



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

**NIVELES DE CONSUMO DE BALANCEADO DEL CAMARÓN BLANCO  
(*Litopenaeus vannamei*), USANDO ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS  
EN MODO SÓNICO, DURANTE LA ESTACIÓN CÁLIDA HÚMEDA,  
CAMARONERA ISLA MATORRILLO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN:  
Previo a la obtención del título de  
BIÓLOGO MARINO**

**AUTOR  
CRISTIAN ADRIAN GUACHO USCA**

**TUTOR  
BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ Ph.D**

**LA LIBERTAD – ECUADOR  
2022**

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

**NIVELES DE CONSUMO DE BALANCEADO DEL CAMARÓN BLANCO  
(*Litopenaeus vannamei*), USANDO ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS  
EN MODO SÓNICO, DURANTE LA ESTACIÓN CÁLIDA HÚMEDA,  
CAMARONERA ISLA MATORRILLO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN:**  
**Previo a la obtención del título de**  
**BIÓLOGO MARINO**

**AUTOR**  
**CRISTIAN ADRIAN GUACHO USCA**

**TUTOR**  
**BLGA. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación es el fruto del esfuerzo y dedicación, resultado de un arduo camino y de preparación académica. Por ello, está dedicado a Dios, y a mi abuela María que descansa en paz, y han sido testigos de cada uno de mis pasos.

También la dedico a mis padres Maida Usca y José Guacho, quienes me han brindado su apoyo incondicional y nunca han dudado respetar las decisiones que he tomado, han puesto su confianza en mí en cada instante, permitiéndome culminar los estudios para convertirme en un profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Grupo Corporativo Fajardo, a la empresa Destrizada S.A. por ser parte de mi formación profesional, y por los datos brindados para la culminación de mi trabajo final.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, y a cada uno de los directivos quienes forman parte de la facultad Ciencias del Mar, a los docentes que forman parte de la carrera de Biología Marina y biología, quienes han sido guías en el proceso de mi formación profesional, por brindarme sus consejos, dedicación y apoyo a lo largo de mi transcurso académico.

Un agradecimiento especial a la Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D por haber contribuido en este trabajo y siempre estar disponible para ayudarme con cualquier duda que he tenido, brindándome apoyo incondicional.

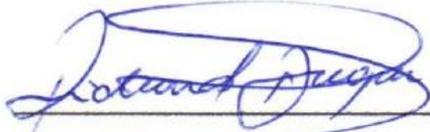
Al Ing. José Morocho y Blgo. Alan Báez por compartir sus enseñanzas, y compartir ideas para la realización de este trabajo.

A mi familia por haber inculcado valores en mí, por sus enseñanzas y consejos lo que ayudado a convertirme en una persona de bien.

A mis hermanas Liliana y Jhoana que a pesar de la distancia han estado presentes en cada progreso que doy en mi vida.

Gracias a la vida

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Blgo, Richard Duque Marín, M.Sc

**Decano**

**Facultad de Ciencias del Mar**



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

**Director**

**Carrera de Biología Marina**



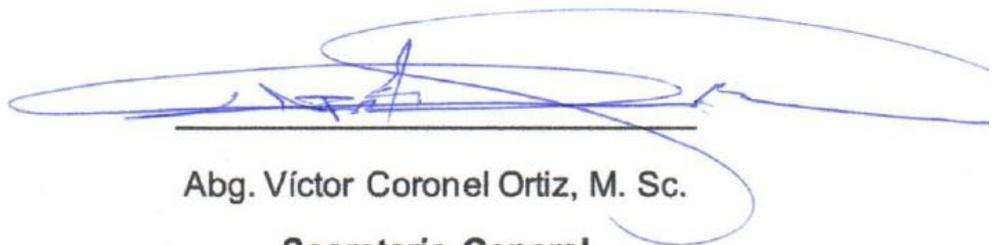
Blga. Ma. Herminia Comejo Rodríguez, Ph.D.

**Tutor**



Blga. Ana Balseca Vaca, M.Sc

**Docente de Área**

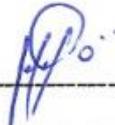


Abg. Víctor Coronel Ortiz, M. Sc.

**Secretario General**

## DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, Cristian Guacho Usca, en calidad de autor del trabajo de titulación **NIVELES DE CONSUMO DE BALANCEADO DEL CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*), USANDO ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS EN MODO SÓNICO, DURANTE LA ESTACIÓN CÁLIDA HÚMEDA.** Declaro que el trabajo presentado es de mi propia autoría, las ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



---

GUACHO USCA CRISTIAN ADRIAN  
C.I. 0604844357

## ÍNDICE GENERAL

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN.....   | 1  |
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                     | 3  |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                      | 6  |
| 3. JUSTIFICACIÓN .....                                   | 8  |
| 4. OBJETIVOS.....  | 10 |
| 4.1 OBJETIVO GENERAL .....                               | 10 |
| 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                          | 10 |
| 5. HIPÓTESIS .....                                       | 11 |
| 6. MARCO TEÓRICO .....                                   | 12 |
| 6.1 Camarón Blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) ..... | 12 |
| 6.1.1 Generalidades .....                                | 12 |
| 6.1.2 Distribución .....                                 | 12 |
| 6.1.3 Alimentación.....                                  | 13 |
| 6.1.4 Reproducción.....                                  | 13 |
| 6.2 Producción Mundial del Camarón .....                 | 14 |
| 6.3 Cultivo de Camarón en el Ecuador .....               | 15 |
| 6.4 Importancia de la Alimentación .....                 | 17 |
| 6.5 Alimento Balanceado .....                            | 18 |
| 6.6 Métodos de Alimentación.....                         | 19 |
| Alimentación al voleo.....                               | 19 |
| 6.6.1 Alimentación bandejas .....                        | 19 |
| 6.7 Alimentadores Automáticos .....                      | 20 |
| 6.8 Alimentadores Modo Sónico .....                      | 21 |
| 7. METODOLOGÍA.....                                      | 22 |
| 7.1 Área de estudio .....                                | 22 |
| 7.2 Localización .....                                   | 22 |
| 7.3 Toma de datos.....                                   | 23 |
| 7.3.1 Inicio de corrida.....                             | 23 |
| 7.4 Variables de respuesta .....                         | 24 |
| 7.4.1 Variables técnicas y estadísticas .....            | 24 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 7.4.2 | Análisis estadístico .....   | 27 |
| 8.    | RESULTADOS .....   | 28 |
| 8.1   | Niveles de consumo de balanceado durante los ciclos 1 y dos<br>utilizando la alimentación en modo sónico ..... | 28 |
| 8.2   | Relación crecimiento semanal con la cantidad de alimento<br>consumido en los comederos automáticos.....        | 39 |
| 8.3   | Relación de la sobrevivencia con la cantidad de alimento<br>consumido. ....                                    | 46 |
|       | Discusión.....   | 53 |
|       | CONCLUSIONES .....   | 58 |
|       | RECOMENDACIONES .....  | 59 |
|       | BIBLIOGRAFÍA.....  | 60 |
|       | Anexos .....   | 67 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1:</b> Mapa y ubicación geográfica de la camaronera Distrisoda S.A.....  | 22 |
| <b>Figura 2:</b> Relación ciclo 1-ciclo 2 (día-noche) del consumo de balanceado en modo sónico para la piscina Di.77. .... | 28 |
| <b>Figura 3:</b> Relación ciclo 1-ciclo 2 (día-noche) del consumo de balanceado en modo sónico para la piscina Di.78. .... | 32 |
| <b>Figura 4:</b> Relación ciclo 1-ciclo 2 (día-noche) del consumo de balanceado en modo sónico para la piscina Di-81.....  | 35 |
| <b>Figura 5:</b> Relación ciclo 1-ciclo 2 (día-noche) del consumo de balanceado en modo sónico para la piscina Di-82.....  | 37 |
| <b>Figura 6:</b> Relación del crecimiento semanal vs el alimento en la piscina Di-77.....                                  | 39 |
| <b>Figura 7:</b> Relación crecimiento vs alimento piscina Di-78.....   | 42 |
| <b>Figura 8:</b> Relación crecimiento vs alimento piscina Di-81.....   | 43 |
| <b>Figura 9:</b> Relación crecimiento vs alimento de la piscina Di-82.....   | 45 |
| <b>Figura 10:</b> Supervivencia temperatura en la piscina Di-77.....   | 47 |
| <b>Figura 11:</b> Supervivencia temperatura en la piscina Di-78.....   | 48 |
| <b>Figura 12:</b> Supervivencia temperatura en la piscina Di-81.....   | 50 |
| <b>Figura 13:</b> supervivencia temperatura en la piscina Di-82.....   | 51 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabla 1:</b> Producción mundial estimada de camarón de cultivo y distribución porcentual. por las principales regiones productoras..... | 15  |
| <b>Tabla 2:</b> Formula balanceado con especificaciones nutricionales del alimento. ....   | 17  |
| <b>Tabla 3:</b> características de las piscinas: número de alimentadores sónicos y hectáreas de las piscinas.....                          | 223 |
| <b>Tabla 4:</b> características de las piscinas fecha de siembra, densidad de siembra. ....  | 24  |
| <b>Tabla 5:</b> Tabla de temperatura mensual, registrados los días de producción para las piscinas .....                                   | 31  |
| <b>Tabla 6:</b> Tabla con las libras cosechadas, y sobrevivencia de las piscinas estudiadas. ....  | 52  |

## **GLOSARIO**

### **Acuacultura**

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

### **Alga**

Vegetales macro y microscópicos, conocidas como verduras del mar, pueden crecer en aguas dulces o saladas, alimentándose de la luz solar (fotosintéticas).

### **Alimentador automático**

Dispositivo que suministra la alimentación bajo un sistema mecánico computarizado.

### **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.

### **Densidad de siembra**

Numero de plantas o animales por unidad de área de terreno.

### **Hectárea**

Medida de superficie, de símbolo ha, que es igual a 100 áreas

**Hidrófono**

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

**Parámetro**

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

**Producción**

Actividad económica que se encarga de transformar los insumos para convertirlos en productos.

**Sónico**

Velocidad del sonido o relacionado con ella.

**Sonido**

Cualquier fenómeno que involucre la propagación de ondas mecánicas, a través de un medio.

**Timer**

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

**Tolva**

Contenedor similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales sustancias, granulares.

## ABREVIATURA Y SIMBOLOGÍA

**m<sup>2</sup>:** Metros cuadrados

**mg/l:** Oxígeno disuelto

**gr:** Gramos

**%:** Porcentaje

**kg:** Kilogramos

**has:** Hectáreas

**°c:** Temperatura

**F.C.A:** Factor de conversión alimenticia

**DI:** Ditrísoda

**gr/semana:** Gramos/ semana

## RESUMEN

El presente trabajo es el resultado del estudio de los niveles de consumo de balanceado en modo sónico, del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), durante la estación cálida - húmeda, monitoreado a través del registro de datos de alimentación en modo sónico, durante la temporada de cambios estacionales, registros tomados en 4 piscinas: de hectáreas, fechas de siembra y densidad de siembra similares, los datos fueron tomados en 2 ciclos, ciclo 1 (día de 06:00 am a 18:00 pm) y el ciclo 2 (noche de 19:00 pm a 02:00 am), desde febrero del 2022 a abril 2022. Se obtuvo que el mayor consumo en todas las piscinas se presenta en el ciclo 2 (noche), presentando mayor consumo en la temporada de la estación seca fría, también se determinó la relación de consumo crecimiento en estas estaciones, misma que mayor crecimiento se vio presente en el mes de febrero y marzo, la cual presento un incremento hasta de 3 gr/semana promedio en las piscinas, y para finales del mes de marzo y abril, el crecimiento fue retardado, incrementando de 1.5 a 2 gr/semana, esto se ve relacionado también por el cambio de estaciones, y por ende el cambio de temperatura en el medio ambiente y en las piscinas de producción, ya que desde el mes de febrero- marzo a el mes de abril, la temperatura presento una variación de 3 a 4 °C, pasando de 29°C a 26 °C, provocando que nuestra producción se vea afectada en salud, por el estrés causado por el cambio de temperatura, motivo por el cual el porcentaje de sobrevivencia de las piscinas se vieron afectadas, y esta investigación se vea interrumpida por el motivo que las piscinas tuvieron que ser presentadas mucho antes de lo programado.

Palabras claves: sónico, densidad de siembra, Variación, estación, consumo alimenticio.

## SUMMARY

The present work is the result of the study of the levels of consumption of balanced in sonic mode, of the white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), during the hot-wet season, monitored through the recording of feeding data in sonic mode during the season of seasonal changes, records taken in 4 pools, of similar hectares, planting dates and planting density, the data were taken in 2 cycles, cycle 1 (day from 06: 00 am to 18:00 pm) and cycle 2 (night from 19:00 pm to 02:00 am), from February 2022 to April 2022. It was found that the highest consumption in all pools was in cycle 2 (night), with the highest consumption in the cold dry season. The ratio of consumption growth in these seasons was also determined, with the highest growth being seen in February and March The highest growth was seen in February and March, with an increase of up to 3 g/week average in the pools, and by the end of March and April, the growth was delayed, increasing from 1.5 to 2 g/week. This is also related to the change of seasons, and therefore the change of temperature in the environment and in the production pools, since from the month of February-March to the month of April, the temperature presented a variation of 3 to 4 °C, going from 29°C to 26 °C, causing our production to be affected in health, due to the stress caused by the change in temperature, which is why the percentage of survival of the pools was affected, and this research was interrupted because the pools had to be presented much earlier than scheduled.

Keywords: sonic, planting density, Variation, season, feed consumption.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de camarón se ha recuperado después de la baja de producción a nivel internacional producida por la presencia de enfermedades, entre estas la mancha blanca (WSSV), que también se registró en el Ecuador en 1999. Esta producción que alcanzó 3.75 millones de TM de producción en el 2018 (Jory et al., 2019), y en el 2021 llegó a casi 1.847,73 millones de libras lo que representa USD 5.055,07 millones, monto nunca alcanzado a lo largo de la historia, por ningún producto no petrolero. Representando un crecimiento del 24% (Ekos, 2022), siendo los principales productores de camarón Asia, China, Indonesia, Taiwán, Vietnam entre otros, producto que, por el uso de antibióticos en la producción acuícola, es considerado de menor calidad que el camarón ecuatoriano (Gonzabay & Vite, 2021).

