



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**EFICIENCIA DE LA ALIMENTACIÓN AUTOMATIZADA ROBOTILSA
SOBRE LA SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DEL CAMARÓN *Litopenaeus
vannamei* EN CULTIVO-SEMI-INTENSIVO EN CAMARONERA MARCOR**

S.A.

AUTORA:

BELÉN STEFANIA CEVALLOS ACEBO

TUTORA:

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

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

“Eficiencia de la alimentación automatizada Roboltisa sobre
la supervivencia y crecimiento del camarón *Litopenaeus
vannamei* en cultivo-semi-intensivo en camaronera MARCOR
S.A.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGA

AUTORA:

BELÉN STEFANIA CEVALLOS ACEBO

TUTORA:

BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **Cevallos Acebo Belén Stefania** declaro bajo juramento que la responsabilidad del contenido, ideas y análisis de los resultados expuestos en este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la mismas, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa intelectual vigente.



Cevallos Acebo Belén Stefania
C.I: 2450696444

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con todo mi amor a mi Lito Washington Bolívar Cevallos Arias, que en paz descanse, por haberme inculcado desde pequeña que debo luchar hasta lo último para poder lograr mis metas, darme ánimos a seguir la carrera universitaria y no frenar mis estudios, el apoyo incondicional que me dio en todo su tiempo de vida, y sus cuidados, que, sin duda alguna, sigue aquí conmigo siendo mi angelito de la guardia.

A mi Lita Blanca Cuadrado Araujo, por siempre darme cariño y motivarme a terminar la carrera en los momentos de vulnerabilidad, también dedico este trabajo a mi tía Mary Cevallos Cuadrado por ayudarme con su granito de arena en esta etapa de vida.

A mis padres Geovanny Cevallos Cuadrado y Yanela Acebo García, por siempre brindarme su apoyo, siendo gran partícipes en la realización de este proyecto, porque sin su ayuda, esto no hubiera sido posible, consejos y ánimos otorgados en el camino, sus bendiciones diarias, por eso doy mi trabajo en ofrenda como muestra de mi agradecimiento.

A toda mi familia por confiar en mí y en lo que podría lograr.

Belén Cevallos Acebo

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios por darme la voluntad y fortaleza en culminar la carrera universitaria y no rendirme a pesar de las adversidades que se presentaron en el camino, darme salud y no dejarme derrotar en ningún momento, mantener a mi familia saludable.

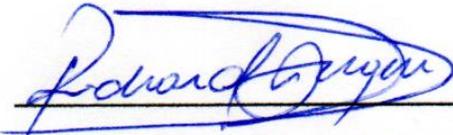
A Juan Pablo Vinueza, dueño de camaronera MARCOR S.A. por permitirme realizar esta investigación en su empresa, siendo participe directo de mi formación profesional, así mismo, agradezco a los trabajadores de la misma por ser parte también de este trabajo al brindarme los datos necesarios para la culminación del estudio final.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, y a cada uno de los docentes quienes conforman la Facultad de Ciencias del Mar por aportar sus conocimientos y experiencias desde el principio hasta el final de la carrera universitaria.

A mi inigualable tutora Blga. Maria Herminia, por su confianza y paciencia en todo este proceso, además de mostrarme su apoyo incondicional en mis decisiones tomadas en este periodo.

Agradezco a mis padres por ser los financieros directos en este estudio y apoyarme hasta la finalización de mi carrera, apostando en que su hija mayor podría cumplir sus metas, y en base a esos anhelos pude mantenerme de pie y hacer que se sientan orgullosos por cada misión cumplida que vaya a realizar con el pasar de los años, como profesional.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.

Decano

Facultad de Ciencias del Mar



Ing. Jimmy Villón Moreno, M. Sc.

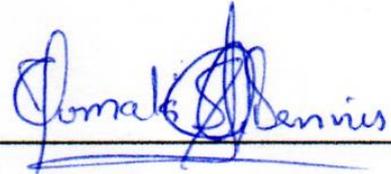
Director

Carrera de Biología



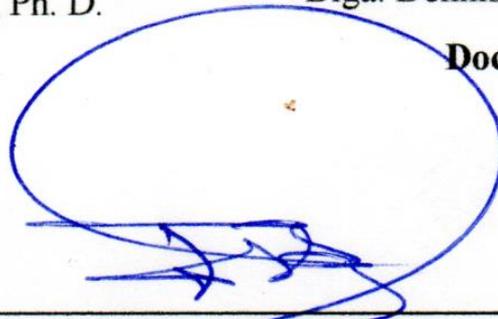
Blga. Ma. Herminia Cornejo Rodríguez, Ph. D.

Docente Tutora



Blga. Dennis Tomalá Solano, M.Sc.

Docente de Área



Abg. Luis Alberto Castro Martínez, Mgs.

Secretario General

ÍNDICE

GLOSARIO	I
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
CAPÍTULO I	VI
1.1 Introducción.....	VI
1.2 Planteamiento del problema	VII
1.3 Justificación	IX
1.4 Objetivo general	X
1.4.1 Objetivos específicos.....	X
1.5 Formulación de la hipótesis.....	XI
CAPÍTULO II.....	- 1 -
2. MARCO TEÓRICO	- 1 -
2.1 Antecedentes.....	- 1 -
La producción de camarón en Ecuador	- 1 -
2.2 Bases teóricas científicas	- 3 -
2.2.1 Hábitos alimenticios	- 3 -
2.2.2 La importancia del buen manejo del alimento en el cultivo de camarón	- 3 -
2.2.3 Consumo de alimento y su proteína.....	- 4 -
2.2.4 Métodos de alimentación	- 5 -
2.2.6 Ajustes y límites.....	- 10 -
2.2.7 Beneficios de los sistemas automáticos	- 12 -
2.2.8 Desventaja de los sistemas automáticos	- 12 -
2.3 Definiciones básicas	- 13 -
2.3.1 Estratificación térmica.....	- 13 -
2.3.2 Consumo de oxígeno en los estanques	- 13 -
2.3.3 Condiciones de suelo.....	- 14 -
3. MARCO METODOLÓGICO	- 15 -
3.1 Diseño metodológico.....	- 15 -
3.2 Ubicación del lugar de investigación.....	- 15 -

3.3 Descripción de los sistemas de alimentación	- 17 -
3.4 Registro de alimento disperso.....	- 18 -
3.5 Determinación del crecimiento del camarón	- 19 -
3.6 Determinación de supervivencia	- 20 -
3.7 Determinación de factor de conversión alimenticia	- 21 -
3.8 Calidad de agua y nivel de sulfuro	- 21 -
Parámetros químicos del agua	- 21 -
Suelo	- 22 -
3.9 Análisis estadístico	- 22 -
CAPÍTULO IV	- 23 -
4. RESULTADOS	- 23 -
4.1 Análisis de crecimiento del camarón entre los dos sistemas utilizados	- 23 -
4.2 Correlación de crecimiento con el oxígeno disuelto y la temperatura	- 24 -
4.3 Análisis de la supervivencia entre los dos sistemas utilizados	- 26 -
4.4 Correlación de supervivencia con los parámetros de oxígeno disuelto y temperatura -	27 -
4.4 Sulfuros de suelos	- 29 -
4.5 Eficiencia del consumo de alimento	- 30 -
CAPÍTULO V.....	- 31 -
5. DISCUSIÓN.....	- 32 -
CAPÍTULO VI	- 36 -
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 36 -
6.1 Conclusiones.....	- 36 -
6.2 Recomendaciones	- 38 -
BIBLIOGRAFÍA	- 39 -

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Vista aérea de la camaronera MARCOR S.A.....	- 15 -
Figura 2: Plano de estanques, puntos de estudio; piscina 2 (1) y piscina 14 (2).....	- 16 -
Figura 3: Distribución de alimentadores automáticos en la piscina 14 de la camaronera Marcors S.A.	- 17 -

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Seguimiento semanal de balanceado suministrado en piscinas 1 y 2.....	- 23 -
Gráfico 2. Crecimiento de los organismos representados en g, para piscina 1 y 2.....	-24-
Gráfico 3.A. Correlación de la variable OD vs crecimiento de la piscina 1.....	-25-
Gráfico 3.B. Correlación de la variable temperatura vs crecimiento de la piscina 1..	-26-
Gráfico 4.A. Correlación de la variable OD vs crecimiento de la piscina 2.....	-26-
Gráfico 4.B. Correlación de la variable temperatura vs crecimiento de la piscina 2...	-27-
Gráfico 5. Supervivencia final de producción.....	-27-
Gráfica 6.A. Correlación de la variable OD vs supervivencia de la piscina 1.....	-28-

Gráfica 6.B. Correlación de la variable temperatura vs supervivencia de la piscina	
1.....	-29-
Gráfica 7.A. Correlación de la variable OD vs supervivencia de la piscina	
2.....	-29-
Gráfica 7.B. Correlación de la variable temperatura vs supervivencia de la piscina	
2.....	-30-
Gráfica 8. Relación de consumo de balanceado y el crecimiento semanal piscina	
1.....	-31-
Gráfica 9. Relación de consumo de balanceado y el crecimiento semanal piscina	
2.....	-32-

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de sulfuros del suelo de ambas piscinas.....	-30-
Tabla 2. Factor de conversión alimenticia para ambas piscinas de estudio.....	-32-

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Alimentadores automáticos de la piscina 14.....	-1-
Anexo 2 y 3. Ubicación de los alimentadores en el estanque.....	-1-
Anexo 4. Muestreo de crecimiento M2SEM2.....	-2-

Anexo 5. Medidor de oxígeno disuelto.....	-3-
Anexo 6. Personal asignado de camaronera Marcor S.A.....	-3-
Anexo 7. Supervivencia quincenal de la piscina experimental 1.....	-4-
Anexo 8. Supervivencia quincenal de la piscina experimental 2.....	-4-
Anexo 9. Base de datos de ambas piscinas; factores de crecimiento, consumo de alimento, temperatura, oxígeno disuelto.....	-4-

GLOSARIO

Cantidad en bruto: Cantidad neta de larva de camarón que se va a sembrar.

Densidad de siembra: Número de plantas o animales por unidad de área de terreno.

Alimento balanceado: Es la mezcla de ingredientes, cuya composición nutricional permite aportar la cantidad de nutrientes biodisponibles necesarios para cubrir el requerimiento metabólico de un animal.

Acuicultura: Conjunto de actividades, técnicas y conocimientos en el cultivo y producción de organismos acuáticos de agua dulce o salada.

Producción: Actividad económica que se encarga de transformar los insumos para convertirlos en producto.

Parámetros: Elementos de un sistema que permite clasificarlo y poder evaluar alguna de sus características como el rendimiento.

Hidrófono: Es un transductor de diseñados para captar el sonido que se propaga a través del agua.

Timer: Estado de alimentación automática, en el cual el alimento es disparado de modo controlado.

Compuerta: Portón de gruesos tablones, que sirve para cerrar las ranura y corta el paso del agua.

Cultivo semi-intensivo: Cultivo con mayor densidad de siembra, manejo de calidad de agua, alimentación complementaria, entre otros.

Factor de Conversión: Representa el valor numérico o la proporción que se utiliza para relacionar una unidad de medida con otra.

Supervivencia: Principal indicador de éxito de cualquier cultivo.

Al voleo: Sistema de alimentación tradicional que consta de del alimento de forma manual.

Espectrofotómetro: Instrumento con el que se apoya la espectrofotometría para medir la cantidad de intensidad de luz

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

PIB: Producto Interno Bruto

CAMAE: Cámara Marítima del Ecuador

P_n= Número de peso

$\sum P_n$ = Sumatoria de los diferentes pesos

m²= Metro cuadrado

M2SEM2= Periodo de tiempo, indicando el mes y semana que corresponde cada dato.

Pobl.: Población

ppt: Partes por mil

%: Porcentaje

OD: Oxígeno Disuelto

g= Gramos

mg/l = Miligramos por litro

°C= Grados centígrados (temperatura)

FCA= Factor de conversión alimenticia

σ_{xy}: Covarianza

σ_x: Desviación típica de x

σ_y: Desviación típica de y

RESUMEN

En los últimos años la alimentación automática se ha estado implementando en Ecuador. Ésta consiste en un sistema computarizado para la distribución del alimento en piscinas de producción acuícola, aunque a pesar de los beneficios no es una práctica extendida aún en el Ecuador. En la camaronera MARCOR S.A. ubicada Playas-Guayas, la reducción de personal que provocó la reciente pandemia del Covid-19, fue motivo para implementar la distribución de balanceado computarizada. En este trabajo se analizó la eficiencia del alimentador automático “Robolti” sobre el crecimiento y supervivencia del camarón *Litopenaeus vannamei* cultivado desde abril hasta junio del 2022. Se analizó la información de producción de 2 piscinas semejantes en hectáreas, fechas y densidad de siembra; con registros semanales de la temperatura y el oxígeno disuelto, balanceado suministrado, crecimiento. Mientras que la supervivencia fue registrada cada 15 días, y adicionalmente al final de la corrida se evaluó la calidad del suelo a través del nivel de sulfuro. Se seleccionaron dos estanques para el estudio y se comparó dos tipos de sistemas de alimentación, al voleo (Piscina 2-P1) y automático (Piscina 14-P2). Los rangos de temperatura y el oxígeno disuelto, para ambos sistemas fueron de 22-30°C y 3 - 7mg/l, respectivamente. La P-1 registró un crecimiento entre 1 a 4g/semana, dando como resultado que la producción media fue 11.670 lb/ha, peso promedio 19,29 g en 80 días con 1,97 de conversión alimenticia y 52% de supervivencia, mientras que en la piscina experimental 2 registró un crecimiento entre 0.4 a 3g/semana producción media fue 11.880 lb/ha, peso promedio 14,11 g en 73 días con 2,08 de conversión alimenticia y 55% de supervivencia. El análisis de sulfuros reflejó cantidades elevadas (> 0.01 mg/l) en ambas piscinas. Las dos piscinas obtuvieron una producción similar, sin embargo, en la alimentación automatizada se registró una mayor supervivencia con el 3% superior a alimentación tradicional un mayor crecimiento. Se concluye que el tipo de alimentación y las cantidades suministradas son de vital importancia para la producción del camarón, sin embargo, hay varios factores que influyen en el crecimiento y la supervivencia como son los diferentes parámetros físicos y químicos del agua y suelo.

