



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

Efectos del uso de alimentadores automáticos sobre el consumo de alimento y el crecimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei*) entre invierno y verano, en el Sector Guarumal - Provincia de El Oro

**NARVAEZ VEGA ANA NOEMI
INGENIERA ACUICOLA**

**ROMERO BUSTAMANTE GENESIS ESTEFANIA
INGENIERA ACUICOLA**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

Efectos del uso de alimentadores automáticos sobre el consumo de alimento y el crecimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei*) entre invierno y verano, en el Sector Guarumal - Provincia de El Oro

**NARVAEZ VEGA ANA NOEMI
INGENIERA ACUICOLA**

**ROMERO BUSTAMANTE GENESIS ESTEFANIA
INGENIERA ACUICOLA**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE ACUICULTURA

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Efectos del uso de alimentadores automáticos sobre el consumo de alimento y el crecimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei*) entre invierno y verano, en el Sector Guarumal - Provincia de El Oro

**NARVAEZ VEGA ANA NOEMI
INGENIERA ACUICOLA**

**ROMERO BUSTAMANTE GENESIS ESTEFANIA
INGENIERA ACUICOLA**

VELASQUEZ LOPEZ PATRICIO COLON

**MACHALA
2022**

tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	institutojubones.edu.ec Fuente de Internet	1%
2	docplayer.es Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unab.cl Fuente de Internet	1%
4	bibliometria.ucm.es Fuente de Internet	<1%
5	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	www.skiportillo.com Fuente de Internet	<1%
8	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.utmachala.edu.ec Fuente de Internet	<1%

10	uv-pro.com Fuente de Internet	<1 %
11	www.revistaaquatic.com Fuente de Internet	<1 %
12	investigacion.izt.uam.mx Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	afoacuaponia.medium.com Fuente de Internet	<1 %
17	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

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

Las que suscriben, NARVAEZ VEGA ANA NOEMI y ROMERO BUSTAMANTE GENESIS ESTEFANIA, en calidad de autoras del siguiente trabajo escrito titulado Efectos del uso de alimentadores automáticos sobre el consumo de alimento y el crecimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei*) entre invierno y verano, en el Sector Guarumal - Provincia de El Oro, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Las autoras declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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

Las autoras como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

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



NARVAEZ VEGA ANA NOEMI

0706498599



ROMERO BUSTAMANTE GENESIS ESTEFANIA

0750683609

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento infinito a Dios por todas sus bendiciones, por juntar nuestros caminos y formar una amistad sincera, por permitirnos compartir juntas cada experiencia universitaria durante nuestra formación profesional y sobre todo por darnos la fuerza para salir adelante y culminar exitosamente cinco años de esfuerzo y dedicación.

Agradecemos a la Universidad Técnica de Machala y a su prestigiosa Facultad de Ciencias Agropecuarias, por habernos dado la oportunidad de formar parte de su campus universitario y habernos formado como profesionales.

Además, extendemos nuestros agradecimientos de manera especial a nuestro querido tutor principal, Dr. PATRICIO COLÓN VELASQUEZ LOPÉZ, quién fue nuestro guía durante todo el proceso de realización de nuestra tesis, quién lleno de paciencia supo motivarnos a mejorar día a día y supo compartir con nosotras sus conocimientos respecto al tema.

De igual manera agradecemos al Ing. Washington Gallo por su amistad brindada, y sobre todo por su ayuda en la obtención de los datos usados en este trabajo.

A nuestros amigos más cercanos y ahora colegas con los cuales culminamos esta maravillosa aventura juntos, gracias por el apoyo incondicional, la paciencia y el amor a lo largo de estos años.

Ana y Génesis

DEDICATORIA

Le dedico esta tesis a mi “yo” del pasado, a esa niña que no pensó llegar tan lejos, que junto a la mano de *Dios* cumpliría cada meta que se proponga en su vida. A mis padres: *Lilia y Rolando* por darme la vida y su apoyo incondicional.

De manera especial dedico este trabajo de tesis a mis dos motores principales: *Edith y Pepín*, quienes han sido mis guías, maestros de vida y mi mayor fuente de inspiración para cumplir mis metas propuestas, quienes en todo momento estuvieron pendientes de mí, de mi bienestar y sobre todo de mi formación profesional.

A mi *Andreita* por ser mi ejemplo a seguir, apoyándome siempre con sus consejos y dándome en cada instante una palabra de aliento para concluir mis estudios de manera exitosa.

Ana Narváez

A Génesis, esa jovencita que soñó tanto con este momento de ser una profesional y llenar de orgullo a su familia. A *Dios y Rosita*, que siempre estuvieron cuidándome desde arriba y guiándome en todo momento. A *Graciela*, mi madre, que me ha forjado de la manera correcta, por motivarme constantemente para alcanzar mis metas y por siempre estar para mí incondicionalmente.

Especialmente dedico esta tesis a dos personas muy importantes: *Bismark y Marcia*, porque este logro también es de ellos. Han sido mi ejemplo a seguir, quienes me han enseñado que para conseguir algo se debe luchar hasta el final, quienes me han apoyado en todo este trayecto y no me han dejado rendir, quienes siempre serán mi motivación y parte fundamental en mi vida profesional.

A mi hermana, mi padre y toda mi familia que es lo más valioso que Dios me ha dado.

Genesis Romero

RESUMEN

En el Ecuador uno de los factores que más afectan al cultivo de camarón es la variación climática que existe en las épocas de invierno y verano. El efecto de los alimentadores automáticos en el cultivo de camarón fue evaluado en ambas épocas mediante una producción en cultivos trifásicos, los cuales tienen una utilización eficiente en la producción mejorando el crecimiento y la supervivencia de los camarones. El presente estudio fue realizado en el mes de junio del 2021 a mayo del 2022 en la camaronera ubicada en el sitio Guarumal de la Provincia de El Oro. Se seleccionaron 3 piscinas que fueron usadas en ambas épocas, denominadas Fase 1 (Ps-A), Fase 2 (Ps-B) y fase 3 (Ps-C). La siembra inicial para la época de verano fue de 13 cam/m². y para invierno de 14 cam/m². La alimentación de los camarones en ambas épocas fue mediante los alimentadores automáticos (timer) y la cantidad de alimento dosificada fue en relación a la tabla comercial que utilizan dicha camaronera.

Mediante los datos obtenidos en este estudio, se demostró que en la época de invierno se obtuvieron mayores tallas comerciales en las 3 fases de cultivo, obteniendo una diferencia superior en promedios de peso con 5,3 g. a la época de verano, teniendo en cuenta que en ambas épocas las semanas de cultivo fueron similares. Sin embargo, en la época de verano la supervivencia fue mayor, existiendo una diferencia de casi el doble en relación a la época de invierno con un 37,54% de supervivencia. En relación a dos parámetros importantes dentro del cultivo de camarón como son la temperatura y el oxígeno, estos fueron monitoreados dos veces al día, en la mañana y en la tarde, demostrando que las fluctuaciones de oxígeno y temperatura de invierno ocasionan altas conversiones alimenticias, lo que se traduce a enormes pérdidas en la producción.

Palabras clave: alimentadores automáticos, cultivo de camarón, crecimiento, supervivencia.

ABSTRACT

In Ecuador, one of the factors that most affect shrimp farming is the climatic variation that exists in the winter and summer seasons. The effect of automatic feeders in shrimp farming was evaluated in both seasons by means of a three-phase crop production, which have an efficient use in production, improving the growth and survival of shrimp. The present study was carried out from June 2021 to May 2022 in the shrimp farm located in the Guarumal site of the El Oro Province. Three ponds were selected and used in both seasons, called Phase 1 (Ps-A), Phase 2 (Ps-B) and Phase 3 (Ps-C). The initial seeding for the summer season was 13 cam/m². and for the winter season 14 cam/m². Feeding of the shrimp in both seasons was by means of automatic feeders (timer) and the amount of feed dosed was in relation to the commercial table used by the shrimp farm.

Through the data obtained in this study, it was demonstrated that in the winter season, greater commercial sizes were obtained in the 3 culture phases, obtaining a higher difference in weight averages with 5.3 g. than in the summer season, taking into account that in both seasons the culture weeks were similar. However, in the summer season survival was higher, with a difference of almost double in relation to the winter season with 37.54% survival. In relation to two important parameters in shrimp culture, temperature and oxygen, these were monitored twice a day, in the morning and in the afternoon, demonstrating that fluctuations in oxygen and temperature in winter cause high food conversions, which translates into enormous losses in production.

Key words: automatic feeders, shrimp farming, growth, survival.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos:	5
1.3.1. Objetivo general:	5
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Cultivo de camarón en Ecuador	6
2.2. Cultivo de camarón en diferentes épocas de Invierno y Verano	7
2.2.1. Cultivo en época de invierno.....	8
2.2.2. Cultivo en época de verano	9
2.3. Cultivos Multifásicos	9
2.3.1. Modelo de producción bifásico y trifásico	10
2.4. Sistemas de cultivo de camarón	10
2.4.1. Sistema Extensivo	11
2.4.2. Sistema Semi-intensivo	11
2.4.3. Sistema Intensivo	12
2.5. Métodos de alimentación en el cultivo de camarón	12
2.5.1. Alimentación al boleó	13
2.5.2. Alimentación automática.....	14
2.6. Alimento artificial del camarón.....	15
2.7. Uso de alimentadores automáticos en el cultivo de camarón.....	16
2.8. Tipos de alimentadores automáticos y mecánica de alimentadores	17
2.8.1. Los alimentadores solares	17
2.8.2. Alimentadores Automáticos AQ1.	18
2.8.3. Dispositivo acuático IoT	18
2.8.4. BioFeeder	19
2.9. Eficiencia y rendimiento del uso de alimentadores automáticos en cultivos de camarón	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Lugar de realización del trabajo	21
3.2. Selección de área de estudio.....	22
3.3. Preparación de las piscinas.....	23
3.4. Siembra de postlarvas.....	24
3.5. Alimentadores automáticos (AA).....	25

3.6.	Control de alimentación con el uso de alimentadores automático	26
3.7.	Control de crecimiento del camarón	27
3.8.	Control de Oxígeno y temperatura	29
4.	RESULTADOS.....	30
4.1.	Producción.....	30
4.2.	Incremento de peso en la época de invierno y verano.....	31
4.3.	Consumo de alimento.....	33
4.4.	Variación de Temperatura en el agua durante invierno-verano en el cultivo de camarón.....	34
4.5.	Variación oxígeno en el agua durante los cultivos de invierno-verano en el cultivo de camarón.....	36
5.	DISCUSIÓN	39
6.	CONCLUSIONES	45
7.	RECOMENDACIONES	47
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla explicativa del protocolo de preparación de piscinas tanto en la época de invierno como en verano	24
Tabla 2. Peso inicial secuencial del camarón cultivado en el sistema trifásico en época de invierno y verano.....	25
Tabla 3: Resumen de producción de las piscinas de estudio en las épocas de verano e invierno	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica de la camaronera en el sector Guarumal, El Oro.....	21
Figura 2: Piscinas utilizadas en invierno y verano en el cultivo de camarón	22
Figura 3: Explicación gráfica de las fases en los cultivos de invierno y verano.....	23
Figura 4. Alimentador automático utilizado en el cultivo de camarón.	26

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) ha generado a nivel económico un impacto positivo en el Ecuador, convirtiéndolo en uno de los sectores más importantes y posicionándolo a nivel mundial como el primer exportador de camarón por varios años. A manera de historia, la industria camaronera tuvo sus orígenes en la parroquia Jelí en la propiedad del señor Jorge Kaiser Nickels, un hombre emprendedor visionario que fue uno de los primeros, conjuntamente con otros caballeros tales como: Alfonso Grunauer, Luis Espinoza Guzmán, entre otros.

La Cámara Nacional de Acuicultura (2022), reportó en sus estadísticas que en el período enero-diciembre del 2021 se exportaron un total de 1.855.634.851 libras, dando un valor total de \$ 5.078.825.249 , refiriéndose a un 34% en comparación a los años anteriores, mientras en lo que va del año 2022 el resumen histórico mensual de las exportaciones de camarón en los meses de enero-diciembre alcanzó un volumen de 2.338.695.245 libras de camarón, dando como total un valor de \$ 6.653.084.049

En la actualidad el cultivo de camarón está posicionado como el segundo producto de mayor exportación no petrolero, después del banano en Ecuador. Debido a la gran demanda de este producto se ha buscado la manera de intensificar los cultivos de camarón con la finalidad de asegurar una producción máxima y sostenible año tras año, incrementando las densidades poblacionales para poder obtener mayor cantidad de libras de camarón cosechadas en un menor espacio. Una de las principales características del Ecuador con respecto a la producción de *L. vannamei*, es que la producción se realiza durante todo el año en sus dos estaciones climáticas (invierno y verano), a diferencia de otras naciones con enorme producción como China que únicamente disponen de épocas específicas para tener producción de *L. vannamei* (Ordóñez Romero, 2015).

En el Ecuador se practican diferentes sistemas de cultivos, los más conocidos son los cultivos semi-intensivos e intensivos, ya que sus rendimientos son óptimos por su estricto control (Muñoz Basurto, 2017). Un aproximado de 270 000 hectáreas hasta el momento

se han empleado para poder realizar este tipo de actividades y la provincia de El Oro desde el 2017 representa el 15% de productividad en el sector camaronero (Arias Cango, Morán Arellano, & Burgus Valverde, 2020).