El cultivo de camarón en el Ecuador, inició hace casi 50 años, las primeras granjas de camarón se establecieron en el sur del país, desde entonces ha ido creciendo, y se ha llegado a desarrollar casi 220.000 hectáreas de estanques de producción (Piedrahita, 2018), siendo la actividad más importante para la economía interna, actividad económica en la que participan alrededor de 180.000 personas a nivel nacional como sustento económico en diferentes sectores del país, (Gonzabay & Vite, 2021). En la actualidad el Ecuador, se encuentra entre los más importantes productores y exportadores de camarón del mundo.

Este éxito continuo de la acuicultura del camarón depende de las mejoras en el manejo de alimento y en la reducción de mano de obra para la producción, lo que es importante para la reducción de costos de alimentación del camarón (Allen & Carter, 2019). Dentro de este contexto

la alimentación del camarón ha sido por mucho tiempo objeto de numerosas investigaciones en la industria camaronera, debido a que constituye el factor que mayor peso genera en los costos de producción y, la necesidad de optimizar los recursos ha llevado que cada empresa cuente con un programa de alimentación para cada ciclo de producción (León, 2015).

En la actualidad el cultivo de camarón enfrenta cambios importantes para lograr consolidarse como una actividad económicamente variable y ecológicamente sustentable, entre ellos: los procesos de engorde que se llevan a cabo en sistemas, que se caracterizan por el uso de grandes extensiones de terreno, los mismos que con el paso del tiempo han ido evolucionando a sistemas mucho más complejos, pasando de cultivos extensivos a semi-extensivos y luego a intensivos (León, 2015). Entre estos se han observado cambios en las estrategias de alimentación, de un sistema de aplicación al voleo hacia sistemas de bandejas de alimentación. Bajo este contexto la industria camaronera busca un mayor nivel de tecnificación y eficiencia de los recursos alimenticios, mismos que han pasado de métodos manuales como los antes mencionados a sistemas de alimentación más complejos como lo es los alimentadores mecanizados, los sistemas automáticos y/o computarizados (Arevalo, 2014).

El análisis de las señales acústicas es una de las herramientas excepcionales, que ayuda a evaluar la ingesta de alimentos, así como también la preferencia hacia el alimento a consumir, por lo que en la actualidad ha conllevado al desarrollo de sistemas de alimentación en función a las señales acústicas para diferentes especies, las mismas que han sido utilizadas durante la fase de cultivos y estrategias de gestión. Las mismas que han demostrado su eficiencia con resultados prometedores

aumentando la productividad de la cría de *L. vannamei*, pero su perfeccionamiento también depende de la evaluación de parámetros acústicos específicos, mismos que están relacionados con los patrones de actividad alimenticia presente, así como la banda de frecuencia, el pico de frecuencia y la energía del sonido (Peixoto et al., 2020).

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La acuicultura de camarón enfrenta diferentes retos importantes durante su proceso de cultivo; entre estos, el de maximizar una eficiente utilización de los nutrientes adquiridos a través de la alimentación (Molina & Villareal, 2008).

Los camarones son principalmente herbívoros que mastican externamente sus alimentos, el que consiste en pequeñas cantidades durante el día, lo que hace que su manejo y en general, el suministro de nutrientes sea considerados como parte esencial del cultivo (Allen & Carter, 2019). Además, es importante considerar que, entre los meses de enero y abril, periodo que está caracterizada por lluvias y temperatura ambiental más elevada, se produce un mayor consumo de alimento; como consecuencia se presenta una producción más alta en esta época (Sonnenholzner et al., 2002).

La alimentación en la camaronicultura es uno de los factores más importantes, pues al ser uno de los mayores costos de la producción, nacen varias interrogantes como: ¿cuál es el mejor momento de alimentar?, cuál el método de mayor eficacia al momento de aplicar el alimento, ¿y la cantidad específica?, esto en busca de una mayor eficiencia del uso del alimento y maximizando así, el crecimiento de los camarones (Bravo & Santos, 2019). Se debe tener claro que el factor de conversión alimenticia no solo se evalúa tomando en cuenta las características de calidad del alimento, sino también del tipo de manejo de la persona que lo suministra (Vega et al., 2000).

A fin de optimizar el alimento, así como también el tiempo utilizado en el este proceso una de las tecnologías con mayor desarrollo en la acuicultura es, sin duda, la alimentación automática para camarón. Los alimentadores automáticos son tecnologías novedosas utilizadas para lograr una mayor eficiencia en el momento de suministrar alimentos balanceados; existen varios aspectos positivos de esta innovación, como es el incremento en la tasa de sobrevivencia y del crecimiento, pues a medida que se aumenta la cantidad de veces que se suministra el alimento, el rendimiento del camarón se incrementa (Allen & Carter, 2019). Existen diferentes tipos de alimentadores automáticos y en muchos de estos sistemas automatizados se implementa un hidrófono, el cual detecta el comportamiento de consumo mediante los sonidos del camarón al alimentarse, lo que hace que la alimentación sea óptima, disminuyendo la cantidad de desperdicios, acelerando los procesos operativos y a su vez, disminuyendo los costos de personal (Bravo & Santos, 2019).

Es precisamente por estos cambios en el proceso de alimentación, que surgió la presente investigación, con la que se busca determinar, el comportamiento que presentan los camarones, al alimentarse con este tipo de alimentadores automáticos de tipo sónico, durante la época estacional cálida – húmeda.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La acuicultura es una actividad que ha presentado una constante evolución, en la cual más del 50 % de los costos de producción está representado por el alimento (Gavilánez, 2021). El proceso de alimentación se ha venido realizando a través de un sistema de voleo o de colocación de alimento en las bandejas de diferentes tipos; pero el comportamiento del camarón en relación con su alimento no puede ser observado en el fondo de las piscinas, lo que dificulta cuantificar el número de animales están realmente alimentándose.

Una vez sembrado el camarón, la reducción de la transparencia del estanque, así como su profundidad reduce la visión. Dentro de la piscina de producción se ha observado que los camarones "esperan" que el alimento baje desde la columna de agua (al voleo) o, a que la bandeja con el alimento descienda, para alimentarse, pero como ya se mencionó, sólo se puede observar el movimiento del agua y asumir que el camarón se acerca en base a esto. Otro aspecto importante para considerar es que cuando un camarón muere durante el cultivo, raramente flota ya que regularmente es devorado por otro camarón; sea esto por mortalidad natural o por enfermedades. No hay un indicador de la cantidad total de animales, solo existen aproximaciones de acuerdo con el muestreo que se realiza periódicamente (León, 2015).

El éxito continuo de la acuicultura del camarón depende de mejoras en el manejo del alimento y en reducción el personal para la producción. Además, llevar un control de consumo de balanceado, no solo se trata de costos, pues al sobrealimentar las piscinas se contribuye a la degradación

de la calidad de agua y de los sedimentos por el incremento de la materia orgánica. baja en muchos casos el nivel de oxígeno, lo que provoca un estrés en el camarón y lo vuelve susceptible a enfermedades y en muchos casos a la muerte (León, 2015 & Allen & Carter, 2019). Es importante también, mencionar que en esta alimentación varía en función de las condiciones climáticas, pues en la temporada cálida y húmeda, con las elevadas temperaturas el consumo va a ser mayor, mientras que, en los meses de época fría y seca, cambia y el nivel de proteína debe incrementarse; en la etapa de transición estacional también se ha observado a proliferación de enfermedades.

El conocimiento del consumo del camarón a través de la alimentación automática, tipo sónica, aporta para una correcta dosificación de alimento durante el periodo de cultivo del camarón.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la curva de alimentación del camarón (*Litopenaeus vannamei*), durante el uso de alimentadores automáticos en modo sónico para 4 piscinas de producción en el periodo enero a mayo, en la camaronera DISTRISODA S.A. y su relación con parámetros de producción.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compilar información referente a los niveles de consumo del camarón (*Litopenaeus vannamei*), en relación con su alimento, utilizando la alimentación en modo sónico, durante 2 ciclos, ciclo 1 y ciclo 2 (día-noche).
- Relacionar el crecimiento semanal en engorde de camarón (*Litopenaeus vannamei*), con la cantidad de alimento consumido en los comederos automáticos en modo sónico.
- Determinar la variación mensual de los niveles de sobrevivencia de Camarón (*Litopenaeus vannamei*) y su relación con la cantidad de alimento consumido en los comederos automáticos.

## **5. HIPÓTESIS**

Ho: Existe una variación del consumo de alimentación del camarón en el uso de modo sónico sobre el crecimiento y sobrevivencia semanal

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1 Camarón Blanco (*Litopenaeus vannamei*)**

#### **6.1.1 Generalidades**

Los camarones constituyen un grupo de crustáceos que se encuentran presentes en todo el mundo, tanto en ambientes salinos, como estuarinos y de agua dulce. Estos organismos presentan una vida planctónica en sus primeros estadios y bentónica en la fase de adulta. Se los encuentra en sustratos variados, sea rocas, fango, arena, entre otros; en el caso de los camarones peneidos se encuentran en zonas intertropicales, y subtropicales (Paz & Vides, 2008). Estos organismos poseen un cuerpo alargado y comprimido lateralmente, con un rostro alargado – aserrado, que presenta de 7 a 10 dientes dorsales, y de 2 a 4 ventrales; tiene presente también, 2 antenas. Presenta 6 segmentos, con 6 pares de apéndices que son utilizados para nadar. Los dos primeros pares de patas terminan en un par de pinzas pequeñas. En el cefalotórax se encuentra el hepatopáncreas, donde se excretan enzimas digestivas, lo que da origen a una coloración verdosa pálida, translúcida. El cordón nervioso se extiende a lo largo de su vientre. El órgano excretor está ubicado en la zona ventral por delante de la base del telson (Capelo, 2022; Lara et al., 2015).

#### **6.1.2 Distribución**

Nativo del Océano Pacífico Oriental y cultivado en muchos países incluyendo los asiáticos. En el océano Pacífico Oriental desde el norte de

México hasta la costa norte del Perú (Capelo. 2021). En el Ecuador se lo localiza desde Esmeraldas hasta El Oro.

### **6.1.3 Alimentación**

El camarón presenta diferentes hábitos alimenticios durante su ciclo de vida, como larva y juvenil es planctónico, filtrando microalgas que están suspendidas en la columna de agua; ya como larva adulta (mysis), se vuelve depredadora y comienza a con el consumo de proteína animal, como *Artemia* (*Artemia salina*). Ya cuando llega a Postlarva/juvenil cambia a consumidor bentónico, nutriéndose de variedad de alimentos, para el resto del ciclo se vuelve omnívoro (Torres, 2014).

### **6.1.4 Reproducción**

Es una especie dioica, madurando sexualmente entre los 6 y 7 meses, su reproducción tiene inicio en aguas alejadas de la costa, cuando el macho deposita en la hembra un paquete de esperma, fertilizando los huevos. El macho posee dos pares de apéndices abdominales modificados entre el primer y segundo segmento abdominal (petasma y el apéndice masculino), que transporta los espermatozoides al receptáculo externo de la hembra (téllico), que está ubicado entre el cuarto y quinto par de pleópodos. En la zona ventral de la hembra se encuentran el petasma y el telicum; el téllico en las hembras es cerrado por lo que, los espermatozoides son colocados en el canal a la altura de este, el número de huevos por desove fluctúa entre los 200000 – 500000 huevos (Capelo, 2021; Torres, 2014).

## 6.2 Producción Mundial del Camarón

A nivel mundial la producción de camarón ha presentado un marcado crecimiento, en las últimas décadas, lo que ha conllevado a ser considerado como uno de los productos no petroleros de mayor exportación en el mercado nacional (Torres, 2014). Las principales camaroniculturas se concentran en países como: China, Filipinas, Indonesia, India entre otros y, en América Latina Ecuador, México, Honduras, Brasil y Perú, países que a nivel mundial se dedican al cultivo de *L. vannamei*, utilizando diferentes sistemas de cultivos (Darryl, 2018; Gavilánez, 2021).

De acuerdo con una encuesta realizada por Global Aquaculture Alliance (GOAL) entre 2016 y 2017, la producción estimada que fue cultivada en estos años fue para el 2016, de 4.055.690 toneladas métricas (MT); mientras que para el 2017 aumentó aproximadamente un 5% llegando a 4.267.500 toneladas métricas (tabla 1), de las cuales 3.42 millones de toneladas métricas fueron representadas por los países asiáticos, y en América se produjeron alrededor de 756.430 TM. Lo cual representa el 17.7 por ciento de la producción Mundial, el otro 2 por ciento se vio representado por la producción en el resto del mundo (Darryl, 2018). La producción cultivada en el 2021 llegó a los 4,569 Millones de TM, que a comparación con el año 2020, aumentó 4,086 millones de TM producidas a nivel mundial, ya para el 2022 las predicciones actuales sitúan en una producción que alcance los 5,011 millones de TM (Pesca Con Ciencia, 2022).

**Tabla 1:** Producción mundial estimada de camarón de cultivo y distribución porcentual por las principales regiones productoras.

**Fuente:** Global Aquaculture Alliance

| <b>Región</b>           | <b>Producción 2016</b> | <b>% Mundial 2016</b> | <b>Producción 2017(MT)</b> | <b>% Mundial 2017</b> |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| <i>Sureste Asiático</i> | 1,483,935              | 36.6                  | 1,574,077                  | 36.6                  |
| <i>China</i>            | 1,352,762              | 33.4                  | 1,350,622                  | 31.6                  |
| <i>India</i>            | 438,579                | 10.8                  | 494,959                    | 11.6                  |
| <i>Américas</i>         | 701,200                | 17.3                  | 756,430                    | 17.7                  |
| <i>MENA</i>             | 53,796                 | 1.3                   | 63,990                     | 1.5                   |
| <i>Otros</i>            | 25,419                 | 0.6                   | 27,422                     | 0.6                   |
| <b>TOTAL</b>            | <b>4,056,690</b>       | <b>100</b>            | <b>4,267,500</b>           | <b>100</b>            |

De acuerdo con los datos relativos al comercio internacional los productos pesqueros y acuícolas, en el 2019, correspondieron alrededor del 37% de la producción total de las actividades acuícolas, para alrededor de 200 países y territorios actividad relacionada al comercio (Goal,2018). En el mismo año las exportaciones de productos pesqueros y acuícolas ascendieron a 161000 millones de USD, representando alrededor del 11 % del valor de las exportaciones de productos agrícolas. Entre 1976 y 2019, el valor de las exportaciones mundiales de productos pesqueros y acuícolas aumentó a una tasa del 7 % en valores nominales; para el 2019, las exportaciones de productos pesqueros y acuícolas procedentes de los países en desarrollo llegaron a los 87000 millones de USD (FAO, 2022).