Palabras claves: Densidad, siembra, automático, conversión o factor alimenticio, parámetros, disuelto.

ABSTRACT

In recent years the feeder automatic has been implemented in Ecuador, consisting of adequate balanced distribution of the computer system. Despite the benefits not every farms have this sistem as is the case of MARCOR. S.A. farm, localized on Playas-Guayas. The reduction in staff caused by the Covid-19 pandemic, therefore, implementing said system in this farm, but didnt have a previous study about the feeder automatic efficiency in MARCOR S.A. Present study about Robolti S.A automatic feeder efficiency in this shrimp farm, localized in province of Guayas-Playas, where analyzed the growth and survival in the production that corresponding to the months of april to june 2022. The production information of 2 similar pools was analyzed in hectares, dates and planting density; with weekly records of temperature and dissolved oxygen, balanced supplied, growth. While survival was recorded every 15 days, and additionally at the end of the run, the quality of the soil was evaluated through the sulfide level. Two ponds were selected for the study and two types of feeding systems were compared: broadcast (Pool 2-P1) and automatic (Pool 14-P2). The temperature and dissolved oxygen ranges for both systems were 22-30°C and 3-7mg/l, respectively. The P-1 registered a growth between 1 to 4g/week, resulting in an average production of 11,670 lb/ha, an average weight of 19.29 g in 80 days with 1.97 feed conversion and 52% survival. while in the experimental pool 2 it registered a growth between 0.4 to 3g/week average production was 11,880 lb/ha, average weight 14.11 g in 73 days with 2.08 feed conversion and 55% survival. The sulfide analysis reflected high amounts (> 0.01 mg/l) in both pools. The two pools obtained a similar production, however, in automated feeding a higher survival was recorded with 3% higher than traditional feeding, greater growth. It is concluded that the type of food and the amounts supplied are of vital importance for shrimp production, however, there are several factors that influence growth and survival, such as the different physical and chemical parameters of water and soil.

Keywords: Density, farming, automatic, conversion or feed factor, parameters, dissolve.

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

La alimentación del camarón es un factor importante dentro de una producción, donde nacen varias interrogantes como: ¿Cuándo es el mejor momento de alimentar?, ¿Cómo utilizar una correcta metodología para la aplicación del alimento? y ¿Cuál es la proporción exacta que se necesita para poder lograr una mayor eficiencia en el uso del alimento, alcanzando un máximo crecimiento y supervivencia en los camarones? (Gavilánez Moreno, 2021). El factor de conversión alimenticia no solo se evalúa tomando en cuenta las características de calidad del alimento sino también del tipo de manejo que se utilice (Córdova Briones, 2019).

El método tradicional que se utiliza en sistemas de producción intensivos y semi-intensivos, se ayuda de una tabla de alimentación, que está ajustada a una medida de ración que va acorde con el peso promedio y biomasa del camarón en cada estanque que se obtiene por semana (Bravo, 2019). Este método es uno de los más usados debido a su relativo bajo costo y, a la habilidad de poder realizarse con poco conocimiento técnico. La manera correcta de suministrar alimento manual es tratando de cubrir al menos un 80% de la superficie donde se alimenta (Ching, 2020).

En los últimos años se ha ido expandiendo el uso de alimentadores automáticos en las camaroneras para lograr una mayor eficiencia en el momento de suministrar alimentos balanceados (Aquafeed, 2021). En algunos sistemas automatizados se aplica una programación, a través de la cual, se planifica el consumo para controlar las proporciones de alimento en un horario determinado, acelerando los procesos operativos; a su vez disminuyendo los costos de mano de obra y de esta forma aumentar la producción. Esta implementación de alimentadores ha resultado eficaz en varios países asiáticos y de

América Latina (Balanceados Nova S.A, 2018), proceso que tiene su inicio en Tailandia, donde se ha registrado un éxito de hasta el 60% en su uso. Obviamente, la eficiencia varía de acuerdo con el tamaño que presente la piscina; cabe mencionar que su eficiencia es mucho mayor en piscinas pequeñas. La automatización del sistema de alimentación se aplica de 2 formas, la primera que consiste en utilizar un temporizador cuya función es abrir la compuerta que retiene el alimento, en intervalos de tiempo. En el segundo sistema se utiliza un hidrófono, mediante el cual se determina cuánto y cuando alimentar al camarón (Ruiz, 2018).

La camaronera en estudio posee 5 alimentadores con temporizador o timer, sin embargo, no existe un estudio donde acredite que esta alimentación automatizada sea más eficaz en comparación con la manual, por lo que se espera, que mediante análisis biológicos, físicos y químicos se pueda llegar a confirmar el mejoramiento del crecimiento y supervivencia del camarón en producción con el sistema automático.

1.2 Planteamiento del problema

La alimentación automática se ha implementado con el pasar de los años a nivel nacional, aunque se ha aplicado de forma lenta por varias razones: el costo en primera instancia, que no es considerada, aunque podría serlo, como una inversión a largo plazo y, segundo, la falta de información sobre sus beneficios y posibles resultados en camaronera al aplicarlo, principalmente. Estos beneficios se deben considerar en cuanto a la calidad del agua y de los suelos de los estanques, dado que si el alimento no es consumido este se acumula en los suelos, incrementado la cantidad de materia orgánica y afectando no sólo al suelo, sino a la columna de agua, constituyéndose en una zona no visitada por el

organismo de cultivo, dado que bajo estas circunstancias se aumenta la probabilidad de una baja de oxígeno.

En el caso de la camaronera MARCOR S.A, debido a la reciente pandemia del covid-19, parte del personal encargado de la alimentación fue afectado, por ese motivo, se produjo una reducción del mismo a cargo de la distribución del balanceado en los estanques de cultivo. Esto conllevó a una incorrecta logística, con la consecuente disminución en el nivel de producción. Es decir, una reducida o mala dispersión del alimento que trajo como consecuencia problemas tales como: el incremento de la carga de nutrientes y de materia orgánica, una tasa alta de conversión, crecimiento lento del camarón; además de la aparición de enfermedades, e incremento de la mortalidad.

Dicha problemática dio paso a la búsqueda de un nuevo sistema de alimentación dando lugar a la instalación de los comederos automatizados, llevando consigo una disminución en contratación de personal. Se han llevado a cabo algunas investigaciones relacionadas a los alimentadores automáticos; es así que Guacho (2022), estudió el uso de los alimentadores automáticos en modo sónico en la camaronera Distrisoda S.A (Isla Matorrillo), referido principalmente a niveles de consumo del balanceado, mientras que Alvarez (2022), comparó el rendimiento productivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* entre el sistema de alimentación automatizada y la manual en el cultivo semi-intensivo de la camaronera Gramilesa (Santa Elena), en ambos casos analizó la eficiencia del uso del alimentador. En el presente estudio se propone evaluar un sistema de alimentación automática en la camaronera MARCOR S.A, considerando el crecimiento y la supervivencia de *Litopenaeus vannamei*, analizando las condiciones del suelo, luego del proceso de alimentación.

1.3 Justificación

Cuando se aplica alimentación manual o también denominado “al voleo”, algunos camaroneros consideran que existe un beneficio ya que viene acompañada de un control de nutrición de la especie, de la cual, se evalúa constantemente la biomasa y peso promedio de la población del camarón, dado que estos parámetros son necesarios para el ajuste de la tabla de alimentación. Sin embargo, existe la posibilidad de una mala distribución del alimento por parte del técnico o persona encargada, con el consiguiente deterioro de la calidad del suelo y/o desperdicio del recurso.

Por otro lado, los alimentadores automáticos están especialmente ajustados para la alimentación del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), se programan para que se dispensen pequeñas cantidades de balanceado en una amplia zona de la superficie del agua en intervalos cortos regulares, observándose poca posibilidad de encontrar restos de alimentos en el fondo del estanque. La sobre-alimentación es rara durante la alimentación automática, y la calidad del fondo del estanque se mantiene hasta el final del ciclo de engorde.

Es importante considerar el crecimiento y supervivencia del camarón depende no sólo de la calidad del alimento, sino también del tipo de alimentación que se dé, en referencia las dosis y frecuencia de la alimentación. Por lo tanto, se considera relevante el aportar con información sobre el uso de un sistema automatizado, que favorezca un buen crecimiento, supervivencia, entre otros beneficios como el mantenimiento de una buena calidad del suelo, para los productores de camarón *L. vannamei*, por encima de la alimentación tradicional que se viene realizando desde décadas atrás, de tal forma que al final las

ganancias en producción se vean mejoradas por la optimización de uno de los procesos que se dan en los sistemas de cultivo que es la alimentación.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar la eficiencia del sistema de alimentación automatizado de la camaronera MARCOR SA. a través del crecimiento y la supervivencia del camarón *Litopenaeus vannamei*.

1.4.2 Objetivos específicos

- Comparar el crecimiento y supervivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* entre el sistema de alimentación automatizada y la alimentación manual, utilizando la información generada en la camaronera MARCOR S.A.
- Interpretar comparativamente los dos sistemas de alimentación en función de la relación de crecimiento y supervivencia con las variables de oxígeno disuelto y temperatura.
- Analizar la eficacia de la distribución automatizada de alimento balanceado sobre factor de conversión alimenticia de *Litopenaeus vannamei* en cultivo semi-intensivo, basado en la diferencia de crecimiento y supervivencia entre ambos sistemas.
- Evaluar las características del suelo con respecto al nivel de sulfuro para corroborar la eficiencia del alimentador automático en el ambiente de cultivo.

1.5 Formulación de la hipótesis

Ho: El sistema de alimentación automatizada favorece un mayor crecimiento y supervivencia en el camarón *Litopenaeus vannamei* en cultivo semi-intensivo de la camaronera MARCOR S.A. Además, de mostrar una reducción de desperdicio de alimento balanceado en el medio y buena calidad del suelo.**Ha:** La alimentación automática no determina un mayor crecimiento y supervivencia en la producción de camarón *Litopenaeus vannamei* en la camaronera MARCOR S.A. Mostrando un desperdicio de alimento balanceado en el medio a finales de corrida.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

La producción de camarón en Ecuador

La acuicultura está orientada básicamente al cultivo del camarón, actividad que en el Ecuador nació de una manera casual, alrededor del año de 1968 en la provincia de El Oro, específicamente en el cantón Santa Rosa; ya que accidentalmente por aguajes fuertes, el agua del mar se depositaba en algunos salitrales y traían consigo camarones en estado de post larvas y juvenil, los cuales después de cierto tiempo crecían hasta tamaños comerciales con bastante facilidad y sin ninguna acción mecánica. Los agricultores de la zona observaron este fenómeno, y empezaron a utilizar técnicas rudimentarias para la cría del camarón, construyendo piscinas para el cultivo de grandes extensiones, las que llenaban mediante bombas de agua y colectando semillas de los alrededores (Almeida, 2017). Posteriormente la industria del camarón creció con el incremento del uso de tierras para la creación de piscinas de producción de camarón hasta alcanzar una superficie de cultivo de 175.000 hectáreas con una producción de 138.000 toneladas métricas en el año 1998 (Incatrail, 2021).

Fue en su máximo desarrollo cuando a mediados del año 1999, el país presentó una caída en la producción de camarón llegando a cifras de 37700 toneladas métricas debido al virus de la mancha blanca (White spot síndrome virus,

WSSV), situación que provocó que una mayoría de las granjas camaroneras cerraran por este brote, puesto que, la industria acuícola tuvo pérdidas del 70%. Además, se sumó el hecho de que el país se encontraba en un cambio de la moneda nacional (Sucre) por el dólar americano. Como consecuencia, se registraron pérdidas de hasta de 200 millones de dólares a nivel Nacional (Fabrizio, 2002). Debido a esta situación la industria camaronera optó por buscar soluciones a esta caída de producción, una de las cuales 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, esperando que la industria camaronera recuperara los niveles de producción que habían obtenido antes del brote de la mancha blanca (Piedrahita, 2018).

En la actualidad, un informe del sector acuícola presentado en la cámara marítima de Ecuador, se profundizó en el comportamiento de exportación en el sector camaronero en el país determinando que, la acuicultura y pesca de camarón en el 2022 batió un récord que afianza al ahora principal producto de exportación no petrolera del país con 971.285 toneladas métricas en 11 meses (enero – noviembre), siendo un producto de exportación no petrolera que genera más ventas externas (CAMAE, 2023).

2.2 Bases teóricas científicas

2.2.1 Hábitos alimenticios

La mayoría de las especies que se cultivan en el mundo, tienen hábitos alimenticios omnívoros, basando su alimentación en elementos de origen vegetal, animal, bacteriano o detritos. Los juveniles de camarones penaeidos utilizan en su alimentación material vegetal, ya sea directamente, a través de las presas o en los detritos. Las algas epifitas son la principal fuente de carbono orgánico para algunas especies de camarón (Poveda, 2008). Los camarones también son coprofágicos, es decir, consumen sus propias heces, las cuales al ser colonizadas por bacterias heterotróficas convierten la proteína del alimento en proteínas del alimento en proteína bacteriana (Tabasco, 2011).

Estos organismos tienen hábitos nocturnos, es decir que, aprovechan más las raciones suministradas por la tarde y noche, destacando que, durante la época de muda, tienden a disminuir el consumo de alimento.