Para crear producciones más sostenibles, como parte de un proceso de innovación se encuentran los sistemas multifásicos que pueden ser bifásicos que se dividen en dos etapas, y los trifásicos que se dividen en tres etapas; estos sistemas nos favorecen en la eficiencia de mejorar el crecimiento y la sobrevivencia del cultivo, también nos permiten lograr mejorías en las tallas del camarón en menor tiempo, brindando un enfoque sostenible para el manejo de los recursos.

Uno de los factores en el cultivo de camarón más importantes es la alimentación, el cual es uno de los rubros económicos más grandes dentro la producción. La eficiencia de este factor depende de varios conceptos, como, por ejemplo, cuál sería la mejor hora del día para alimentar, qué metodología se aplicaría y como distribuir el alimento, para así poder lograr eficiencia en el crecimiento del camarón, lo cual se reduce en el factor de conversión alimenticia (Bravo Chavez & Santos Farias, 2019).

Uno de los sistemas tradicionales en el cultivo de camarón de suministrar alimento es la alimentación al voleo, que es una de las técnicas mayor usada en la industria camaronera, para usar este método es importante tener conocimiento de la cantidad de biomasa y crecimiento de las piscinas de producción. Es necesario realizar muestreos periódicos para que no exista desperdicio de alimento y el camarón pueda aprovecharlo de la mejor manera. Según Ruiz Monrroy & Torres Jaramillo, (2018).menciona qué uno de los factores que debe ser primordial en este método es la hora de alimentar, debido a que el camarón busca alimento cada cierto tiempo.

Últimamente se está utilizando la alimentación automática, que es asistida por un software que se encarga de realizar el proceso de alimentación varias veces al día de forma programada, de esta manera la alimentación se dosifica basada en el ruido emitido por los camarones, que es analizado por medio de hidrófonos que son los encargados de enviar

los datos que permitan al software llevar el control alimenticio y monitoreo ambiental. Este sistema de alimentación automática permite la incrementación de la producción camaronera, dando resultados de camarones más grandes en menor tiempo (Varas-Chiquito, León-Bassantes, Villacis-Chancay, & Alcivar-Aray, 2017).

La temperatura es uno de los factores ambientales de gran importancia en la acuicultura, que genera fuertes cambios ecológicos en los sistemas de cultivo de camarón. Es un tema desafiante conocer cómo afecta los cambios de temperatura en relación a la supervivencia y crecimiento del camarón. Existen resultados por parte de Wang, & otros, (2019) donde demuestra que el camarón *L. vannamei* es capaz de adaptarse a ciertos niveles de fluctuación de la temperatura por medio de la autorregulación

1.1. Planteamiento del problema

El insumo de mayor costo y que tiene un papel muy importante en el sector camaronero es el alimento balanceado, el cual viene a ser uno de los problemas que más afecta a la producción camaronera en relación al crecimiento y consumo del mismo. La distribución manual de alimento se ha convertido en un problema en la producción del camarón debido a que la alimentación manual no está distribuyendo de manera uniforme el alimento dentro de la piscina y esto afecta el consumo y la conversión alimenticia. Por esta razón se ha implementado el uso de alimentadores automáticos en el cultivo de camarón sin conocerse aún cual es el efecto sobre el crecimiento y conversión alimenticia. De la misma manera se busca determinar las diferencias en relación al crecimiento y la conversión alimenticia del camarón en las diferentes épocas del año como son invierno y verano junto con el uso de alimentadores automáticos.

1.2. Justificación

La camaronicultura a nivel mundial es una actividad que cuenta con más de 180 000 ha de camaroneras dentro de sus costas. En el Ecuador anualmente se cuenta con dos estaciones con respecto a su clima (invierno y verano). Por ende, conocer sobre cómo inciden los cambios estacionales en la producción de camarón es primordial para comparar rendimientos con respecto a la conversión alimenticia y la tasa de crecimiento instantánea del camarón.

El presente trabajo está enfocado en determinar si la implementación de los alimentadores automáticos incide en el consumo de alimento durante el cultivo de camarón en sistemas trifásicos, tomando en consideración las épocas del año, invierno y verano. Ante el escaso análisis de lo que ocurre en sistemas de producción en el Sur del Ecuador, este trabajo busca contribuir con información actual sobre la incidencia de los cambios climáticos en la producción con el uso de alimentadores automáticos. Al utilizar un proceso manual uno de los problemas es la cantidad de alimento desperdiciado, los distintos horarios de suministración y los cambios estacionales en la producción, haciendo que el alimento balanceado se descomponga en el agua ocasionando problemas de oxígeno y problemas en el crecimiento del camarón.

El uso de alimentadores automáticos permitiría que el rendimiento del cultivo sea óptimo para quienes buscan que la alimentación sea la adecuada y logre disminuir la inversión económica. Lograr gestionar el aporte de alimento es una mejora tecnológica la cual ha dado excelentes resultados en comparación a la alimentación tradicional, basándose en la frecuencia al alimentar y la capacidad que tiene el sistema para limitar la sobrealimentación (Ullman, Rhodes, Hanson, Cline, & Davis, 2017).

1.3.Objetivos:

1.3.1. Objetivo general:

Determinar el consumo de alimento balanceado y crecimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei*) en invierno y verano con el uso de alimentadores automáticos en un sistema trifásico de cultivo en el sector Guarumal-provincia de El Oro

1.3.2. Objetivos específicos:

- Analizar en las fases de cultivo la fluctuación de la temperatura y oxígeno en piscinas camaroneras durante la época de invierno y verano
- Evaluar en las fases de cultivo la tasa de crecimiento semanal del camarón (*L. vannamei*) durante la época de invierno y verano
- Analizar la conversión alimenticia en las fases de cultivo de camarón en época de invierno y verano.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cultivo de camarón en Ecuador

En la ciudad de Santa Rosa hubo dos empresas que lideraban el cultivo y el comercio del camarón, VIMAROS S.A y Langostino S.A, según lo que se ha podido indagar mediante conversatorios con los descendientes de los precursores del cultivo de camarón en la zona de Santa Rosa y Machala. Cabe mencionar que (Bohórquez Ruiz, Castillo Parra, & Mantilla Montes, 2020) “El cultivo comercial de cultivo de camarón en el país comenzó en la provincia de El Oro en el año 1968, cuando construyó la primera finca de cultivo en El Oro”, (pág. 2)

Como se ha indicado, la mayor parte de los cultivos de camarones se encontraba en las inmediaciones de la parroquia Jelí, que era como decir el centro de los criaderos con los años se iban incrementando los productores y estos aprovechaban los brazos de mar tales como en la parroquia de Jumón.

Bohórquez Ruiz & otros, (2017) Como lo indica en la literatura:

“Con respecto al acceso marítimo, Puerto Jelí fue tradicionalmente un puerto para buques de mediano calado, los cuales permitían el transporte marítimo nacional e internacional, sin embargo, debido a la sedimentación del estero Jelí, en la actualidad solo tienen acceso al mismo lanchas de pequeño calado”, (pág. 3)

La producción camaronera en el país por más de 50 años, está catalogado para la economía interna como uno de las actividades más importantes, puesto que en este sector están comprendidas más del 40% de las exportaciones ecuatorianas. Esto se suma a que se puede valer la ventaja comparativa de nuestro país, por sus condiciones ambientales y climáticas que ayudan a esta producción, logrando de tres a cuatro ciclos periódicos de cosecha en el año, logrando una supervivencia del 65 -70% por hectárea de cultivo, con esto se consigue doblar sus estándares de producción frente a los países asiáticos que son uno de los principales competidores internacionales.

La Cámara Nacional de Acuicultura (2020), citado por Gonzabay-Crespin & otros, (2021)

En el país en la actualidad existen alrededor de 210 000 hectáreas dedicadas al cultivo de camarón; de estas el 60% está en Guayas, el 15% en El Oro, el 9% en Esmeraldas, 9% está en Manabí y 7% en Santa Elena. Con este escenario positivo para el sector los retos a encarar son nuevos mercados y mayor inversión en el trabajo genético para evitar que enfermedades como las que azotan a los países asiáticos lleguen a Ecuador. Cámara Nacional de Acuicultura, (2020). (pág. 1044)

A este respecto, en cuanto a la economía interna de nuestro país, la operación de la industria camaronera es una base importante para el desarrollo de la economía ya que se considera el segundo rubro no petrolero que más se exporta a los diferentes países del mundo, después del banano, el cual genera en la actualidad un promedio de 250 mil fuentes de empleo, sea este, directa o indirectamente para los hogares ecuatorianos que se dedican a esta actividad laboral.

2.2.Cultivo de camarón en diferentes épocas de Invierno y Verano

La producción de camarón en las estaciones de invierno y verano en el Ecuador se visualiza afectada por factores ambientales como las variaciones de temperatura.

Castillo-Ochoa & Velásquez-Lopez, (2021) cita:

La producción a gran escala del camarón blanco se mantiene en la zona costera ecuatoriana con índices de producción en continuo crecimiento, pero a la vez con preocupación debido a la inestable rentabilidad de esta actividad, marcada principalmente por factores ambientales tales como la temperatura en la época de verano, que incide en la producción obligando a los productores implementar nuevos sistemas de cultivo, (pág. 449).

En este sentido, las variaciones climáticas son factores que inciden directamente en la producción camaronera, la temperatura es uno de los elementos principales que determinan la aplicación de acciones innovadoras en la producción camaronera, por tal

razón se evidencia que la influencia de la temperatura y la salinidad son factores muy relevantes que inciden en el crecimiento y supervivencia del camarón.

2.2.1. Cultivo en época de invierno

La temporada de invierno en el Ecuador va desde mediados de noviembre hasta el mes de abril en donde las temperaturas ambientales sufren un incremento.

Como lo indica Martínez Lin (1994), citado por (Vilela Zeta, 2020, pág. 9)

Tanto, la temperatura del medio acuático influye directamente sobre la temperatura corporal del cuerpo del organismo, esto en su metabolismo y en la velocidad de los procesos enzimáticos para la digestión de los alimentos principalmente. La temperatura promedio no debería bajar jamás a menos de 24°C. sino al contrario estar por encima de ese grado lo que permite un crecimiento continuo del camarón en todo el año. Martínez Lin (1994).

Con este antecedente, la única fuente de energía es el sol que suple calóricamente el agua de la piscina, por consiguiente, se convertirían en condiciones óptimas tanto para la siembra como para el crecimiento larval.

En este caso, cualquier factor que influya sobre la influencia del sol como elemento que aumente la temperatura, afectará la temperatura del agua, lo cual ocasionará diferencias térmicas en los estanques y al mismo tiempo se verá afectada la productividad del estanque.

Controlar la temperatura durante el proceso de producción larval es una técnica muy importante, ya que cualquier variación en temperatura causa el atraso morfológico del animal, es decir el cambio de estadio larval toma más tiempo en realizarse, de igual manera el mantener la temperatura nos permitirá que el animal desarrolle más peso y poder ofertarlo al mercado en menor tiempo. La temperatura adecuada para la siembra es de 30 grados Celsius, luego se debe mantener la temperatura entre 32-34 grados Celsius desde el estadio de nauplio 5 hasta el estadio de post larva 8, posterior a esto se mantiene el animal a temperatura

ambiente (Rodríguez Rosales, 2014), que se citó en (González Serrano, 2022, pág. 13)

2.2.2. Cultivo en época de verano

Las condiciones ambientales en la temporada de verano se ven marcadas por bajas de temperatura muy considerable situación que retarda el crecimiento de las larvas.

El camarón blanco en la etapa larvaria es relativamente inactivo a 20°C. pero a temperatura de 35°C. consume más alimento y es hiperactivo; por otro lado, cuando se encuentra en etapa juvenil, la temperatura óptima para su desarrollo es de 27°C. (Castillo-Ochoa & Velásquez-Lopez, 2021).

Es importante acotar lo mencionado por los resultados obtenidos en la investigación de Wang *et ál.* (2019), citado por Castillo-Ochoa & Velásquez-Lopez, (2021) “demostraron que a temperaturas inferiores a 20° C. existen diferentes respuestas fisiológicas, cambios histológicos en la hepatopáncreas, alteración en la concentración de metabolitos plasmáticos y expresión de varios genes que inciden en la asimilación del alimento y el crecimiento”, (pág. 450). Estos factores redundan en pérdidas para los productores que tienen que hacer innovaciones de toda índole para poder solventar estos factores que no potencian la actividad cultural.

2.3. Cultivos Multifásicos

Los sistemas de cultivos multifásicos consisten en la distribución y transferencia adecuadas de las fases que ayudarán al crecimiento del camarón en diferentes estanques que serán usadas como pre-cría, pre-engorde y engorde, renovando la disponibilidad de los recursos naturales del ecosistema a través de la preparación adecuada de cada una de los estanques del cultivo y junto al uso de alimentos balanceados formulados según los requerimientos del camarón en cada una de estas fases.

Dentro de los cultivos multifásicos existen dos modelos de producción: bifásico y trifásico.

2.3.1. Modelo de producción bifásico y trifásico

Los modelos de producción bifásicos consisten en fraccionar el cultivo en dos etapas bien diferenciadas tales como son la pre-cría y el engorde del camarón, a diferencia de los modelos trifásicos que su forma de fraccionamiento del cultivo consta de tres partes: pre-cría, pre-engorde y engorde.