### **6.3 Cultivo de Camarón en el Ecuador**

El desarrollo de la actividad camaronera en el Ecuador tuvo inicio en los años 60's, en la provincia de El Oro, la misma que empezó con el crecimiento de larvas de camarón silvestre, las cuales solían quedarse atrapadas en áreas inundables, y durante el tiempo de aguaje estas se

desarrollaban; posteriormente se distribuían en el sector comercial para los habitantes. Con el paso del tiempo, los empresarios pequeños instalaron bombas en los terrenos inundados y los cercaron dando inicio así, a la actividad camaronesa (Capelo, 2021; Gaviláñez, 2021).

El sector camarónero en el país es uno de los sectores más importantes para la economía interna, pues más del 40 % de las exportaciones que realiza el país, está comprendida en éste. Cabe mencionar que las condiciones climáticas del Ecuador presentan un medio muy favorable para el cultivo de este crustáceo, dando como resultado aproximadamente un promedio de 65 % de sobrevivencia por hectárea cultivada, la misma que a pesar de haber presentado brotes de diversas enfermedades, no se ha detenido (Gonzabay et al., 2021).

El país cuenta con 220000 has, de producción, en las cuales las principales provincias que se dedican al cultivo de este recurso son Guayas con el 60%, El Oro con el 15%, Esmeraldas y Manabí con el 9% cada una de ellas; la provincia de Santa Elena presenta el 7 % de la producción, provincias que cuentan con un clima favorable para la producción de esta especie (Capelo, 2021).

Para el 2017 el país logró exportar 246000 toneladas de camarón presentando la mayor producción a nivel de Latinoamérica, mientras que para el año 2021 el camarón alcanzó un valor de producción de USD 5055,07 millones, con 1847.73 millones de libras exportadas convirtiéndose así en el producto número 1, no petrolero que mayor ingresos a generado, presentando como incremento en un 41 % en relación con 2020, siendo el principal destino China con el 46%, Europa, con el 23%; EE. UU., con el 22% y el resto del mundo con el 10%. Dentro de este contexto, el Ecuador

se encuentra en el primer lugar como el mayor proveedor de productos de mar, por encima de Rusia, Canadá y Estados Unidos (CNA, 2021).

#### **6.4 Importancia de la Alimentación**

En el proceso de la producción del camarón, el factor principal es el costo que genera la alimentación, la misma que es considerada como el factor de mayor alcance económico, los camarones al comer alimento balanceado, ayuda no solo a mejorar la calidad del camarón si no también al incremento del peso, tamaño lo que ayuda a aumentar, la rentabilidad de las ventas en el mercado (León, 2017).

La nutrición de los camarones es un tema complejo, pues a medida que crece, sus necesidades alimenticias van cambiando, siendo así que, en las primeras etapas a más de necesitar del alimento natural, la exigencia de materia de nutrición es mayores, debido a la adaptación y desarrollo genético que presentan, pues para esto el consumo de energía es mucho mayor. Adicional a esto, el tamaño de las partículas del alimento es un aspecto crítico en la nutrición (tabla 2), ya que éste debe tener un tamaño apropiado para que pueda ser consumido por el camarón, lo que se refleja en el crecimiento e incremento de peso de manera semanal, sumado a la sobrevivencia que presente (Cargill, 2021).

**Tabla 2:** Formula balanceado con especificaciones nutricionales del alimento.

**Fuente:** Nicovita, 2020

| <b>FISICOQUIMICAS</b> |                  |
|-----------------------|------------------|
| <i>Proteínas (%)</i>  | 35, 30, 28 o 25% |
| <i>Grasas (%)</i>     | Mínimo 5%        |
| <i>Humedad (%)</i>    | Máximo 12%       |
| <i>Ceniza (%)</i>     | Máximo 12%       |
| <i>Fibra (%)</i>      | Máximo 4%        |

La acuicultura debe ser sostenible y esto se logra, entre otros procesos, con un manejo adecuado del alimento, es decir, un control de la cantidad y de las dosis de balanceado, así como también, de la calidad del alimento. Gavilánez (2021) suma a este manejo, que es importante mantener una buena calidad del suelo y agua en las piscinas.

## **6.5 Alimento Balanceado**

El alimento que se utiliza para el cultivo de camarón debe contener un alto contenido de proteínas, mismo que debe llegar hasta un 35%, de la composición, así como también estabilidad en el agua, con lo cual se espera que no pierda su valor nutricional, ya que éste constituye el factor más importante (razón por la que se ve reflejada la complejidad en su elaboración en la lista de materias primas), (Maquilón, 2017). El balanceado que existe en el mercado llega a contener 20-22%, 25% y 35% de proteína cruda en su composición y cuando la relación energía/ proteína es demasiado alta, el consumo puede ser limitado, produciendo como consecuencia una disminución en el crecimiento; por lo que es

recomendable mantener la tasa de proteína: lípidos en 6:1 (Molina & Villareal, 2008).

## **6.6 Métodos de Alimentación**

La alimentación en la acuicultura, especialmente en las piscinas de producción de camarón, es, como se ha mencionado anteriormente, uno de los factores más importantes debido que es considerado el costo más alto; supone entre un 40 y 60% de los costos totales de la granja, lo que conlleva a los acuicultores a buscar más efectivas estrategias de alimentación. Existen diferentes formas de alimentar: al voleo, en platos y alimentación automática (Bioaquafloc, 2022).

### **Alimentación al voleo**

Este método consiste en lanzar el alimento al agua, en forma de medialuna, la misma que la hace el trabajador acuícola, proceso que tiene como objetivo cubrir al menos el 80% de la superficie alimentada. La dosis proporcionada al voleo se determina de acuerdo con una tabla, según la biomasa de camarones que presente en la piscina (CENAIM, 2000). Sin embargo, al no tener un seguimiento diario de la actividad del camarón, con este método, no se sabe la cantidad real de alimento consumido.

#### **6.6.1 Alimentación bandejas**

Método ideal, debido a su eficiencia para saber cuánto comen y cuál es el porcentaje que dejan de balanceado; permitiendo ajustar la dosis diaria de acuerdo con el consumo aparente de alimento observado en los comederos. El método que consiste en dejar una bandeja sumergida y

atada con un cordel a un testigo en la superficie, en base a lo cual se lleva como dato adicional un porcentaje de alimento que presenta como consumo al día (BIOAQUAFLOC, 2020; CENAIM, 2000).

## **6.7 Alimentadores Automáticos**

Durante los últimos años con se han producido avances tecnológicos en cuanto a la forma de alimentación en las camaroneras; es así como actualmente una de las tecnologías más aplicadas, es el alimentador automático, proceso que tiene su inicio en Tailandia, donde se registra un éxito de hasta el 60% en su uso. 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 automático 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 & Torres, 2018).

El alimentador debe estar ubicado por encima de la superficie del agua, por lo general de 60 a 80 cm; cabe mencionar que a mayor altura se encuentre el equipo mayor será el radio de distribución de alimento. Además, al dispersar pequeñas cantidades en intervalos de tiempo ayuda que este no tenga residuos en el suelo, y así no deteriore el suelo durante el ciclo de producción, en el que se encuentra ubicado la tolva. Como consecuencia, ayuda a disminuir el costo de producción, al reducir el de la alimentación, minimiza la lixiviación, mejora la calidad alimenticia, disminuye el factor de conversión alimenticia hasta un 30%, y el crecimiento es más rápido y favorece en la uniformidad de talla entre otros (Gavilánez, 2021)

## **6.8 Alimentadores Modo Sónico**

El avance tecnológico en la acuicultura ha tenido un gran alcance en lo que compete a la alimentación automática, y el paso decisivo que supone la asistencia de algoritmos de aprendizaje en la modulación de la respuesta sónica; ésta consiste en la utilización de hidrófonos en las piscinas o estanques de producción, dando como resultado un aumento en el crecimiento y una reducción del factor de conversión alimenticia. Cabe señalar que el factor de conversión alimenticia (F.C.A) es una herramienta matemática que permite, medir en forma simple la conversión de alimento suministrado, es decir, es una medida del peso del camarón producido por kilo de alimento abastecido. El F.C.A varía según la densidad de siembra, calidad del alimento y tamaño del camarón cosechado (Nicovita, 1997).

El modo sónico a través del hidrófono capta el sonido generado por el camarón al momento que este está consumiendo el alimento, información que sirve para controlar la cantidad de alimento dispersado por un alimentador automático a un nivel apropiado de acuerdo con la demanda del camarón. Además, el reto que se tienen en la respuesta de modo sónico tiene el desafío de ajustar con mayor seguridad las cantidades dispersadas.

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1 Área de estudio

La presente investigación se realizó en la empresa camaronera DISTRISODA S.A del GRUPO CORPORATIVO FAJARDO, de los datos recopilados durante los meses de febrero a abril.

### 7.2 Localización

La camaronera DISTRISODA S.A se encuentra ubicada en el Golfo de Guayaquil, en la isla Matorrillo es una isla de la provincia del Guayas (figura 1).



**Figura 1:** Mapa y ubicación geográfica de la camaronera DISTRISODA S.A

**Fuente:** Google Earth, 2022

### 7.3 Toma de datos

Para la evaluación de este trabajo, se registrará la información de cuatro piscinas DI-77, DI-78 DI-81, DI-82; las cuales presentan similitud en densidad de siembra, hectáreas, y fechas de siembra. Cabe mencionar que el número de alimentadores automáticos (tolvas), varían en relación con las hectáreas de las piscinas, en nuestra investigación la relación de las hectáreas fue, para la piscina DI 77: de 8.32 has.; DI 78: de 9.34 has.; DI 81: 9.06 has. y la DI 82: 8.55 has. Además, cabe mencionar que los alimentadores automáticos utilizados para nuestra investigación trabajan en modo sónico las 24 horas del día, durante el ciclo de producción misma que duró tres meses (tabla 3).

**Tabla 3:** características de las piscinas: número de alimentadores sónicos y hectáreas de las piscinas.

| <i>Piscina</i> | <i>Hectáreas</i> | <i>Nº de tolvas</i> | <i>AA / HA</i> |
|----------------|------------------|---------------------|----------------|
| <i>DI-77</i>   | <i>8,32</i>      | <i>12</i>           | <i>1,4</i>     |
| <i>DI-78</i>   | <i>9,34</i>      | <i>14</i>           | <i>1,5</i>     |
| <i>DI-81</i>   | <i>9,06</i>      | <i>10</i>           | <i>1,1</i>     |
| <i>DI-82</i>   | <i>8,55</i>      | <i>10</i>           | <i>1,2</i>     |

#### 7.3.1 Inicio de corrida

Las piscinas DI-77, DI-78, DI-81, y DI-82, de engorde de camarón, antes de ser transferidas pasan por una fase anterior de precría, en donde alcanza un peso promedio de 0.50 g para ser transferidas (tabla 4).

**Tabla 4:** características de las piscinas fecha de siembra, densidad de siembra.

| <i>Piscina</i> | <i>Fecha de siembra</i> | <i>Densidad de siembra</i> |
|----------------|-------------------------|----------------------------|
| <b>DI-77</b>   | 19/2/2022               | 163.452                    |
| <b>DI-78</b>   | 21/2/2022               | 165.910                    |
| <b>DI-81</b>   | 21/2/2022               | 157.837                    |
| <b>DI-82</b>   | 2/2/2022                | 177.193                    |

## **7.4 Variables de respuesta**

### **7.4.1 Variables técnicas y estadísticas**

#### **7.4.1.1 Consumo de alimento en modo sónico**

Para la toma de los datos del consumo de alimento, se realizó un abastecimiento en las tolvas en modo sónico. Se utilizó información producida por los comederos automáticos sónicos, dividiéndolos en dos horarios el ciclo 1 (día de 07:00 am a 17:00 pm) y el ciclo 2 (Noche de 17:00 a 03:00 am) datos que serán proporcionados por el área de alimentación automática del Grupo Corporativo Fajardo.

#### **7.4.1.2 Registro de peso y crecimiento**

Los datos de peso son registrados semanalmente, y se determina el balanceado consumido de manera diaria. La cantidad diaria de alimento balanceado a suministrar se establece en base a la tabla de alimentación establecida por el coordinador de la empresa. Cabe mencionar que los primeros días de cultivo el balanceado es alimentado por el método de voleo, después de 2 semanas y según a la calidad de respuesta que

presente en los comederos automáticos los hidrófonos específicamente, estos son llevados al alimentador automático o tolva (Anexo 1).

#### **7.4.1.3 Sobrevivencia estimada**

Para tener el dato de sobrevivencia, se llevó a cabo muestreo de población de manera semanal. Se utilizó una atarraya de 8 m de diámetro, y se realizó 2 lances por hectárea de la piscina; proceso que se inició desde que el camarón alcanzó entre 5 y 6 gramos de peso. Para poder realizar esta evaluación se apagan los alimentadores automáticos y los aireadores a las 5 de la mañana. Durante este proceso se mantienen cerradas las compuertas de entrada y salida, con el objetivo de que exista una mejor dispersión de los camarones por la piscina.

Una vez obtenido el dato de la población, se procede a dividir el número de camarones por el número de lances, y luego dividiendo el resultado para los metros que tienen la atarraya, teniendo como resultado el número de camarones por metro en la piscina, dato que se divide para la cantidad real sembrada; obteniendo así la sobrevivencia tentativa en la piscina

##### **a. Crecimiento semanal**

El muestreo de crecimiento se realizó todos los viernes durante el periodo de la investigación; en la mañana desde las 7:00 am hasta las 12:00 pm, iniciando por la piscina 1 hasta la piscina 95, tardándose 25 minutos aproximadamente por piscina. El peso se registró con muestras extraídas con la atarraya desde las piscinas, de las cuales se extrae una submuestra de la cual después de pesarla se realizaba un conteo de los camarones comprometidos. El peso es una división dentro del número de camarones

de este que se obtienen el peso promedio y de acuerdo con la diferencia del valor de la semana anterior se calcula el crecimiento semanal. Para el presente estudio, el promedio de los crecimientos semanales representó el crecimiento semanal del ciclo de cultivo; se aplicó la siguiente fórmula:

$$Peso = \frac{\sum P_{n1} + P_{n2} + \dots + P_{n7}}{N^{\circ} \text{ de animales vivos}}$$

(fórmula utilizada por Bravo & Santos 2019)

## **b. Supervivencia**

Valor para obtener de acuerdo con el número de animales sembrados y cosechados. Para poder obtener este dato se estima la cantidad de animales sembrados y los cosechados. Aplicando la siguiente fórmula:

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

(fórmula utilizada por Bravo & Santos 2019)

## **c. Temperatura y oxígeno**

La toma de datos se hizo de manera diaria, dato registrado en el puente de salida de las piscinas, a una profundidad de 50 cm bajo el nivel de la superficie, realizándolo a las 02:00 am, 04:00 am y por la tarde a las 16:00

pm, para la toma de estos datos se utilizó un multiparámetro de marca YSI-PRO-20.