2.2.2 La importancia del buen manejo del alimento en el cultivo de camarón

Los desechos, el exceso de alimento, las heces fecales, el plancton muerto y otros restos orgánicos, al acumularse sobre el fondo del estanque, requieren del oxígeno para su degradación y, en la mayoría de los casos cuando sobrepasan la capacidad de carga del procesamiento de este material por parte de los organismos bentónicos, producirán condiciones anaerobias,

provocando déficit de oxígeno. Estas condiciones servirán de “lecho” para el desarrollo de enfermedades causadas por organismos patógenos oportunistas, especialmente vibrios, aeromonas, pseudomonas y organismos epicomensales. Estos últimos, se ubican especialmente sobre las branquias del camarón, provocando asfixia y muerte (Piedra, 2020).

2.2.3 Consumo de alimento y su proteína

Según la FAO (2021), la nutrición del crustáceo es considerada una de las áreas importantes de investigación, dado que contribuyen a un buen desarrollo de este organismo en las camaroneras. Esta se concentra en una variación de los tipos de balanceado, donde se consideran los diferentes niveles de proteínas que van a contribuir al aumento de masa muscular de los individuos, además, de apoyar su sistema inmunológico y optimizar el equilibrio entre el camarón, los microorganismos y el medio ambiente.

Las técnicas de alimentación se determinan en base a las necesidades del organismo objeto de cultivo y, se relacionan con las dosis necesarias para cumplir este objetivo, sobre un mejor crecimiento y supervivencia de éste. Otro aspecto a considerar es el tamaño de partícula, el cual debe ser adecuado para su correcta digestibilidad (Torres, 2014).

Cabe agregar que el requerimiento óptimo de proteína en la dieta de *Litopenaeus vannamei* es del 20 al 45% dependiendo del tamaño del

camarón, las condiciones del agua y las características dietéticas como la calidad de la proteína (Lee, s.f.).

2.2.4 Métodos de alimentación

A. Método al voleo

Para realizarlo, es importante que para el suministro del alimento a los animales de cultivo es necesario calcular la biomasa existente, por lo que se efectúa muestreos poblacionales semanales o quincenales de la biomasa y del crecimiento del camarón. En la alimentación al voleo el alimento es ampliamente distribuido en forma manual desde embarcaciones o plataformas, sobre el estanque y se considera que los camarones pueden alimentarse adecuadamente, evitando el estrés que se genera cuando compiten por entrar a un comedero, acentuándose más cada vez que aumenta la biomasa. Para alimentar al voleo se debe tener en cuenta la profundidad del estanque, los canales interiores de drenaje, etc. de esta manera se evitará volear alimento en las partes someras (30-50 cm de profundidad), donde no llegarán los camarones durante el día debido al calentamiento del agua por los rayos solares. NICOVITA (2020), recomienda evitar regar alimento en partes donde se van a acumular desechos tóxicos, y sedimentos anaeróbicos como los canales o zanjas interiores.

El inapropiado suministro al voleo encarece el costo de la campaña, por los desperdicios o sobrante que queda; el mismo que llega a ser un fertilizante

orgánico caro y que, además, malogra los fondos. Además, para Rojas (2014) , en el método de voleo la tabla de alimentación se ve afectada por condiciones tales como: (a) diferencias estacionales en el ritmo de crecimiento (diferentes tasas de crecimiento en verano e invierno; (b) variación de alimento natural entre estanques debido a la fertilización, profundidad del estanque, densidad de siembra y (c) calidad de alimento; situaciones que deben analizarse cuando se trata de mantener la calidad del sistema de cultivo para obtener una buena producción.

Esta práctica de alimentación tiene la ventaja de permitir una estimación en cualquier momento de la cantidad de alimento que se consume. De acuerdo con este consumo aparente, las raciones se pueden ajustar. Por supuesto. Es imposible determinar si todos los camarones tienen acceso a las bandejas, o qué alimento se está consumiendo o si solo los camarones lo sacan de las bandejas, por lo cual se llega a utilizar de 3-4 platos por hectárea, los cuales se les agrega un 20-30 % de la dieta total del día, el resto del alimento es dosificado por un boleador artesanal en una panga por toda la piscina en las zonas de alimentación que con frecuencia son las panameñas debido a que su profundidad es mayor y el camarón prefiere pasar la mayor parte del tiempo en estas áreas debido a la baja influencia de la radiación solar en estas áreas, así mantenerse fresco y lejos del alcance visual de las aves. Las dietas pueden variar entre 2, 3 y 4 por día según la experiencia del productor siendo de ayuda para obtener un mayor control de consumo de balanceado, por otra

parte, cuando se quiere disminuir el margen de error se aumenta los platos por hectárea y se dosifica una cantidad mayor de platos (Christopher, 2022).

B. Método de alimentación con bandejas

Con este método el alimento es colocado en mayor cantidad de la que demande el “consumo” del camarón; posteriormente se realizan los ajustes de suministros y remanentes. El peso de alimento que se suministra es dividido en forma equitativa sobre el número de comederos que corresponden por hectárea. Esta “ración diaria” puede dividirse tanto en porcentajes y dosificaciones previamente estipuladas (Davis, 2018). Por observación de los animales a la bandeja de alimentación es posible hacer una evaluación de las condiciones de la piscina, al mismo tiempo que el análisis e interpretación del alimento remanente en la bandeja. No obstante, el inconveniente se presenta en cuanto al deterioro de los alrededores de la bandeja donde queda el alimento que es removido de esta hacia afuera y no es aprovechado por el camarón.

C. Método de alimentación con bandejas como “muestreadores”

Este método se basa en la obtención de una indicación sobre el apetito de la población en una piscina dada, y a un momento dado, a partir del consumo

de una fracción mínima de la ración diaria en muy pocas bandejas repartidas estratégicamente en lugares "representativos" de dicha población. La fracción repartida en estas bandejas representa solamente el 1, 2 o 3 % del total de la ración distribuida. Algunos otros científicos indican que se debe colocar una cantidad fija (150 gramos, por ejemplo), para facilitar la interpretación de los restos, pero esta cantidad, que, de todas formas, no representa más del 5 % del total de la ración, en el más alto de los casos (NICOVITA, 2020).

Las bandejas deben ser ubicadas en sitios con condiciones favorables al camarón. No se deben colocar bandejas en zonas demasiado someras o degradadas. Es importante estar alerta al momento de la evaluación del proceso de alimentación, dado que el camarón visita poco estas zonas y por lo tanto dejará "falsos positivos" que pueden provocar ajustes inadecuados, además de un desgaste de alimento (Villarreal, 2008).

El control de los restos las bandejas se deben realizar a un tiempo definido después de la alimentación. Sin embargo, no existe un tiempo fijo válido para todas las condiciones. Este tiempo es una de las decisiones más importantes que puede influir sobre la pertinencia de la interpretación de los restos. Un tiempo demasiado corto no dejará suficiente oportunidad a la población para alimentarse y se puede provocar subalimentación, mientras que en caso opuesto (demasiado tiempo), se puede llegar a sobrealimentar. Además, se debe tomar en cuenta que la calidad del alimento, tanto física como alimenticia, de un pellet se reduce con el tiempo. Por lo tanto, no es

recomendable esperar mucho tiempo antes de confirmar que todo haya sido consumido, porque posiblemente parte de los alimentos se desagregaron sin haber sido consumidos (Ching, 2020).

La lectura de las bandejas se debe realizar necesariamente por la misma persona que las llenó, con el objetivo de reducir las posibilidades de error en la cuantificación. En lo general, se revisan a las 1, 2 o 3 horas después. Algunos camareros, solamente las revisan justo antes de la siguiente distribución. En cuanto a la estimación de los restos, se diseñan métodos prácticos que facilitan su aplicación por el personal de campo, el más sencillo siendo 0/1, es decir vacía (0) o no vacía, obviamente, pueden quedar mezcladas situaciones con unos pellets sin haber sido consumido, hasta quedando casi la totalidad. Por lo tanto, se recomienda detallar un poco este método: 0/1/2: vacía (0), un poco no consumido (1), mucho alimento no consumido (2). En este caso, la dificultad es definir hasta cual cantidad se puede considerar “poca” o “mucho”. Otros expertos prefieren cuantificar los restos en forma de 0, 1 a 25 %, 25 a 50 % y más del 50 %. Cuando se diseña cualquier método, se debe pensar que la evaluación se hará en el campo, sin equipos de medición salvo el “ojímetro”. Por lo tanto, es preferible cuantificar solo lo necesario al supervisor de las bandejas (NICOVITA, 2020).

2.2.5 Alimentación automático ROBOTIL con sistema IOT

Se maneja con el software Robiot, la que consiste en una vinculación de los alimentadores con una estación base que es controlada con un ordenador permitiendo la subdivisión de ración del día en múltiples micro-rationes (+200), ajustadas a ciclos horarios escogidos según el criterio del biólogo o programador para cualquier hora del día (Roboltisa, 2023).

2.2.6 Ajustes y límites

Se ha observado variaciones del apetito de una población de camarón según las siguientes razones:

- **El ciclo de muda, ligado al ciclo lunar.** En ciertos estadios del ciclo lunar, ciertas poblaciones de camarón tienen una sincronización de su muda. En este caso, se permite un gran ahorro de alimento cuando el camarón entra en fase de pre-muda, y hasta la post-muda. Es importante resaltar que luego de la muda, los requerimientos del camarón son bastante altos y por consecuencia los aumentos de ración deben ser lo suficiente fuertes para cubrir todas las necesidades del animal; esta observación es otro resultado de una lectura confiable de bandejas (Piedrahita, 2018).
- **Las variaciones de calidad del agua, en especial de la temperatura y del oxígeno.** Un seguimiento preciso, con reloj y termómetro en la mano, de las charolas permite decidir a partir de qué hora es recomendable iniciar

la primera alimentación del día, cuando se encuentra en estaciones frescas o frías. No sirve alimentar cuando la temperatura y/o el oxígeno están por debajo del mínimo ya que estas condiciones estresan al camarón y le quitan el apetito (Gavilánez Moreno, 2021).

- **Las reparticiones especiales de la población de camarón en el estanque.** Las bandejas permiten observar áreas del estanque que pueden estar poco o muy visitadas, es decir, se puede observar a simple vista que tan abundante está el área. Es recomendable distribuir en las zonas de concentración del camarón, mientras se resuelve el problema de la zona “desértica”. Estas situaciones pueden ser provocadas por amplitudes térmicas excesivas en las áreas someras de un estanque en estaciones frescas, o por una mala calidad del fondo de una parte del estanque (Piedra, 2020).

- **Las posibles enfermedades que pueden reducir el apetito.** En ciertos momentos de su desarrollo, pueden provocar mortalidades que reducen la biomasa de camarón para alimentar. Luego de una serie de ciclos de cultivo con este método, se puede lograr una cierta modelización del consumo real del camarón en las condiciones específicas del estanque y lograr una buena estimación de la biomasa en cultivo, información muy valiosa al momento de la cosecha (Villarreal, 2008) .

2.2.7 Beneficios de los sistemas automáticos

En una publicación emitida en el año 2018 elaborado por Hunter (2015), sobre los alimentadores Robotil, se mencionan varios beneficios que maximizan la eficiencia de las operaciones acuícolas, como:

- a. Disminución del factor de conversión alimenticia hasta en un 30 %, valores de 1.1- 1.2
- b. Crecimiento más rápido y una mejor uniformidad de la talla
- c. Mejor calidad del agua
- d. Disminuye los costos de producción
- e. Alimento fresco debido a la alimentación continua
- f. Mínima lixiviación
- g. La alimentación requiere menos aglutinante, menos trigo y menos atrayentes.
- h. Los costos de alimentación y los costos laborales se reducen.
- i. Los camarones se alimentan en la columna de agua en donde no hay sedimentación en comparación con el fondo de las piscinas.

2.2.8 Desventaja de los sistemas automáticos

El precio de los alimentadores automáticos hace que el producto no sea accesible para todos, las cuales, están entre 4000 a 7800 dólares, por lo tanto, los productores se detienen al momento de invertir en dichos equipos. Además, el manejo y las adecuaciones son factores que hacen un poco complejo el uso

de estas herramientas (Ortiz, 2017). No obstante, el productor debería considerarlo como una inversión a largo plazo, como se menciona anteriormente.

2.3 Definiciones básicas

2.3.1 Estratificación térmica

Morla (2010), indica que las temperaturas altas producen el calentamiento de la superficie del cuerpo de agua del estanque ocasionado por la exposición al sol en la que se encuentran, produciendo la formación de capas de agua de diferentes temperaturas y densidad a lo largo de la columna de agua. Por lo tanto, la capa de superficie del cuerpo de agua en la noche o madrugada disminuye el temple a la misma que la del fondo de agua, al tener la misma densidad, estas capas se mezclan.

2.3.2 Consumo de oxígeno en los estanques

Se plantea en la revista UNAH (Universidad Nacional Autónoma de Honduras), que la tasa de fotosíntesis diurna excede la tasa de respiración total del estanque diurno y la concentración de oxígeno disuelto aumenta durante el día. Lo contrario ocurre por la noche, cuando la fotosíntesis se detiene y la respiración continúa, lo que causa un aumento y una disminución diarias de la concentración de oxígeno disuelto. A medida que aumenta la intensidad de floración del fitoplancton, aumenta la diferencia en la concentración de oxígeno disuelto

durante el día y la noche (Carranza, 2020). El pico de la curva de oxígeno disuelto durante el día disminuye con la profundidad del agua debido a la disminución de la luz para la fotosíntesis. Las floraciones densas de fitoplancton aumentan en gran medida la frecuencia y la gravedad de la baja concentración de oxígeno disuelto (Boyd, 2018).