Tanto los cultivos bifásicos y trifásicos constan con la primera fase del cultivo llamada pre-cría, en donde las postlarvas son transportadas desde los laboratorios para poder ser sembradas en sus respectivos estanques de cultivo durante un cuarto tiempo de 10 a 20 días a elevadas densidades de siembras, una vez que la primera fase ha culminado se procede a transferir los camarones a la segunda fase del cultivo (en caso del cultivo bifásico) para proceder al engorde de los animales hasta obtener la cosecha final y en caso del cultivo trifásico se procede a transferir a la segunda fase para el pre-engorde siendo esta una fase intermedia antes de la transferencia a los estanques de engorde.

2.4. Sistemas de cultivo de camarón

Los métodos de cultivo del camarón en cautiverio, se clasifican de manera general en: extensivo, intensivo y semi intensivo, las condiciones climáticas tienen que ver mucho en la producción y manejo de los cultivos, estableciéndose un índice promedio de 2.2 a 2.5 ciclos por año.

Rojas Cevallos (2018), dice que en la utilización de los diferentes tipos de sistemas no hay un solo protocolo a seguir, las medidas y procesos que se van a ejecutar van a depender de las condiciones climatológicas, del tipo de estanque, del equipamiento, insumos y fertilizantes que estén disponibles en la región, (pág. 19).

2.4.1. Sistema Extensivo

Uno de los problemas en estos cultivos debido a la gran extensión de las camaroneras, es el control de parámetros como el oxígeno.

Como lo cita (Pesantez, Ríos Villacorta, & González Redrován, 2021)

Los trabajadores deben recorrer grandes distancias para encender los equipos de aireación. En los meses de invierno, algunas tareas ya no se realizan por la dificultad de acceso a determinados lugares. Un elevado nivel de tecnificación y el uso de energía eléctrica permiten que estas tareas sean fácilmente automatizadas y monitoreadas en tiempo real, con ayuda de controladores lógicos programables para la gestión a distancia o de forma autónoma (pág. 3).

Este factor es un condicionante para el trabajo, especialmente en la medición de los parámetros en diferentes sitios de la camaronera, en algunas circunstancias los vehículos no pueden acceder a sitios en donde es importante tomar dichas muestras, un condicionante que puede afectar los resultados tanto en producción como en el suministro de la alimentación.

2.4.2. Sistema Semi-intensivo

En estos sistemas las densidades de siembra varían entre 10 a 30 pl/m². Estos estanques tienen suelos de tierra y para recuperar el agua que es filtrada en el suelo sus recambios de agua se deben mantener entre el 5 y 10% diarios. En este sistema los recambios de agua son fundamentales porque ayudan a diluir los compuestos tóxicos que son provocados por los desechos del camarón que se viene a convertir en material orgánico. Se debe tener en cuenta que el poco recambio de agua puede provocar que el crecimiento del crustáceo sea lento (Rojas Cevallos, 2018, pág. 19).

2.4.3. Sistema Intensivo

Este tipo de cultivo tiene una característica importante, las piscinas son pequeñas de extensión, pero tiene densidades grandes de camarones, siendo fundamental la instalación de equipos de ventilación/aireación para lograr mantener los parámetros de oxígeno y temperatura apropiados. (Romero Romero, 2003, pág. 15) Para esto hay que tener muy en cuenta la relación íntima que existe entre animal-agua-oxígeno.

El cultivo intensivo de camarón se caracteriza por utilizar altas densidades de siembra. Este sistema de cultivo se desarrolla generalmente en áreas pequeñas, permitiendo mejorar las condiciones de cultivo y optimizar la alimentación. Se utiliza un sistema de recirculación y un limitado o nulo recambio de agua, disminuyendo la posibilidad de eutrofización en los esteros e interacción o transmisión de enfermedades entre las poblaciones silvestres y las cautivas (Ray & cols., 2010) como se citó en (Lara-Espinoza, & otros, 2015, pág. 2).

En los sistemas de cultivo intensivos los factores que tienen influencia en gran parte es la calidad de agua, la temperatura, el pH, oxígeno disuelto, salinidad y concentración de amonio. Estos parámetros son de gran influencia para que el desarrollo de los organismos sea optimo, ya que al existir cambios bruscos dentro de estos parámetros pueden llegar a provocar en el camarón estrés y que los patógenos se proliferen, causando infecciones, crecimiento lento y mortalidad (Lara-Espinoza, & otros, 2015, pág. 2).

2.5.Métodos de alimentación en el cultivo de camarón

Con un antecedente importante que lo hace un autor como (Alvarez Perero, 2022) que cito en:

Autores como Ullman (2017), Jescovitch *et ál.* (2018) y Reis *et ál.* (2020) han demostrado que la cantidad de dietas suministradas en un día mejora el rendimiento en el crecimiento del camarón, puesto que se puede lograr ahorros significativos en los costos de alimentación con una aplicación adecuada (De Silva, 1989). El alimento es la fuente original de la mayoría de los productos de desecho en un sistema de estanques, pues su descomposición contribuye a la degradación de la calidad del agua

a través del aumento de la demanda de amoníaco y oxígeno biológico (Ullman *et ál.*, 2018) (pág. 2).

Tanto la metodología actual (alimentación automática) como la antigua al boleu (boleo/manual) está supeditada a las dosificaciones que realizan los encargados de la alimentación en las camaroneras, previa a la determinación de los índices productivos y el análisis respectivo previo a la dosificación de los alimentos.

Cabe indicar que los procedimientos de alimentación al que referiré el cultivo de camarón se lo analizarán desde los puntos de vista antiguo y actual, se tomara en cuenta los siguientes:

- El boleu/boleu
- La alimentación automática

2.5.1. Alimentación al boleu

Este método de suministro de alimento tiene por ventaja permitir llevar un control en todo momento de la cantidad de alimento que es consumido por el camarón.

Alvarez Perero, (2022) menciona que:

La alimentación tradicional consistió en el uso de una persona con un dosificador (recipiente con el que se boleu el pellet), subida en una canoa con remo o baliza para desplazarse por las zonas de alimentación boleando el balanceado utilizada para suministrar el alimento a la piscina, formando una media luna (pág. 13).

En este caso, es prácticamente imposible establecer de cuál es la cantidad de camarones que tienen acceso a la bandeja o alimentador, o qué alimento se está consumiendo por esto, se tiene que utilizar de 3 a 4 platos por hectárea de cultivo, a los que se les incluye un promedio del 20 al 30% de la dieta en el día

Estas bandejas proporcionan alimento a los camarones, considerando solo su tamaño y biomasa. Las tablas no consideran el alimento natural de los estanques. Esto puede derivar en sobrealimentación (si la comida natural es abundante) o subalimentación (si la comida natural es baja en abundancia). To-Pham (2016), que se cito (Alvarez Perero, 2022, pág. 13) Ambos casos pueden tener consecuencias adversas, el resto del alimento es dosificado por un boleador artesanal en una panga por toda la piscina en las zonas de alimentación que con frecuencia son las panameñas debido a que su profundidad es mayor y el camarón prefiere pasar la mayor parte del tiempo en estas áreas debido a la baja influencia de la radiación solar en estas áreas, así mantenerse fresco y lejos del alcance visual de las aves.

Como lo analiza Reyna Morocho & Landivar Zambrano (2020)

Una de las partes negativas de este método es que necesita de gran mano de obra para realizarlo por ello la frecuencia al día con este método es muy baja máxima dos veces al día que considerando la fisiología de la especie resulta ser poco eficiente.

Cabe hacer énfasis en la parte que condiciona esta metodología puesto que para aplicarlo se necesita tener conocimiento de la biomasa de la piscina, más que toda experiencia ya que utilizando una canoa se deslizan por el área de la camaronera boleando el alimento, claro está previamente de hacer un muestreo de la población en la camaronera

2.5.2. Alimentación automática

“Los alimentadores automáticos con temporizador son los que han logrado reducir mayoritariamente el tiempo y la energía dedicados a la alimentación a la vez que aumentan la cantidad de tomas diarias” (Jescovitch *et ál.*, 2018), que se citó en (Alvarez Perero, 2022, pág. 4).

Según (Varas Chiquito, Espinoza Mina, & León Bassantes, 2018)

La sistematización y tecnificación en el proceso de alimentación de los camarones ha conseguido incrementar y mejorar significativamente los niveles de producción en el sector, logrando tener camarones con mayor tamaño y peso en menor tiempo y el decremento del índice de mortandad por contaminación de las piscinas y por supuesto recuperar la inversión realizada de forma muy rápida con la inclusión de la tecnología, (pág. 12).

Tomando en cuenta este antecedente, la alimentación automática como tal, no considera tópicos como la ingesta de el alimento, ya que el comportamiento de los individuos, el oxígeno en el agua y las condiciones especialmente ambientales son condicionantes que se deben de tomar en cuenta en este aspecto, otro aspecto importante a tomar en cuenta es el balance de iones en el agua, lo que hace necesario que el departamento técnico tome en cuentas todos estos índices diseñando pruebas reales en condiciones de cultivo para alcanzar la efectividad deseada.

2.6. Alimento artificial del camarón

“El alimento balanceado es el rubro con mayor valor dentro de los costos operativos de un cultivo de camarón, representando entre el 50 y 60% del total de los gastos de producción” (Molina Poveda, Villareal Colmenares, Martínez Córdova, & Cuadros, 2008), citado en (Torres Campozano, Franco Palacios, & Landivar, 2020, pág. 18).

En lo que respecta a la formulación del balanceado, es uno de los principales costos de operación que tiene la camaronera por tan razón se deben de realizar in situ los análisis respectivos en cuanto a la biomasa y a la población de individuos para que no haya un desperdicio del alimento y posteriormente un efecto colateral en la calidad del agua.

La visualización del alimento peletizado en relación a la calidad global es un indicador útil. El aspecto visual del alimento a menudo es juzgado por el consumidor. El aspecto visual de este es una combinación donde se incluyen el color, agrietamiento, la forma y la longitud, (Cruz-Suarez, & otros, 2006, pág. 333) “La evaluación visual del alimento una vez que se ha embebido en el agua admite obtener datos adicionales que está más

concerniente con las preferencias alimenticias y los resultados de rendimiento en el camarón”.

Alvarez *et ál.* (2005) evaluaron la capacidad de atracción, incitación y estimulación al consumo del alimento de dietas a las que se les incluyó un 5% de harina de cabeza de camarón o fueron recubiertas por asperjado con 0.5% de aceite de pescado. Los camarones consumieron este alimento en menor tiempo que con el control sin aditivos y mejoró la eficiencia de la proteína y el FCA, incrementándose el crecimiento, probablemente debido a una menor lixiviación de los nutrientes en el agua, que se citó en (García-Galano & Carrillo-Farnés, 2015, pág. 31).

2.7. Uso de alimentadores automáticos en el cultivo de camarón.

Como lo cita Reyna Morocho & Landivar Zambrano, (2020) en su estudio:

Los alimentadores se iniciaron en Tailandia donde en los primeros prototipos obtuvieron una aceptación del 60%. Dentro de la alimentación automática existen dos sistemas El primero por tiempo (timer) el cual utiliza un temporizador que acciona el dispersor por intervalos de tiempo (Ruiz, 2018); el segundo es por análisis de sonidos por medio de hidrófono, este sistema determina la cantidad a distribuir. Los métodos de alimentación tradicionales pueden llegar hasta 4 veces al día João & Romi, (2019), (pág. 21).

En este aspecto, una de las preeminencias en relación a la nutrición automática, es que el incremento de estos dispositivos permite a los trabajadores aumentar la cantidad de nutrientes sin causar una inestabilidad brusca en la calidad del agua y del fondo del estanque, acrecentar la periodicidad de alimentación sin operadores adicionales.

Según Estrada Flores & Muñoz Preis, (2020), que cita:

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

alimentadores automatizados aumentan el rendimiento de la producción en general ofreciendo ventajas al acuicultor como una mejoría del factor de conversión alimenticia, el peso y el rendimiento del cultivo sin embargo se requieren mayores investigaciones y experimentos que demuestren las bondades del uso de comederos automáticos para el cultivo del camarón (Davis, 2006), (pág. 14).

Cabe recalcar la importancia de los alimentadores automáticos, tomando en cuenta los antecedentes, el valor agregado que brindan a los productores, aumentando el rendimiento desde el punto de vista de la producción y la optimización de muchos factores en el desarrollo de los camarones empleando metodología innovadora y muchas más investigaciones que permitan poner en evidencia el rendimiento de los alimentadores automáticos.

2.8. Tipos de alimentadores automáticos y mecánica de alimentadores

“La automatización de un proceso consiste en la sustitución de aquellas tareas tradicionalmente manuales por las mismas realizadas de manera automática por máquinas, robots o cualquier otro tipo de automatismo.” (Pérez, 2018), que se citó en (Romero Alva & Vargas Jimenez, 2021) “Se describe este proceso como la creación de maquinarias más el empleo de componentes como sensores, actuadores y controladores que le permiten ejecutar aquellas tareas consideradas pesadas, peligrosas y repetitivas para el ser humano” (pág. 15).

2.8.1. Los alimentadores solares

Como cita Romero Alva & Vargas Jimenez, (2021) en su investigación:

Los alimentadores solares, son establecidos para el proceso de alimentación en las piscinas de cultivo de camarón, es un sistema moderno que alimentan al camarón de forma automática cuando requieren y su recarga es mediante el sol. Su tecnología accede a realizar los acomodos necesarios en tiempo y dosis de provisión del alimento, realizando esta actividad durante las 24 horas, (pag. 16).

