no supere los gastos generados en el periodo en que fue cultivado el mismo, los gastos deben de ser consecuentes a la venta del producto.

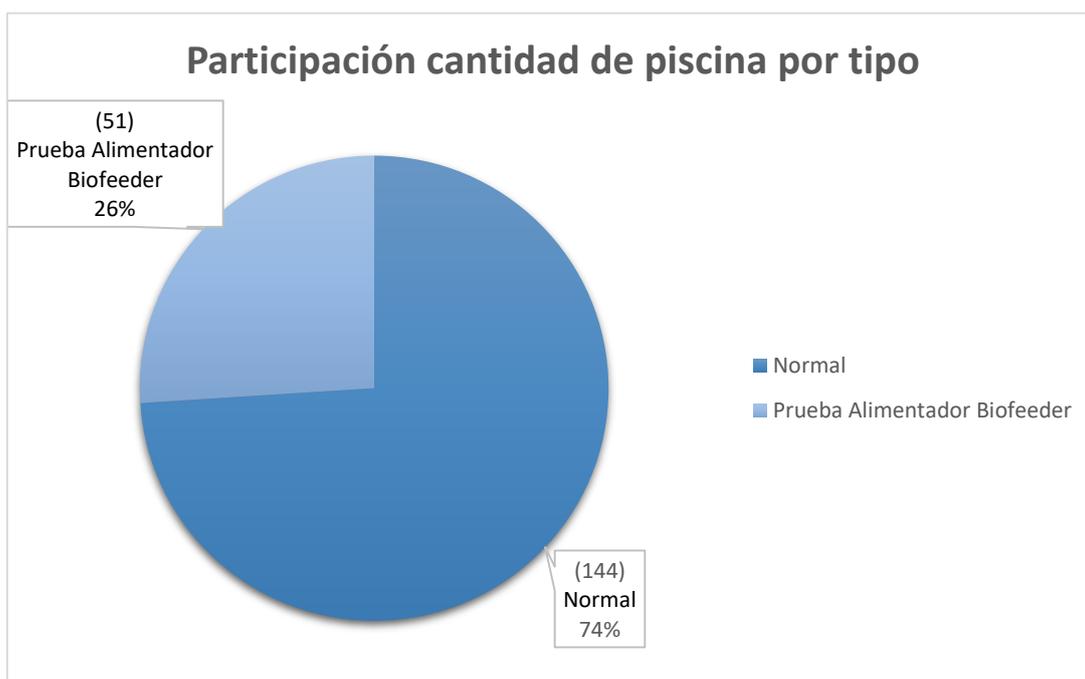
#### **2.2.4 Tratamientos.**

El seguimiento del proyecto inicio desde el momento en el cual las larvas fueron colocadas en los estanques de cultivo (siembra) hasta que el producto final es cosechado, una vez finalizado el ciclo de cultivo.

La recopilación de datos fue realizada por una empresa anónima en el año 2019 donde se encargó de recopilar todos los datos de alimentación tradicional (boleo) y automatizada (Biofeeder) en la zona camaronera de la parroquia de Taura perteneciente al cantón Naranjal en la provincia del Guayas.

**Tabla 2.1. Distribución de las piscinas.**

<b>Tipo</b>	<b>Cant. pisc.</b>	<b>% cant.</b>
<b>Normal</b>	144	73.98%
<b>Prueba Alimentador Biofeeder</b>	51	26.02%
<b>Total</b>	<b>195</b>	<b>100.00%</b>



**Gráfica 2.1. Diagrama de distribución de piscinas.**

#### **2.2.4.1 Alimentación tradicional.**

En la acuicultura existen dos maneras tradicionales más comunes como son: la implementación de charolas de alimentación en determinados puntos de la piscina y la alimentación al boleo, esta última, consiste en esparcir el alimento de manera homogénea por toda la piscina, esto se puede realizar en diferentes puntos del estanque como pueden ser desde la orilla o recorrer en forma de zigzag por medio de una canoa pequeña, el suministro de alimento debe cubrir la mayor parte del estanque, por esto se debe cambiar los recorridos previos, esto ayuda a que el alimento no se acumule en determinadas áreas.

Para nuestro proyecto, los datos obtenidos fueron de diferentes camaroneras que se encuentran ubicadas en la zona de Taura, en el cual se con recopiló información de 144 piscinas que realizan la alimentación tradicional al boleo, cada piscina posee diferente hectárea, estos, están entre un rango de 2-9.75 ha.

Los nauplios son adquiridos de diferentes laboratorios como: Texcumar, Biocentinela, Lobo Marino, Laboratorio Maricultura, Omarsa, Opumarsa, Semaqua y Aquagen. El control de los parámetros como oxígeno disuelto,

temperatura, salinidad son realizados diariamente en dos jornadas, matutina y vespertina, para conocer si los camarones estaban siendo alimentados correctamente se realizó un control semanal en el que consistió en calcular el crecimiento semanal, peso, porcentaje de sobrevivencia, población, cantidad de alimento, esto nos ayudó a tener un control previo a la cosecha, ya que por medio de estos datos se pudo conocer los datos finales de porcentaje supervivencia, factor de conversión alimenticia, y tasa de crecimiento semanal.



**Figura 2.1. Alimentación al boleo. [ (Ching, 2017)]**

### **Ventajas y desventajas de alimentación al boleo.**

#### **Ventajas**

- No necesita previos conocimientos para suministrar el alimento.
- Disminución de la necesidad de equipos de aireación.
- Ahorro de combustible.
- No necesita mantenimiento.

(Herrera & Martinez, 1998)

#### **Desventajas**

- Alimentación no constante.
- Alteración en los horarios alimenticios.
- Acumulación de balanceado si no se realiza una correcta distribución homogénea por todo el estanque.
- Se necesita mayor personal para poder realizar el trabajo de alimentación.

- Posibles apariciones de agentes patógenos debido a la sobrealimentación.

(Herrera & Martinez, 1998)

#### **2.2.4.2 Alimentación automatizada.**

La alimentación automática fue implementada en 51 estanques de cultivo, en el cual se hizo la utilización del alimentador automático Biofeeder.

Los sistemas de alimentación utilizados en los estanques de cultivo cuentan con un sistema de alimentación automática que posee un dosificador y sensores para el monitoreo de parámetros como Temperatura, Oxígeno disuelto y salinidad además de la actividad sonora de las piscinas, permitiendo detectar y monitorear la actividad de los animales. El alimentador cuenta con una capacidad de 250 kg para suministrar las raciones de alimento según el tiempo que se haya programado.