#### **7.4.2 Análisis estadístico**

La información colectada se almacenó en una hoja de cálculo de Excel. Se determinó la no normalidad de la data y se procedió a realizar un análisis estadístico no paramétrico con un nivel de significancia de 95% ( $p < 0.05$ ), para las variables continuas de coeficiente de correlación de Spearman, tomando como datos de relación entre la sobrevivencia y el crecimiento, con la cantidad de alimento consumido, de la misma manera se estableció una relación de la sobrevivencia con la temperatura.

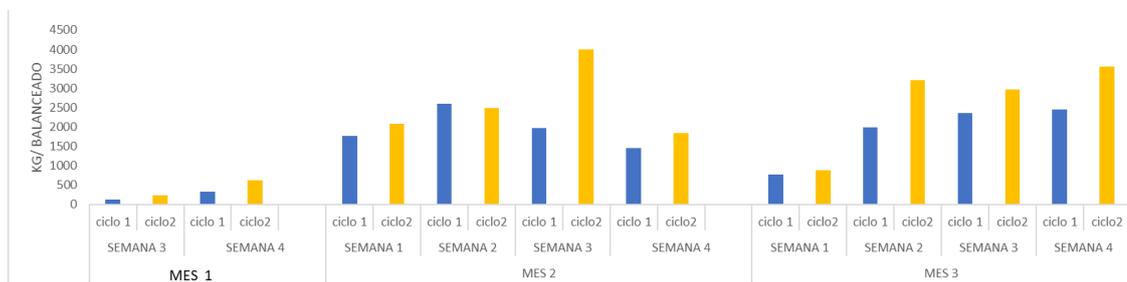
Se incluyó un análisis t-student para comprobar la correlación existente entre las piscinas estudiadas.

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Niveles de consumo de balanceado durante los ciclos 1 y dos utilizando la alimentación en modo sónico

#### Piscina DI-77

La cantidad utilizada en la tolva fue alrededor de 900 kg. En la Figura 2, se observa la relación del consumo de balanceado para los periodo día y noche en la piscina Di-77, en la que se sembraron 1.700.00 larvas a una densidad de 163.452 larvas/ Has (ver tabla 4 para registrar la cantidad de larvas que se sembraron por cada piscina), en la cual se observa una variación en el consumo del alimento, siendo en las 2 semanas del primer mes un consumo bajo, que para esta primera semana fue de 175 kg, considerando una alimentación del 40% del balanceado en el ciclo 1y el consumo del 60% en el ciclo 2, con respecto a la alimentación, lo que se asume se debe a que son los primeros días de transferencia, pues la larva transferida tuvo un promedio de 0.4 gr.



**Figura 2:** Relación ciclo 1 (día-azul) -ciclo 2 (noche- amarillo) del consumo de balanceado en modo sónico para la piscina Di.77.

Durante el segundo mes se observó un incremento en el consumo de alimento balanceado, de esta manera también el crecimiento pues el camarón tiene alrededor de los 4 gramos, momento que se procede alimentar en modo sónico, iniciando con 12 tolvas en la piscina (tabla 3). La primera semana registró un consumo por debajo de los 1930 kg, presentando mayor consumo durante el ciclo 2 (noche; >50%), lo que se debe a que en la primera semana del segundo mes antes de llegar a la alimentación en modo sónico al 100 %, el camarón pasa por una fase de alimentación en Timer, que consiste en alimentar al camarón en el alimentador automático, pero con una cantidad de alimento establecida y programada, es decir con una hora establecida de inicio y una hora de terminado de dispersión de alimento. Este proceso inicia con el 30% en modo automático y el otro 70 % al voleo. Bajo este contexto es necesario explicar que este consumo es variado y este será cambiado a modo sónico (hidrófono), en cuanto la calidad de respuesta por parte del camarón hacia el hidrófono llegue al 100%, proceso que generalmente dura de 3 a 4 días. Para la segunda semana del segundo mes la piscina Di-77, ya presentó el consumo del 100 % en el alimentador automático en modo sónico por lo que el alimento será las 20 h, siendo los niveles más altos de consumo en la noche (> 60%); cabe mencionar que en esta temporada la temperatura en las piscinas llegaba a un promedio de 29,5 °C, lo que se considera un medio propicio para la actividad en el camarón.

Hacia la cuarta semana del segundo mes se incrementó a 85 kg, por tolva, y en la primera del tercer mes, que las tolvas tenían entre 75 y 85 kg de balanceado. Observando una variación, en cuanto a consumo del alimento en el día, lo que se asume está relacionado con un cambio en temperatura, pues en las horas de la mañana es cuando el camarón presenta menos actividad en alimentación, y en la noche su consumo se incrementa con un 10%, en comparación con la alimentación en la mañana, debido que la

temperatura varia de 29.5 °C a 27, 5 °C; no obstante, los parámetros se mantuvieron en rangos permisibles para el camarón, ya que de acuerdo con la FAO (2019), donde se indica que la temperatura no debe descender de los 20°C, mientras que de aguas templadas, el rango de temperatura del agua podrá variar entre los 7 y 24°C, al presentarse el cambio de temperatura en la piscina, estos presentaron una inactividad poco común en cuanto al consumo de balanceado; cabe indicar que para este periodo el camarón tenía 13 gramos en peso. Además, es importante señalar que se comenzó a observar problemas en la salud del camarón por cambio de temperatura la que afecto fue la mancha blanca; evidenciando la misma en base al cálculo de una sobrevivencia que fue alrededor del 68%. Sin embargo, el nivel de consumo en la noche se incrementó para la segunda semana del tercer mes, lo que se asume fue un proceso de adaptación del camarón a un cambio en la temperatura pues esta descendió a los 26,5 °C (tabla 5).

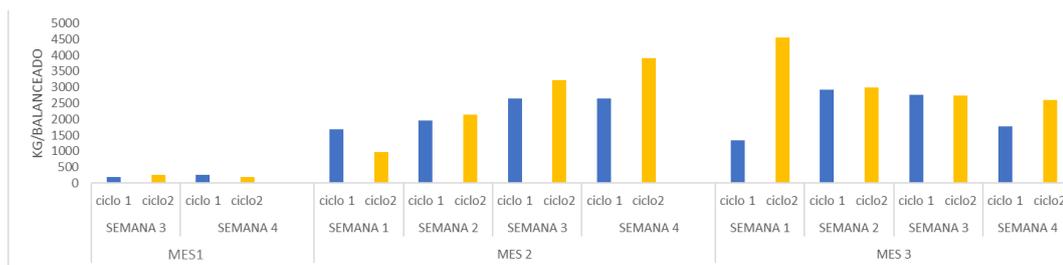
Hay que señalar que a medida que el camarón crece, este tiende a subir su consumo por lo cual, la abastecida de alimento balanceado en las tolvas tiende a ser mayor. De esta manera para la cuarta semana el consumo subió a 3000 kg/semana teniendo mayor consumo en la noche, y el consumo del día menor al 50 %. A pesar de tener una respuesta aceptable en la alimentación en modo sónico, y un crecimiento de 2.5 gr/semana, la piscina tuvo que ser pescada por emergencia debido a los problemas en la salud. Cabe indicar que el crecimiento de los ejemplares encontrados se puede deber a que al haber menos individuos el alimento es aprovechado por los que quedan al disminuir a competencia de estos.

**Tabla 5:** Tabla de temperatura °C mensual, registrados los días de producción para las piscinas

| <b>TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL<br/>°C</b> |              |              |              |
|--|--------------|--------------|--------------|
| <b>Psc.</b>                                | <b>MES 1</b> | <b>MES 2</b> | <b>MES 3</b> |
| <b>DI-77</b>                               | 28,9         | 29,5         | 26,8         |
| <b>DI-78</b>                               | 29,5         | 29,5         | 27,1         |
| <b>DI-81</b>                               | 29,4         | 29,6         | 26,9         |
| <b>DI-82</b>                               | 29,4         | 29,2         | 26,8         |

## Piscina DI-78

El consumo en lo que corresponde a la piscina DI-78, fue de 460 Kg, suministrado en dos dosis 40 % en el día y en la noche el 60% graficada en el ciclo 2 (noche) (Figura 3)., durante el primer mes fue menor en referencia a la DI-77, considerando que el gramo promedio de transferencia de esta hasta la piscina de engorde fue de 0.53 gr, un gramo de diferencia a la piscina DI 77, pero a diferencia de la DI-77 la densidad de siembra en esta piscina fue de 157.837 larvas/ has, es decir que la densidad fue superior a la piscina DI-77. la aplicación del método en los primeros días fue al voleo, razón por lo cual el nivel de consumo fue mayor en la noche.



**Figura 3:** Relación ciclo 1-ciclo 2 (día-noche) del consumo de balanceado en modo sónico para la piscina Di.78.

**Fuente:** Guacho, 2022

Para la primera la primera semana del segundo mes, el método de alimento fue el método de alimentación automática en modo timer, balanceado que fue dividido para 10 tolvas activas, después de 2 días de su activación, la asimilación y aceptabilidad, del alimento en modo timer fue efectivo, dato que se ve reflejado en la computadora en forma de algoritmo, el programa, dato que fue proporcionado por el área alimentación automática de la empresa y en lo que corresponde a la calidad de respuesta al modo sónico fue inmediato, esto se ve en el programa de monitoreo de los comederos automáticos, que consta por un sensor de sonido (hidrófono), la que capta los sonidos producidos bajo del agua, en lo que al consumo que presentó

con respecto al balanceado en modo automático, el consumo en lo que corresponde a balanceado siempre fue mayor en la noche que en el día.

El consumo en la noche al llegar a consumir más del 50% de balanceado consumido en el día, presentando los rangos más altos, fue similar en el segundo mes, hasta cuando se observó un descenso de más de la mitad en el consumo del alimento lo que se refleja en el resultado del consumo en el día, Situación que se deriva de que se observó, que al día siguiente al realizar el control del consumo este presentaba un sobrante en el suelo, como consecuencia se procedió a desactivar los alimentadores. Este sobrante se registró en la primera semana del mes de marzo, en la cual presentó el cambio en la temperatura, pues para esta semana, la temperatura tuvo un descenso de 2.1°C, llegando a marcar 27.6 °C (ver tabla 4, de temperatura grafico 2); en esta semana también se observó presencia de mortalidad en la piscina perdiendo población, quedando con una sobrevivencia del 78 %.

El nivel de consumo en las siguientes semanas del tercer mes se mantuvo alrededor de los 5900 y 5400 kg, presentando un incremento en el crecimiento de 4.2 gr/semana, llegando a la cuarta semana a un peso de 19.8 gr. Se observó lo que se conoce como una “mortalidad por goteo” y por esta razón el crecimiento del camarón se vio acelerado de manera natural; a menor densidad, creció más 3.5 gr/semana aproximadamente y como consecuencia a disminuir el consumo de balanceado. Ya para la cuarta semana el consumo llegó a 4375 kg, y la sobrevivencia descendió a un 73% promedio; además, aún se mantuvo un porcentaje del 10 % en afectación en salud de los camarones en la piscina, por lo que se recurrió a la cosecha inmediata de la misma, evitando una mayor pérdida en el

cultivo. Cabe recalcar que la temperatura en la última semana de este mes registro 26.7°C en la piscina.

## Piscina DI-81

El consumo en balanceado presente en la piscina DI-81, fue de 100 kg por tolva en el primer mes se observa en orden creciente (figura 4) Durante la primera semana se aplicó el alimento al voleo, después de la segunda semana, se aplicó el sistema de alimentación automática en modo timer, con 10 tolvas activas; en este proceso cabe mencionar que al pasar al 100 % en timer este presento la misma respuesta que las demás piscinas estudiadas, es decir una variación en alimentación pues el consumo promedio entre la 4 semana del primer mes, y la primera del segundo mes no sobre paso los 530 kg.



**Figura 4:** Relación ciclo 1-ciclo 2 (día-noche) del consumo de balanceado en modo sónico para la piscina Di-81.

A finales de la segunda semana se observó la calidad de respuesta, y del alimento con este sistema, pero a diferencia de las piscinas estudiadas anteriormente Di-77 y Di-78, en este mes el mayor consumo se ve reflejado en el día, lo que se asume se debió problemas de oxígeno que se presentó en la noche, ya al tener un alto nivel de consumo del alimento durante la noche el oxígeno, el nivel de oxígeno llegó a registrar datos menores e iguales a 3.0 mg/L en referencia a lo que esta durante el día que es alrededor de 6.5 mg/L. Por este motivo se procedió a apagar los alimentadores hasta el siguiente día.

Para la tercera semana de cultivo, el nivel en consumo se vio controlado, programando 45 kg por tolva, alcanzando un consumo de 5800 kg, de balanceado, lo cual favoreció el crecimiento, viendo reflejado un incremento de 2.04 gr/semana, llegando de 9.4 gr a 10.6 gr. Cabe señalar que se registró un cambio de temperatura en el agua de la piscina el mismo que llegó a 27.6 °C, en comparación con el dato registrado la semana anterior que fue de 29.6°C; no obstante, a pesar de registrarse problemas de salud en el camarón, el consumo no se vio afectado, al igual que el crecimiento ya que el incremento que obtuvo en esta semana fue de 3.3 gr/semana. El consumo del alimento en modo sónico, la primera semana de crecimiento se mantuvo, ya en la tercera semana, el consumo durante día presentó un descenso (<20%), lo que se asume fue consecuencia de la presencia de camarón enfermo, infectados con el virus de la mancha blanca (WWSV, observación del técnico de la empresa). Cabe mencionar que en esa semana la temperatura de la piscina llegó a 25,6 °C, y la sobrevivencia descendió al 79%.

En la última semana del tercer mes, se presentó un descenso en el nivel de consumo del alimento durante el día, mismo que se vio reflejado en el incremento en la noche. Se asume que puede deberse a los cambios de temperatura, los mismos que durante el día con días nublados (8/8 de nubosidad) y viento, la actividad del camarón disminuye y por ende disminuyó el consumo de alimento; en esta semana la temperatura promedio en la piscina fue de 26,8 °C (ver figura 2, de temperatura). Estos cambios de temperatura afectaron la producción el camarón por lo que se incrementó la mortalidad (aproximadamente del 25%), o que llevo a que la piscina fuera cosechada.