Estos alimentadores automáticos, acotando al antecedente, es una sistematización que tiene como ventaja general mayor productividad y consecuentemente mayor rentabilidad al productor camaronero, esta aplicado en muchos países de Latinoamérica, como Ecuador, Perú, entre otros y países de Asia, Australia y Nueva Caledonia, estos tienen un excelente rendimiento si se toman en cuenta todas las variables ambientales y el contexto del cultivo.

2.8.2. Alimentadores Automáticos AQ1.

“Los alimentadores automáticos inteligentes de la marca AQ1 Systems, son equipos tecnificados diseñados para la automatización en el proceso de alimentación en las piscinas de cultivo de camarón, es un sistema diseñado en Australia con aproximadamente 3 años en el mercado ecuatoriano, alimentan al camarón de forma automática, y en la cantidad que requieren” (Triviño Lino & Zhinin Muruzumbay, 2018, pág. 31).

“Están conformados por un controlador (computadora) procesadora de datos, con dos sensores bajo el agua, un hidrófono y un ODO sensor de oxígeno y temperatura, estos sensores envían datos al controlador que se encargara de regular o detener el esparcimiento de alimento y la cantidad del mismo según la actividad que se presente dentro del estanque”, como cita (Triviño Lino & Zhinin Muruzumbay, 2018, pág. 31) .

2.8.3. Dispositivo acuático IoT

Este es un proyecto diseñado por (Cordova Briones & Gonzabay Bailon, 2019, pág. 9) basado en un “Dispositivo Acuático IoT basada en el uso de una plataforma IoT y tecnología Arduino que mida el oxígeno disuelto, la temperatura y el pH del agua para mejorar la alimentación en los cultivos de camarón”.

Según Cordova Briones & Gonzabay Bailon, (2019) cita que:

En la actualidad existen soluciones creadas con el propósito de mejorar la distribución de alimento del camarón tales como AUTO SHRIMP FEEDER que proporciona alimentación automática de manera remota mas no hace uso de

sensores y monitoreo que ayude a la toma de decisión, Mientras que el AQ1 si hace uso de un sistema de sensores y reporte lo cual hace que su costo de adquisición sea elevado y al ser un producto extranjero carece de adaptabilidad para países latinoamericanos. Para lo cual lo ideal es tener un dispositivo que sea adaptable y accesible para las empresas. (Cesar Molina, 2017), (pág. 10).

Es importante acotar, que la implementación tecnológica se considera como el futuro de la aplicación de medios tecnológicos para el cultivo de camarón en nuestro país, que a través de un panel proviene de la una red de sensores, de esta manera dando facilidad a los análisis y realizando operaciones para tener resultados más entendibles.

2.8.4. BioFeeder

Según Reyes Lindao, (2022)

“Utilizado en la industria camaronera, que se encarga de distribuir el alimento balanceado alrededor de la piscina de engorde haciendo uso de la alimentación por multiración que genera el alimentador automático, destaca por su aumento en la tasa de supervivencia, mejora la tasa de crecimiento provocando que el camarón no sufra estrés obteniendo una mejor alimentación originando una aceleración semanal en su crecimiento. Además, contribuye a disminuir el factor de conversión alimenticia (FCA) debido a que pueden alimentar durante todo el día logrando el aprovechamiento máximo del alimento reduciendo el costo de producción”, (pág. 32).

Este dispositivo consta de un panel solar que se alimenta de energía a través de paneles fotovoltaicos, el mismo que distribuye la carga a un controlador cuya función es mantener de energía al dispositivo aprovechando y haciendo uso de las energías renovables, tiene forma de cilindro y a manera de un embudo en su parte terminal, que es destinado al depósito del alimento ya sea peletizado o pulverizado, una caja de control, tarjeta madre entre otros dispositivos que permiten el flujo de alimentos constantes de acuerdo con el análisis programático de operador del sistema.

2.9.Eficiencia y rendimiento del uso de alimentadores automáticos en cultivos de camarón

“La automatización es un conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con poca o ninguna intervención humana. Se utiliza para optimizar y mejorar el funcionamiento de las fábricas, pero la automatización también se puede utilizar en estadios, granjas e incluso infraestructura urbana” (Jaramillo, 2021), que se citó en (Reyes Lindao, 2022, pág. 16).

La eficiencia está relacionada con la utilización racional de los recursos para lograr unos resultados específicos, se trata de la capacidad de lograr un objetivo trazado con anterioridad en el tiempo mínimo y con el menor uso de recursos, se debe tener en cuenta que un aumento en el uso de los recursos no necesariamente debe llevar a un incremento en la productividad (Reyes Lindao, 2022, pág. 18).

Con respecto a estos antecedentes, tomando en cuenta que el rendimiento es la rentabilidad obtenida en una inversión, normalmente medida en porcentaje sobre la inversión; y, en base a la experiencia tomada del campo de trabajo se puede citar que se puede evidenciar desde la eficiencia y el rendimiento, lo siguiente:

- Disminución de la transformación alimenticia, es decir menos alimento y mayor camarón.
- Optimización del desarrollo
- Baja en los costos de producción
- Mejoramiento en la calidad del agua
- La nutrición necesita de menos trigo, aglutinante y atrayentes en los alimentos balanceados.
- Los camarones se acercan a la columna de agua para alimentarse
- El provisionamiento de los alimentos se mantiene frescos por la alimentación continua

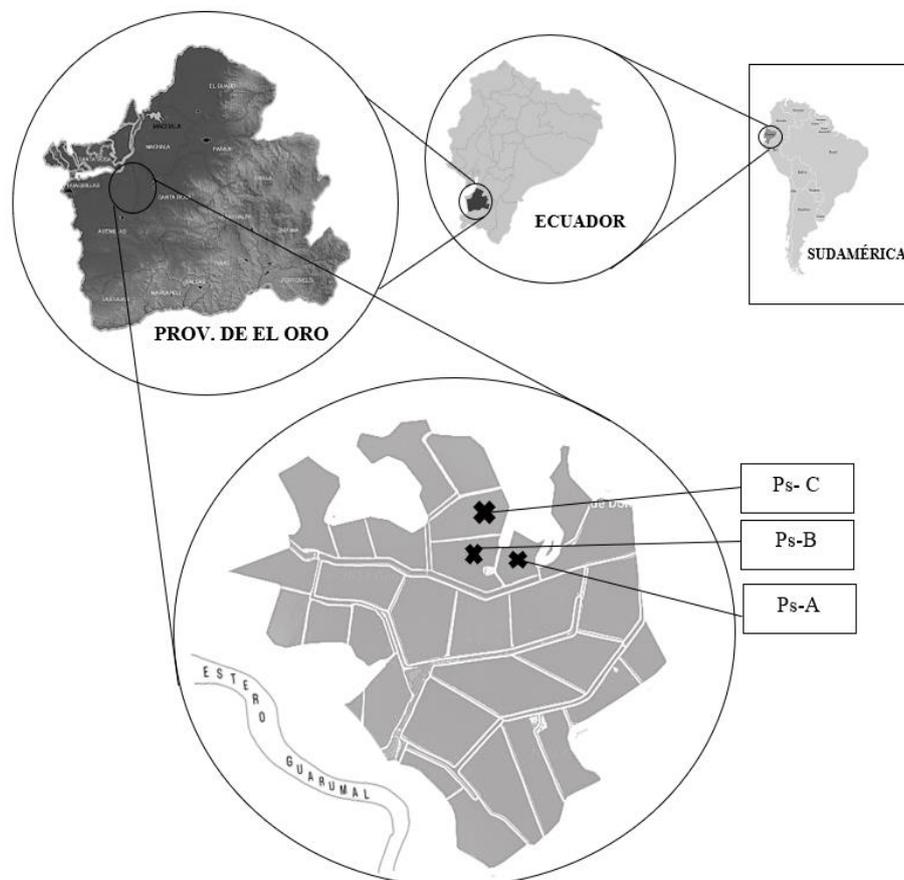
3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de realización del trabajo

El presente estudio fue realizado durante el mes de junio del 2021 hasta mayo del 2022, ubicada en el sitio Guarumal de la provincia de El Oro, Ecuador (Figura 1). Con las coordenadas $3^{\circ} 23' 17.8''$ S y $79^{\circ} 58' 01.2''$ W. La camaronera se encuentra a un nivel de 0 msnm y cuenta con una temperatura promedio de 26°C . y un clima tropical.

Las instalaciones donde se encuentra situada la camaronera tiene un tiempo de actividad de aproximadamente 30 años, cuenta con 225, 21 ha. de espejo de agua y una textura franco arcillosa.

Figura 1: Ubicación geográfica de la camaronera en el sector Guarumal, El Oro



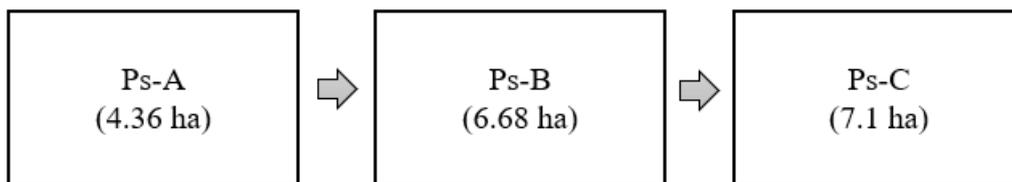
Fuente: Autores

3.2. Selección de área de estudio

Para el presente estudio en la época de invierno y verano se utilizó el mismo lote de piscinas, La Ps-A de 4.36 ha., Ps-B de 6.68 ha. y la Ps-C de 7.1 ha. En ambas épocas se utilizó la Ps-A como pre-criadero (Fase 1), distribuyendo las larvas a las dos piscinas subsiguientes derivadas al crecimiento Ps-B (Fase 2) y Ps-C (Fase 3), dando como resultado 3 réplicas dentro de cada época.

La Figura 2 muestra la secuencia de las 3 piscinas en las que se desarrolló el cultivo de camarón bajo el sistema trifásico.

Figura 2: Piscinas utilizadas en invierno y verano en el cultivo de camarón

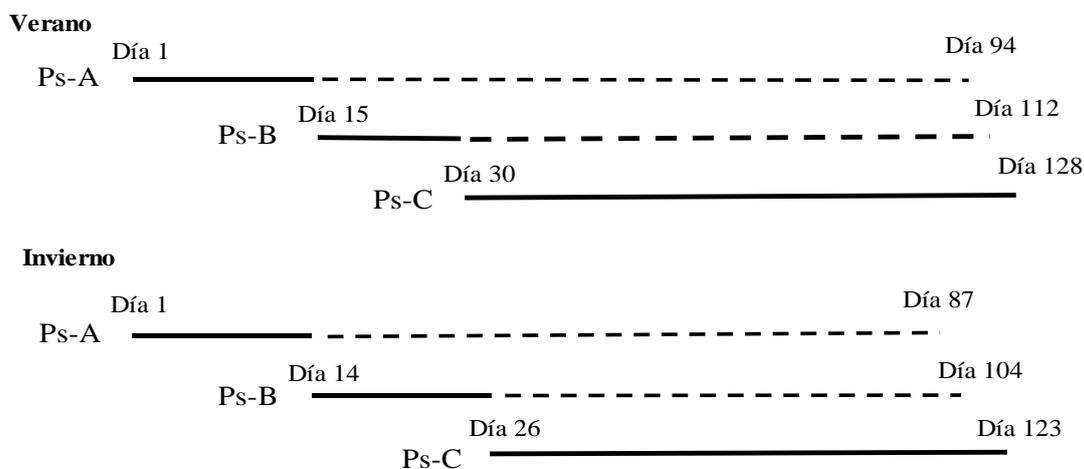


Fuente: Autores

El sistema de cultivo es abierto, es decir, en total dependencia de la dinámica atmosférica y factores ambientales. El método de cultivo dentro de la camaronera se realizó de manera trifásica, es decir que se segmentó el cultivo en tres partes: pre-cría (Fase 1), crecimiento (Fase 2) y engorde (Fase 3). El estanque que cumplió la función de pre-cría fue La PS-A cuyos organismos fueron transferidos a la segunda fase de crecimiento (Ps- B), para finalmente realizar la transferencia definitiva a la Ps-C y alcanzar tallas comerciales.

La Figura 3 muestra el tiempo de cultivo secuencial que ocurrió durante el cultivo en el sistema trifásico durante el invierno y verano. En verano tuvo un tiempo de duración de 94 días (primera fase); 112 días (segunda fase); 128 días (tercera fase) y en invierno la primera fase fue de 87 días, segunda fase de 104 días y 123 días en la tercera fase.

Figura 3: Explicación gráfica de las fases en los cultivos de invierno y verano



Fuente: Autores

3.3.Preparación de las piscinas

La preparación de las piscinas camaroneras tuvo el mismo protocolo tanto en la época de invierno como en verano, previo a la siembra fueron tratadas con:

1. Hidróxido de calcio, aplicando 20 sacos/ha.
2. Luego se procedió a la aplicación de barbasco para la eliminación de organismos competidores que se presentan en el cultivo, como lo es la millonaria.
3. Posteriormente, se procedió a la fertilización del suelo aplicando Nutrilake con una cantidad de 1 a 2 sacos/ha., una vez aplicados los productos se dejó secar las piscinas con un mínimo de 2 días.