El alimento se dispersa a través de un sistema giratorio que envía los pellets en un radio de 12 a 15 metros con una configuración ajustable, posee dos motores: dosificador y un dispensador de grado industrial. (Biofeeder, 2020)

Los pellets comerciales que se utilizaron durante el ciclo de cultivo fueron elaborados por Biomar, con una composición variable de proteína dependiendo la fase de cultivo, la cantidad de alimento suministrada durante el ciclo de cultivo se calculó mediante el uso de tablas de alimentación dependiendo de la biomasa promedio del cultivo. Los ajustes en las dosis alimenticias fueron realizados de acuerdo al crecimiento del cultivo semanalmente, la alimentación fue realizada únicamente por el dispositivo automatizado.



**Figura 2.2 Alimentador Biofeeder  
(Biofeeder, 2020)**

## **Ventajas y Desventajas de la alimentación automatizada.**

### **Ventajas**

- Mejora del Factor de Conversión alimenticia (FCA).
- Disminuye la disparidad de tallas en el estanque. (homogeneidad de tallas)
- Aumenta la tasa de crecimiento del cultivo (SGR).
- Ahorros significativos en mano de obra.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Monitoreo a tiempo real por ordenador o aplicaciones.
- Sensores integrados (oxígeno disuelto, salinidad, pH, Temperatura, etc.)
- Mayor Precisión en la trazabilidad de la cantidad de balanceado suministrado.
- Dosifica correctamente la cantidad de balanceado durante 24 horas al día.
- Menor contaminación debido a la disminución de desechos.  
(Martínez, 2002)

### **Desventajas**

- Requiere de conocimientos previos para su uso. (El dispositivo requiere de programación.)
- Son equipos Costosos < \$2000 por unidad.
- Usualmente requieren de altas densidades para cubrir los costos.
- Son susceptibles a fallos y averías.

- Los equipos requieren seguimiento semanal para conocer su estado y si están funcionando de manera adecuada.
- Los contenedores de alimento que poseen los dispositivos automáticos pueden ser un lugar de proliferación de hongos y bacterias por lo tanto se debe de realizar una limpieza por lo menos una vez al mes para garantizar que el contenedor esté libre de hongos y bacterias.

(Martínez, 2002)

### **2.3 Análisis Estadístico.**

El análisis estadístico que se utilizó para establecer si hay diferencias significativas entre los sistemas de alimentación fue un ANOVA (análisis de varianza de un solo factor) mediante el software matemático R-Studio, esto permitió determinar si existe o no un efecto significativo en el crecimiento de los camarones sometidos a los diferentes métodos de alimentación, así se pudo precisar qué sistema era más eficiente con respecto a las variables de crecimiento semanal, conversión alimenticia y supervivencia.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

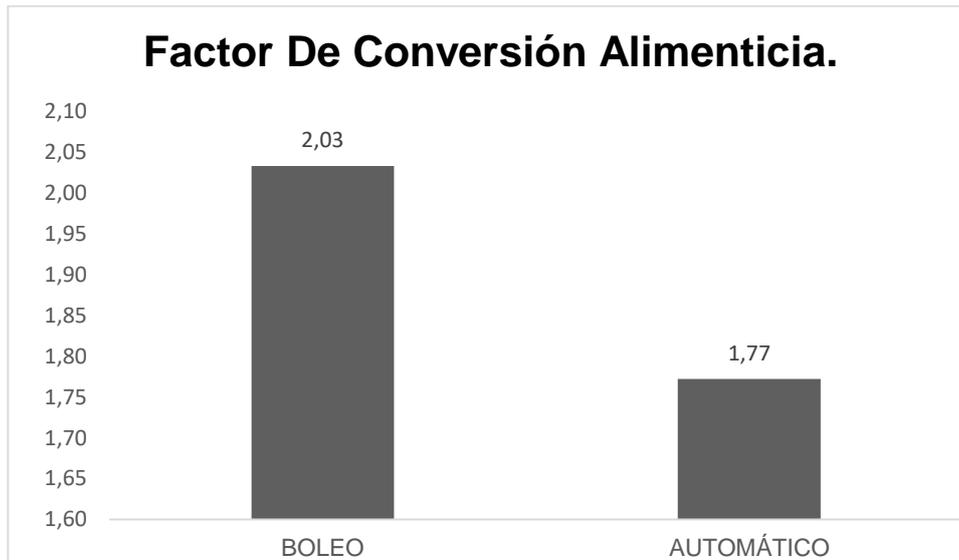
### Resultados

Desde el día 1 de enero del 2019 hasta el 27 de noviembre del 2019 se obtuvieron muestras semanales de 195 piscinas de camarón, 51 piscinas de camarón utilizaron un método de alimentación automatizado por medio de alimentadores de la marca Biofeeder (Biofeeder, 2020) el manejo de la alimentación fue realizado de manera remota usando el software integrado del alimentador automático, 144 piscinas fueron alimentadas utilizando el método tradicional al Boleo, los datos fueron facilitados por una empresa nacional anónima que se maneja utilizando los más altos estándares y protocolos de producción.