## Piscina Di-82

En la piscina DI-82 el consumo de alimento fue inferior al de las anteriores piscinas, consumiendo 235 kg, en la semana; no obstante, para la segunda y la tercera semana, el consumo se incrementó llegando a registrar un consumo de 1 590 kg (Figura 5), con relación a la primera semana, y considerando que la alimentación fue al voleo, al momento de activar la alimentación automático fue de un 100% timer, sin dar ninguna dosis al voleo, lo que representó una asimilación al consumir 96%. Del balanceado por parte de los camarones, y durando en la modalidad de timer la que solo duro 2 días, ya para la tercera semana el modo de alimentación migró a alimentación en modo sónico consumiendo 1825 kg.



**Figura 5:** Relación ciclo 1-ciclo 2 (día-noche) del consumo de balanceado en modo sónico para la piscina Di-82.

El consumo del alimento permaneció estable hasta la primera semana del segundo mes; la diferencia presentada en el consumo durante el día y noche la variación existente en estas semanas fue mínima (de 125gr en el día a 110 gr en la noche ver figura 5). Se presentó un descenso de consumo en la segunda semana del segundo mes, pues este llegó alrededor del 60%, llegando a consumir durante la semana, solo 275 Kg, 4 575 Kg, menos que la última semana del primer mes. Lo anterior se debió a problemas de descenso de oxígeno, el mismo que cambió de 9.7 mg/l a 2.5

mg/l (ver figura 6 para observar el cambio del nivel de oxígeno), por lo que los alimentadores tenían que ser apagados en la noche y activados nuevamente al siguiente día, una vez recuperado el nivel de oxígeno.

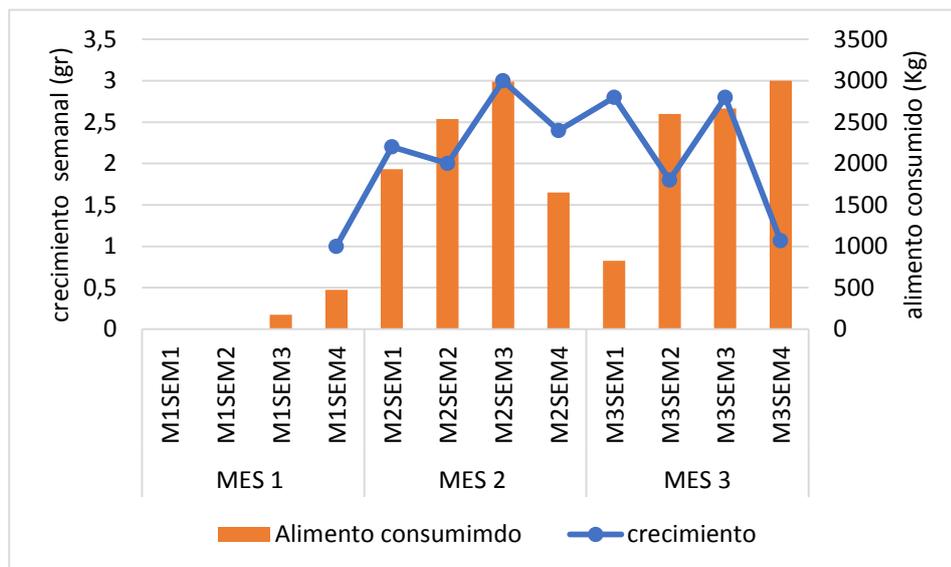
Se registró una disminución en el consumo del alimento, únicamente en la tercera semana, del segundo mes, se consumió un total de 5800 kg, estando el mayor consumo en esta semana durante el día. Se asume que dado que al tener problemas de oxígeno con un descenso a 3.2 mg/L, en las piscinas los alimentadores tuvieron que ser desactivados, y por lo tanto se detuvo el consumo del alimento; ya, para la primera semana del tercer mes, el consumo de balanceado “regresó” a su normalidad (687 kg de alimento por /día), llegando a registrar un consumo de 4808 kg, en la primera semana.

Posteriormente con el cambio de temperatura en la piscina de 26.5 °C en el primer mes de 29.5°C a 26.9°C en este último periodo, la alimentación en las próximas semanas se mantuvo, llegando a consumir la última semana un total de 5125 kg, con un incremento de 3.38 gramos: En la figura 7, observa como en las 2 últimas semanas del tercer mes, el consumo va en descenso, de acuerdo a las observaciones del departamento de patología de una empresa privada, se encontró cambios en la temperatura de 29.4 °C a 26.4 °C, con una diferencia de 3 °C. También en esta piscina se produjo la mortalidad por goteo por lo que tuvo que ser cosechada. A diferencia de las demás piscinas, esta fue la que mayormente se vio afectada con el virus pues la sobrevivencia final de esta piscina fue del 57%; cabe mencionar que esta piscina presentaba el camarón de mayor peso ya que el ultimo peso realizado registro 29.48 gramos, en referencia a las otras piscinas cuyo peso promedio al final de la cosecha fue de 30 gr.

## 8.2 Relación crecimiento semanal con la cantidad de alimento consumido en los comederos automáticos

### Piscina DI- 77

La Figura 6, corresponde a la relación que existe entre el crecimiento a comparación con el alimento, misma que presenta un incremento semanal de acuerdo con la alimentación, el crecimiento en la primera semana fue de 0.22 gr, mismo que en relación con su consumo sobre los 100 kg/semana, considerado como alto.



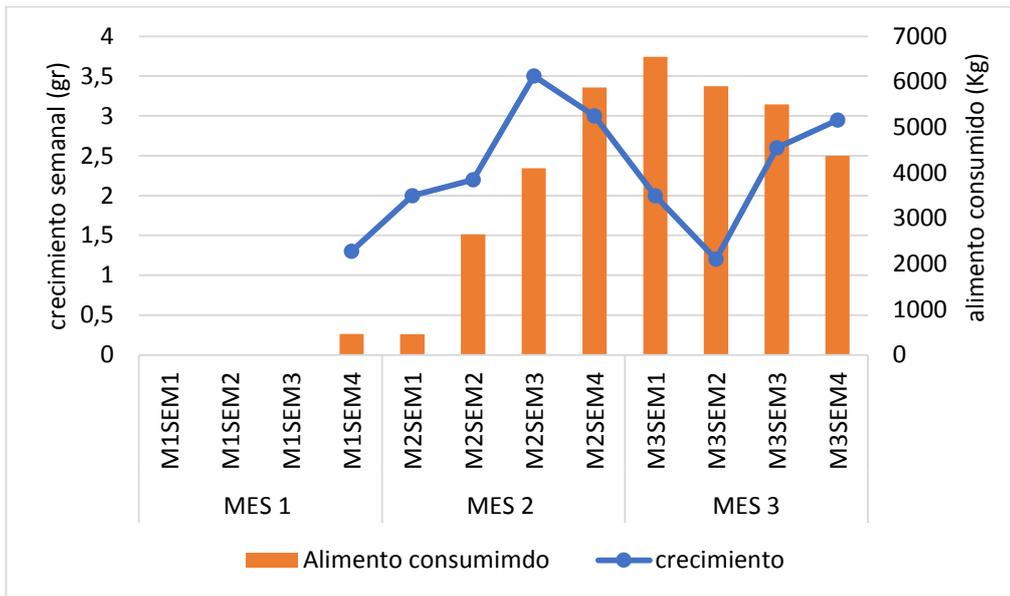
**Figura 6:** Relación del crecimiento semanal vs el alimento en la piscina Di-77

Después de la primera semana del primer mes se registra un crecimiento de 1.20 a 2.00 gramos, de crecimiento semanales en el camarón, teniendo una ganancia de peso de 0.22 gr/día, lo cual es considerado como

crecimiento óptimo. Durante el segundo mes se presentó un incremento en crecimiento que llegó en la tercera semana, a alcanzar los 3 gr/semana; semana en la cual la piscina presentó el mayor consumo, llegando a consumir 2987 kg. Además de ello, esta semana se presentó una enfermedad, virus de la Mancha blanca en la piscina por la cual, el proceso de muda del camarón se aceleró. Con el camarón enterrado la sobrevivencia aproximada es fue del 67%. En la semana 4 del segundo mes y la semana 1 del tercer mes, el consumo descendió marcadamente (de 259 kg a 116 kg), aun así, el crecimiento del camarón en la piscina no se vio afectado pues se produjo un incremento en estas semanas de 2.40 gr/semana para la 4 semana y de 2.80 gr/ para la semana del tercer mes. En las 3 últimas semanas, al presentarse el problema de salud en la piscina, y con una temperatura de 29.5 °C a en la piscina, 26.5 el incremento en el crecimiento fue en descenso llegando a ganar solo 1.80 gr/semana.

## **Piscina Di- 78**

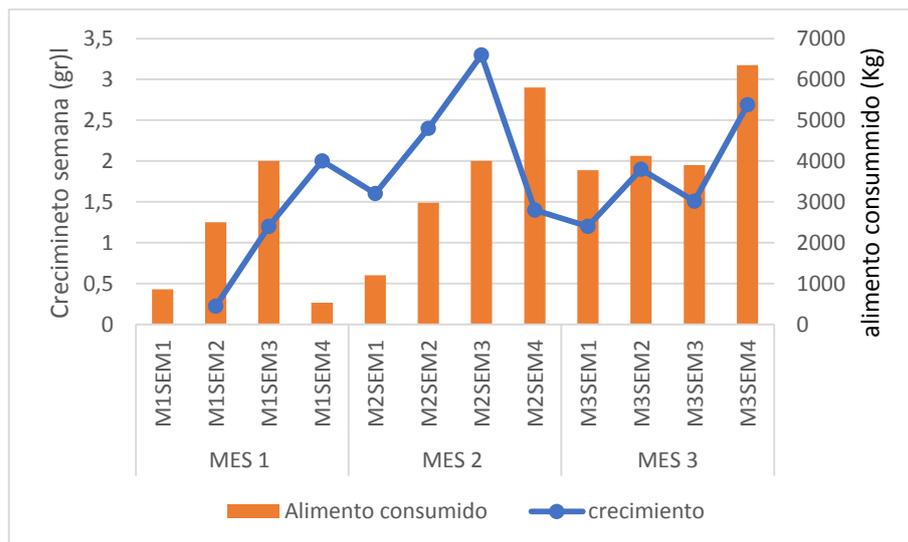
En la figura 7 se registra el crecimiento del camarón en relación con el alimento. En la primera semana de transferencia el crecimiento es elevado, pues al ser transferido el camarón este presenta el crecimiento de un peso promedio de 0.53 gramos, el incremento en esta semana fue de 1.30 gramos/semana, el mismo que se asume fue influenciado por los parámetros ambientales; con una temperatura de 29.6 °c y un nivel de oxígeno de 7.7 mg/l. El balanceado registra un consumo, que en la primera semana fue de 460 kg; al tener mayor consumo esto es beneficioso pues el camarón se nutre de ello. Para la tercera y cuarta semana del segundo mes, el crecimiento del camarón fue de 3 y 3.5 gr/semana. Hasta la primera semana del tercer mes, a pesar de tener un alto nivel de consumo, sobre los 5500 kg/ semanales, el crecimiento fue de 2.60 gr/semana (figura 7); mientras que en la segunda semana el incremento marco 1.20 gr/semana, con un consumo de 5900 kg; se observó un descenso de temperatura de 29.5 °C a 27.6 °C; se considera que este fue el detonante que sirvió para que los agentes patógenos se activaran y empezaran afectar la salud del camarón en la piscina reflejado en el crecimiento.



**Figura 7:** Relación crecimiento vs alimento piscina Di-78

## Piscina DI-81

El crecimiento semanal fue menor llegando a crecer 0.5 gr/semana con un consumo de 2500 kg/semana. Para la segunda semana registró un consumo de 4000 kg de balanceado, y el crecimiento del camarón es de 2 gr/semana, lo que es un crecimiento considerado aceptable dentro de un ciclo de cultivo (Figura 8). Las semanas siguientes el incremento del peso y presentó con relación al consumo, hasta la tercera semana del segundo mes, presentando un incremento de 3.30 gramos/semana.



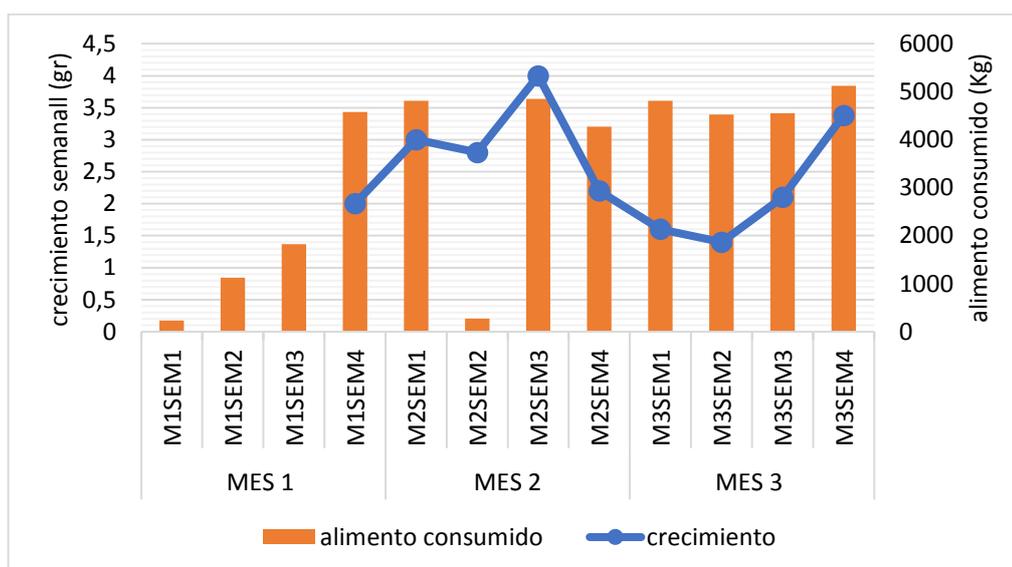
**Figura 8:** Relación crecimiento vs alimento piscina Di-81

A partir de la tercera semana y ya para el tercer mes, el consumo del alimento empezó a descender; ya para la primera semana del tercer mes solo se consumieron 3775 kg, en referencia al consumo anterior que fue de 2896 kg/semana, presentando un crecimiento de 1.20 gramos/semana. En relación con la temperatura, en esta semana el dato registrado fue de

27.6°C, con el 1.2°C menos que la semana anterior, lo que conllevó al animal a reducir su actividad en busca de alimento, debido que el camarón consume el alimento pero este no es aprovechado para el crecimiento, por lo que pasa a ser expulsado de manera instantánea.