Con el ingreso del agua y cuando se llenó la mesa de la piscina (40% aproximadamente) se aplicó un preparado de orgánico que contiene melaza a razón de 2 sacos (45 kg. cada saco) mezclado con 25 kg. de Nutrilake y 45 kg. de carbonato, esto para ayudar a la maduración del agua (Tabla 1).

El recambio de agua después de 5 días de sembrada la piscina fue aproximadamente del 10% diario, el cual se mantuvo hasta que se realizó la transferencia a la segunda fase de cultivo.

Tabla 1. *Tabla explicativa del protocolo de preparación de piscinas tanto en la época de invierno como en verano*

Tiempo	Actividad Preparación de piscinas en invierno y verano
Día 1	Aplicación de productos previo al secado: <ul style="list-style-type: none"> • Hidróxido de calcio (20 sacos/ha.) • Barbasco (1 funda/ ha.) • Nutrilake (1 a 2 sacos/ha.)
Día 2-3	Secado
Día 4-6	Llenado de las piscinas (40%, sólo parte de la mesa)
Día 6	Aplicación de preparado orgánico (90 kg. de melaza, 25 kg. Nutrilake y 45 kg. de carbonato)
Día 12	Recambio de agua del 10%

Fuente: *Autores*

3.4.Siembra de postlarvas

Las larvas utilizadas en la siembra fueron obtenidas de diferentes laboratorios productores de postlarvas ubicadas en la costa del Ecuador, ubicados en la península de Santa Elena. Para la época de verano los nauplios fueron obtenidos del Laboratorio “Irmat”, mientras que para la época de invierno fueron obtenidos del Laboratorio “Mantalarv”, en ambos casos fueron de maduración de reproductores en cautiverio.

En verano la densidad de organismos fue de 132 304 larvas/ha. y en invierno la densidad fue de 143 100 larvas/ha. La tabla 2 muestra el peso inicial de los organismos en cada fase.

La tabla 2 muestra los pesos en el cual el camarón fue transferido tanto en la época de invierno como de verano en las tres fases de cultivo. En la primera fase el camarón se inicia a edad de post-larva con un peso de 0.004 g. En la segunda fase con 0.2 g. de peso edad prejuvenil y en la tercera fase con 1.5 g. de peso edad juvenil.

Tabla 2. Datos iniciales del camarón cultivado en el sistema trifásico en época de invierno y verano.

Verano			
Piscinas	Peso inicial (g.)	Población inicial	Biomasa inicial (g.)
Ps-A	0.004	576 846, 75	2745.79
Ps-B	0.2	883 792, 72	176 758, 54
Ps-C	1.5	939 360,53	1 409 040, 80
Invierno			
Piscinas	Peso inicial (g.)	Población inicial	Biomasa inicial (g.)
Ps-A	0.003	623 915	2395, 83
Ps-B	0.2	955 906	191 181.2
Ps-C	1.5	1 016 008	1 524 012

Fuente: Autores

3.5. Alimentadores automáticos (AA)

Los alimentadores automáticos que fueron utilizados dentro de la granja acuícola son de la marca Jetfeeder (figura 4), que cuenta con sistemas de alta tecnología permitiendo así la comunicación bidireccional entre el usuario y el alimentador. Los alimentadores

automáticos están formados por un panel solar de 50 W y batería recargable, el radio de dispersión de alimentación es de 10 a 12 metros y cuenta con una tolva que tiene una capacidad de almacenamiento de 250 kg. Dentro de la granja acuícola se colocó 1 alimentador automático por ha., es decir que, el número total de AA dentro de cada piscina dependió de su hectareaje.

Figura 4. Alimentador automático utilizado en el cultivo de camarón.



Fuente: Autores

3.6. Control de alimentación con el uso de alimentadores automático

El porcentaje de proteína animal del balanceado suministrado fue del 35% durante todo el cultivo del camarón.

El alimento que fue dosificado en el cultivo de camarón en ambas épocas fue Aquaxel (0.6 mm.). Durante el cultivo en la fase de pre-cría, se dosificó por el método al voleo. A partir de la primera transferencia a la fase de crecimiento se implementaron los alimentadores automáticos manteniéndose el alimento Aquaxel (0.8 mm.) y Aquaxel (1.2 mm.), terminando el cultivo con Ecofeed (35% de proteína).

La ración de alimentación diaria fue ofrecida con ayuda de los alimentadores automáticos, la cantidad de alimento dosificada se calculó de acuerdo a las tablas comercial que sugiere las dosis de alimento a proporcionarse diariamente según el peso y la población de

camarones a la fecha ajustada a la cantidad de alimento que se hace diariamente. El ajuste de los kilogramos dosificados se basa en tres criterios mediante la observación en los platos testigos denominándose barrido total, poco desecho o mucho desecho y dependiendo al total de platos observados determinan si se aumentan o disminuyen los kilogramos de balanceado.

Las dosificaciones de alimento con el uso de alimentadores automáticos fueron distribuidas de acuerdo a la programación de alimentación que comenzó diariamente a las 10:00 am y concluye a las 01:00 am, distribuyendo 120 raciones en un intervalo de 7.5 minutos en 15 horas.

3.7. Control de crecimiento del camarón

El crecimiento del camarón fue determinado mediante seguimientos diarios, tomando en cuenta que los lances aproximados por muestras fueron de 4 a 6. Este método se realizó mediante el cálculo de la siguiente fórmula:

$$CxL = \frac{\#Tc}{\#L}$$

CxL= Camarón por lance

#Tc: Número total de camarones

#L: Número de lances (realizados en cada piscina)

$$Pesos\ diarios\ (PD) = \frac{PTO\ (g.)}{\#TO}$$

PTO(g): peso total de los organismos (g.),

#TO: número total de organismos (obtenidos de los lances realizados)

El peso fue determinado utilizando una balanza Gramera “Digital Camry”. Para obtener el incremento de los pesos semanales en los muestreos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Peso\ semanal\ (Ps) = ISN - ISA}$$

ISN: Incremento de peso de la semana nueva

ISA: Incremento de la semana anterior

La supervivencia en porcentajes que se obtiene al final del cultivo (% Sup) se calculó con los datos de la densidad inicial, las libras cosechadas y el peso final obtenido de los camarones,

$$\mathbf{\% \text{ Sup} = \frac{(Libras\ cosechadas\ x\ 454.54\ g.)}{(peso\ final\ obtenido\ g.)} / \frac{Densidad\ inicial\ x\ 100}{}}$$

Para calcular la tasa de crecimiento relativo que es definida como la ganancia de la biomasa en un tiempo determinado, se utilizó el siguiente cálculo:

$$\mathbf{\% \text{ Tasa de crecimiento relativo} = \frac{(Wf - Wi)}{Wi}}$$

Wf: Peso final

Wi: Peso inicial

La tasa específica de crecimiento es la tasa que se aumenta o disminuye en una población durante un tiempo determinado, se utilizó el siguiente cálculo:

$$\mathbf{Tasa\ específica\ de\ crecimiento = \frac{[Ln(Wf) - Ln(Wi)] x 100}{t\ (días)}}$$

Ln: logaritmo natural

Wf: Peso final

Wi: Peso inicial

t: Tiempo (en días)

El factor de conversión alimenticia expresa la ganancia en peso del organismo que es cultivado con relación al peso del alimento que fue utilizado, para lo cual se basó a partir de esta fórmula:

$$CA = \frac{\textit{Balanceado consumido} \times 2.2}{\textit{Lb. cosechadas}}$$

3.8. Control de Oxígeno y temperatura

Los parámetros de oxígeno y temperatura se controlaron dos veces al día a las 05:00 am y 17:00 pm con ayuda del instrumento multiparámetro Ysi a xylem Brand modelo Pro 20, calibrado a la misma salinidad de agua de las piscinas de 25 ppm.

4. RESULTADOS

4.1. Producción

Los datos obtenidos dentro del campo de estudio realizados para verano que fue en los meses de junio a octubre del 2021 y para invierno que se realizó de enero a mayo del 2022 se muestran en la tabla 3, en la que se conoce los datos generales sobre el tiempo de cultivo, número de camarones sembrados y cosechados, pesos del camarón, biomasas, consumo de alimento y supervivencia.

El tiempo de cultivo en la época de verano para la piscina Ps-A fue de 94 días, mientras que en la época de invierno fue de 87 días. En la época de verano para la Ps-B el tiempo de cultivo fue de 112 días, mientras que para la época de invierno los días de cultivo fueron de 104 días. En la Ps-C en la época de verano el tiempo de cultivo fue de 128 días y para la época de invierno el tiempo de cultivo fue de 123 días.

El número de camarones sembrados por hectárea en las tres fases en la época de verano fue de 132.304, mientras que en la época de invierno fue un valor superior siendo de 143.100 camarones.

La biomasa producida por hectárea en la época de verano en la Ps-A fue de 1579.18 kg., mientras que en la época de invierno fue de 1271.79 kg. En la Ps-B en la época de verano la biomasa producida fue de 1851.84 kg., mientras que en la época de invierno se obtuvo una biomasa de 1622.75 kg. En la Ps-C en la época de verano la biomasa producida fue de 2160.58 kg. y en la época de invierno fue una biomasa de 1833.62 kg.

la Tabla 3 muestra la supervivencia alcanzada en la Ps-A o fase inicial en la época de verano que fue de 35.1% superior a la de invierno. Así mismo la supervivencia alcanzada en la Ps-B de verano fue 18.9 % superior a la segunda fase de época de invierno y

finalmente la supervivencia en Ps-C en la que se observó un 28.9 % en verano superior a la de invierno.

Tabla 3: Resumen de producción de las piscinas de estudio en las épocas de verano e invierno

PARÁMETROS	VERANO			INVIERNO		
	Ps-A	Ps-B	Ps-C	Ps-A	Ps-B	Ps-C
Fecha de siembra	10-jun	25-jun	09-jul	18-ene	31-ene	12-feb
Fecha de cosecha	11-sep	29-sep	15-oct	14-abr	01-may	20-may
Ha.	4.36	6.68	7.1	4.36	6.68	7.1
Número de camarones sembrados	576 846, 75	883 792, 72	939 360,53	623 915	955 906	1 016 008
Número de camarones cosechados	430 393	643 932	699 851	246 462	516 228	463 437
Peso inicial (g.)	0.004	0.2	1.5	0.003	0.2	1.5
Peso final (g.)	16	19.2	21.92	22.5	21	28.1
Biomasa inicial (kg.)	2. 75	176. 76	1 409. 04	2. 39	191 181.2	1 524. 01
Biomasa Final (kg.)	6 885. 24	12 370. 27	15 340. 13	5 545. 04	10 839. 97	13 018. 72
Consumo de alimento (kg.)	10 624	23 088	34 424	7 416	19 803	27 583
Supervivencia	74.60%	72.90%	74.50%	39.50%	54.00%	45.60%

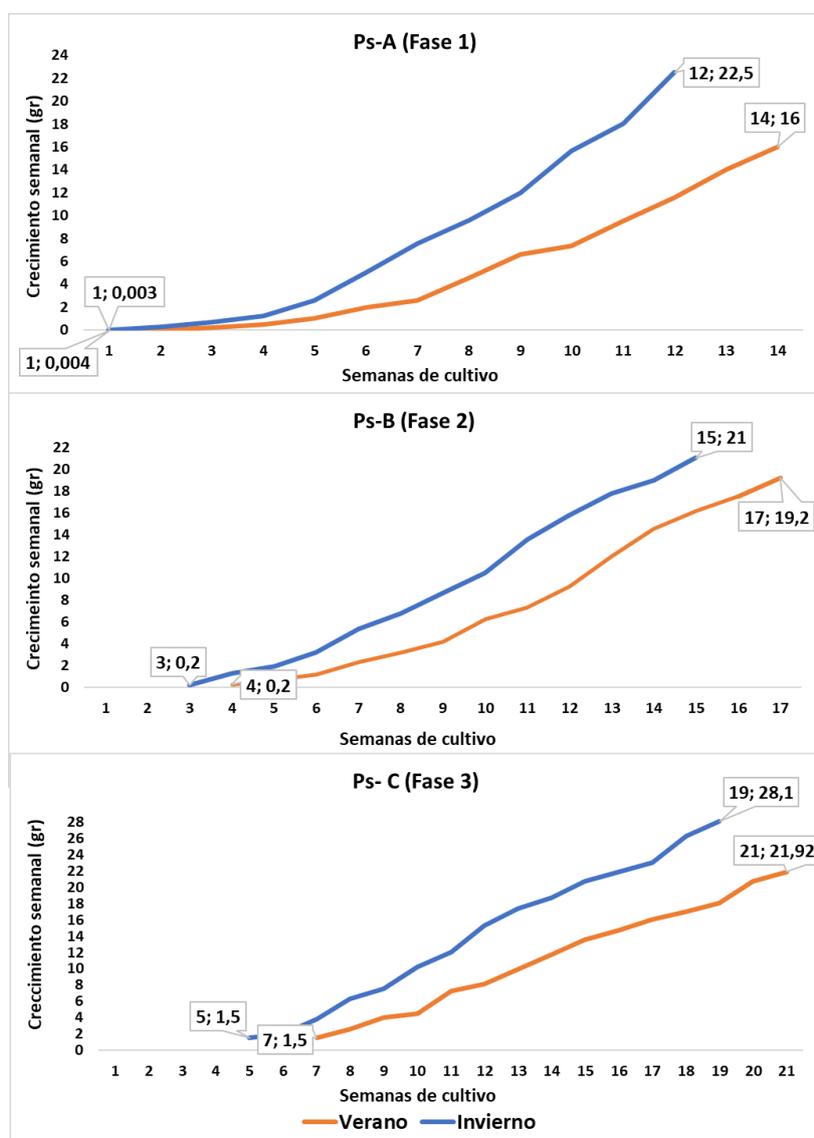
Fuente: Autores

4.2. Incremento de peso en la época de invierno y verano

La figura 5 muestra la comparación del incremento semanal de peso del camarón cultivado en los sistemas trifásicos en las épocas de invierno y en verano, en el cual podemos observar que en la comparación de la Ps-A se obtuvo un mayor crecimiento en

12 semanas en la época de invierno con 6.5 g. superior a la de verano que fue de 14 semanas. En la Ps-B con 13 semanas de cultivo en la época de invierno la diferencia de peso fue de 1.8 g. superando a la de época de verano de 14 semanas. Finalmente, en la Ps-C se obtuvo una diferencia de 6.18 g. en la época de invierno con 15 semanas de cultivo siendo superior a la de verano con las mismas semanas de cultivo.