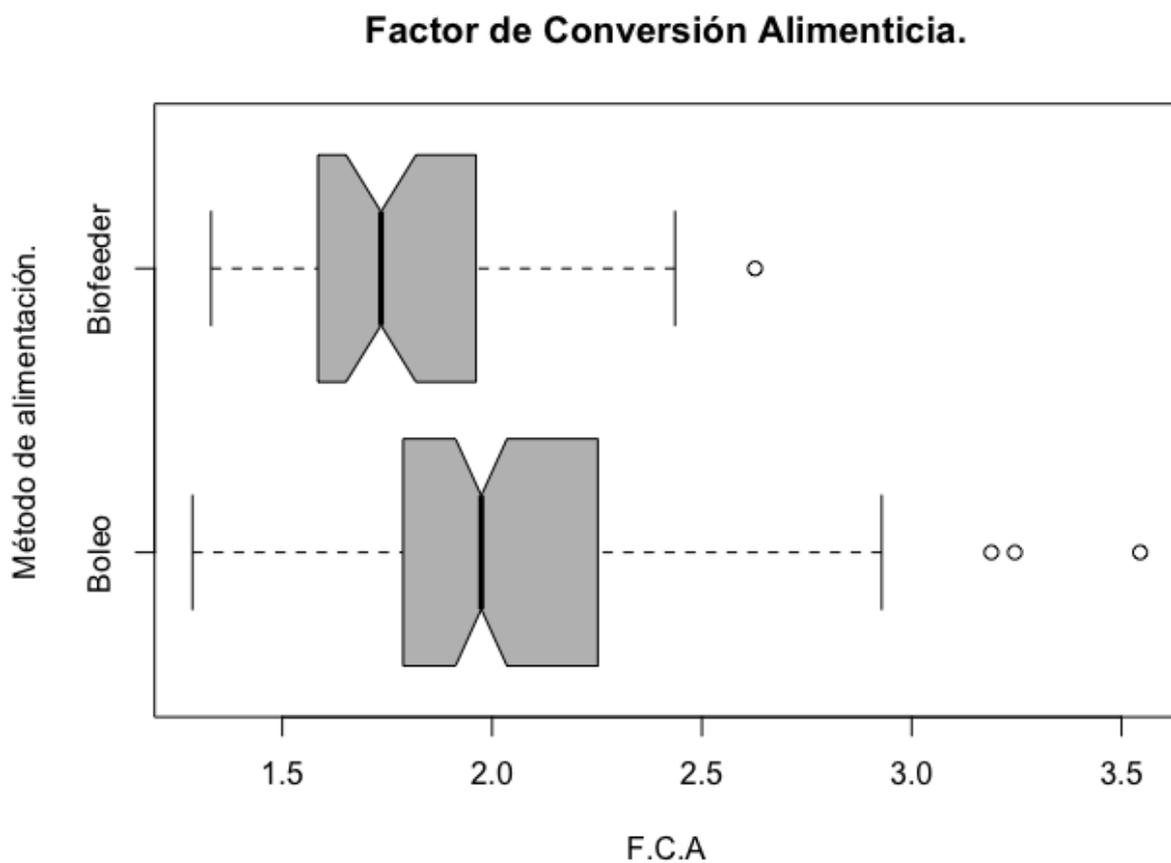
Durante este ensayo los parámetros de calidad de agua se mantuvieron en los rangos normales para la producción de camarón (Boyd C. T., 1992.), a partir de la tercera semana después de la siembra los camarones fueron alimentados con una dieta comercial de la marca Biomar a diferentes concentraciones de proteína dependiendo la fase del cultivo, Se tomaron los datos de manera semanal para poder evaluar los efectos de la alimentación automática en el cultivo de camarón y determinar si existen diferencias significativas en el cultivo de camarón entre estos dos métodos de alimentación.

### 3.1 Factor De Conversión Alimenticia

Después de realizar la recolección semanal de datos durante el ciclo de cultivo, se obtuvieron los resultados de las medias del Factor de Conversión alimenticia de 195 piscinas de camarón. La alimentación tradicional al boleto y la alimentación automatizada con el alimentador automático de la marca Biofeeder obtuvieron una media en el factor de conversión alimenticia de 2.03 y 1.77 respectivamente, para determinar si existen diferencias significativas entre ambos tratamientos, se procedió a realizar un análisis de varianza de un solo factor, además se realizaron diferentes pruebas paramétricas y no paramétricas para corroborar los resultados.

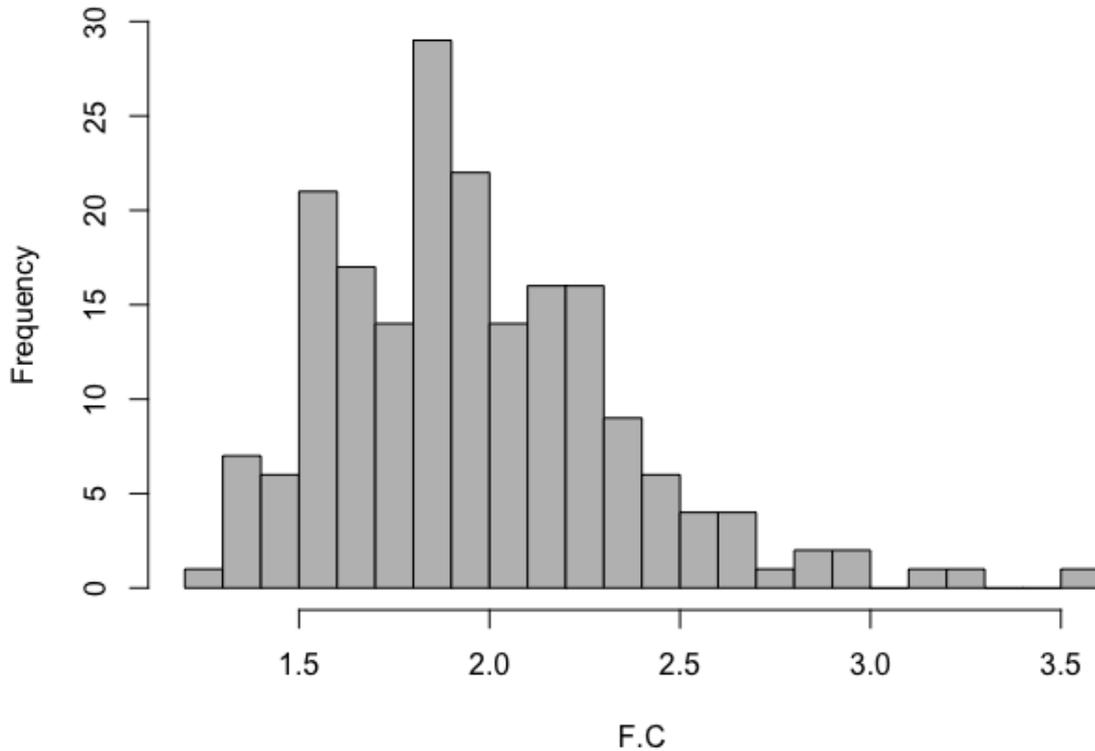


**Gráfica 3.1. Medias del FCA, Boleo vs Automático.**



**Gráfica 3.2. Diagrama de Cajas del FCA, Boleo vs Automático.**

### Distribución de Datos - Factor de Conversión Alimenticia



**Gráfica 3.3 Histograma de la distribución de datos del factor de conversión alimenticia, Boleo vs Automático**

### 3.2 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos fue elaborado en el programa R-studio, para poder realizar un análisis de varianza de un solo factor y determinar diferencias significativas ( $p$  value  $<0.05$ ) entre tratamientos, cumpliendo los supuestos. Para el ANOVA se realizaron las pruebas paramétricas para determinar diferencias significativas entre tratamientos, adicionalmente se realizó una prueba no paramétrica (Mann-Whitney).

**Tabla 3.1 Resultados de análisis estadístico de FCA**

<b>Prueba Estadística</b>	<b>Valores p</b>
Normalidad de datos(Kolmogorov-Smirnov)	0.003
Mann u Whitney (Análisis no paramétrico)	6.716e-06 ***
Normalidad de datos transformados (Kolmogorov-Smirnov)	0.3218
Homogeneidad de Varianzas (Levene)	0.2352
<b>ANOVA</b> (Análisis paramétrico)	8.6e-06 ***

Después de realizar el análisis en el software estadístico R-Studio se comprobó que la distribución de los datos no era del tipo normal por tanto se realizaron pruebas no paramétricas para determinar si existían diferencias significativas en las medias de ambos tratamientos.