2.3.3 Condiciones de suelo

La materia orgánica acumulada estimula la producción bacteriana, cambiando la composición química, la estructura y funciones de los sedimentos. Algunos efectos del aumento de la carga de materia orgánica y de los nutrientes en los sedimentos son: disminución de las concentraciones de oxígeno y aumento de la demanda biológica de oxígeno, es decir que los sedimentos aumentan su condición anaeróbica y reductora; se producen alteraciones en los ciclos normales de nutrientes, incrementando el ingreso de nitrógeno (N) y fósforo (P) desde los sedimentos hacia la columna de agua. Al presentarse un exceso de la materia orgánica los ácidos sulfurosos se elevan, por ende, un análisis de la misma nos certifica la eficiencia del alimentador automático sobre la distribución del balanceado y la relación con las cantidades de oxígeno disuelto (García, 2020).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño metodológico

Tipo de investigación: Cuasi Experimental

El material experimental está conformado por dos unidades experimentales (Piscinas de producción), representadas por los dos tratamientos que se evaluaron: uno con alimentadores automáticos y otro con alimentación tradicional. Se tomó en cuenta todo el proceso de corrida, desde el 18 de abril hasta el despacho final del camarón, 8 de julio del 2022. Los datos fueron tomados con ayuda del personal asignado por parte del dueño de la camaronera MARCOR S.A.

3.2 Ubicación del lugar de investigación

Área de estudio

El estudio se realizó en la camaronera MARCOR S.A. localizada en el cantón Playas de la provincia del Guayas, siendo sus coordenadas de - 2.532753, 80.524472.

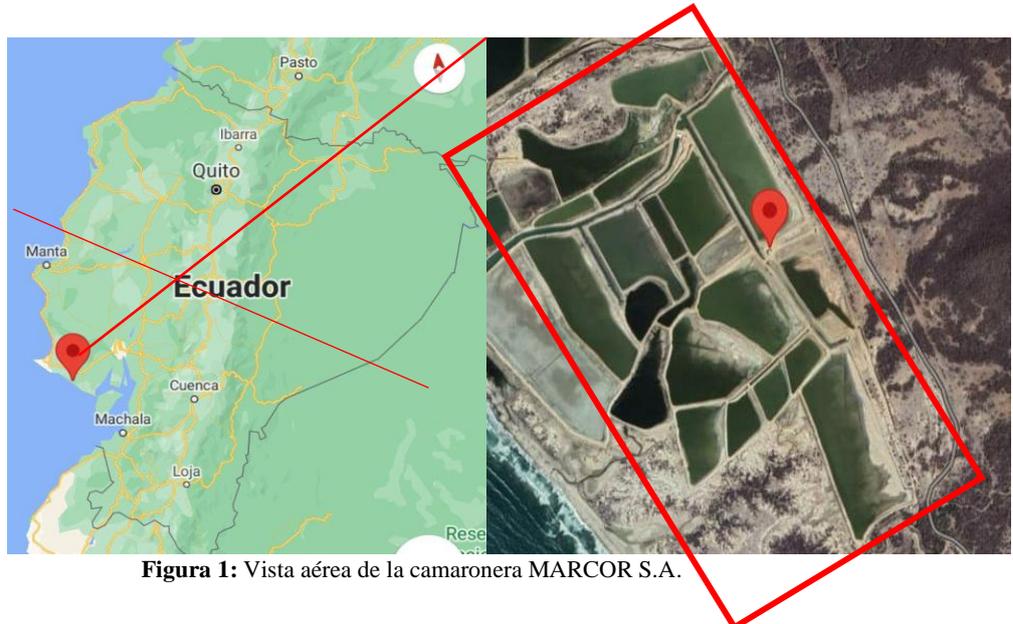


Figura 1: Vista aérea de la camaronera MARCOR S.A.

Análisis de campo

Se colectó información en dos piscinas de la camaronera MARCOR S.A. sembradas el 18 de abril del 2022, las cuales presentan similitudes en la cantidad de hectáreas, salinidad, densidad de siembra, la cual, es de 120.000 larvas por ha. Se estudiaron las piscinas 2 y 14 de dicha camaronera, la cual, se designaron como piscina 1 y 2, respectivamente, para una mejor comprensión lectora.

La piscina 1 tiene una dimensión de 4,24 ha y consta de un sistema de alimentación tradicional o también conocido como al voleo, su población inicial es de 508.800 larvas de camarón en total, su salinidad es de 33 ppt. La piscina 2 tiene una dimensión de 4,5 ha y consta de un sistema automatizado, la cual tiene 5 comederos automáticos controlados por medio del software Robiot, su población inicial es de 540000 larvas de camarón en total (Figura 2).

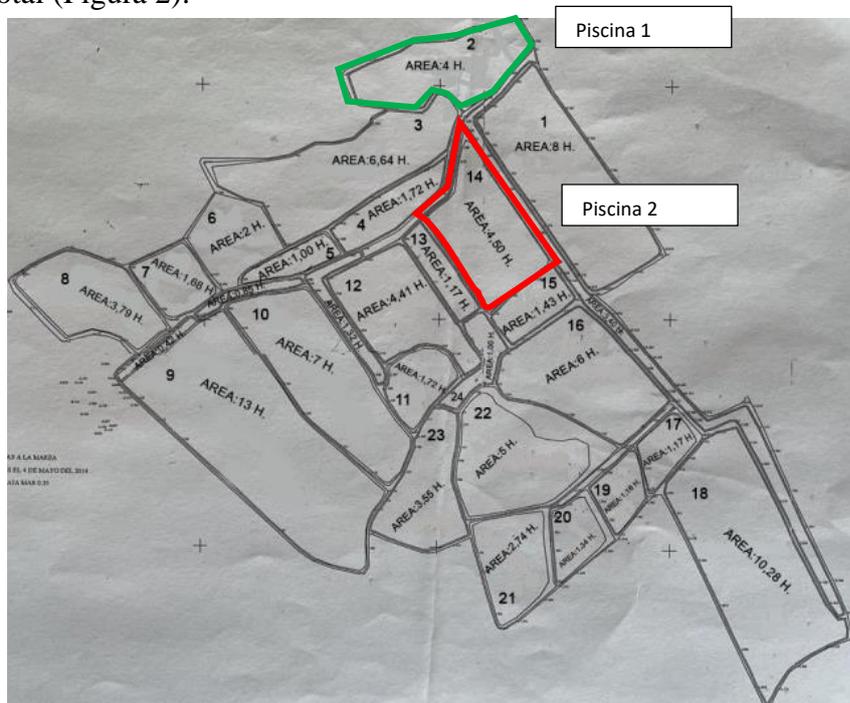


Figura 2: Plano de estanques, puntos de estudio; piscina 2 (1) y piscina 14 (2).

Elaborado por MARCOR S.A., 2018

3.3 Descripción de los sistemas de alimentación

En la piscina 2 fueron colocados 5 alimentadores automáticos en los sectores donde se presentaba una profundidad de más de 1.10 m (Figura 3). Se programó lanzar el balanceado 9 metros a la redonda el balanceado. Para determinar el porcentaje de balanceado a dispersar, se dividió las dosificaciones en la mañana y la tarde, en función de la biomasa y densidad poblacional se designa los kg de balanceado que va a requerir la piscina, distribuyendo el 40% de la dosis en 2 lances por la mañana, y el 60% restante de la dosis en el transcurrir de la tarde hasta completar en el día el 100% de la dosis requerida para la piscina, así mismo, disperso en 2 lances.

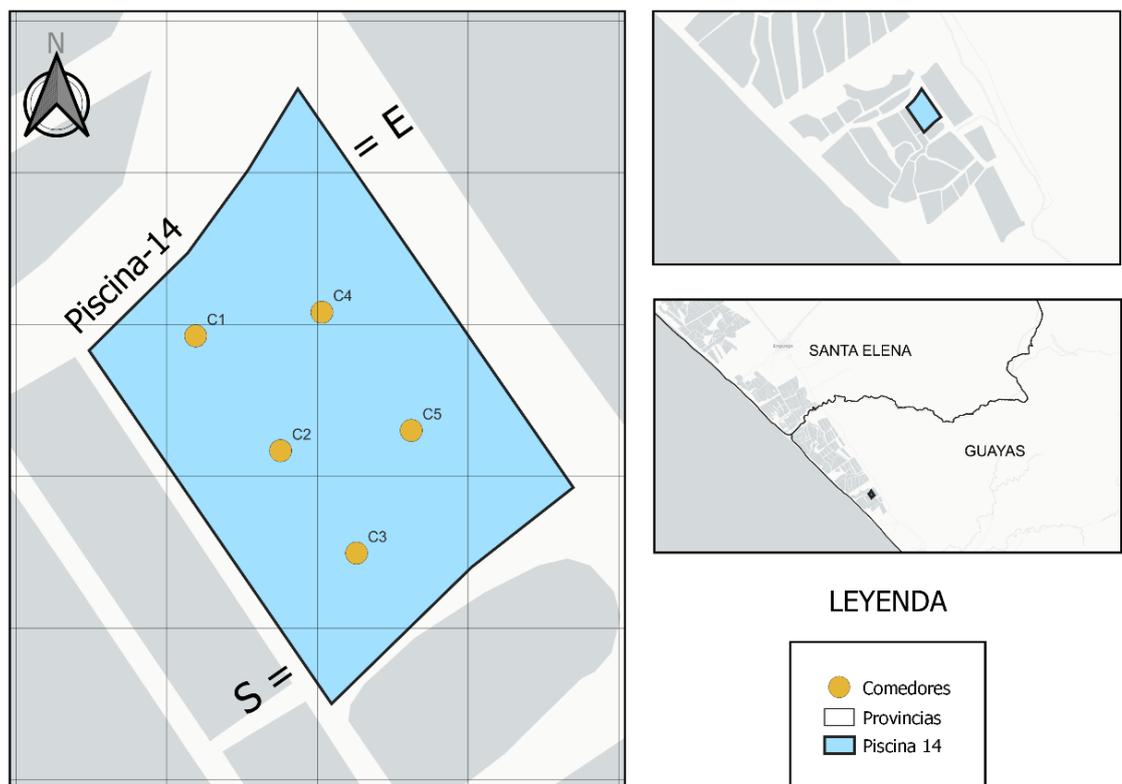


Figura 3: Distribución de alimentadores automáticos en la piscina 14 de la camaronera Marcor S.A.

La distribución del alimento en la piscina 1, que consta con alimentación manual, se determina en base a la tabla alimenticia definida por parte del personal encargado, alimentando de esa manera dos veces al día. Una dosificación en la mañana y otra en la tarde.

3.4 Registro de alimento disperso

Se tomó en consideración los registros de las dosis diarias que fueron establecidos por parte del encargado de la tabla de alimentación. Datos determinados en relación a la población del camarón en los estanques y el peso de la misma por día transcurrido, es decir, el incremento constante de las tasas diarias alimenticias fue acompañado de un incremento paralelo de biomasa del camarón. De esta manera, se estableció una alimentación limitada permitiendo el control de manera eficiente para la correcta producción (Grafico 1).

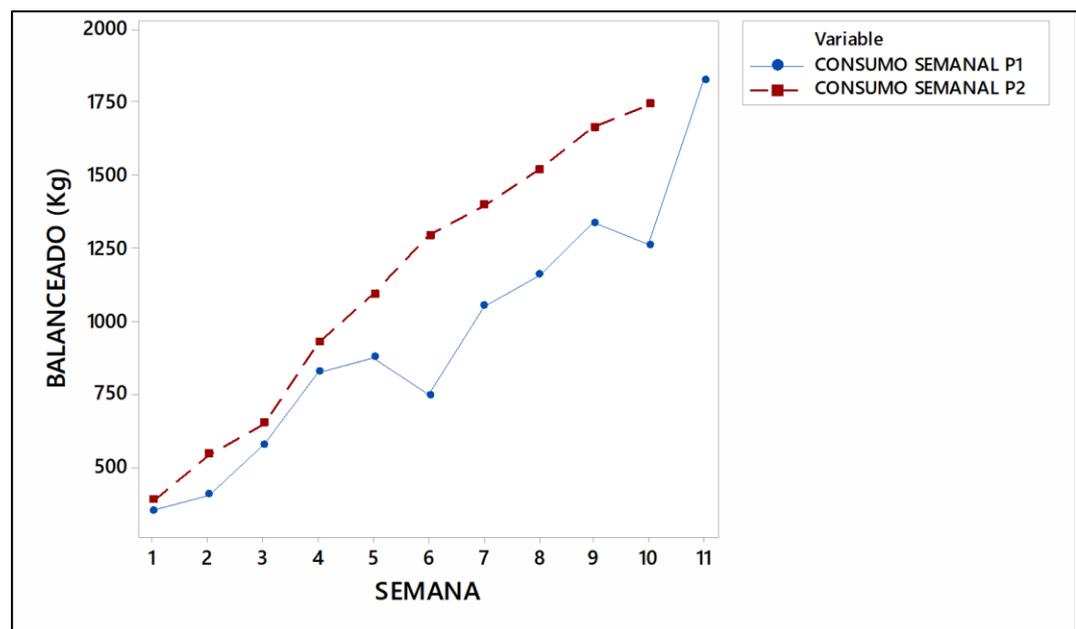


Grafico 1: Seguimiento semanal de balanceado suministrado en piscina 1 y piscina 2.

3.5 Determinación del crecimiento del camarón

Es una camaronera con una producción bifásica, la cual, consiste en la segmentación del cultivo en 2 etapas (precría y engorde), donde el camarón cumple su crecimiento en un estanque de precría (10 días), y dependiendo de la talla o peso objetivo, la densidad de siembra y la capacidad de carga de las piscinas. Una vez terminada la fase, los camarones son transferidos a las piscinas de engorde, donde el manejo se enfoca hacia el crecimiento sostenido de organismos saludables.