Figura 5. Comparación del Incremento de peso semanal (g.) entre las épocas de invierno y verano



Fuente: Autores

4.3. Consumo de alimento

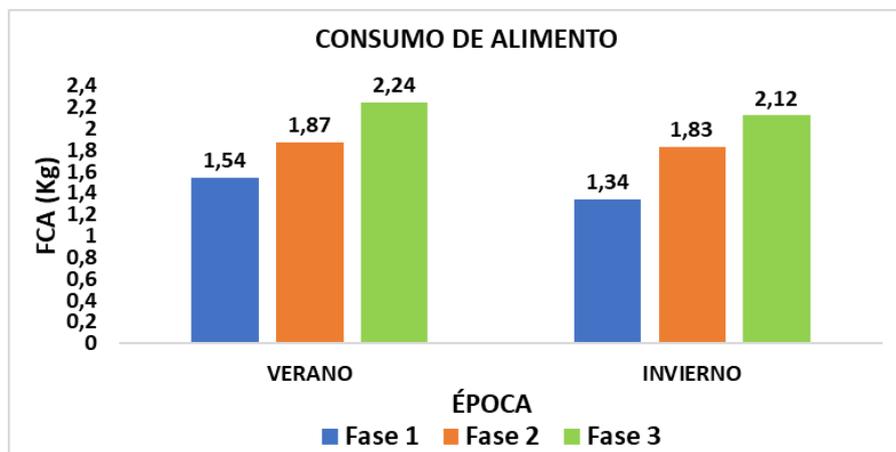
La Figura 6 compara el resultado del factor de conversión alimenticia durante las épocas de invierno y de verano en las 3 fases de cultivo. En el cual podemos observar que el resultado demuestra que la conversión de alimento es proporcional al tiempo de cultivo, demostrando que con temperaturas optimas el camarón no solo come, sino que también digiere el alimento de buena forma, por lo contrario con bajas o altas temperaturas el camarón no come ni digiere de correcta forma el alimento balanceado.

En la Ps-A el tiempo de cultivo de 94 días genero el mayor consumo de alimento con la utilización de 1.54 kg. en la época de verano, mientras que en la época de invierno el tiempo de cultivo fue de 87 días con un consumo de alimento de 1.34 kg. Existiendo una ligera diferencia puesto que en la época de invierno la conversión alimenticia fue menor, producto de la mortalidad registrada.

En la Ps-B el tiempo de cultivo de 112 días genero un consumo de alimento de 1.87 kg. en la época de verano, siendo similar a la época de invierno con un consumo de alimento de 1.83 kg. y un tiempo de cultivo de 104 días. Existiendo una ligera diferencia en el peso final de los camarones.

En la Ps-C en la época de verano se generó un consumo de 2.24 kg. en un tiempo de cultivo de 128 días, existiendo una diferencia mínima en la época de invierno con 123 días de cultivo y un consumo de alimento de 2.12 kg.

Figura 6: Conversión de alimento en el cultivo del camarón durante las estaciones de invierno y verano con el uso de alimentadores automáticos



Fuente: Autores

4.4. Variación de Temperatura en el agua durante invierno-verano en el cultivo de camarón.

La Figura 7. demuestra los valores de temperatura registrados durante el cultivo del camarón en la época de invierno y verano en el sistema trifásico. Los datos de temperatura para la época de verano promediaron un valor de 26.36 °C. teniendo un pronunciamiento más alto por tarde y el más bajo por la mañana. Durante la mañana variaron entre 25.51 °C. y en la tarde 27.20 °C. En comparación a la época de invierno que obtuvo un promedio de 28.85 °C., en la mañana fluctuó entre 27.39 °C. y en la tarde 30.31 °C.

En la época de verano la Ps-A presentó temperaturas máximas alrededor de 29.3 a 29.6 °C. en los días 8, 39, 64, 80 y 91 de cultivo, mientras que la temperatura mínima fue registrada en el día 44 de cultivo con 23.8 °C. En la época de invierno los valores máximos de temperatura fueron alrededor de 34.3 a 34.6 °C. en los días 51, 55, 78 y 84 de cultivo, no teniendo problemas con temperaturas mínimas del rango establecido. De estos resultados, se puede observar que en la época de verano el promedio de temperatura

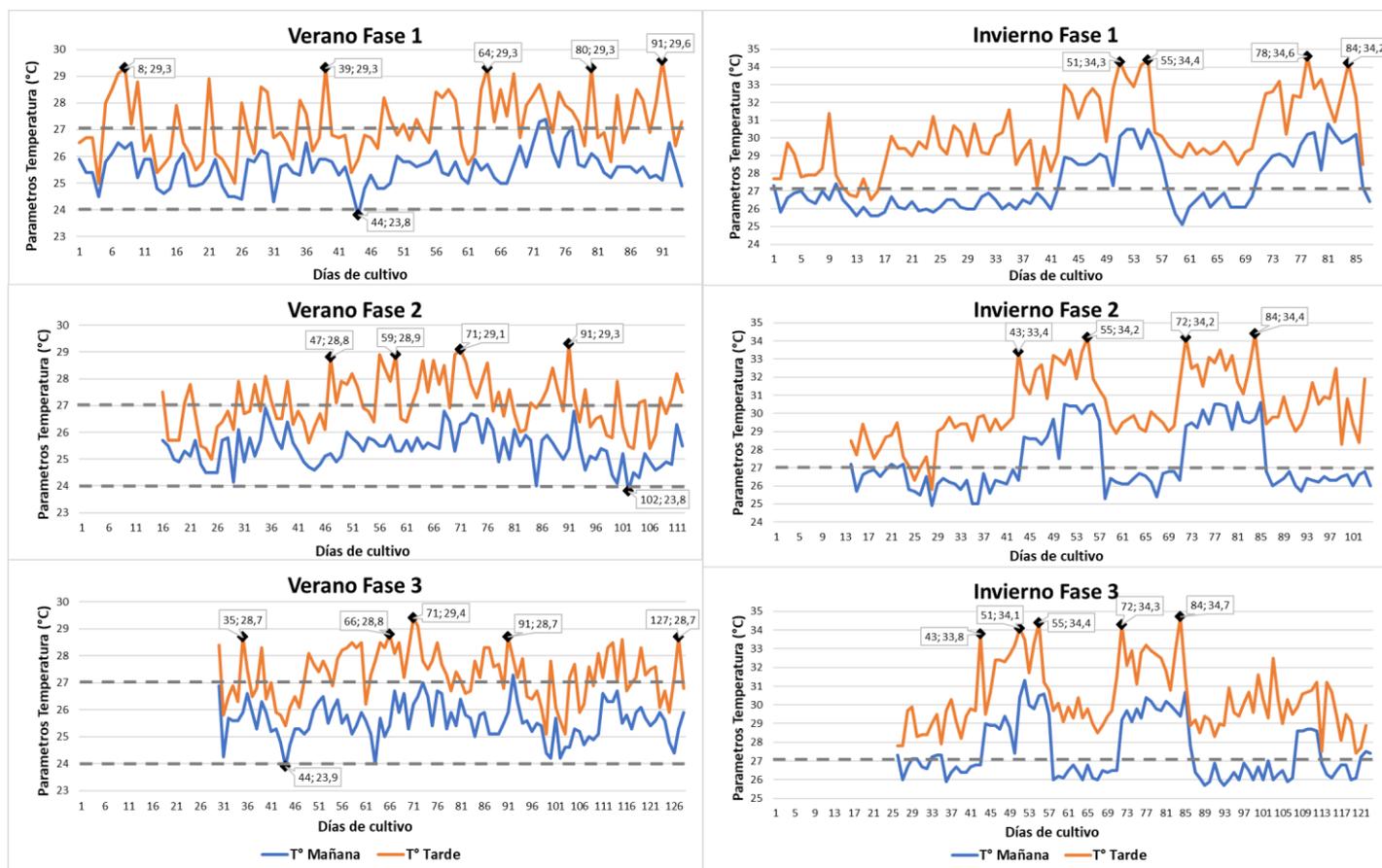
registrado en Ps-A fue de 26.4 °C. mientras que en la época de invierno se registró un nivel de 28.8 °C. de promedio de temperatura.

En la Ps-B en la época de verano se presentó temperaturas máximas alrededor de 28.8 a 29.3 °C. en los días 47, 59, 71 y 91 de cultivo, mientras que la temperatura mínima fue registrada en el día 102 de cultivo con 23.8 °C. En la época de invierno los valores máximos de temperatura fueron alrededor de 33.4 a 34.4 °C. en los días 43, 55, 72 y 84 de cultivo, no registrando temperaturas mínimas del rango establecido. Se puede observar que para la Ps-B en la época de verano el promedio de temperatura registrado fue de 26.2 °C. y en la época de invierno se registró un nivel de 28.8 °C. de promedio de temperatura.

En la Ps-C en la época de verano se presentó temperaturas máximas alrededor de 28.7 a 29.4 °C. en los días 35, 66, 71, 91 y 127 de cultivo, mientras que la temperatura mínima fue registrada en el día 44 de cultivo con 23.9 °C. En la época de invierno los valores máximos de temperatura fueron alrededor de 33.8 a 34.7 °C. en los días 43, 51, 55, 72 y 84 de cultivo, no registrando temperaturas mínimas del rango establecido. Se logra observar que para Ps-C en la época de verano el promedio de temperatura registrado fue de 26.5 °C. mientras que en la época de invierno se obtuvo un nivel de 28.9 °C. de promedio de temperatura.

El análisis general de la variación de temperaturas de las piscinas cultivadas en la época de verano fue de 2.58 % para la mañana y de 3.73% para la tarde; marcando una diferencia amplia con los resultados encontrados en las variaciones de temperatura en las piscinas cultivadas en la época de invierno cuyos resultados fueron de 5.79% para la mañana y de 6.26% para la tarde.

Figura 7. Fluctuación de la temperatura durante la mañana y tarde en las dos épocas del año verano e invierno



Fuente: Autores

4.5. Variación oxígeno en el agua durante los cultivos de invierno-verano en el cultivo de camarón.

Es importante destacar que, tanto en la época de invierno como en la de verano se utilizó aireación mecánica solamente al inicio del cultivo en la etapa de pre-cría, una vez realizadas las transferencias a la segunda fase y tercera fase se retiró la aireación mecánica y se procedió a realizar recambios de agua diarios aproximadamente del 15% del volumen total de las piscinas de acuerdo a los niveles de la marea.