Se realizó la prueba de Mann-Whitney en la cual se obtuvo un valor p menor a 0.05 (p value < 0.01) lo cual indica que existe una diferencia significativa en las medias de los dos grupos analizados.

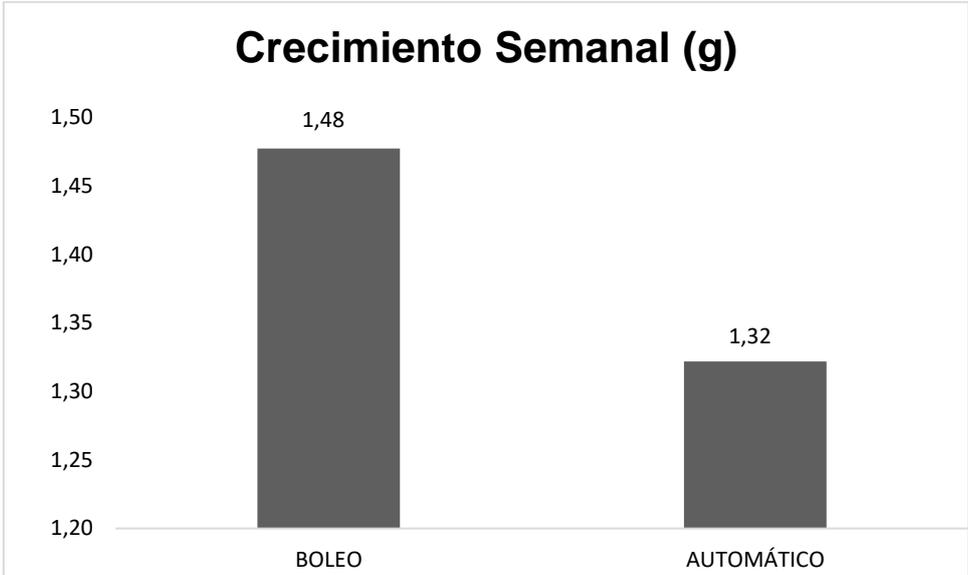
Se realizó una transformación de los datos (1/x) para poder realizar pruebas paramétricas.

Se realizó un análisis de varianza de un solo factor o ANOVA, después de realizar el análisis de varianza se obtuvo un valor p menor a 0.05 (p value < 0.01) por lo tanto según los resultados obtenidos existe suficiente evidencia estadística para poder rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que indica que las medias de los grupos a son estadísticamente diferentes.

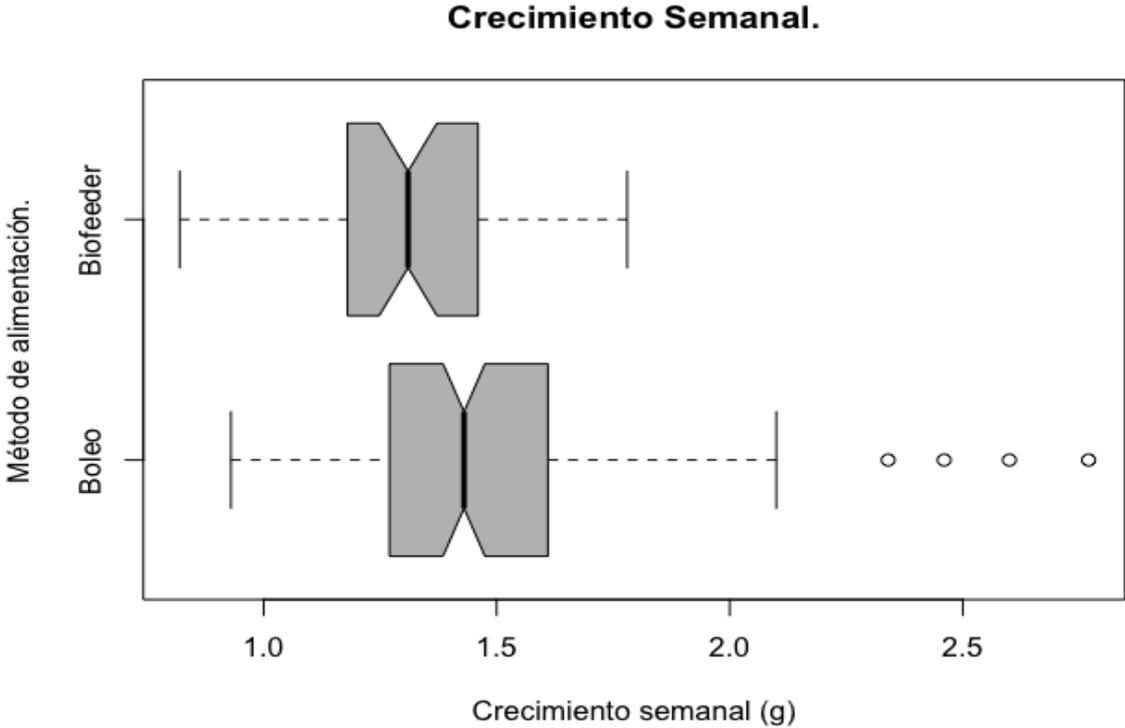
### **3.3 Crecimiento Semanal**

Después de realizar la recolección semanal de datos durante el ciclo de cultivo, se obtuvieron los resultados de las medias del Factor de Conversión alimenticia de las 195 piscinas de camarón. La alimentación tradicional al boleó y la alimentación automatizada con el alimentador automático de la marca Biofeeder obtuvieron una media en el factor de conversión alimenticia de 1.48 y 1.32 respectivamente, para determinar si existen diferencias significativas entre ambos tratamientos se procedió a

realizar un análisis de varianza de un solo factor, además se realizaron diferentes pruebas paramétricas y no paramétricas para corroborar los resultados.