El crecimiento de los individuos se determinó en base a su peso, por lo tanto, para obtener dicho dato se utilizó una atarraya de 2m de apertura de lance, para la captura de los organismos. Estos individuos se pesaron en una balanza digital piso vilanx marca Cas, seguido del conteo de los mismos. Con los datos registrados se dividió el número de camarones capturados por el peso de cada lance que se realizó.

$$P: A/B$$

P= Peso del camarón

A= Peso del lance

B= Número de camarones capturados

Proceso que se repitió 3 veces (lances) por piscina en diferentes sectores para obtener un promedio general de su peso, capturando entre 100 a 150 individuos por lanza. Al término de este proceso se utilizó la siguiente fórmula para conseguir el promedio total de cada piscina:

$$\text{Peso promedio} = \frac{P1 + P2 + P3}{N^{\circ} \text{ de pesos obtenidos}}$$

En cuanto a los diferentes cálculos descritos en este trabajo, son resumidos en una tabla de Microsoft Excel 2007 (ver en anexo), elaborada para controlar la tasa de crecimiento que se obtiene de manera semanal durante el período de investigación y de esa manera tener un aproximado de su peso final.

3.6 Determinación de supervivencia

Los datos de las muestras poblacionales que se recolectaron de manera quincenal fueron otorgados por la empresa, donde se correlacionaron con los parámetros de temperatura y oxígeno disuelto. Para poder determinar la supervivencia final de producción, se baja el nivel de agua y a final de corrida se pescan los organismos dando conocimiento sobre la cantidad total de animales cosechados, siendo datos que fueron necesarios para aplicar la fórmula para deducir la supervivencia que existió en la producción.

$$\text{sobrevivencia} = \frac{\text{animales cosechados (m}^2\text{)} \times 100}{\text{animales sembrados (m}^2\text{)}}$$

Al contar con la suma total de animales cosechados por m^2 y conociendo la cifra inicial sembrada, se dividen entre sí y se multiplica por 100 para averiguar el porcentaje final de supervivencia. Este cálculo se lo realizó de manera individual en cada piscina de estudio y después se colacionó ambos resultados.

3.7 Determinación de factor de conversión alimenticia

El factor de conversión alimenticia (F.C.A.) nos aportó información fundamental para decretar si el alimentador automático reduce el costo de ejecución en comparación con el sistema de alimentación al voleo, donde se divide la cantidad de alimento abastecido con el peso final del camarón, utilizando la siguiente fórmula:

$$FCA = \frac{\text{Total de alimento consumido (Kg)}}{\text{Peso de individuos cosechados (Kg)}}$$

La suma de las dosis de balanceado diario nos dio a conocer los kilogramos de balanceado abastecido en cada piscina sobre el total de kilogramos de organismos pescados en la cosecha final de la producción; donde el resultado se comparó con la escala del F.C.A. entre 0.6 y 1. En el caso de que, el peso del camarón sea menor a 10 gramos, y se compara con la escala de 1 y 1.3 para pesos mayores a 10g. Teniendo en consideración que la cantidad de tasa o factor de conversión no debería aumentar del 1.5.

3.8 Calidad de agua y nivel de sulfuro

Parámetros químicos del agua

El monitoreo se llevó a cabo de forma diaria con el propósito de evaluar la calidad y condiciones del agua durante el periodo de corrida. Se utilizó un medidor de oxígeno disuelto, instrumento que también nos reflejó los valores de temperatura, por el método directo, que consta en calibrar el instrumento como primera instancia para posteriormente sumergir el electrodo a una profundidad de

30cm, dando movimientos circulares, proceso que se desarrolló por dos ocasiones (4:00 am – 4:00 pm). Donde se refleja los valores de oxígeno disuelto y temperatura del estanque a fin de constatar que los parámetros continúen en un rango óptimo y no sea un factor de posibles amenazas, en la madrugada contienen el rango mínimo de oxígeno.

Suelo

La recolección de muestra del suelo se realizó en diferentes sitios de la piscina en estudio a finales de cosecha, extrayendo lodo de los sectores de la orilla, zona central y cerca de la compuerta. Se colocaron los sedimentos en una cubeta y efectuar su mezcla, método que nos ayuda a conseguir un análisis general de cada piscina experimental. Posteriormente, se colocó el barro mezclado en recipientes rotulados y luego se instalaron en un cooler o enfriador para su traslado al laboratorio de análisis “Qs Biotech”, con el fin de garantizar su conservación.

3.9 Análisis estadístico

La data recolectada se tabuló en el software Minitab 18 con el fin de determinar si los datos tienen una distribución normal o no, procediendo a realizar un análisis estadístico paramétrico con un nivel de significancia de 95% ($p > 0.05$). Para las variables aleatorias cuantitativas que reflejan una dependencia lineal, se utilizó la correlación de Pearson, por lo tanto, se correlacionó los parámetros del oxígeno disuelto, temperatura, balanceado con el crecimiento, y la supervivencia de las piscinas, independientemente.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Análisis de crecimiento del camarón entre los dos sistemas utilizados

La piscina experimental 1 con sistema manual presentó un peso de 0,3g y la piscina experimental 2 de 0,27, con un crecimiento semanal entre 0,54 a 4g en la piscina sin alimentador automático y entre 0,43 - 3g en la piscina con alimentador automático. Fueron creciendo paulatinamente, sin embargo, desde la semana 4 se comenzó a observar un incremento de crecimiento en la piscina 2 llegando a final de corrida con 19,27g en 80 días, el peso inicial de la 14 fue de 0,27 y con un peso final de 14,11g en 73 días (ver gráfico 2)(anexo 7).

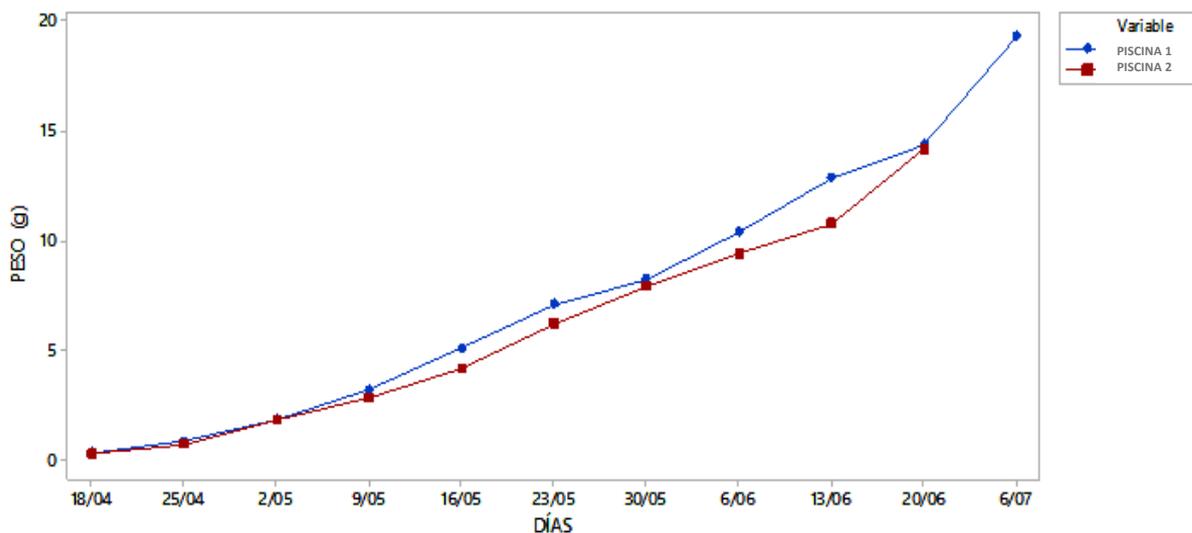


Gráfico 2. Crecimiento de los organismos representado en (g), para las piscinas 1 y 2

4.2 Correlación de crecimiento con el oxígeno disuelto y la temperatura

Respecto a los valores de crecimiento para ambas piscinas, estos fueron correlacionados con los parámetros de oxígeno disuelto y temperatura. La piscina experimental 1 con alimentación al voleo demostró $R = -0.02$ con un nivel de confianza de $p > 0.44$ indicando que se presenta una correlación negativa donde ambas variables durante el lapso de estudio se comportaron inversamente proporcionales, es decir, el OD no influyó significativamente en el crecimiento de los organismos, (ver Gráfica 3.A). Por otro lado, la correlación del crecimiento con la temperatura presentó un valor en $p > 0.109$ y siendo el resultado $R = 0.196$ la que indica que existe una correlación moderada positiva donde ambas variables se comportaron de manera directamente proporcional, es decir, mientras los valores de temperatura presentaron una variación, dentro de los rangos óptimos, el crecimiento es influenciado por el mismo (ver Gráfica 3.B.).

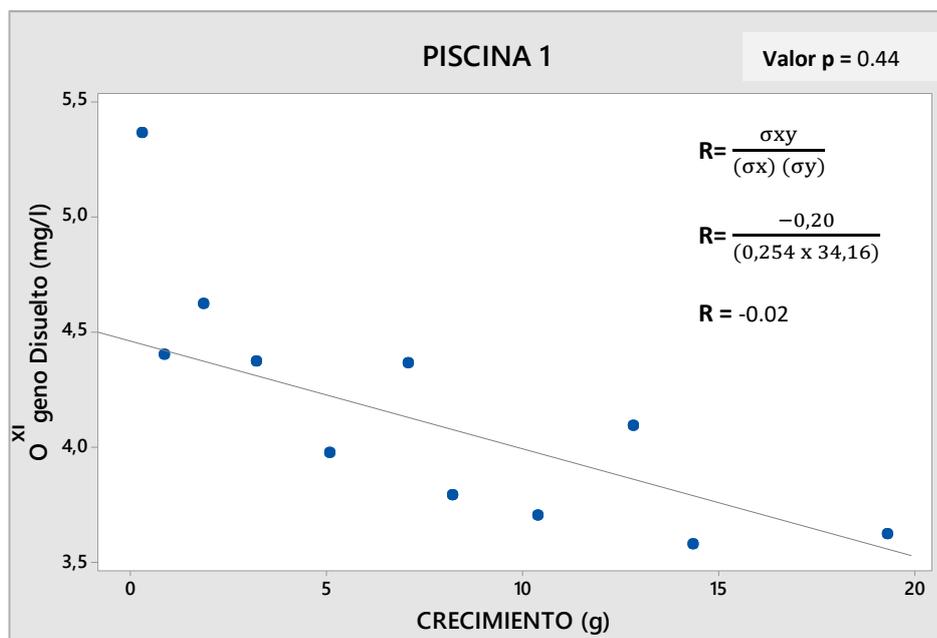


Gráfico 3. A: Correlación de la variable Oxígeno disuelto vs crecimiento de la piscina 1.

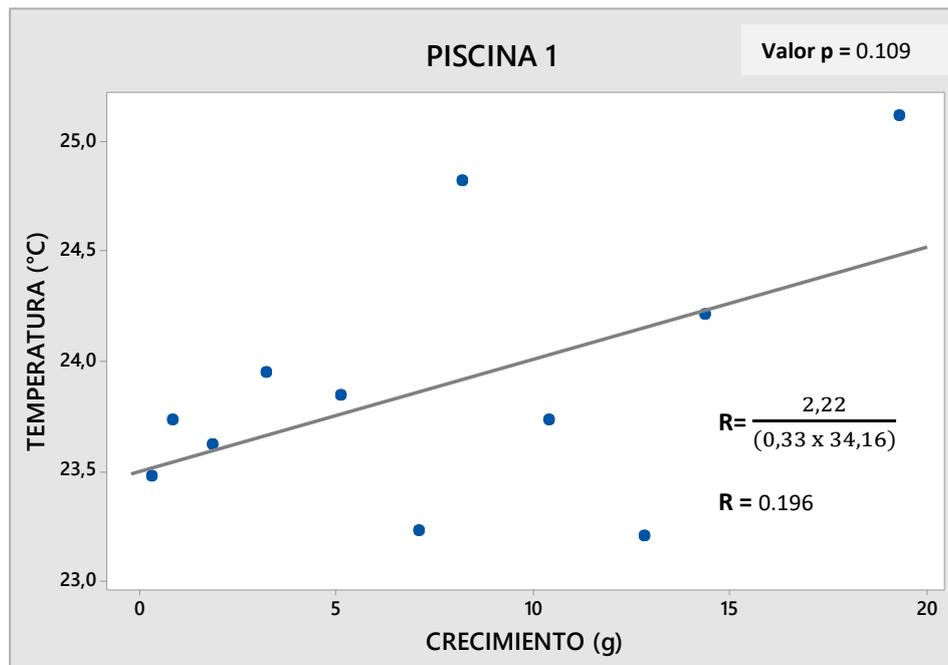


Gráfico 3. B: Correlación de la variable temperatura vs crecimiento de la piscina 1.

En cuanto a la correlación de OD y el crecimiento de la piscina experimental 2, presenta un valor de R de -0.40, determinando una correlación negativa, pues el valor de $p > 0.062$ (ver Gráfica 4.A), presentando una variación en el 7^{mo} muestreo se observaron valores de 3.3mg/l estos no influyen en el crecimiento de los camarones (ver Anexo 9).

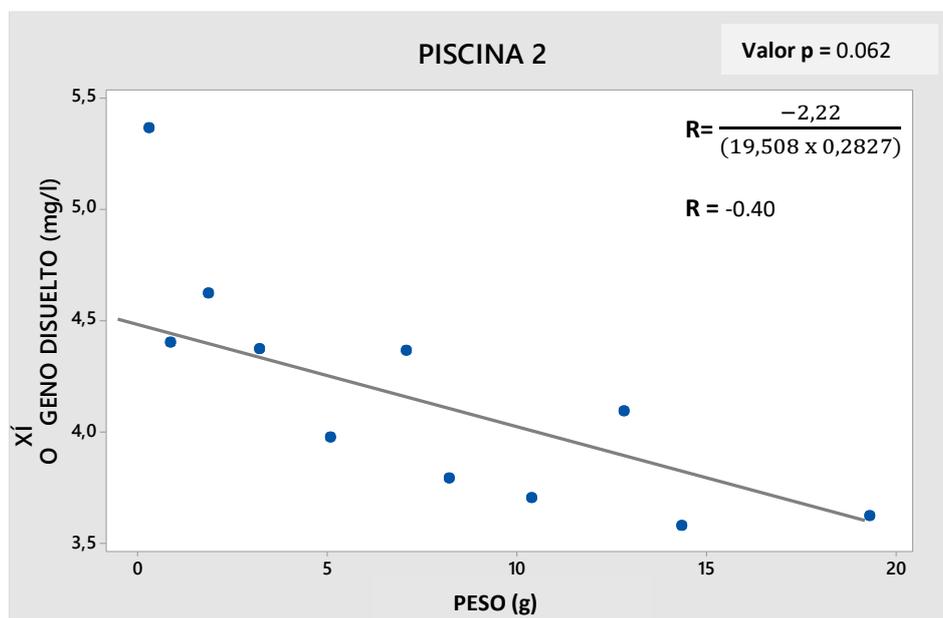


Gráfico 4. A: Correlación de la variable Oxígeno disuelto vs crecimiento de la piscina 2.