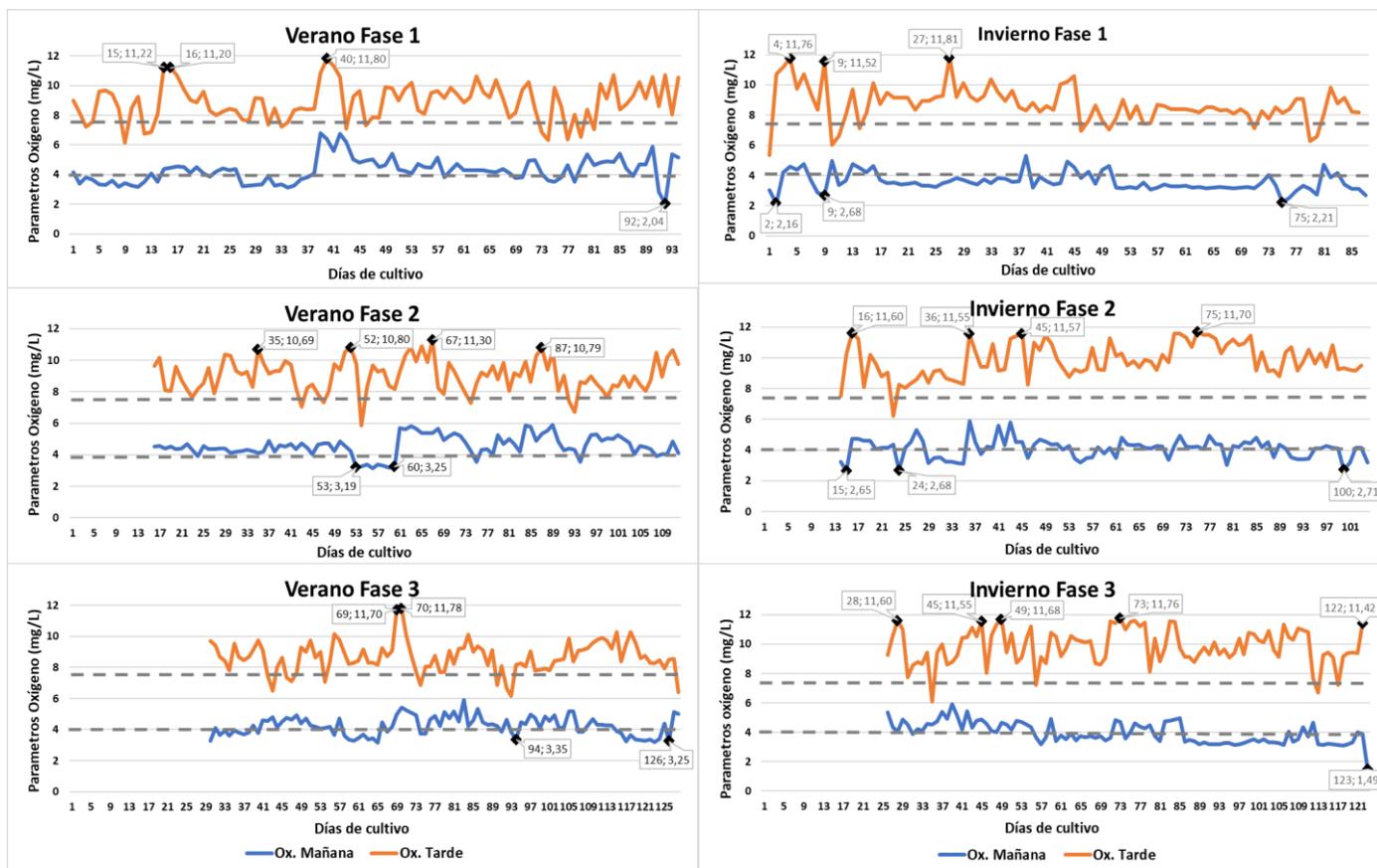
La Figura 8 muestra los valores de Oxígeno disuelto (mg/L) en el agua durante las épocas de verano e invierno. Los datos obtenidos demuestran que en la comparación de la Ps-A en la época de invierno y verano presentan una magnitud de diferencia del 7% entre los valores de concentración de oxígeno en el agua. De estos resultados, se puede observar que en verano el promedio de oxígeno registrado en Ps-A fue de 6.6, así mismo en la época de invierno se registró un nivel de 6.1 de promedio de oxígeno.

Para la Ps-B los valores de Oxígeno disuelto en el agua durante las épocas de verano e invierno presentan una magnitud de diferencia del 2.65 % entre los valores de concentración de oxígeno en el agua, donde se puede observar que en verano el promedio de oxígeno registrado en Ps-B fue de 6.8 y en la época de invierno se obtuvo un nivel de 6.9 de promedio de oxígeno.

Para la Ps-C los valores de Oxígeno disuelto en el agua durante las épocas de verano e invierno presentan una magnitud de diferencia del 6.98 % entre los valores de concentración de oxígeno en el agua. En estos resultados, se puede observar que en la época de verano el promedio de oxígeno registrado en Ps-C fue de 6.4, teniendo en la época de invierno un nivel de 6.9 de promedio de oxígeno.

De acuerdo al análisis de varianza realizado para las concentraciones de oxígeno se obtuvo que el oxígeno disuelto tuvo una variabilidad del 16.03 en todas las piscinas de la época de verano durante la mañana y un valor de 12.24 en la tarde. De la misma manera el análisis de varianza en la época de invierno de todas las piscinas resultó ser de 16.89 en la mañana y un valor de 12.39 en la tarde.

Figura 8. Fluctuación de oxígeno en el cultivo de camarón en las épocas de invierno y verano.



Fuente: Autores

5. DISCUSIÓN

1. *Producción del sistema trifásico en invierno y verano*

El método de cultivo trifásico es una técnica de manejo que se implementa actualmente en la camaronicultura en Ecuador. Seabra de Malgahaes (2004), concluye que el sistema de tres fases es efectivo porque le permite al productor un mayor número de ciclos de producción por año sin expandir el área de cultivo, obteniendo tallas comerciales en tan solo 55 días. De Castro Freire *et ál.*, (2021) señala que implementar sistemas trifásicos en los cultivos de camarón requieren de profesionales más capacitados, debido a que en estos cultivos se utilizan mayores densidades de siembra durante las fases iniciales.

Adicionalmente desde el punto de vista de los sistemas trifásicos de acuerdo con otras investigaciones previas, parece ser que funcionan muy bien ya que permite iniciar con una alta densidad de siembra e ir reduciendo las densidades a medida que se transfieren a las fases. Castillo-Ochoa & Velásquez-Lopez (2021) en su investigación reportan que en época de verano los camarones alcanzaron un peso final de 23.5 g. y en invierno fue de 21.05 g. En este estudio el cultivo trifásico permitió obtener mayores tallas comerciales con promedios de 18.54 g. en verano y 23.8 g. en invierno, permitiendo una dinámica de retorno económico para el productor. Sin embargo, estos sistemas bajo el contexto de las variaciones de temperatura y oxígeno producto de las dos épocas requieren ajustes en la distribución de alimento.

El uso de alimentadores automáticos es aún limitado en el sector camaronero. El alimentador automático utilizado en las piscinas analizadas no utiliza hidrófonos, como lo han reportado Maochun *et ál.*, (2020), los cuales captan el movimiento de la masa de camarones y dispersan el alimento para las características de alimentación y las reglas de alimentación de *L. vannamei* se pueden comprender mejor, a fin de realizar una alimentación razonable de los camarones y mejorar los beneficios económicos. En el presente estudio al no utilizar hidrófonos y al dejar que el alimento balanceado sea distribuido en 120 raciones programadas durante el día basados en una tabla de alimentación comercial no brindo resultados favorables, porque se ha observado que está entregando una ración alimenticia que no es la que debería recibir el animal sin considerar fluctuación de los parámetros de temperatura y oxígeno. Posiblemente el uso de alimentadores automáticos podría ser más efectivo si se hacen los ajustes de la ración

alimenticia acordes a los parámetros abióticos ambientales. Sin embargo, ante la falta de análisis de las variaciones de temperatura, el productor considera que el camarón va a comportarse de manera normal durante todo el tiempo de cultivo, cosa que es evidente que no ocurre en un sistema abierto que está supeditado a la radiación solar y a las variaciones diarias de temperatura en las dos épocas que caracterizan el clima del Ecuador.

En el presente estudio no se pudo identificar más detalles de las ocurrencias de las mortalidades por la falta de información; sin embargo, se puede decir que durante el cultivo en las tres fases nunca existieron eventos de mortalidad masivos, es decir que las mortalidades fueron de manera periódica durante el tiempo, resultando que el 74% de todas las piscinas cultivadas en verano comparativo con el 36.46% de todas las piscinas cultivadas en invierno fue ampliamente significativo. Las mortalidades ocurridas en la época de invierno podrían haber sido ocasionadas por la excesiva temperaturas y fluctuaciones de oxígeno disuelto.

2. Variación de temperatura y oxígeno en invierno y verano

El estudio analiza la influencia de la temperatura y el oxígeno durante el cultivo de camarón en un sistema trifásico en dos épocas diferentes, siendo estas invierno y verano, contando con un sistema de cultivo denominado abierto- intensivo debido a que tiene un efecto colateral del suelo-agua y efecto de las condiciones atmosféricas sobre la dinámica de los estanques.

De acuerdo a los resultados del presente estudio, se evidencian marcadas diferencias de temperatura y oxígeno en las épocas de invierno y verano. En verano se observó que se registraron menores temperaturas, alcanzando un valor mínimo de 23.8 °C. y máximo de 29.6 °C., mientras que en la época de invierno el mínimo fue 25.1 °C. y máximo de 34.7 °C. El comportamiento diferenciado del consumo de oxígeno a una temperatura de 20 °C. fue observado en cultivos de *Litopenaeus vannamei* por Martinez Palacios *et ál.*, (1986), donde confirman que los organismos acuáticos necesitan más oxígeno por unidad de peso corporal debido que a temperaturas de 20°C. y 30°C. los organismos muestran un aumento de la tasa respiratoria.

Estos resultados obtenidos han demostrado que las fluctuaciones de oxígeno y temperatura de invierno ocasionan altas conversiones alimenticias, lo que se traduce a enormes pérdidas en la producción. La baja temperatura no solo causa un trastorno del metabolismo, daña la función fisiológica normal y afecta directamente el metabolismo de los animales acuáticos, sino que también afecta el oxígeno disuelto y otros factores ambientales, lo que lleva a la susceptibilidad de camarones (Xu, & otros, 2019). Las proyecciones inequívocas sobre la variación del clima en los futuros años serán porque la actividad humana influirá significativamente en la química atmosférica (Eguiguren, & otros, 2015). Si contextualizamos estos resultados con el efecto invernadero y el cambio climático, lo que se observa es que los veranos son cada vez más fríos y los inviernos serán más calientes.

De acuerdo a lo observado existe falta de supervisión y análisis de los parámetros físico-químico en los cultivos. La dinámica de la temperatura y el oxígeno del agua influyen en la transformación de nutrientes producto de la degradación de la materia orgánica. Sahrawat (2004), indican que la descomposición de materia orgánica en un ambiente anaeróbico mostró que las tasas de descomposición son más lentas en ausencia de oxígeno. Basándose en los resultados alcanzados, se sugiere que exista un control más exhaustivo de estos dos parámetros y la consecuencia que pueda tener en otros parámetros como los nutrientes disueltos en el agua, aspecto que hasta la fecha en el sector camaronero nunca antes ha sido tomado en cuenta, debido a que tradicionalmente se monitorea el oxígeno disuelto y temperatura únicamente en la mañana y en la tarde, pero ante los extremos que se están observando se requiere un control más seguro durante el día y la noche, en especial cuando se aplican altas densidades y cantidades aireación mecánica nula.

Respecto al uso de alimentadores automáticos, en los resultados del presente trabajo se evidencia que la aplicación de la alimentación automática en los cultivos de camarón aún es carente de control, supervivencia y aplicación técnica en el sector camaronero del Ecuador; aunque al tratarse de la observación de una camaronera en el contexto de la provincia de El Oro no podemos generalizar este aspecto, puesto que existen empresas que si llevan un control más exhaustivo del alimento balanceado en los alimentadores automáticos.

Cuando la temperatura aumenta excesivamente en un sistema de cultivo, aumenta la respiración del organismo. Además, con la radiación solar de invierno se aumenta también la producción fitoplanctónica. En algunas ocasiones en sistemas de cultivo abierto, esto ocasiona la proliferación de microalgas no deseadas. Limsuwan & Ching. (2012) , señalan que temperaturas de 33 °C. habrá un mayor consumo de alimento; por ende, mayor crecimiento. Sin embargo, a 33 °C. la supervivencia es menor debido a la mala calidad de agua por motivo que aparecieron en la superficie de los estanques capas de microalgas muertas y en el fondo aumentó la materia orgánica. Además, a altas temperaturas con aumento de la radiación solar aumenta el pH a pesar que las condiciones de verano no son las ideales en el cultivo de camarón porque son de baja temperatura, los datos del presente estudio indica que son más estables. En cambio, en la época de invierno donde debería existir una mejor producción se está perdiendo por las condiciones desfavorables, rangos muy amplios de temperatura y de oxígeno, que se traducen a una excesiva radiación solar, desbalance de nutrientes en la proliferación de algas no deseadas y mayor demanda de oxígeno en el sistema de cultivo. Es lo que fue observado en las 3 fases de invierno.

Es posible que las granjas camaroneras realicen monitoreos frecuentes de la calidad del agua, como por ejemplo el análisis de temperatura, oxígeno y pH tanto en la mañana como en la tarde y que generen una extensa base de datos como la que hemos observado en el presente trabajo. Sin embargo, se evidencia que no existe un análisis exhaustivo de la información obtenida para la toma de decisiones respecto a ajustes en el manejo de la dinámica del estanque, de la cantidad de alimento a suministrar y el uso de alimentadores automáticos en el cultivo de camarón.

De acuerdo al análisis de varianza podemos indicar que las variaciones de oxígeno no difieren entre las dos épocas de invierno y verano; en otras palabras, que las fluctuaciones de oxígeno en cuanto al porcentaje de variación es la misma en las dos épocas. Sin embargo, existe una marcada diferencia entre la variación de oxígeno disuelto de la mañana a diferencia de la tarde, lo cual indica que en ambas épocas hay fluctuaciones de oxígeno por la tarde de 12.24 y por la mañana 16.03. Al tratarse de sistemas abiertos esta variación tuvo sentido puesto que no existe aireación en las piscinas. Para mejorar esta condición se debió incluir aireación mecánica para poder evitar esas variaciones que existen entre la mañana y la tarde. Al no existir variaciones entre las épocas de invierno y verano en cuanto al oxígeno disuelto se puede entender que es producto de las

mortalidades que sucedieron en el cultivo y que la tasa de respiración que existió en las piscinas es similar en ambas épocas; sin embargo, podría ser que la suplementación de una aireación mecánica en las piscinas aumente la supervivencia de los camarones especialmente en la época de invierno.

La disponibilidad de oxígeno en la piscina es la que controla y regula la población de los camarones en los cultivos (McGraw *et ál.*, 2001), es decir que causa posiblemente mortalidades y la piscina se regula sola para alcanzar la tasa de producción que se requiere, pero si en el ámbito de acuicultura. Si contextualizamos los valores de oxígeno disuelto y temperatura que se han discutido en el presente trabajo con la supervivencia de camarones al haber existido una diferencia casi del doble en la supervivencia de verano con respecto a la de invierno de 37,54% se puede entender que en invierno la densidad inicial fue demasiado alta o posiblemente el tiempo de decisión para realizar las transferencias a las fases siguientes no es el adecuado.