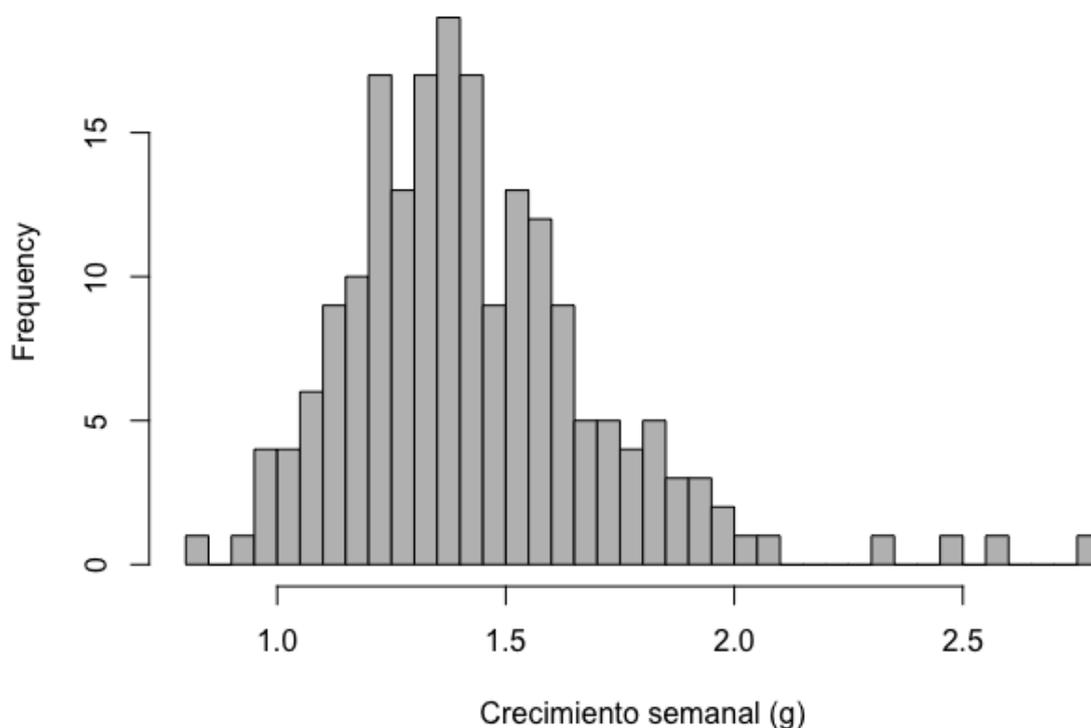


Gráfica 3.4 Medias del crecimiento semanal (g), boleto vs automático



Gráfica 3.5 Diagrama de cajas del crecimiento semanal (g), Boleto vs Automático

### Distribución de Datos - Crecimiento Semanal



**Gráfica 3.6 Histograma del crecimiento semanal (g)**

### 3.4 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos fue elaborado en el programa R studio para poder realizar un análisis de varianza de un solo factor y determinar diferencias significativas ( $p$  value  $<0.05$ ) entre tratamientos, cumpliendo los supuestos para el ANOVA se realizaron las pruebas paramétricas para determinar diferencias significativas entre tratamientos, adicionalmente se realizó una prueba no paramétrica (Mann-Whitney).

**Tabla 3.2. Resultados de los análisis estadísticos de crecimiento semanal**

Prueba Estadística	Valores p
Normalidad de datos(Kolmogorov-Smirnov)	0.0006429
Mann u Whitney (Análisis no paramétrico)	0.00115 ***
Normalidad de datos transformados (Kolmogorov-Smirnov)	0.5723
Homogeneidad de Varianzas (Levene)	0.6314
<b>ANOVA</b> (Análisis paramétrico)	0.000768 **

Después de realizar el análisis en el software estadístico R Studio se comprobó que la distribución de los datos no era del tipo normal por tanto se realizaron pruebas no paramétricas para determinar si existían diferencias significativas en las medias de ambos tratamientos.

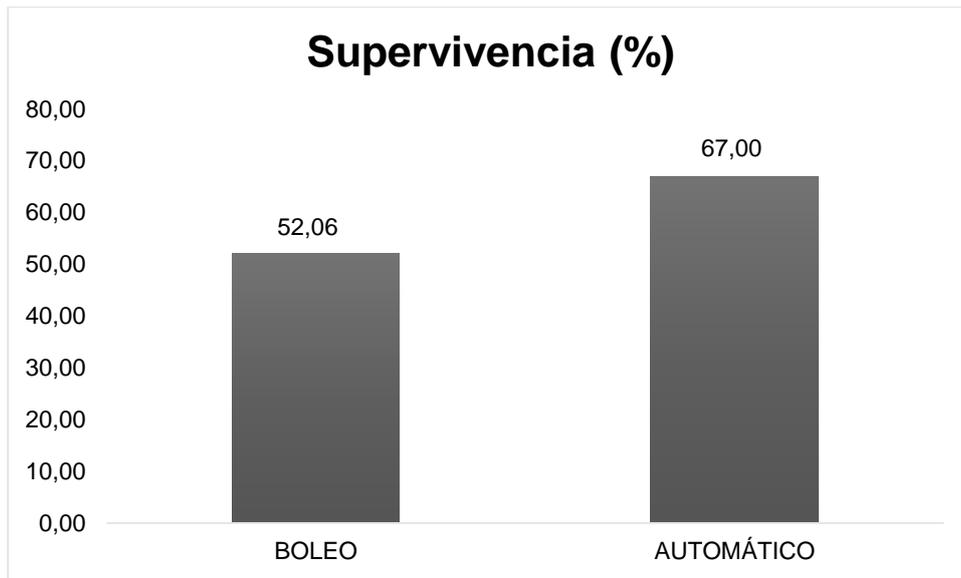
Se realizó la prueba de Mann-Whitney en la cual se obtuvo un valor p menor a 0.05 ( $p \text{ value} < 0.01$ ) lo cual indica que existe una diferencia significativa en las medias de los dos grupos analizados.

Se realizó una transformación de los datos ( $1/x$ ) para poder realizar pruebas paramétricas.