## Piscina DI-82

Para la piscina DI-82, el crecimiento semanal ganado después de la siembra fue de 0.9 gr/semana, siendo la larva transferida a la piscina de engorde con un peso promedio de 0.53 gramos, alcanzado un peso de 1.5 gramos/semana para la semana posterior a la siembra (figura 9), Se registró un consumo del alimento de 1125 kg de balanceado, asociado al crecimiento del camarón; para la segunda semana del segundo mes, se detiene el crecimiento (2.20 gramos/semana, con un consumo de 4275 kg y , con una temperatura en la piscina de 29.4 °C.



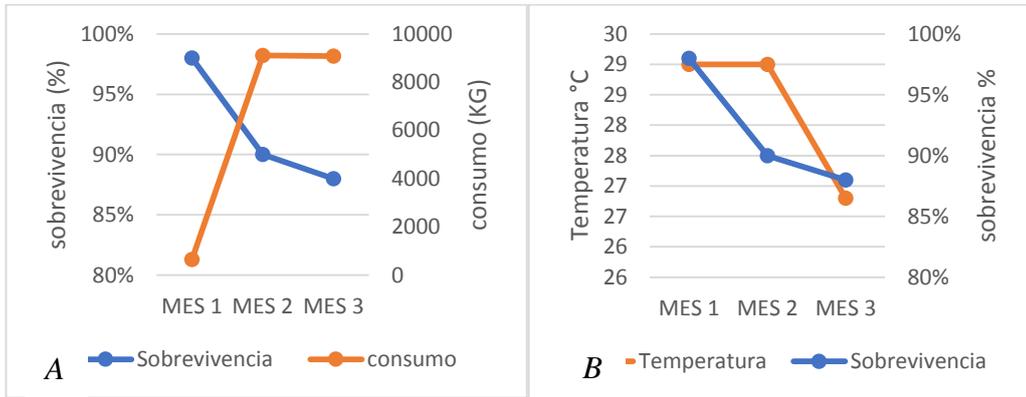
**Figura 9:** Relación crecimiento vs alimento de la piscina Di-82

Para la primera semana del tercer mes, el crecimiento fue menor a los 2 gramos/semana; se registró un cambio de temperatura de 29 °C a 26°C, considerado como uno de los factores que presentó mayor afectación en el cultivo. En el tercer mes el crecimiento fue de 1.60 gramos/semana para la primera semana y 1.40 gramo/semana para la segunda; durante este periodo el porcentaje de camarón afectado en salud se incrementó, reduciendo la población y registrando una sobrevivencia del 57%.

### **8.3 Relación de la sobrevivencia con la cantidad de alimento consumido.**

#### **Piscina DI-77**

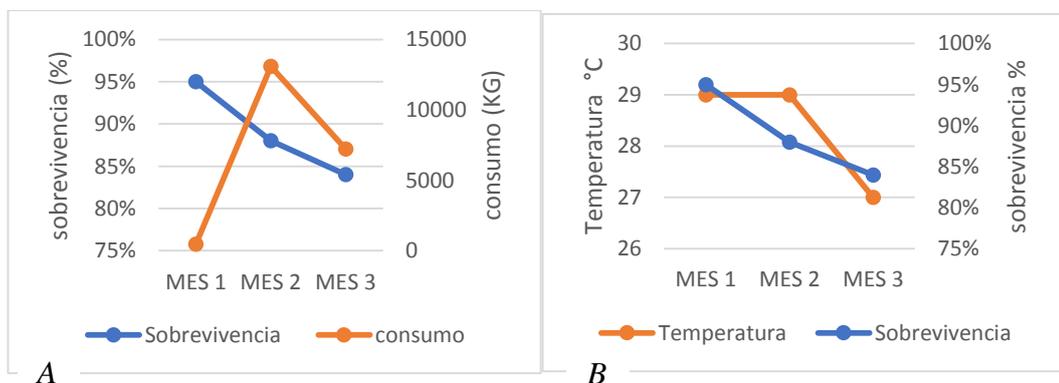
Durante el primer mes la densidad de la poblaciones mantuvo aproximadamente similar de 163.462 larvas/has, pues para el primer mes se registró una sobrevivencia de 98%, cuando la temperatura promedio fue de 29.5°C y el consumo de alimento fue de 3000 kg/mes (Figura 10A); al segundo mes, consumo fue de 9 105 kg/mes, y la sobrevivencia descendió a 90 %, al igual que el mes anterior la temperatura registrada fue de 29.5 °C; y con un consumo de haber mencionado que en este mes, la última semana, se presentó el cambio en el ambiente llegando a registrar una temperatura del 27.5 °C, y el tercer mes la temperatura fue 26.8 °C con una sobrevivencia del 88%, bajando el consumo a 9087 kg/mes la misma que presento una correlación positiva de ( $p=0.65$ ) (Figura 10B.). Al producirse el cambio de temperatura, se presentó problemas en la salud de los camarones, observando presencia de mancha blanca, y acompañada de la misma se empezó a observar la “mortalidad por goteo”; lo que fue importante para poder tomar una decisión y pescar la piscina para salvar la población restante.



**Figura 10:** A. Sobrevivencia vs consumo ; B. Sobrevivencia vs temperatura en la piscina Di-77.

## Piscina DI-78.

En la piscina DI-78, la sobrevivencia en el primer mes, fue del 95% (figura 11b), cuando la temperatura marcaba en la piscina 29.5 °C, la sobrevivencia en este punto se ve baja debido al gramo de camarón que presentaba pues al momento de realizar la población al usar una atarraya más grande los camarones se escapaban mismos que no fueron contabilizados, bajando la sobrevivencia en el primer mes el consumo registrado fue de 460 kg/mes (Figura 11A), el segundo mes, el consumo fue de 13082 kg/mes, y la sobrevivencia presentada fue del 88% °C, cuando la temperatura registraba 29.5 °C. Ya para el tercer mes, la sobrevivencia fue del 84 % y el consumo descendió a 7215 kg/mes, sin embargo, la correlación presente fue de ( $p=0.77$ ), a pesar de estar en temporada de transición (cambio de temporada húmeda a seca), la temperatura descendió a 27.1°C, presentar problemas de salud, y mortalidad del 2% en la piscina, la sobrevivencia llego al 80%, La sobrevivencia real fue del 83%, misma que fue determinada una vez culminada la cosecha.

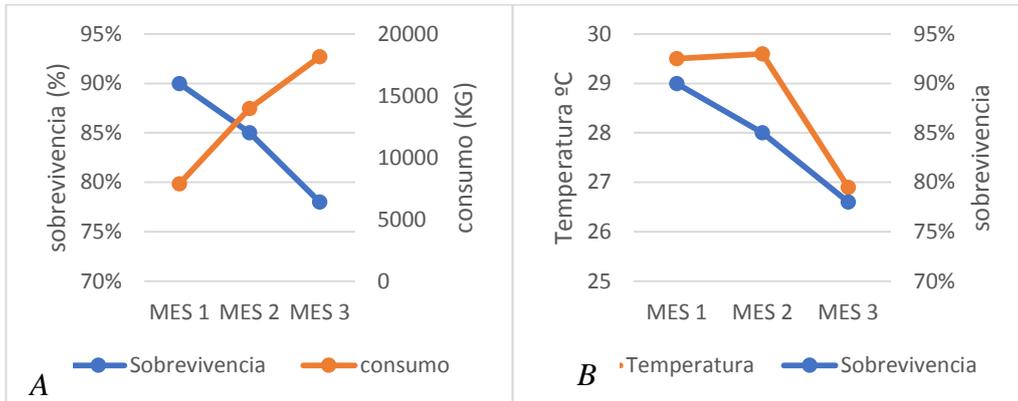


**Figura 11:** A. Sobrevivencia vs consumo ; B. Sobrevivencia vs temperatura en la piscina Di-78.

## **Piscinas Di-81**

El consumo presente en la DI- 8 (Figura 12), fue de 7885 kg/mes, en el primer mes, con una temperatura de 29.4%, presento una sobrevivencia del 90%; debido al 0.53 gramo, en el cual fue transferida la larva (tabla 6), que se presentó al momento de hacer el análisis de la población, presentando dispersión de tallas. Las larvas más pequeñas de 3 gr, aun se escapaban de la atarraya, razón por la que la sobrevivencia en esta piscina fue baja en el primer mes; para el segundo mes la sobrevivencia registrada fue del 73%; presentando un 16% de diferencia en relación con la primera sobrevivencia.

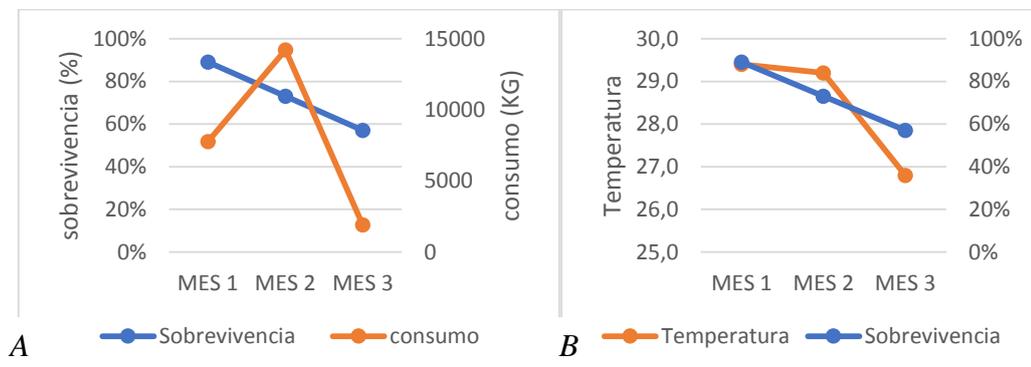
En el segundo mes, la temperatura registrada fue del 29.6°C (ver figura 12), ya para el último mes se observó una variación de 2.7°C en la temperatura hasta llegar a 26.9°C en el mes de abril y la sobrevivencia fue del 57%, y la correlación positiva de ( $p=0.90$ ). En este periodo se presentó una sobrevivencia alta, pero en la piscina el porcentaje de camarones afectados en salud fue de más del 30%, lo cual si no se pescaba se presentaría una mortalidad bastante perjudicial en la producción de la piscina.



**Figura 12:** A. Sobrevivencia vs consumo ; B. Sobrevivencia vs temperatura en la piscina Di-81.

## Piscina Di-82

En la figura 13, la relación existente entre el consumo que fue de 7765 kg/mes, y con una temperatura de 29.4 °C, se registró una sobrevivencia del 68%, para el segundo mes, la sobrevivencia fue de alrededor del 73%, marcando como temperatura promedio 29.5°C, consumiendo 14208 kg/mes, en la piscina para ese periodo; cabe acotar que, en el último mes, la piscina registro una temperatura de 27°C la cual, se considera, fue el detonante para que los agentes virales de mancha blanca se activaran. Esta situación se refleja el tercer mes de siembra cuando la pérdida de población fue notoria, ya que la sobrevivencia bajo al 52%, al igual que el descenso del consumo llegando a 1908 kg/mes, periodo en el que la temperatura de la piscina fue de 26.8°C.



**Figura 13:** A. Sobrevivencia vs consumo ; B. Sobrevivencia vs temperatura en la piscina Di-82.

En comparación con las otras tres piscinas, escogidas para el estudio, esta fue la que mayor mortalidad presentó. Además, entre las 3 piscinas, esta fue la piscina que tenía el camarón de mayor tamaño, pues el gramaje al que se pescó fue de 30 gramos.

Por problemas presentes en la salud de las piscinas por la variación presentada en la temperatura con un cambio de 29 °C a 26 °C, temporada húmeda a la temporada seca (mes de marzo a abril), y al tener mortalidad del 10 %, en las piscinas estas fueron cosechadas dos meses antes de lo programado, por lo que nuestra investigación se vio suspendida por tal motivo, continuación se presenta tabla con sobrevivencia real de las piscinas se obtuvo como coeficiente positivo de ( $p=0.86$ ) (tabla 6),

**Tabla 6:** Tabla con las libras cosechadas, y sobrevivencia de las piscinas estudiadas.

| # PS         | HAS  | Cantidad de postlarvas sembrado <sup>2</sup> | Densidad Ha Larvas/ha | Libras Cosechad. | Peso promedio (gr) | % sobreviv |
|--------------|------|--|-----------------------|------------------|--------------------|------------|
| <b>DI-77</b> | 8,32 | 1.360.000                                    | 163.462               | 61.000           | 23,00              | <b>88%</b> |
| <b>DI-78</b> | 9,34 | 1.549.600                                    | 165.910               | 68.150           | 24,00              | <b>83%</b> |
| <b>DI-81</b> | 9,06 | 1.430.000                                    | 157.837               | 54.850           | 22,00              | <b>79%</b> |
| <b>DI-82</b> | 8,55 | 1.515.000                                    | 177.193               | 57.550           | 30,00              | <b>57%</b> |

De acuerdo con el análisis t-student anexo 2, junto con la probabilidad ( $p$ ) asociada al valor obtenido de  $t$  (significancia estadística), los valores en las piscinas estudiadas están fuera del rango del estadístico  $t$ , es decir que existe una variación con relación a la sobrevivencia semanal, con el consumo de alimento, por lo que nuestro nivel de confianza es  $p = 0.5$  la misma por lo que la  $H_0$ , es aceptada. Ya que se observa una variación significativa alimento – sobrevivencia entre las piscinas estudiadas.

## Discusión

Durante el actual estudio se observó que en el uso de alimentadores en modo sónico se registra un mayor consumo de alimento durante el ciclo 2 (noche), en el mes de mayo, situación que se repite para las 3 piscinas. A más de lo anterior, se observa una variación de consumo entre métodos de alimentación, desde la primera semana que es una alimentación al voleo y con incrementos que se presentan al momento que este proceso pasa a modo sónico. Cabe mencionar que el menor consumo en modo sónico se registra en el mes de febrero y marzo, meses que corresponden a una temporada húmeda (lluvia), lo cual de acuerdo con Buike (2018), comenta, en ésta época, se presentan efectos directos e indirectos de estas condiciones ambientales, sobre las piscinas de producción, tales como: la caída de abrupta en las poblaciones de microalgas por efecto de la caída del pH, la reducción en la concentración de minerales y micronutrientes, el aumento de la turbidez y la reducción, de la intensidad solar,. Es decir, un cambio en la temperatura ambiental, favorecido por las lluvias que contribuyen a producir un descenso en la temperatura del agua en las piscinas de producción, en este caso de 3 a 5 grados °C, se considera ésta como una de las razones por la cual se registra una reducción en el consumo de alimento de alrededor del 10% llegando hasta una reducción del 30% de su consumo.