Para la temperatura esta presenta una correlación de tipo negativa dado que $R = -0.09$ y un valor de $p > 0.79$, en la cual, la temperatura se encuentra dentro de los rangos sin superar los 23.5°C , y se puede analizar el crecimiento desde el 2^{do} muestreo presenta tallas menores en comparación de la piscina 2 (ver Gráfico 4. B).

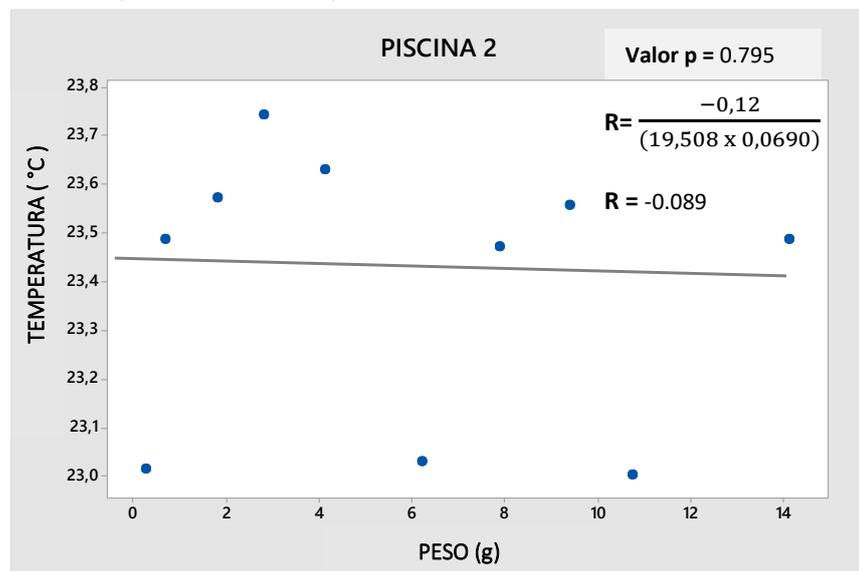


Gráfico 4. B: Correlación de la variable temperatura vs crecimiento de la piscina 2.

4.3 Análisis de la supervivencia entre los dos sistemas utilizados

En la cosecha de los animales se obtuvo como resultado que en la piscina 1 un total de 11670 lb a final de corrida, mientras que en la piscina 2 un total de 11880 lb, por lo cual, su supervivencia final fue de 52% y 55%, respectivamente (ver gráfica 5).

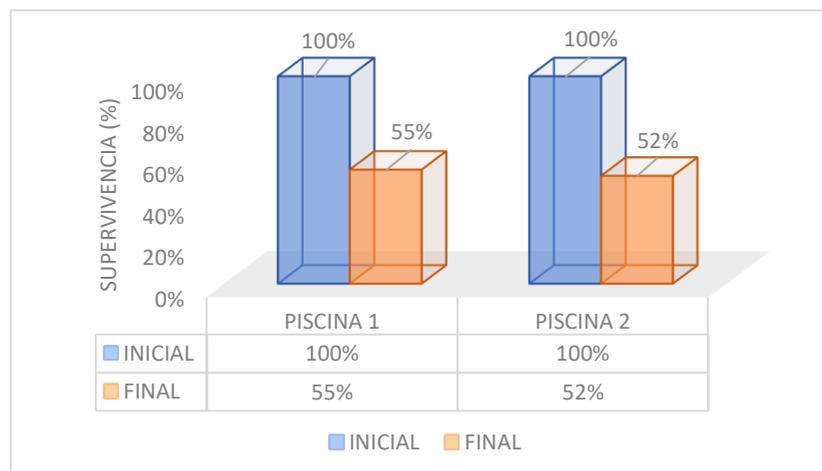


Gráfico 5: Supervivencia final de producción.

4.4 Correlación de supervivencia con los parámetros de oxígeno disuelto y temperatura

La supervivencia final del cultivo en la piscina experimental 1 fue del 52% y en la piscina 2 se obtuvo una supervivencia del 55% (Anexo 7). Adicionalmente a los datos obtenidos, se examinaron las variables oxígeno y temperatura, las cuales, fueron correlacionadas a los datos de supervivencia quincenales (Anexo 7). En la piscina experimental 1, la correlación del oxígeno disuelto con la supervivencia obtuvo un valor de coeficiente de correlación de 0,126 indicando que existe una correlación positiva mínima entre estas dos variables dado que los valores de OD obtenidos de esta piscina estuvieron dentro del rango óptimo de entre (3 mg/l y 7 mg/l) (ver gráfico 6. A).

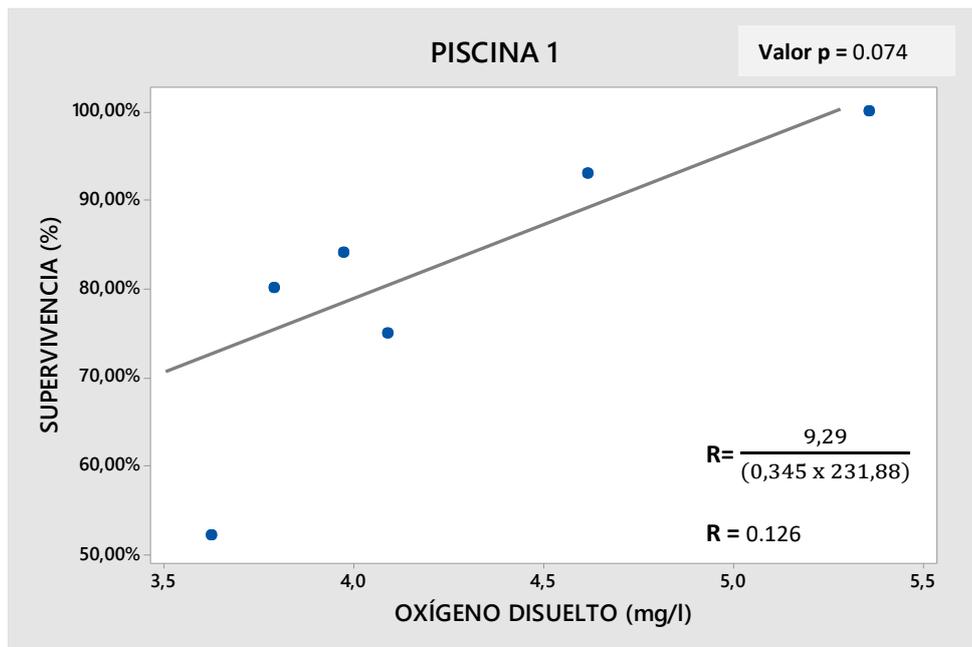


Gráfico 6. A: Correlación de la variable OD vs supervivencia en la piscina 1

Con respecto a la correlación de la temperatura con la supervivencia quincenal (Anexo 8), nos indica que el valor de R fue de -0,41 y p de 0,143 siendo una correlación negativa dado que, aunque los valores de la temperatura se mantuvieron dentro de los rangos óptimos (23 a 23,5°C), lo que nos asegura que dicho parámetro no influyó directamente en la supervivencia de la piscina (ver Gráfico 6. B).

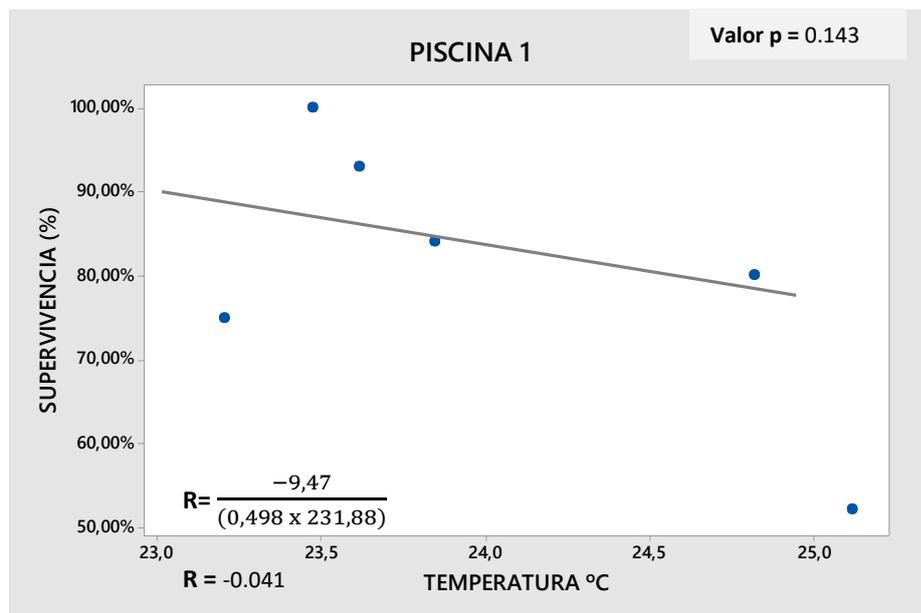


Gráfico 6. B: Correlación de la variable temperatura vs supervivencia en la piscina 1

En la piscina experimental 2 el valor de R de las correlaciones entre el oxígeno disuelto y la supervivencia es de 0,93 con un valor p > 0,494 siendo una correlación altamente positiva (Gráfica 7. A).

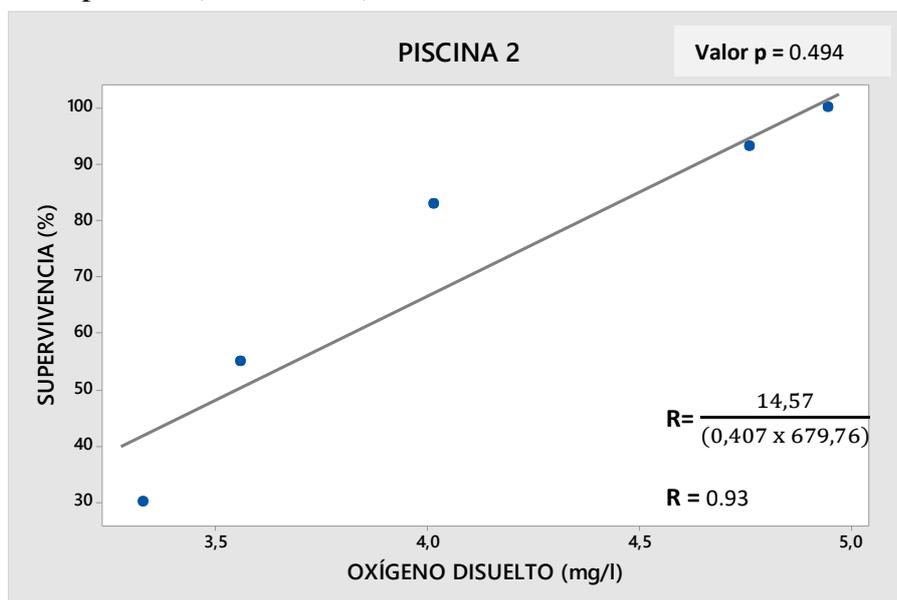


Gráfico 7. A: Correlación de la variable oxígeno disuelto vs supervivencia en la piscina 2

Mientras que el valor para la correlación entre la temperatura y la supervivencia con $p > 0.114$ fue de $-0,012$, la cual se establece una correlación débil negativa (ver gráfico 7.B) .

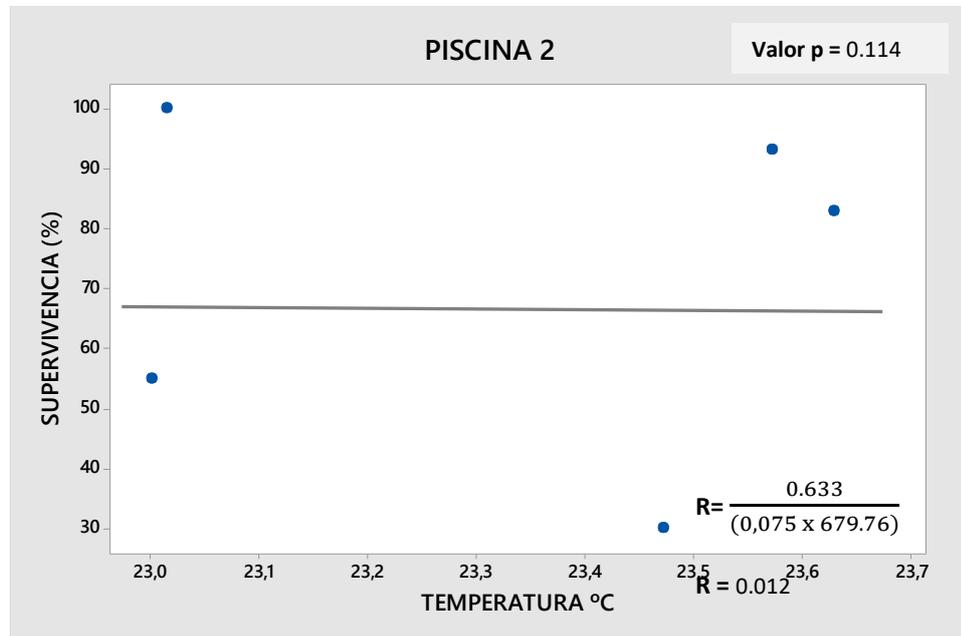


Gráfico 7. B: Correlación de la variable temperatura vs supervivencia en la piscina 2.