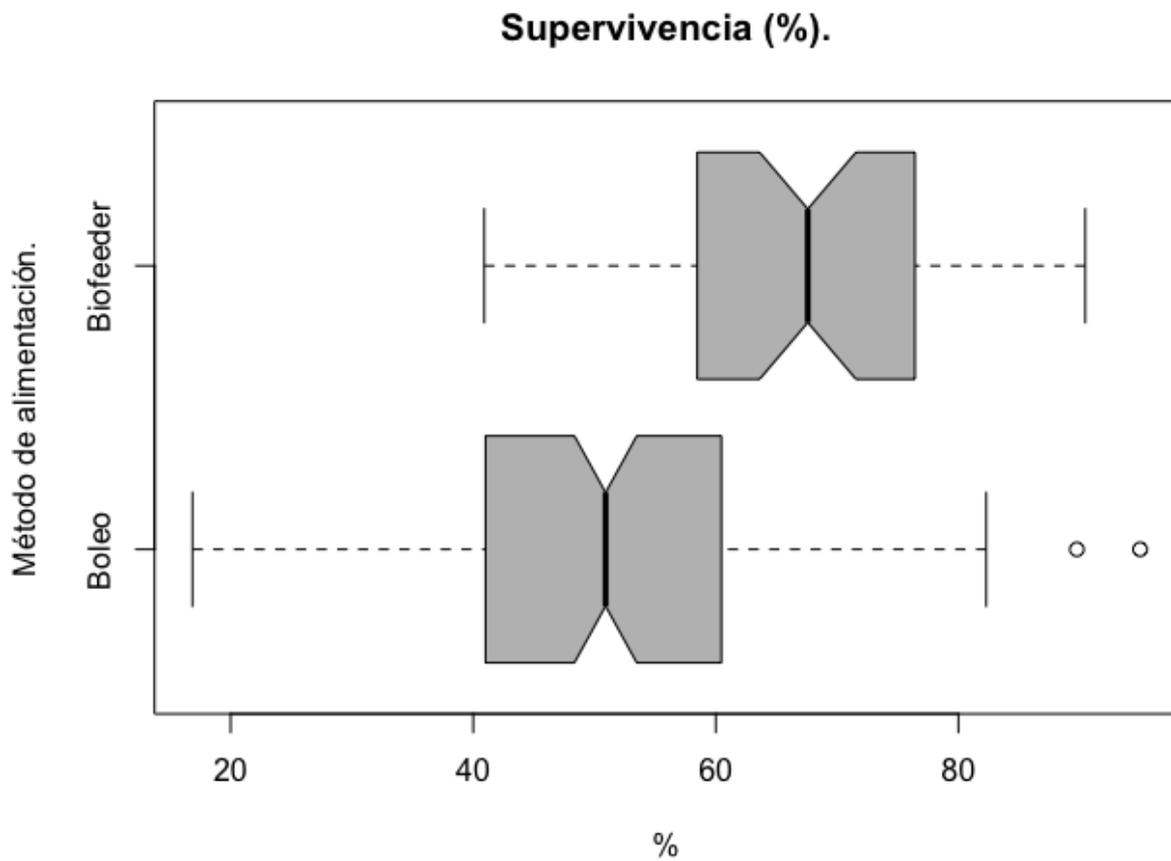
Se realizó un análisis de varianza de un solo factor o ANOVA, después de realizar el análisis de varianza se obtuvo un valor p menor a 0.05 ( $p \text{ value} < 0.01$ ) por lo tanto según los resultados obtenidos existe suficiente evidencia estadística para poder rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que indica que las medias de los grupos a son estadísticamente diferentes.

### **3.5 Supervivencia**

Después de realizar la recolección semanal de datos durante el ciclo de cultivo, se obtuvieron los resultados de las medias del Factor de Conversión alimenticia de las 194 piscinas de camarón. La alimentación tradicional al boleó y la alimentación automatizada con el alimentador automático de la marca Biofeeder obtuvieron una media en el factor de conversión alimenticia de 1.48 y 1.32 respectivamente, para determinar si existen diferencias significativas entre ambos tratamientos se procedió a realizar un análisis de varianza de un solo factor, además se realizaron diferentes pruebas paramétricas y no paramétricas para corroborar los resultados.

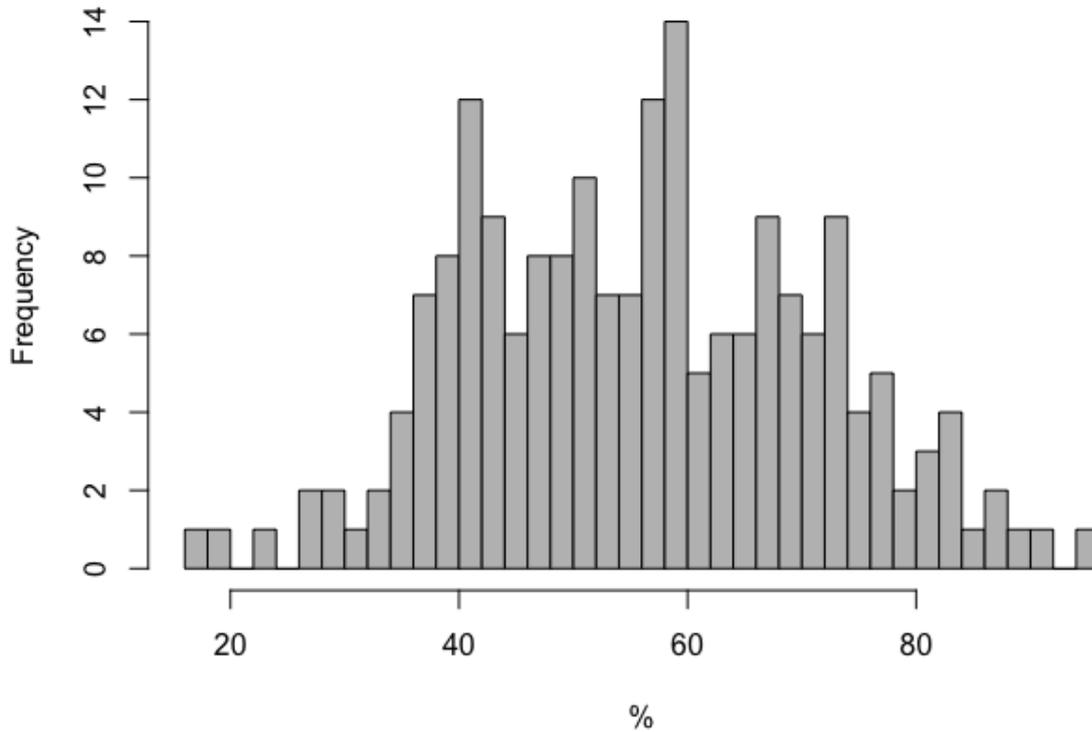


Gráfica 3.7 Medias de porcentaje de supervivencia, boleto vs automático



Gráfica 3.8 Diagrama de cajas de porcentaje de supervivencia, Boleto vs Automático

**Distribución de Datos - Supervivencia (%)**



**Gráfica 3.9 Histograma del porcentaje de supervivencia**

### 3.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos fue elaborado en el programa R studio para poder realizar un análisis de varianza de un solo factor y determinar diferencias significativas ( $p$  value  $<0.05$ ) entre tratamientos, cumpliendo con los supuestos para el ANOVA se realizaron las pruebas paramétricas para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

**Tabla 3.3 Resultados de análisis estadístico de porcentaje de supervivencia**

Prueba Estadística	Valores p
Normalidad de datos (Kolmogorov-Smirnov)	0.2983
Homogeneidad de Varianzas (Levene)	0.1833
<b>ANOVA</b> (Análisis paramétrico)	<b>3.75e-10 ***</b>

Después de realizar el análisis en el software estadístico R Studio se comprobó que la distribución de los datos era del tipo normal por tanto se realizó una prueba paramétrica

para determinar si existían diferencias significativas entre las medias de los grupos de datos.

Se realizó un análisis de varianza de un solo factor o ANOVA, después de realizar el análisis de varianza se obtuvo un valor p menor a 0.05 ( $p \text{ value} < 0.01$ ) por lo tanto según los resultados obtenidos existe suficiente evidencia estadística para poder rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que indica que las medias de los grupos a son estadísticamente diferentes.