Álvarez (2008), menciona que cuando se trabaja en cultivos de piscinas de fondo de tierra, los camarones satisfacen parte de las necesidades nutricionales, con el alimento natural disponible en los estanques, lo cual no garantiza un crecimiento y sobrevivencia después de determinado peso. Durante el actual estudio, se asume que un bajo nivel de crecimiento en las primeras semanas se debió al consumo único de microalgas presentes en

las piscinas de engorda, que no contribuían con las proteínas necesarias para que el camarón puede desarrollarse.

En las 4 piscinas estudiadas, en todos los meses la curva de mayor consumo se presentó durante el periodo nocturno el ciclo de producción. Según Fox & Granvil (2004), la actividad del camarón durante el día puede ser escasa, pues en el día casi la totalidad de la población migra hacia áreas más profundas y parcialmente se entierran dentro del fango, presentando un mejor y mayor consumo al momento que se incrementa la actividad (lo que ocurre principalmente durante la noche), y por ende, mejores factores de conversión (F.C.R.), razón por la cual los niveles de consumo en las piscinas estudiadas, se ve un claro consumo en las horas del ciclo 2 (noche).

Los hábitos alimenticios del camarón pueden variar en función de las horas del día, siendo mayor el consumo en el ciclo 2 (noche), lo que está relacionado con lo que Álvarez (2007), quien comenta que uno de los aspectos más importantes que se debe considerar al momento de elaborar una estrategia de alimentación es el horario, pues al caer la tarde (16:00 – 18:00), la actividad enzimática tiende a incrementarse. Esta conducta difiere que los picos de consumo que se incrementan en horas más avanzadas del día, es decir, considerar los horarios de alimentación a partir de las 10:00 a.m y en la noche cercanas a las 22:00 h, horario que el camarón busca el alimento de manera más activa y agresiva

Molina et al. (2000), mencionan que la alimentación va a estar basada en acuerdo a las fases lunares, ya que al tener una ritmicidad lunar con el ciclo

de muda, encontrándose cerca de la mitad de la población mudada en un cuarto menguante, en el que se encontró menos consumo, pero ya al salir del ciclo de muda se registra que el consumo de alimento incremento un 18%, de la cantidad suministrada, entonces la disminución de la ingestión del alimento en la etapa previa y posterior a la muda, junto con un elevado número de camarones el consumo presente va a ser bajo.

Yan et al. (2007), determinaron que variaciones de la temperatura (20, 24, 28 y 32°C), de la salinidad (0.2, 11, 21, 31 ‰), tienen un efecto en el proceso de cultivo, principalmente sobre la sobrevivencia, crecimiento y el nivel de energía de *L. Vannamei*. Al presentarse registro de cambio de 3°C en promedio en las piscinas, se asume que este fue el principal agente para que el camarón “entre en una fase de estrés” y deje de ganar peso. Y esta tienda a enfermarse. Además, Gucic (2008), también reporta que la fluctuación de la salinidad tiene un efecto negativo sobre el crecimiento de los juveniles de *L. vannamei*, con un efecto consumo de alimento, ya que al ocurrir esto los camarones utilizan mayor energía para realizar la osmorregulación y canalizan menos energía para el crecimiento por lo cual para compensar el alto requerimiento de energía, los camarones necesitan consumir más alimento.

Durante esta investigación, se presentó lo que a nivel de un sistema de cultivo se considera como “buena respuesta” al consumo de alimento balanceado, aunque con un bajo crecimiento durante parte del periodo de producción, que según Cruz-Suarez et al. (2004), se debe a que los camarones se alimentan por el olor y no por la vista, es decir que son capaces de seleccionar el tipo de alimento en función de su atractividad y la palatabilidad. Así mismo, Vega-Villante (2004), señala que un alimento con alta capacidad de atracción y estimulación puede provocar un aumento en

el consumo del alimento, pero no implica aumento en el crecimiento; esto debido que una vez cubierta las necesidades energéticas y proteínas, el alimento ingerido no se destina a crecimiento, por lo que no es retenido si no todo lo contrario este pasa a ser desechado por el organismo.

En lo que, a la sobrevivencia registrada en las piscinas de estudio, con niveles de temperatura de 29°C a 27°C y 26°C, con posteriores cambios de 3 a 4 °C, se considera que éstos fueron la fuente principal para la presencia del síndrome de la mancha blanca (White Spot Síndrome Virus-WSSV), en las piscinas, causando mortalidad en la piscina conllevando a la pérdida de población. No obstante, a pesar de tener el problema se obtuvo una sobrevivencia promedio de 77% para las 4 piscinas que presentaron esta enfermedad.

La piscina que registró una menor sobrevivencia fue la Di-82, con el 57% de sobrevivencia y, según Cuéllar (2013), la enfermedad producida por el virus del síndrome de las mancha blanca (White Spot Síndrome Virus-WSSV), la enfermedad se presenta los primeros 30 -50 días de cultivo, siendo el estrés en el camarón un factor fundamental para que se desarrolle la misma, así mismo indica que ésta está asociada a cambios en los niveles de temperatura y, en el presente estudio se registró valores inferiores a 27°C, presentando mayor variación de clima en el mes de abril, periodo en cual el registro de temperatura descendió de forma acelerada, a 26°C. Se agrega que, Varela & Peña (2013), Indican que la sobrevivencia del virus fuera del hospedero en los estanques de cultivo dura alrededor de 3 a 4 días, a una temperatura de 30°C, al tener una temperatura sobre los 50°C el virus se inactiva en un tiempo de 120 minutos, y a temperaturas de 60°C este se inactiva en 1 minuto, además de ello indica que el ciclo de replicación dura unas 20 horas a 25 °C, razón por la que las piscinas objeto

del actual estudio, serían afectadas; al marcar temperaturas de que aún variaban de 29°C a 27°C en la última semana de marzo y en las primeras semanas de abril 26°C, fue un medio que presentó las condiciones necesarias para que el virus pueda proliferar.

## CONCLUSIONES

La alimentación del camarón es de importancia pues, de acuerdo con el consumo que estos presenten se va a ver reflejado el crecimiento, y ganancia de peso, uno de los motivos por lo que el alimentador automático suma parte importante en la producción, pues gracias a este método la alimentación se realiza las 24 horas del día, y con el modo sónico (hidrófono), el consumo va a ser dispersado en torno a la cantidad que el camarón lo necesite, reduciendo el desperdicio del alimento y al mismo tiempo el posible daño del suelo por un exceso de materia orgánica.

El crecimiento durante los primeros meses fue de 2 a 3 gr/semanal lo que permite establecer que, durante la temporada húmeda, el camarón tiende a incrementar el peso de manera acelerada, pero también cabe aclarar que este crecimiento puede verse, detenido, es decir, va a existir un consumo de alimento en mayor cantidad, pero un bajo crecimiento, esto se da, debido que el camarón no asimila todo el alimento ingerido, por lo que a medida que come lo expulsa.

La diferencia en la tasa de r al 70%, en todas las piscinas estudiadas, se presentó una temperatura promedio de 29.5°C, y ya en el último mes, la temperatura bajo a 26.4 °C, al igual que la sobrevivencia descendió en un 10 y 20%, en el caso de la piscina DI- 82, más del 40%, lo que conllevó a cosechar las piscinas por la presencia de mortalidad y problemas de salud.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda hacer estudios posteriores, probando la calidad de respuesta con la utilización de los hidrófonos, a diferente distancia y medir la calidad de respuesta que tienen, en calidad de respuesta al sonido causado por el camarón al momento que busca el alimento.

Se sugiere realizar el análisis de los factores ambientales que este influyendo en los consumos del camarón, y se vean relacionados con el sonido emitido hacia el hidrófono.

Realizar un ensayo con el modelo de correlación de ritmos circadiano, en base a la actividad de camarón al momento de este buscar el alimento.

Analizar los efectos en la salud, con respuesta a la asimilación del alimento al momento de la transición del modo al voleo a timer, y timer - hidrófono.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, D., & Carter, U. (2019). Sistemas automatizados de alimentación en la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico. *Global Aquaculture Advocate*, <https://www.globalseafood.org/advocate/sistemas-automatizados-de-alimentacion-en-la-produccion-en-estanques-de-camaron-blanco-del-pacifico/>.
- Álvarez, J. S. (2007). Sustitución de harina de pescado por harina de soya e sustitución de harina de pescado por harina de soya mejorar la engorda del camarón blanco *litopenaeus schmitti*. *CIB*, [http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/164/alvarez\\_j.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/164/alvarez_j.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Consultado el 22 de junio del 2022.
- Arevalo, N. (2014). *Diagnóstico del sector camaronero en el cantón EL GUABO 2013*. Obtenido de Universidad Técnica de Machala Facultad de Ciencias Agropecuaria : [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1985/7/CD670\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1985/7/CD670_TESIS.pdf) Consultado:07 de mayo del 2022
- BIOAQUAFLOC. (2022). *Estrategia de Alimentación para Camarón*. Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/estrategia-de-alimentacion-para-camaron/> consultado: 18 de junio 2022
- Bravo, L., & Santos, G. (2019). *Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras .
- CAMARA NACIONAL DE ACUACULTURA. (2022). *Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*. Obtenido de [https://www.cna-ecuador.com/estadisticas\\_/](https://www.cna-ecuador.com/estadisticas_/) consultado: 06 de julio 2022

Capelo, J. (2021). Análisis de Producción de Camarón ( *Penaeus vannamei*) y Tilapia (*Oreochromis spp*) en Ecuador, 2009-2018. *Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena*, <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6654/1/UPSE-TBI-2021-0028.pdf>. consultado: 13 de mayo 2022

Cargill. (2021). *La importancia de una nutrición temprana eficiente en los cultivos de camarón*. Obtenido de Panorama Acuícola: <https://panoramaacuicola.com/2021/09/09/la-importancia-de-una-nutricion-temprana-eficiente-en-los-cultivos-de-camaron/> consultado: 22 de junio 2022

CENAIM. (2000). *¿Uso de comederos o alimentación al voleo?* Obtenido de CENAIM INFORMA: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/8556/bquinc13.pdf?sequence=1&isAllowed=y> consultado: 20 de mayo del 2022

CNA . (2021). Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales. CNA, <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>.

Darryl, E. (2018). La producción actual, desafíos y el futuro del cultivo del camarón. *Global Seafood* .

Desing . (2020). Beneficios económicos de la alimentación automática asistida por hidrófonos con algoritmos de aprendizaje . *Panorama Acuícola Magazine* , Septiembre-Octubre, Vol. 25 No.6.

Elizabeth Cruz-Suarez\*, Perla Patricia Ruiz-Díaz, Estrella Cota-Cerecer, Martha G. Nieto-Lopez, Claudio Guajardo-Barbosa, Mireya Tapia-Salazar, David Villarreal-Cavazos, y Denis Ricque-Marie. 2006. Revisión sobre Algunas Características Físicas y Control de Calidad de Alimentos Comerciales para Camarón en México. En: Editores: L. Elizabeth Cruz Suárez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar, Martha G. Nieto López, David A. Villarreal Cavazos, Ana C. Puello Cruz y Armando

García Ortega. Avances en Nutrición Acuícola VIII .VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 15 - 17 Noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. ISBN 970-694-333-5.

Ekos. (03 de 2022). *Ekos*. Obtenido de USD 5.055,07 millones exportó el sector camaronero en 2021: <https://www.ekosnegocios.com/articulo/usd-5-055-07-millones-exporto-el-sector-camaronero-en-2021> consultado 22 de abril 2022

FAO. (2022). Informe de la Secretaría del Subcomite de Comercio Pesquero del COFI: Para Información. *COFI* , Rev. 1.

Fox, D., & Granvil, D. (2004). Nutricion y Manejo del Alimento. *Nutrición* , 65-84  
<http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/4%20Nutrici%C3%B3n.pdf#page=1&zoom=100,-200,800>.

Gavilánez, O. (2021). *Comparacion de dos Sistemas de Alimentación Automático (SYSTEM AQ1 Y MOAFMADAN) en el Crecimiento de Camarón Blanco (Litopenaeus vannamei)*. La Libertad-Santa Elena: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Gavilánez, O. (2021). *Comparación de dos sistemas de alimentación automático (system aq1 y moafmadan) en el crecimiento de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)*. Santa elena file:///c:/users/idc/downloads/upse-tbm-2021-0010.pdf: universidad estatal península de santa elena, facultad de ciencias del mar.

Gonzabay, A., & Vite, H. (2021). análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la. *Polo del Conocimiento* , Pol. Con. (Edición núm. 62) Vol. 6, No 9 pp. 1040-1058 ISSN: 2550 - 682X DOI: 10.23857/pc.v6i9.3093.

- Gonzabay, A., Vite, H., Garzón, V., & Quizhpe, P. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020. *Polo del conocimiento*, Edición núm. (62) Vol. 6, No 9 SSN: 2550 - 682X, pp. 1040-1058.
- Gucic, M. (2008). Digetibilidad in vivo de Alimentos Comerciale Y Experimentales para Camarón Banco ( *Litopenaeus vannamei*) Cultivado diferentes Salinidades . *CIB*, [https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/406/1/gucic\\_m.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/406/1/gucic_m.pdf) Consultado : 05 de junio 2022.
- James, A., Valderrama, D., & Jory, D. (2019). GOAL 2019: Revisión de la producción mundial de camarones. *Responsible Seafood ADVOCATE*, <https://www.globalseafood.org/advocate/goal-2019-revision-de-la-produccion-mundial-de-camarones/>.
- Jorge, C.-A. (2013). Enfermedad de la manchas blancas. The Center for Food Security & Public Health, 1:5 pag. 1-5 pag. <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/white-spot-disease-es.pdf>.
- Lara, C., Espinoza, A., & Rivera, M. (2015). Desarrollo de camarón *Litopenaeus vannamei* en un sistema de cultivo intensivo con biofloc y nulo recambio de agua. *AquaTic, AquaTIC*, nº 43, pp. 1-13. SSN 1578-4541.
- León, G. (2017). Elaboración de Alimento Balanceado para Camarón en la Empresa Bioalimentar Cía. Ltda. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- León, J. (2015). Evaluación técnica y financiera de la eficiencia de dos sistemas de alimentación en el cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de engorde en la compañía belize aquaculture, ltd. -bal- ubicada en placencia, distrito de stann creek, belice, c. Obtenido de

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/2839/1/JOSU%C3%89%20MIGUEL%20DE%20LE%C3%93N%20D%C3%8DAZ.pdf>

Maquilón, J. (2017). Factibilidad para la implementación de alimentadores automáticos en piscinas camaroneras de Aquamar S.A. *Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas*.