4.4 Sulfuros de suelos

En cuanto a las condiciones de suelo para las piscinas de cultivo se encontraron mediante un análisis de laboratorio, elevados valores de sulfuros para ambas piscinas de estudio. Como descripción de la muestra de lodo se tiene que; la piscina 1 se encontraba de color negro con mal olor, en comparación con la piscina experimental 2, que tenía una coloración negro grisácea y sin ningún mal olor.

Tabla 1. Valores de Sulfuros del suelo para ambas piscinas de estudio.

Piscinas	Sistema de alimentación	Sulfuro (mg/l)	Rango aceptable	Observaciones
#1	Al voleo	0,7	0,01	Presentan rangos elevados de sulfuro
#2	Automático	0,45	0,01	

Fuente: Laboratorio de análisis QsBiotech.

4.5 Eficiencia del consumo de alimento

La relación del crecimiento y el consumo de alimento durante el desarrollo del camarón confirma la importancia de un correcto suministro de balanceado para alcanzar tallas mayores. En la alimentación al voleo, en el primer mes de producción fue de 5,09g y se suministró 2.150 kg de balanceado acumulado, creciendo 0,90g por semana. La cantidad de alimento fue incrementando dependiendo del peso del organismo, el segundo mes de corrida la dosificación de alimento fue de 3.829 kg y tuvo un crecimiento de 1,5 g aproximadamente. A final de producción el peso fue de 19,29g con un total de 10.411 kg de balanceado suministrado (ver Gráfica 8).



Gráfico 8: Relación del consumo de balanceado y el crecimiento semanal Piscina 1.

A partir de la quinta semana se puede observar un descenso en las dosificaciones de balanceado, por lo tanto, se presentó un bajo crecimiento en los individuos. Por otro lado, la piscina 2 con alimentación automática obtuvo para la semana 2 del mes 1 un incremento de 0,43g y un consumo de alimento de 382Kg/semana y ya para el último mes se presenta un consumo de 1.745 Kg/semana con un incremento de

3,38g semanales (Gráfico 9). Se observa una dosificación de alimento constante ascendente, a partir de la sexta semana se observa el bajo crecimiento que ha obtenido el organismo, sin embargo, eso puede ser consecuencia de algún otro factor que haya afectado en el desarrollo.

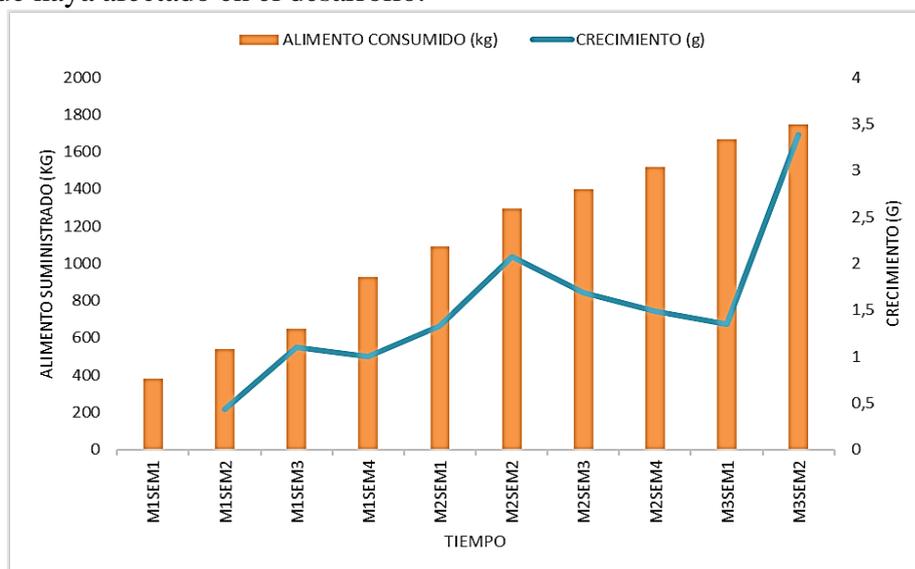


Gráfico 9: Relación del consumo de balanceado y crecimiento semanal piscina 2.

4.6 Factor de conversión alimenticia

Una vez finalizada la corrida en las piscinas de estudio, se obtuvo un factor de conversión: para la piscina experimental 1 un valor de FCA de 1.97, y para la piscina experimental 2, una cantidad de 2.08, presentando un mayor incremento del FCA en la piscina que se utilizó los alimentadores automáticos. Reflejando un mayor consumo en la piscina con sistema automático en comparación con la piscina que se utilizó el sistema de alimentación al voleo (Tabla 2).

Tabla 2. Factor de conversión alimenticia para ambas piscinas de estudio.

Piscinas	Sistema de alimentación	Ha	Lb/ha	Total de libras cosechadas	Kg de camarón cosechados	Kg de balanceado Suministrado	F.C.A
1	Al voleo	4.24	2.757	11.880	5293,42	10411	1,97
2	Automático	4.50	2.640	11.880	5388,67	11212	2,08

5. DISCUSIÓN

La piscina experimental 1 con alimentación al voleo, obtuvo un mayor crecimiento de 1-4g/semana, al contrario de la piscina 2 con alimentación automatizada, se obtuvo un menor crecimiento de 1-3g/ semana, esto ocurrió aun en condiciones iguales de densidad de siembra, de acuerdo a Banchón (2015), indica que el crecimiento va a estar en relación con los diferentes parámetros físico-químicos, que presente las piscinas, así también el consumo alimenticio presentado. No obstante, el oxígeno obtuvo valores de 3mg/l y temperaturas de 23°C relativamente inferiores a los parámetros de cultivo de la piscina 2. En este sentido Fonseca (2010) en su investigación constató que elementos como el manejo de las densidades de siembra, parámetros climáticos y fisicoquímicos del agua (como la baja temperatura), tuvieron una marcada influencia en el desarrollo del camarón, jugando un papel importante incluso en el sistema inmune del camarón. De acuerdo a la investigación realizado por Guacho (2022), el crecimiento lineal debería estar entre 2 a 2,5 gr, incremento que se vio en la piscina al voleo que presento mayor aprovechamiento en cuanto al alimento consumido, y menor crecimiento en la piscina con alimentación automática, la misma que puede estar en relación a la dispersión que presente la tolva, así como también debido algún taponamiento que se presente en la tolva, pues estas llegan a taparse por el mismo balanceado lo que interfiere en la dispersión normal del balanceado. Según lo mencionado por Napaumpaiporn (2013) indica en el desarrollo de su investigación un crecimiento lineal con ambos métodos de alimentación, sin embargo, es la alimentación automatizada que presenta un mayor crecimiento.

La producción media de la piscina experimental 1 al contar con 80 días de producción resultó con un crecimiento final de 19.29 g, siendo un resultado similar al estudio realizado por Christopher (2022) con un peso de 19.48g en la piscina con alimentación tradicional. Se obtuvo una diferencia significativa debido a la desigualdad de tiempo de cosecha, se mostró un mayor crecimiento en el cultivo con más tiempo de producción al momento de despacho. Se pescó primero la piscina 2, que consta con alimentación automática, con un peso final de 14,11 g, según el estudio de Jaremis (2015) nos indica que el peso indicado para 73 días es de 24g con un crecimiento promedio de 2,45g por semana, lo que nos corrobora que ninguna de las dos piscinas obtuvo el crecimiento requerido, sin embargo, comparando los dos sistemas, el sistema al voleo determinó un mayor crecimiento. No obstante, si comparamos el crecimiento obtenido en el mismo lapso de tiempo, la piscina 1 ya presentaba un crecimiento mayor en comparación con la piscina experimental 2, siendo de 14,36g en la tercera semana del segundo mes.

Sobre los análisis de suelo realizados a finales de corrida se obtuvo un alto rango de sulfuro en las dos piscinas siendo 0,7 mg/l en la piscina 1 y 0,45 mg/l en la piscina 2, lo que denota, un desperdicio de balanceado y exceso de algas muertas, sin embargo, este parámetro no se vio reflejado en el crecimiento al no presentar alteración en la adición de gramos semanales y mantener constante el crecimiento del camarón.

Durante la realización de este estudio se observó variación en los métodos de alimentación, debido a que las mayores supervivencias fueron de las piscinas con uso de alimentadores automáticos con 55%; mientras que en las piscinas con

alimentación tradicional (voleo) se registró una menor supervivencia de 52%, encontrando una diferencia no tan significativa entre las dos piscinas, de acuerdo Guacho, 2022 indica que la supervivencia en relación con la alimentación automática va a depender de las horas de dispersión programadas en el equipo, al dispersar por más dosificaciones diarias, a diferencia de la alimentación tradicional (voleo) que se basa en alimentar solo en 2 periodos de tiempo, Además de ello concuerda con las investigaciones realizadas por Loor (2022), quien indica que en sus tratamientos con alimentación automatizada obtuvo una supervivencia de 80%, y con alimentación tradicional 78% de supervivencia. La correlación entre la supervivencia y los parámetros de oxígeno disuelto y temperatura no fueron significativa, por lo tanto, no estuvieron relacionadas bajo ningún parámetro en estudio. Al contrario del crecimiento, el uso del alimentador automático consiguió una mayor supervivencia que la piscina con sistema al voleo, siendo de 55% de supervivencia final, mientras que el otro sistema obtuvo 52% de supervivencia final.

Maldonado (2015), plantea que, mientras más baja sea la cantidad del factor de conversión mejor es el resultado en camaronera, un rango aceptable es entre 1,4-1,8. En la piscina experimental 1 se suministró un total de 10.411 kg de balanceado, lo cual, nos determinó un FCA de 1,97. Dicha cantidad es un poco elevada a comparación del estudio realizado por Hernández (2022), donde indica que el límite máximo de FCA para determinar una buena producción es de 1,8, sin embargo, el 0,1 de diferencia entre ambos estudios no es relativo, por lo tanto, se considera una cantidad aceptable para la corrida, mientras que, la piscina experimental 2 con un

total de balanceado de 11.212 kg suministrado, nos reflejó un FCA de 2,08, mostrando un valor elevado en comparación con la piscina que tiene mayor control en la suministración de alimento. Esto ocurre por motivo de varios factores, siendo más notable, el planteamiento de las dosificaciones en la tabla de alimentación. Otro factor en el crecimiento es la densidad de siembra, es decir, mientras más saturado esté el medio, menos crecimiento reflejará.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En el presente estudio, la comparación realizada entre la piscina 1 obtuvo un menor porcentaje de supervivencia en comparación con el sistema de alimentación automática, sin embargo, obtuvo un buen crecimiento en el método de alimentación al voleo. La supervivencia que se presentó fue aceptable, debido a que las 2 piscinas obtuvieron un valor sobre el 50 %. Respecto al crecimiento en peso, la piscina 1 obtuvo un mayor crecimiento a diferencia de la piscina 2 que el método de alimentación fue automático, presentó mayor consumo, pero bajo crecimiento.

El crecimiento de los organismos con los alimentadores automáticos fue bajo, pues el crecimiento durante el primer mes fue de 0.5 a 1 gr, con consumos altos, en relación a la alimentación manual, que el incremento semana en los primeros meses fue de 0.8 a 1.3 gr, se observa menor crecimiento con los comederos automáticos ya que al ser un nuevo método en la piscina el control y seguimiento no se realizó de manera óptima.

La supervivencia obtenida en el presente estudio fue sobre el 50%, en la piscina 1 (alimentación manual) fue de 52% y 55% la piscina 2 con alimentadores automáticos, presentando un a diferencia del 3%. Por ello, la utilización de los comederos automáticos es recomendada, llevando un buen control y manejo del mismo, siempre y cuando su objetivo sea una mayor supervivencia sobre el crecimiento.

No se reflejó cantidades mayores a 34°C, por lo tanto, no es causante de la baja supervivencia.

El oxígeno disuelto tiene relación con la temperatura del medio, la cantidad de oxígeno disminuye cuando la temperatura es alta, sus rangos fueron entre 3-4mg/l como promedio semanal en ambas piscinas, como consecuencia se obtuvo un crecimiento lento.

El factor de conversión alimenticia se vio elevado llegando a un valor de FCA 2.08, debido a la cantidad de alimento consumido llegando a un peso de cosecha de 14 g, el valor se ve afectado, debido a, el crecimiento menor que obtuvo la piscina 2, mientras que el peso de pesca en la piscina experimental 1 fue mayor con un valor de 19 g

En el análisis de sulfuro del suelo, se encontró un nivel alto de materia orgánica, es decir, que existió desperdicios de balanceados o residuos de alimento a finales de corrida. Con los valores de 0,7mg/l en la piscina 1 y 0,45mg/l en la piscina 2, elevado su valor normalizado de 0,1mg/l.