### **3.7 Discusión**

El alimento comercial que se utiliza en la producción del camarón es considerado nutricionalmente apropiado para el desarrollo del cultivo, también es el rubro más costoso de la operación acuícola. Para garantizar la inversión en alimento de alta calidad es importante prestar atención a los protocolos de alimentación que han sido utilizados tradicionalmente, alimentando de 2 a 4 veces por día utilizando comederos artificiales o alimentando al boleó, sin embargo los camarones pueden ser descritos como animales que pastorean constantemente ya que han evolucionado de esta manera para encontrar alimento con alta frecuencia indicando que la ingesta de alimento es una importante necesidad de la especie para el ingreso de nutrientes y minerales.

(Ullman, 2017) Reportó un significativo incremento en el peso final del camarón realizando 6 alimentaciones por día comparados con aquellos que fueron alimentados únicamente 2 veces al día.

El uso de alimentadores automáticos para aumentar la cantidad de raciones alimenticias que reciben los camarones por día favorece el crecimiento y también mejorando el balance económico de la operación ya que se reduce la mano de obra y se incrementa la eficiencia en la alimentación (Davis, 2006)

La implementación de alimentadores automáticos en las granjas acuícolas han mostrado suficientes ventajas en comparación a los métodos tradicionales, dentro de los alimentadores automáticos existen aquellos con un sistema acústico que reconoce

cuando la actividad del camarón aumenta y dosifica el alimento, estos sistemas con hidrófono y sensores han probado ser más eficientes que los alimentadores automáticos que poseen temporizador, se ha reportado también en algunos casos la mejoría de la calidad del agua al utilizar estos sistemas.

Durante este ensayo los parámetros de calidad de agua se mantuvieron en los rangos normales para la producción de camarón (Boyd C. T., 1992.), Las larvas fueron sembradas en los estanques de cultivo y la alimentación artificial empezó después de la primera semana o al día siguiente dependiendo la productividad de la zona, los camarones fueron alimentados con una dieta comercial de la marca Biomar a diferentes tamaños y concentraciones de proteína dependiendo la fase del cultivo, Se tomaron los datos de manera semanal para poder evaluar los efectos de la alimentación automática y tradicional en el cultivo de camarón y así determinar si existen diferencias significativas entre estos dos métodos.

Los análisis realizados sugieren que el camarón se beneficia en mayor parte cuando la alimentación es administrada en raciones por medio del alimentador automático, al ser un animal que permanece activo y que pasa la mayor parte del tiempo pastoreando, el camarón es un animal que requiere de una cantidad considerable de alimento por día y la alimentación tradicional no es capaz de suplir estas necesidades completamente esto es debido al número escaso de raciones que reciben los camarones por día y la excesiva cantidad de que se les suministra en cada ración, una ventaja de la alimentación automática es que los camarones tienen una fuente de alimento rica en nutrientes disponible en menores periodos de tiempo, al contrario de la alimentación tradicional la cual se realiza alimentando 2 a 4 veces por día y los animales recurren al alimento natural debido a que existen periodos prolongados en los que no hay alimento artificial disponible en el fondo del estanque.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Con la finalidad de demostrar que se puede lograr disminuir costos relacionados con el balanceado realizando una correcta alimentación y aumentar el crecimiento semanal, porcentaje de supervivencia y disminuir el factor de conversión alimenticia, por estas razones este trabajo realizó un análisis comparativo de las diferentes variables ya mencionadas por medio de los procesos metodológicos, resultados y análisis de resultados, por lo que podemos concluir que:

1. Los resultados de este proyecto indican que se puede lograr una mayor eficiencia en la producción semi-intensiva e intensiva del camarón al utilizar alimentadores automáticos, este estudio prueba que el eficiente uso de los temporizadores en los alimentadores recae en manos de los encargados del cultivo sumado al monitoreo semanal que debe realizarse, las malas estimaciones de la densidad del cultivo, la cantidad de alimento y peso promedio pueden tener un impacto negativo en el crecimiento del cultivo además de contribuir con el deterioro de la calidad de agua del estanque como también pérdidas económicas.
2. Debido a la forma en la que funcionan los alimentadores automáticos que utilizan temporizador es casi imposible alimentar tan pronto como el camarón así lo demande a menos que el productor cuente con un equipo sofisticado que detecte la actividad del camarón por medio de un hidrófono o sensor especializado, esta tecnología es costosa, pero más eficiente que los alimentadores que funcionan con temporizador.
3. Los resultados de este proyecto en el cual se utilizaron dos niveles (alimentación automática y boleo) y diferentes variables como Factor de conversión alimenticia, supervivencia y crecimiento semanal demuestran que al utilizar un protocolo de alimentación desarrollado específicamente para alimentadores automáticos que utilizan temporizador, se puede obtener una mejora del factor

de conversión alimenticia además de mejorar la tasa de supervivencia de los animales.

4. Los análisis estadísticos indican que el Factor de conversión alimenticia en el método automático es significativamente diferente ( $p$  value  $<0.01$ ) al del método tradicional, esto respalda la hipótesis de que la alimentación automática es más eficiente que el método tradicional debido a la capacidad que tiene para racionar el alimento y distribuirlo a diferentes horas durante todo el día, además de reducir la cantidad de desechos orgánicos producidos por el exceso de alimento que no es consumido.
5. Se puede sugerir que la alimentación automática se realiza con mayor eficiencia debido a que el animal posee un suministro constante de alimento balanceado que al contar con los nutrientes adecuados hace que el camarón se desarrolle con mayor rapidez beneficiando al productor, al tener alimento disponible en menores periodos de tiempo el camarón no debe recurrir al alimento natural el cual en altas densidades y en condiciones de cautiverio no contribuye como un factor principal para el aumento de peso.
6. Los análisis estadísticos obtenidos sugieren que existe un mayor crecimiento semanal en las piscinas, en las cuales se realizó la alimentación tradicional, esto podría ser el resultado de la baja supervivencia que se da en estas piscinas, la cual es menor en comparación a la que existe en las piscinas en las que se implementó la alimentación automática, este hecho sugiere que existe mayor espacio para el desarrollo y menor competencia por el alimento en estas piscinas resultando en un mayor incremento de peso y de tallas para aquellas que tuvieron una menor tasa de supervivencia, debido a los resultados obtenidos se sugiere que las pruebas realizadas con respecto a esta variable se hagan mediante replicas de tratamientos, de esta manera se puede analizar el efecto directo que tiene la supervivencia del cultivo en el crecimiento semanal.