Molina, C., & Villareal, H. (2008). Estrategias de Alimentación en la Etapa de Engorda del Camarón. En C. Molina, & H. Villareal, *Estrategias de Alimentación en la Etapa de Engorda del Camarón* (pág. xiv; 110 p.). La Paz, B.C.S México: CIBNOR, S.A., CYTED y PRONACA.

Nicovita. (1997). Tasa o Factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. *Boletín Nicovita*, Volumen 2- Ejemplar 03 pag. 1-2.

NICOVITA. (2020). *Nicovita classic camarón*. obtenido de <https://nicovita.com/wp-content/uploads/2020/07/ft-nicovita-classic-camaron.pdf> Consultado: 228 de mayo 2022

Paz, C., & Vides, J. (2008). Distribución y abundancia de post-larvas y juveniles de camarones blancos (*Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris*; *L. occidentalis*) en la bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. *Universidad de El Salvador*, <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8868/1/19200769.pdf>.

Peixoto, S., Soares, R., Silva, F., Hamilton, S., Morey, A., & Davis, A. (2020). Actividad acústica de *Litopenaeus vannamei* alimentado con dietas peletizadas y extruídas. *Panorama Acuicola Magazine*, Vol.26 No. 1.

Pesca Con Ciencia. (Enero de 2022). *Pesca Con Ciencia*. Obtenido de La producción mundial de camarón superará los 5 millones de TM en 2022, predice Robin McIntosh de CP Foods: <https://www.pescaconciencia.com/2022/01/23/la-produccion->

mundial-de-camaron-superara-los-5-millones-de-tm-en-2022-  
predice-robin-mcintosh-de-cp-foods/ consultado el 20 de abril del  
2022

Piedrahita, Y. (2018). La industria de cultivo de camarón en Ecuador, parte  
1. *Responsible Seafoof ADVOCATE*,  
<https://www.globalseafood.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-1/>.

Ruiz, D., & Torres, R. (2018). Evaluación de eficiencia en dos sistemas de  
dos sistemas de alimentación automática para engorde de camarón  
blanco (*Litopenaeus vannamei*) en Choluteca, Honduras. *Escuela  
Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras*,  
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ad4f1d13-528c-47b0-81ea-99b3828529e8/content>.

Sonnenholzne, S., Rodríguez, J., Betancourt, I., Echeverría, F., & Calderón,  
J. (2002). SUPERVIVENCIA Y RESPUESTA INMUNE DE  
CAMARONES JUVENILES L. VANNAMEI DESAFIADOS POR VÍA  
ORAL A WSSV A DIFERENTES TEMPERATURAS. *researchgate*,  
[https://www.researchgate.net/profile/Jenny-Rodriguez-6/publication/41020138\\_Supervivencia\\_y\\_respuesta\\_inmune\\_de\\_camarones\\_juveniles\\_LV\\_desafiados\\_por\\_via\\_oral\\_a\\_WSSV\\_a\\_diferentes\\_temperaturas/links/0046351e7d374b5297000000/Supervivencia-y-respuesta-inmune](https://www.researchgate.net/profile/Jenny-Rodriguez-6/publication/41020138_Supervivencia_y_respuesta_inmune_de_camarones_juveniles_LV_desafiados_por_via_oral_a_WSSV_a_diferentes_temperaturas/links/0046351e7d374b5297000000/Supervivencia-y-respuesta-inmune).

Torres, C. (2014). "EVALUACIÓN DE DOS DIETAS ALIMENTICIAS  
BALANCEADAS PARA LA PRODUCCION DE *Litopenaeus vannamei*,  
EN LA CAMARONERA PIQUEROSA, PROVINCIA DE  
MANABÍ". *Unniversidad Católica de Santiago de Guayaquil*,  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1831/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-39.pdf>.

Vega, F., Nolasco-Soria , H., González-Valdés, R., & Oliva-Suárez, M. (2000). Alternativa para la alimentación del camarón en cultivo: el manejo e la muda. In: Cruz -Suárez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, Olvera-Novoa MA, Civera-Cerecedo R. (eds.). *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V, Simposium Internacional de Nutrición Acuícola.*

## Anexos



**Anexo 1:** Alimentador automático sónico.

**Fuente:** Guacho, 2022

### Tabla estadística

| Piscina | Estadístico t | Valor crítico de t (dos colas) | Interpretación  |
|---------|---------------|--------------------------------|-----------------|
| DI-77   | -0.1991       | $\pm 3.1824$                   | Se acepta $H_0$ |
| DI-78   | -2.4065       | $\pm 3.1824$                   | Se acepta $H_0$ |
| DI-81   | -0.6852       | $\pm 3.1824$                   | Se acepta $H_0$ |
| DI-82   | 2.4917        | $\pm 3.1824$                   | Se acepta $H_0$ |

**Anexo 2:** Análisis estadístico, en t student, en relación con la aceptación o rechazo de la  $H_0$ .

| MES 1 |          |       |          |       |          |       |          |       |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| Psc.  | SEMANA 1 |       | SEMANA 2 |       | SEMANA 3 |       | SEMANA 4 |       |
|       | Día      | Noche | Día      | Noche | Día      | Noche | Día      | Noche |
| DI-77 |          |       |          |       | 120      | 230   | 325      | 625   |
| DI-78 |          |       |          |       | 197      | 263   | 258      | 199   |
| DI-81 | 275      | 580   | 1210     | 1290  | 1765     | 2235  | 268      | 262   |
| DI-82 | 125      | 110   | 678      | 447   | 859      | 966   | 2400     | 2180  |

| MES 2 |          |       |          |       |          |       |          |       |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| Psc.  | SEMANA 1 |       | SEMANA 2 |       | SEMANA 3 |       | SEMANA 4 |       |
|       | Día      | Noche | Día      | Noche | Día      | Noche | Día      | Noche |
| DI-77 | 1775     | 2085  | 2590     | 2485  | 1975     | 4000  | 1450     | 1850  |
| DI-78 | 1675     | 975   | 1950     | 2150  | 2650     | 3225  | 2650     | 3900  |
| DI-81 | 856      | 344   | 1320     | 1655  | 2080     | 1920  | 2850     | 2950  |
| DI-82 | 2152     | 2656  | 125      | 150   | 2364     | 2486  | 2896     | 1379  |

| MES 3 |          |       |          |       |          |       |          |       |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| Psc.  | SEMANA 1 |       | SEMANA 2 |       | SEMANA 3 |       | SEMANA 4 |       |
|       | Día      | Noche | Día      | Noche | Día      | Noche | Día      | Noche |
| DI-77 | 775      | 875   | 1985     | 3215  | 2350     | 2975  | 2450     | 3550  |
| DI-78 | 1350     | 4550  | 2925     | 3000  | 2755     | 2745  | 1775     | 2600  |
| DI-81 | 1725     | 2050  | 2080     | 2045  | 1075     | 2825  | 2430     | 3920  |
| DI-82 | 2152     | 2656  | 2525     | 2000  | 2364     | 2186  | 1975     | 3150  |

**Anexo 3:** Tablas de consumo de alimento, en alimentación automática para los meses de investigación.

| Psc.  |                 | DI-77 | DI-78 | DI-81 | DI-82 |
|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| MES 1 | Sobrevivencia % | 70    | 60    | 35    | 68    |
|       | Temperatura °C  | 28,9  | 29,5  | 29,4  | 29,4  |
| MES 2 | Sobrevivencia % | 69    | 66    | 72    | 73    |
|       | Temperatura °C  | 29,5  | 29,5  | 29,6  | 29,2  |
| MES 3 | Sobrevivencia % | 71    | 80    | 76    | 52    |
|       | Temperatura °C  | 26,8  | 27,1  | 26,9  | 26,8  |

**Anexo 4:** Tabla de sobrevivencia vs temperatura piscinas investigadas.

| DI-77  |             |                    |       |             |         |               |                            |
|--------|-------------|--------------------|-------|-------------|---------|---------------|----------------------------|
|        | crecimiento | Alimento consumido | peso  | temperatura | oxigeno | sobrevivencia | Total de libras cosechadas |
| M1SEM1 |             |                    |       |             |         |               |                            |
| M1SEM2 |             |                    |       |             |         |               |                            |
| M1SEM3 |             | 175                | 0,4   | 29,8        | 8,6     |               |                            |
| M1SEM4 | 1,00        | 475                | 1,4   | 28,9        | 7,7     | 70%           |                            |
| M2SEM1 | 2,20        | 1930               | 3,6   | 29,6        | 6,7     | 100%          |                            |
| M2SEM2 | 2,00        | 2537,5             | 5,6   | 29,5        | 5,2     | 73%           |                            |
| M2SEM3 | 3,00        | 2987,5             | 9,4   | 29,4        | 8,7     | 67%           |                            |
| M2SEM4 | 2,40        | 1650               | 10,6  | 29,6        | 7,8     | 35%           |                            |
| M3SEM1 | 2,80        | 825                | 13    | 27,4        | 6,8     | 68%           |                            |
| M3SEM2 | 1,80        | 2600               | 15,8  | 26,8        | 10,8    | 72%           |                            |
| M3SEM3 | 2,80        | 2662,5             | 20,4  | 26,5        | 6,5     | 65%           |                            |
| M3SEM4 | 1,07        | 3000               | 21,47 | 26,5        | 7,5     | 88%           | 61,150                     |

| DI-78  |             |                    |       |             |         |               |                            |
|--------|-------------|--------------------|-------|-------------|---------|---------------|----------------------------|
|        | crecimiento | Alimento consumido | peso  | temperatura | oxigeno | sobrevivencia | Total de libras cosechadas |
| M1SEM1 |             |                    |       |             |         |               |                            |
| M1SEM2 |             |                    |       |             |         |               |                            |
| M1SEM3 |             |                    | 0,53  | 28,9        | 7,5     |               |                            |
| M1SEM4 | 1,30        | 460                | 1,83  | 29,6        | 6,7     | 60%           |                            |
| M2SEM1 | 2,00        | 457                | 3,8   | 29,5        | 7,7     | 64%           |                            |
| M2SEM2 | 2,20        | 2650               | 6     | 29,5        | 9,8     | 80%           |                            |
| M2SEM3 | 3,50        | 4100               | 9,6   | 29,5        | 8,8     | 65%           |                            |
| M2SEM4 | 3,00        | 5875               | 11    | 29,5        | 8,7     | 56%           |                            |
| M3SEM1 | 2,00        | 6550               | 14    | 27,6        | 9,7     | 78%           |                            |
| M3SEM2 | 1,20        | 5900               | 15,6  | 27,7        | 6,8     | 82%           |                            |
| M3SEM3 | 2,60        | 5500               | 19,8  | 26,5        | 9,8     | 73%           |                            |
| M3SEM4 | 2,95        | 4375               | 22,75 | 26,7        | 8,7     | 83%           | 68,150                     |

| DI-81  |             |                    |       |             |         |               |                            |
|--------|-------------|--------------------|-------|-------------|---------|---------------|----------------------------|
|        | crecimiento | Alimento consumido | peso  | temperatura | oxigeno | sobrevivencia | Total de libras cosechadas |
| M1SEM1 |             | 855                | 0,53  | 29,9        | 6       |               |                            |
| M1SEM2 | 0,22        | 2500               | 0,75  | 29,5        | 6,8     |               |                            |
| M1SEM3 | 1,20        | 4000               | 1,73  | 29,6        | 7,5     |               |                            |
| M1SEM4 | 2,00        | 530                | 3,7   | 29,4        | 8,5     | 35%           |                            |
| M2SEM1 | 1,60        | 1200               | 5,3   | 29,9        | 9,4     | 92%           |                            |
| M2SEM2 | 2,40        | 2975               | 9,6   | 28,9        | 7,8     | 70%           |                            |
| M2SEM3 | 3,30        | 4000               | 10    | 29,9        | 9,5     | 52%           |                            |
| M2SEM4 | 1,40        | 5800               | 13,3  | 29,5        | 6,5     | 74%           |                            |
| M3SEM1 | 1,20        | 3775               | 14    | 27,6        | 7,7     | 90%           |                            |
| M3SEM2 | 1,90        | 4125               | 17,8  | 27,7        | 8,9     | 64%           |                            |
| M3SEM3 | 1,51        | 3900               | 19,31 | 25,6        | 7       | 68%           |                            |
| M3SEM4 | 2,69        | 6350               | 22    | 26,8        | 7,8     | 79%           | 54,850                     |

| DI-82  |             |                    |       |             |         |               |                            |
|--------|-------------|--------------------|-------|-------------|---------|---------------|----------------------------|
|        | crecimiento | Alimento consumido | peso  | temperatura | oxigeno | sobrevivencia | Total de libras cosechadas |
| M1SEM1 |             | 235                | 0,53  | 29,6        |         |               |                            |
| M1SEM2 | 0,9         | 1125               | 1,5   | 29,5        | 8,6     | 70%           |                            |
| M1SEM3 | 2,5         | 1825               | 4     | 29,6        | 7       | 60%           |                            |
| M1SEM4 | 2,00        | 4580               | 6     | 29,4        | 8,9     | 75%           |                            |
| M2SEM1 | 3,00        | 4808               | 9     | 28,6        | 6,5     | 80%           |                            |
| M2SEM2 | 2,80        | 275                | 11,8  | 29,4        | 7,8     | 85%           |                            |
| M2SEM3 | 4,00        | 4850               | 17,6  | 29,4        | 6,5     | 55%           |                            |
| M2SEM4 | 2,20        | 4275               | 18,8  | 29,4        | 9,8     | 72%           |                            |
| M3SEM1 | 1,60        | 4808               | 21    | 26,6        | 7,8     | 55%           |                            |
| M3SEM2 | 1,40        | 4525               | 22,8  | 27,6        | 8,8     | 45%           |                            |
| M3SEM3 | 2,10        | 4550               | 26,1  | 26,4        | 9,2     | 52%           |                            |
| M3SEM4 | 3,38        | 5125               | 29,48 | 26,7        | 7,7     | 57%           | 57 550                     |

**Anexo 5:** Base de datos por piscinas: factores crecimiento, consumo alimento, peso, temperatura, oxigeno, sobrevivencia.