Se puede concluir, que los dos sistemas tienen sus beneficios, sin embargo, no se obtuvo resultados mayores en ventajas sobre el crecimiento y supervivencia debido a que hay otros factores para validar una buena producción de camarón. Sin embargo, si se reflejó una ventaja en el sistema de alimentación automática, por un menor desperdicio de alimento en comparación con el sistema al vole; con una correcta dosificación basándose en la densidad de siembra y el peso, se puede obtener mejores resultados de FCA.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios sobre la eficiencia y la rentabilidad de la producción del cultivo de camarón mediante el indicador IEP, relacionando la metodología de alimentación automatizada con TIMER y SÓNICO en la camaronera MARCOR S.A.
- Se recomienda mejorar el manejo en camaronera y analizar con mayor frecuencia cada aspecto que se pueda presentar en el cultivo, además de registrar rangos de oxígeno disuelto, lo cual debe encontrarse en el rango 3-7 mg/l, realizar evaluaciones constantes de población, personal responsable, calificado y comprometido con la empresa que realice su trabajo de forma correcta para no perjudicar la producción.
- Mejorar la tabla de dosificación en base a su densidad y peso, se considera relevante para evitar el exceso y desperdicio de balanceado, ya que afecta el FCA de la producción final.
- Al ser una actividad que genera gran competencia en el mercado como lo es la producción de camarón, se deben fomentar investigaciones en cuanto a la implementación de más alimentadores en camaronera para poder tener mayor producción.
- Realizar un análisis de órganos Diana para conocer la eficiencia del sistema de alimentación aplicado, ejemplo; análisis de túbulo de hepatopáncreas y de contenido lipídico.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, E. S. (2017). La producción de Camarón, análisis de rentabilidad del sistema semi-intensivo entre alimentación tradicional y alimentación automática. Obtenido de Repositorio Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21673/1/TT%20ESPINOZA%20A%20S%20V.pdf>
- Aquafeed. (2021). Uso de alimentadores automáticos para un mayor rendimiento en la fase de pre-cría del camarón. Obtenido de Aquafeed: <https://aquafeed.co/entrada/uso-de-alimentadores-automaticos-para-un-mayor-rendimiento-en-la-fase-de-pre-cria-del-camaron-53097>
- Balanceados Nova S.A, B. (2018). Alimentadores automáticos Robotisa: Desempeño y resultado. Obtenido de Balnova: <https://balnova.com/alimentadores-automaticos-robotisa-desempeno-y-resultados/>
- Banchón, J. (2015). Mejoras en el crecimiento dle camarón *Litopenaeus vannamei* mediante la aplicación de una estrategia de alimentación superior a las tasas recomendadas en las tablas de alimentación utilizadas normalmente para esta especie. Obtenido de Mejoras en el crecimiento dle camarón *Litopenaeus vannamei* mediante la aplicación de una estrategia de alimentación superior a las tasas recomendadas en las tablas de alimentación utilizadas normalmente para esta especie: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56552>
- Boyd, C. (2018). Dinámica del oxígeno disuelto. Obtenido de Global Seafood Alliance: <https://www.globalseafood.org/advocate/dinamica-del-oxigeno-disuelto/>
- Bravo, G. E. (2019). Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Obtenido de Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*): <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6559/1/CPA-2019-T011.pdf>
- CAMAE. (2023). Mayores exportadoras de camarón de Ecuador. Obtenido de Mayores exportadoras de camarón de Ecuador: <http://www.camae.org/camaron/estas-son-las-diez-mayores-exportadoras-de-camaron-de-ecuador-el-producto-que-bate-record/>
- Carranza, O. (2020). Evaluación de la tasa de consumo de oxígeno del *Penaeus vannamei* con relación a temperatura y peso corporal. Revista Ciencia y Tecnología, 63-64.
- Ching, D. C. (2020). Consideraciones para la alimentación automática en estanques de camarones. Obtenido de Global Seafood: <https://www.globalseafood.org/advocate/consideraciones-para-la-alimentacion-automatica-en-estanques-de-camarones/>

- Christopher, A. (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. Obtenido de Repositorio Upse: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8128>
- Claude E. Boyd, P. (2022). Global Seafood Alliance. Obtenido de Global Seafood Alliance: <https://www.globalseafood.org/advocate/un-bajo-indice-de-conversion-alimenticia-es-el-principal-indicador-de-una-acuacultura-eficiente/>
- Córdova Briones, F. J. (2019). Dispositivo acuático IOT para alimentar y mejorar la distribución del alimento en cultivos de camarón. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39749>
- Cruz, E. R. (2006). Revisión sobre Algunas Características Físicas y Control de Calidad de Alimentos Comerciales para Camarón en México. Avances en Nutrición Acuícola VIII .VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 15 -Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. ISBN 970-694-333-5.
- Davis, A. (2018). Sistemas automatizados de alimentación en la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico. Obtenido de Global Seafood Alliance: <https://www.globalseafood.org/advocate/sistemas-automatizados-de-alimentacion-en-la-produccion-en-estanques-de-camaron-blanco-del-pacifico/>
- Fabrizio, M. (2002). Crisis por la mancha blanca y su recuperación actual. Obtenido de Crisis por la mancha blanca y su recuperación actual: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8972/3/AnalisisWSSV2003.pdf>
- Fonseca, M. (2010). Comportamiento de la Erosión Bacteriana del Caparazón en *Penaeus vannamei* en el período 2005-2008. Cuba: Universidad de Granma.
- García, G. (2020). Caracterización química y microbiológica del sedimento proveniente del cultivo post cosecha de camarones *Litopenaeus vannamei* como medida de protección ambiental. Obtenido de Universidad Agraria del Ecuador: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GRANOBLE%20GARCIA%20ROMINA%20BROOKE.pdf>
- Gavilánez Moreno, O. H. (2021). Comparación de dos sistemas de alimentación automático System AQ1 y Moafmadan en el crecimiento de camarón blanco *Litopenaeus Vannamei*. Obtenido de Repositorio UPSE: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6609>
- Gonzabay, V. Q. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación en el período 2015-2020. Machala: Ciencias Económicas y empresarial Vol. 6.
- 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. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

- Hernández, Z. (2022). Beneficios del sistema automatizado de alimentación AQ1, bajo condiciones óptimas en sistemas de cultivo semi intensivo de camarón. Panorama acuícola.
- Hunter. (2015). The history of shrimp farming and factors that led to its growth. Thailand. Obtenido de Shrimp News International: <https://www.shrimpnews.com/FreeReportsFolder/HistoryFolder/HistoryEasternHemisphere/HistoryOfShrimpFarmingInThailandFactors.html>
- Incatrail, T. (2021). Historia del camarón, innovación y desarrollo. Obtenido de Historia del camarón, innovación y desarrollo: <https://incatrailfoods.com/news/historia-del-camaron-en-ecuador-innovacion-y-desarrollo/>
- Jaremis, R. (2015). Comparación del crecimiento de camarón *Litopenaeus*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León., 6-7.
- Lee, C. L.-J. (s.f.). Requerimiento protéico en dietas para tres etapas de crecimiento del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*. Acuicultura #140, https://issuu.com/revista-cna/docs/edicion_140/s/12192043#:~:text=En%20base%20al%20crecimiento%20de,un%20an%C3%A1lisis%20de%20l%C3%ADnea%20discontinua.
- 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. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Maldonado, M. (2015). Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. Obtenido de Análisis del factor de conversión alimenticia - fca- en piensos de dos marcas comerciales, considerando su hidroestabilidad y los efectos sobre los costos de producción en el cultivo de camarón *litopenaeus Vannamei*: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17019/1/Tesis%20Silvia%20Molina%20y%20Diego%20Duran%20UG.pdf>
- Morla, M. (2010). Dspace ESPOL. Obtenido de Fertilización y encalado en piscinas camaroneras: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8977/3/FERTILIZacion.pdf>
- Napaumpaiporn, T. C. (2013). Study on the Efficiency of Three Different Feeding Techniques in the Culture of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Kasetsart University Fisheries, 37.
- NICOVITA S.A (2020). Buenas prácticas de manejo de cultivo de camarón *Litopenaeus Vannamei*. Obtenido de Boletín sobre Mancha Blanca: file:///C:/Users/geova/Downloads/BOLETIN_ManchaBlanca-v8-28129.pdf

- Nicovita. (2021). Máxima eficiencia implementando los sistemas multifásicos. Obtenido de Máxima eficiencia implementando los sistemas multifásicos: <https://nicovita.com/noticias/maxima-eficiencia-implementando-los-sistemas-multifasicos/>
- Ortiz, J. C. (2017). Factibilidad para la implementación de alimentadores automáticos en piscinas camaroneras de Aquamar S.A. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/22900/1/Proyecto%20de%20Inve stigacion%20Alimentadores%20Automaticos%20Aquamar%20S.A..pdf>
- Piedra, B. E. (2020). Buenas Prácticas de manejo en cultivo de camarón *Litopenaeus Vannamei* para disminuir la incidencia del virus de la Mancha Blanca (WSSV). Obtenido de NICOVITA: file:///C:/Users/geova/Downloads/BOLETIN_ManchaBlanca-v8-28129.pdf
- Piedrahita. (2018). Global Seafood Alliance. Obtenido de Evolución histórica, mejora genética, reforestación de manglares, barreras sanitarias y otros desarrollos: <https://www.globalseafood.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-1/>
- Piedrahita, Y. (2018). La industria de cultivo de camarón en Ecuador, parte 1. Obtenido de Global Seafood Alliance: <https://www.globalseafood.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-1/>
- Poveda, C. M. (2008). Estrategias de Alimentación en la etapa de engorda del Camarón. CYTED, Ciencia y tecnología para el desarrollo , 3-5.
- Robotisa. (2023). Panorama Acuícola. Obtenido de Alimentadores automáticos para camarón: <https://panoramaacuicola.com/2023/01/30/robotilsa-alimentadores-automaticos-para-camaron/>
- Robotil. (s.f.). Robotil S.A, Mecatrónica, Innovación, Automatización. Obtenido de Robotil S.A, Mecatrónica, Innovación, Automatización: <http://www.robotilsa.com/>
- Rodriguez, R. (2004). Importancia de un buen manejo. Obtenido de Importancia de un buen manejo: <http://www.cesasin.com.mx/Fitoplancton%20y%20camaronicultura.pdf>
- Rojas, A. S. (2014). Alimentación de camarones. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://es.slideshare.net/abisoria/alimentacin-del-camaron-29886013>
- Ruiz, T. (2018). Evaluación de eficiencia en dos sistemas de alimentación automática para engorde de camarón blanco (*Litopenaeus Vannamei*) en Choluteca, Honduras. Obtenido de Evaluación de eficiencia en dos sistemas de alimentación automática para engorde de camarón blanco (*Litopenaeus Vannamei*) en Choluteca, Honduras:

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

Tabasco, C. E. (2011). Protocolo sanitario para el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus Vannamei*) en el estado de Tabasco. Obtenido de Comité Estatal de Sanidad Acuícola del estado de Tabasco A.C.:
https://issuu.com/josegasparcalampalma/docs/protocolo_sanitario_camar_n_2011

TACON, A. G. (1989). FAO. Obtenido de FAO:
<https://www.fao.org/3/ab492s/AB492S00.htm#TOC>

Torres, C. (2014). Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil:
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1831>

Ullsco, G. Q. (2021). Análisis del comportamiento económico de la exportación en el sector camaronero en el Ecuador, periodo 2015- 2019. *Aquafeet*, 113-119.

Villarreal, M. y. (2008). Estrategias de alimentación en la etapa de engorde del camarón. Obtenido de CYTED:
http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2590/CYTED_Camaron.pdf

ANEXOS



Anexo 1: Alimentadores automáticos de la piscina 14.



Anexo 2: Ubicación de los alimentadores en el lado izquierdo del estanque



Anexo 3: Ubicación de los alimentadores en el lado derecho del estanque



Anexo 4: Muestreo de crecimiento del segundo mes de producción



Anexo 5: Medidor de oxígeno disuelto



Anexo 6: Personal Colaborativo de la camaronera
MARCOR S.A

PISCINA 1			
	TEMPERATURA	OXÍGENO DISUELTO	SUPERVIVENCIA
18 DE ABRIL	23,47	5,36	100%
2 DE MAYO	23,61	4,61	93,00%
16 DE MAYO	23,84	3,97	84,00%
30 DE MAYO	24,81	3,79	80,00%
13 DE JUNIO	23,20	4,09	75%
7 DE JULIO	25,11	3,62	52,00%

Anexo 7:_ Supervivencia quincenal de la piscina experimental 1

PISCINA 2			
	TEMPERATURA	OXÍGENO DISUELTO	SUPERVIVENCIA
18 DE ABRIL	23,01	4,94	100%
2 DE MAYO	23,57	4,76	93,00%
16 DE MAYO	23,63	4,01	83,00%
30 DE MAYO	23,47	3,33	80%
13 DE JUNIO	23,00	3,56	55%

Anexo 8:_ Supervivencia quincenal de la piscina experimental 2

PISCINA 2	CRECIMIENTO (g)	ALIMENTO CONSUMIDO (kg)	PESO (g)	TEMPERATURA (°C)	OD (mg/l)	TOTAL DE LIBRAS COSECHADAS
M1SEM1		348	0,3	23,47	5,36	
M1SEM2	0,54	403	0,84	23,73	4,40	
M1SEM3	1	575	1,84	23,61	4,61	
M1SEM4	1,36	824	3,2	23,94	4,37	
M2SEM1	1,89	874	5,09	23,84	3,97	
M2SEM2	2	747	7,09	23,23	4,36	
M2SEM3	1,11	1051	8,2	24,81	3,79	
M2SEM4	2,18	1157	10,38	23,73	3,70	
M3SEM1	2,44	1338	12,82	23,20	4,09	
M3SEM2	1,54	1264	14,36	24,21	3,58	
M3SEM3	4,93	1830	19,29	25,11	3,62	11.670

PISCINA 14	CRECIMIENTO (g)	ALIMENTO CONSUMIDO (kg)	PESO (g)	TEMPERATURA (°C)	OD (mg/l)	TOTAL DE LIBRAS COSECHADAS
M1SEM1		382	0,27	23,01	4,94	
M1SEM2	0,43	540	0,7	23,49	4,43	
M1SEM3	1,1	648	1,8	23,57	4,76	
M1SEM4	1	926	2,8	23,74	3,94	
M2SEM1	1,33	1093	4,13	23,63	4,01	
M2SEM2	2,07	1295	6,2	23,03	3,94	
M2SEM3	1,69	1397	7,89	23,47	3,33	
M2SEM4	1,49	1520	9,38	23,56	3,49	
M3SEM1	1,35	1666	10,73	23,00	3,56	
M3SEM2	3,38	1745	14,11	23,49	3,49	11.880

Anexo 9:_ Base de datos de ambas piscinas; factores de crecimiento, consumo de alimento, temperatura, oxígeno disuelto.