## 4.2 Recomendaciones

- Para evaluar el impacto de la supervivencia y el crecimiento semanal se debe realizar una prueba con los 2 niveles de alimentación utilizando réplicas, en este proyecto se utilizaron piscinas de diferentes densidades y parámetros ambientales por lo tanto algunas variables son seriamente afectadas por estos factores, al utilizar replicas los factores externos no intervienen con en análisis de datos.
- La alimentación automática no es algo nuevo, sin embargo, en nuestro país han empezado a ganar demanda en numerosos lugares de la costa y por ende se debe de conocer la verdadera eficiencia que ofrecen en comparación a los métodos tradicionales sugiriendo mayor interés en investigaciones relacionadas a la alimentación automática resultando en nuevas metodologías y técnicas que contribuyan al desarrollo de la acuicultura como actividad productiva.
- Para evaluar el impacto de la supervivencia y el crecimiento semanal se debe realizar una prueba con 2 niveles de alimentación utilizando diferentes réplicas, en el actual proyecto se analizo los datos obtenidos de piscinas con diferentes densidades y parámetros ambientales, por esta razón existen variables que afectan algunos de los resultados, al utilizar replicas los factores externos no intervienen con el análisis de datos y los resultados finales haciendo posible realizar un correcto análisis.
- Debido a que este tipo de tecnología conduce a un aumento del consumo del alimento también se deben considerar los efectos que producen en la calidad de agua, un aumento en la cantidad de alimento suministrado resulta en un obligado incremento de los niveles de oxidación o de aireación. Se requiere considerar la interacción que existe entre el alimento y la calidad del agua, la cual es la principal fuente de contaminantes que forman parte de los efluentes de descarga.
- Implementar la utilización de los alimentadores automáticos en los cultivos con mayores densidades, ya que presentaron mejores resultados.
- Realizar limpieza por lo menos una vez por semana a los comedores automáticos para evitar la proliferación de bacterias y hongos.
- Colocar los aireadores a una distancia mínima de 15 metros del alimentador para evitar posibles fallas en la toma de datos.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- A.Ching, D. C. (17 de Febrero de 2020). *Global Aquaculture*. Obtenido de News features and technical articles about the evolution of aquaculture, one of the world's fastest growing industries.: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/consideraciones-para-la-alimentacion-automatica-en-estanques-de-camarones/>
- Altuve S, R. A. (1998). *Metodología de la Investigación*. Caracas: Universidad Experimental Simón Rodríguez.
- Bador, R. P. (2013.). Acoustic control improves feeding productivity at shrimp farms. . *Global Aquaculture Advocate* , 77–78.
- Biofeeder. (2020). *Biofeeder*. Obtenido de Biofeeder: <https://www.biofeeder.net/>
- Boyd, C. E. (1998.). Pond aquaculture water quality management. . *Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, USA*.
- Boyd, C. T. ( 1992.). Water quality and pond soil analyses for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- Carvalho, E. A. (2006.). Effects of feeding frequency on feed leaching loss and grow-out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. . *Aquaculture* , 252:494 – 502.
- Castro., J. S. (2020). *El sector camaronero y su incidencia en el crecimiento economico de la provincia del Guayas durante el periodo 2013-2018*. Guayaquil-Ecuador: Universidad Salesiana .
- CENAIM INFORMA. (15 de Junio de 2000). Obtenido de Uso de comederos o alimentadores automaticos: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/8556/bquinc13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ching, C. A. (2017). *Como incrementar la rentabilidad del cultivo del camarón*. Guayaquil: Aquaexpo-Nicovita.
- David Josué Ruiz Monrroy, R. J. (2018). *Evaluación de eficiencia en dos sistemas de*. Choloteca, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.
- Davis, D. A. (2006). A case study on feed management to improving production and economic returns for the semi-intensive pond production of *Litopenaeus vannamei*. *Avances en Nutrición Acuícola VIII. Memorias del Octavo Simposio*

- Internacional de Nutrición Acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo Monterrey, Nuevo León, México. , 282-303. ISBN 970-694-333-5.*
- De Silva, S. ( 1989.). Reducing feed cost in semi-intensive aquaculture systems in the tropics. . *Naga: The ICLARM Quarterly* 12:6–7.
- Devresse, B. (2000). *Producción de Alimentos Para Camarón Estables en el Agua*.  
Obtenido de [https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/IV/archivos/32debr.pdf](https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/32debr.pdf)
- FAO. (2016.). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia; [consultado 2019 jul 25]*.
- FAO. (2017). Obtenido de Visión general del sector acuícola nacional-ECUADOR: [fao.org/fishery/countrysector/naso\\_ecuador/es](http://fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador/es)
- FAO. (2018.). *From the statistician's desk: Notes from the aquaculture statistician. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO Aquaculture Newsletter No. 58; [consultado 2019 jul 21]*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i9200en/I9200EN.p>
- Fenucci, J. L. (Agosto de 1988). FAO. Obtenido de MANUAL PARA LA CRIA DE CAMARONES PENEIDOS: <http://www.fao.org/3/ab466s/AB466S00.htm#TOC>
- FENUCCI, J. L. (Agosto de 1988). *Manual para la cria de camarones peneidos*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/ab466s/ab466s04.htm>
- Fox, J. G. ( 2001. ). Shrimp nutrition and feed management. . *in M. C. Haws and C. E. Boyd, editors. Methods for improving shrimp farming in Central America. University of Central America Press, Managua, Nicaragua.*
- Global Aquaculture*. (23 de Julio de 2018). Obtenido de La industria de cultivo de camarón en Ecuador, parte 1: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-1/>
- Herrera, & Martinez. (1998). Guía para el componente curricular camaronicultura. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua*, 1-69.
- Jory, D. E. (1995.). Feed management practices for a healthy pond environment. . *The World Aquaculture Society, Baton*, 118–143 in C. L. Browdy and D. E. Jory, editors. *Swimming through troubled water. Proceedings of the special session on shrimp farming. .*
- Kaushik, S. J. (2000.). Feed allowance and feeding practices. . *Avances recientes en la diversificación de organismos marinos, Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, Zearagoza, Spain., 53–59 i.*

Martínez. (2002). Camarón y cultura Avances y Tendencias.

Munsiri, P. B. (1995). Physical and chemical characteristics of bottom soil profiles in ponds at Auburn, Alabama, USA, and a proposed method for describing pond soil horizons. *WorldAquaculture Society*, 346-377.

Nicovita. (1998.). *Nicovita*. Obtenido de [https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/may\\_98\\_01.pdf](https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/may_98_01.pdf)

Prado, P. V. (2012.). Crecimiento de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* en sistema semi-intensivo, aplicando dos métodos de alimentación: voleo y comederos. [*Tesis*].

Sookying, D. F. ( 2011.). Effects of stocking density on the performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured under pond and outdoor tank condintions using a high soybean meal diet. . *Aquaculture*.

Ullman, C. &. (2017). A New Paradigm for Managing Shrimp Feeding. .