Al analizar el consumo de alimento entre la época de verano e invierno, resulta que en la época de verano en las tres piscinas hubo un consumo total de 68 136 kg. de alimento balanceado, mientras que en la época de invierno hubo un consumo total de 4802 kg. de balanceado, lo irregular de estos valores es que en verano el camarón consumió más alimento que en invierno, siendo un indicador clave que debería ser observado con mayor profundidad, por motivo que es en la época de invierno donde se tendría que haber valores más altos en consumo de alimento. Habida cuenta de una mortalidad, el consumo de alimento fue muy bajo en invierno, lo cual se traduce a una posibilidad de que es en las transferencias donde está ocurriendo la mortalidad.

3. Influencia económica

Al hacer un análisis de los ingresos económicos considerando el precio del camarón a la fecha y de acuerdo a la biomasa producida tanto en la época de verano como en la época de invierno, los resultados demuestran que en la época de verano la biomasa producida generó un valor de \$208 514 de ingresos para las piscinas investigas y en el invierno se generó un ingreso económico de \$183 748, la diferencia existente entre estos ingresos representa al 13.47% que es superior en la época de verano. Si observamos las biomásas que existieron en ambas épocas, demostramos que en la época de verano también obtuvo

un 17% de diferencia superior a la época de invierno, lo cual significa que en la época de verano siempre ha existido mayor producción y también denota que el sector camaronero no está aprovechando las condiciones ambientales de la época de invierno, producto de que no supervisan las fluctuaciones de temperatura y de oxígeno.

Siempre se ha dicho que durante la época de verano las producciones son menores a las registradas en la época de invierno; sin embargo, en el presente caso no existen diferencias entre ambas épocas en rubros económicos, posiblemente esto es lo que a la empresa le genera la percepción sin el análisis correspondiente de que se encuentran bien en producción debido a que no hay diferencias entre las dos épocas, pensando de que llevan una producción estable durante todo el año cuando lo que deberían hacer es obtener mayores incrementos en la época de invierno por las mayores temperaturas, luminosidad existente, radiación y otros factores ambientales presentes que deben aprovecharse de manera óptima y técnicamente en el sector camaronero.

6. CONCLUSIONES

- Los resultados del presente trabajo demostraron que en el cultivo trifásico de camarón la diferencia del tiempo de cultivo fue mínima. En verano la producción se llevó a cabo en un total de 21 semanas con un peso promedio final de 19.04 gramos y una supervivencia del 74%. En la época de invierno los resultados de producción se redujeron a 19 semanas, teniendo un peso promedio final de 23.87 gramos y una supervivencia del 46%.
- Los alimentadores automáticos en el cultivo de camarón en la época de invierno y verano demostraron que no tuvieron efecto, puesto que son manejados mecánicamente habiendo gastado la misma cantidad de balanceado en ambas épocas, sin considerar la calidad ambiental y más supeditada a una tabla comercial que no considera las diferencias de los parámetros ambientales de las épocas de invierno y verano.
- La temperatura y oxígeno influyeron en el crecimiento, consumo de alimento, supervivencia y la producción del camarón en ambas épocas, teniendo gran diferencia en relación a la supervivencia. En la época de invierno se registró aproximadamente el 55% de mortalidad, mientras que en la época de verano la mortalidad fue del 25% aproximadamente.
- La biomasa producida en la época de verano fue el 17.62% siendo superior a la época de invierno, así mismo los ingresos económicos por venta de camarón fueron del 13.47% superior en verano en relación a los ingresos de invierno.
- Las diferencias existentes entre el consumo de alimento en las épocas de invierno y verano representan que en invierno se tiene el 24.33 % menos de gasto de alimento balanceado en relación a la época de verano, lo cual explica la posibilidad de mortalidades en el inicio de cada fase de cultivo en la época de invierno
- Los resultados demuestran que el cultivo del camarón en el Ecuador en la época de invierno se obtuvo una conversión alimenticia menor, mayor ganancia de peso debido a la disponibilidad de alimento que hubo por el gran porcentaje de mortalidad, con menor semanas de cultivo y una supervivencia baja, sin embargo, en la época de verano se obtuvo mayor supervivencia, mayor conversión alimenticia y menor ganancia de peso con más semanas de cultivo.

- El resultado sugiere que el sector camaronero sufre consecuencias del cambio climático en cultivo abiertos y se hace imprescindible un control más exhaustivo de la calidad del agua para la toma de decisiones en el manejo de los sistemas de producción.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar ajustes de programación de la cantidad de alimento que se suministra diariamente a los alimentadores automáticos en las diferentes épocas para que no haya un desperdicio de alimento en relaciones a la mortalidad.
- Tener en cuenta el control de la toma de parámetros como temperatura, oxígeno y un análisis más exhaustivo de la calidad de agua diariamente durante el cultivo de camarón.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Perero, C. D. (2022). Comparación del rendimiento productivo del cultivo de camarón blanco "*Litopenaeus vannamei*" entre la alimentación manual (tradicional) y alimentación automática temporizada en sistemas semi-intensivos. *Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena*, 2. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8128>
- Arias Cango, M. A., Morán Arellano, R., & Burgus Valverde, F. (2020). Análisis de la relación entre los métodos de alimentación del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* con los parámetros de producción, calidad de suelo y agua, en sistemas de cultivos semiintensivos de granjas camaroneras localizadas en provincia de El Oro. (*Tesis de acuicultura*). ESPOL. FIMCP. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/50601>
- Bohórquez Ruiz, B. H., Castillo Parra, J. A., & Mantilla Montes, M. A. (2020). Caracterización y Propuesta Técnica de la Acuicultura en el Sector Continental del cantón Santa Rosa Provincia de El Oro. *Tesis de Acuicultura*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (ESPOL). Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/49650>
- Bravo Chavez, L. K., & Santos Farias, G. E. (2019). *Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3ebc65b8-bd16-473f-84fe-d534fb589238/content>
- Cámara Nacional de Acuicultura. (2022). Estadísticas- Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales. Obtenido de <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Cámara Nacional de Acuicultura. (2020). Beneficios económicos de la alimentación automática asistida por hidrófonos con algoritmos de aprendizaje. *Revista Acuicultura*, 43-46. ISSN 1390-6372
- Camara Nacional de Acuicultura. (2021). El camarón ecuatoriano y su presencia en el

mundo. *Revista Acuicultura*, 143, 8-10. ISSN 1390-6372

Castillo-Ochoa, B. d., & Velásquez-Lopez, P. C. (2021). Manejo estacional de los sistemas de producción de camarón en el Ecuador. *Sociedad & Tecnología*, 4(3), 447-461. <https://doi.org/10.51247/st.v4i3.151>

Cordova Briones, F. J., & Gonzabay Bailon, D. J. (2019). Dispositivo acuático IOT para alimentar y mejorar la distribución del alimento en cultivos de camarón. *Repositorio de la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería En Sistemas Computacionales*, 9. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39749>

Cruz-Suarez, L. E., Ruiz-Díaz, P. P., Cota-Cerecer, E., Nieto-Lopez, M. G., Guajardo-Barbosa, C., Tapia-Salazar, M., . . . Ricque-Marie, D. (2006). Revisión sobre Algunas Características Físicas y Control de Calidad de Alimentos Comerciales para Camarón en México. *Programa Maricultura, Universidad Autónoma de Nuevo León, Cd. Universitaria, VIII*, 333. ISBN 970-694-333-5

De castro Freire, M. V., Alves Costa, M. G., & Lopes Ferreira, R. (2021). Eficiência dos sistemas de cultivo de camarões marinhos. *Pubvet*, 1-7. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n2a752.1-7>

Eguiguren, P., Maita, J., Coronel, V., Samaniego, N., Ojeda-Luna, T., & Aguirre-Mendoza, Z. (2015). *Vulnerabilidad al cambio climático en la Región Sur del Ecuador: Potenciales impactos en los ecosistemas, producción de biomasa y producción hídrica*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja y Servicio Forestal de los Estados. ISBN: 978-9978-355-29-9

Estrada Flores, M. N., Muñoz Preis, P., & Landivar, J. (2020). Comparación de la eficiencia de alimentación al boleo versus alimentadores automáticos en el cultivo del *Litopenaeus vannamei*. *ESPOL. FIMCM*, 14. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51466>

García-Galano, T., & Carrillo-Farnés, O. (2015). Nutrición del camarón blanco, *Litopenaeus schmitti* Burkenroad: 25 años de investigación científica. *Revista de Investigaciones Marinas*, 35(2), 24-40. ISSN: 1991-6086

Gonzabay-Crespin, A. N., Vite-Cevallos, H. A., Garzón-Montealegre, V. J., & Quizhpe-Cordero, P. F. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para

su exportación a la su exportación a la Unión Europea en el período 2015-2020. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(9), doi:10.23857/pc.v6i9.3093

- González Serrano, G. M. (2022). Análisis del crecimiento de larvas de camarón *Litopenaeus vannamei* en el laboratorio LARVALABSO, Mar Bravo–Ecuador. *Tesis de Acuicultura*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8075/1/UPSE-TBM-2022-0008.pdf>
- Lara-Espinoza, C. L., Espinosa-Plascencia, A., Rivera-Domínguez, M., Astorga-Cienfuegos, K. R., Acedo-Félix, E., & Bermúdez-Almada, M. d. (2015). Desarrollo de camarón *Litopenaeus vannamei* en un sistema de cultivo intensivo con biofloc y nulo recambio de agua. *AquaTIC*(43), 1-13. doi:1578-4541
- Limsuwan, C., & Ching, C. A. (2012). Temperature affects shrimp survival, feed conversion. *Global Aquaculture Advocate*, 18-19. Obtenido de [https://www.globalseafood.org/advocate/temperature-affects-shrimp-survival-feed-conversion/#:~:text=Lab%20trials%20at%20Kasetsart%20University,white%20shrimp%20\(Litopenaeus%20vannamei\)](https://www.globalseafood.org/advocate/temperature-affects-shrimp-survival-feed-conversion/#:~:text=Lab%20trials%20at%20Kasetsart%20University,white%20shrimp%20(Litopenaeus%20vannamei)).
- Maochun, W., Yating, L., Keyu, C., & Wei, S. (2020). Study on the Acoustic Signal Characteristics of Feeding Activity of *Penaeus vannamei*. *2020 IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing (ICSPCC)*. <https://doi.org/10.1109/ICSPCC50002.2020.9259516>
- Martinez Palacio, C. A., & Ross, L. G. (1986). The effects of temperature, body weight and hypoxia on the oxygen consumption of the Mexican mojarra, *Cichlasoma urophthalmus* (Günther). *Aquaculture Research*, 17(4), 243-248. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1986.tb00110.x>
- Muñoz Basurto, G. J. (2017). Evaluación de la calidad del agua y sedimento de piscinas camaroneras durante un ciclo productivo del cultivo semi-intensivo en la Parroquia Cojimíes de Manabí, Ecuador". (Tesis). UEES. Obtenido de <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/2181>

- Ordóñez Romero, S. K. (2015). Importancia del sector camaronero de la provincia de El Oro en el Ecuador y su aporte a la recaudación total de impuestos, durante el periodo 2010-2011. (*Tesis*). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10024>
- Pesantez, J. P., Ríos Villacorta, A., & González Redrován, J. (2021). Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro. *Revista Politécnica*, 47(2), 3. <https://doi.org/10.33333/rp.vol47n2.01>
- Reyes Lindao, I. S. (2022). Propuesta de mejoras en el sistema de alimentadores automáticos para el cultivo de camarón de la Empresa " Agropecuaria Aqua Camarón Agroseacom SA". *Tesis*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60392>
- Reyna Morocho, J. A., & Landivar Zambrano, J. (2020). Análisis sobre la eficiencia de diferentes métodos de dosificación de alimento en piscinas camaroneras de *Penaeus vannamei* en condiciones de cultivo Semi-intensivo. *Tesis*. ESPOL. FIMCM. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51420>
- Rojas Cevallos, A. A. (2018). Comparación financiera del cultivo de camarón entre el sistema semi intensivo y el hiper intensivo en la finca Videmar ubicada en Jama, Manabí, Ecuador. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*, 19. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6293>
- Romero Alva, S. A., & Vargas Jimenez, D. (2021). Impacto de los alimentadores solares en la cadena productiva en la cría del langostino orientada a la exportación del mercado de Ecuador en la empresa Luzber SAC ubicada en Tumbes, Trujillo al año 2021. *Tesis de licenciatura*. Universidad Privada del Norte. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/30016>
- Romero Romero, G. A. (2003). Comparación Económica y Técnica de Sistemas de Manejo Semi-intensivo e Intensivo de Cultivo de Camarón de Mar en Ecuador y Nicaragua. *zamorano, Carrera de Gestión de Agronegocios*, 16. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1944>

- Ruiz Monrroy, D. J., & Torres Jaramillo, R. J. (2018). *Evaluación de eficiencia en dos sistemas de alimentación automática para engorde de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en Choluteca, Honduras*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ca775f54-51c8-40a9-acc5-91df09d6d638/content>
- Sahrawat, K. L. (2004). Organic matter accumulation in submerged soils. *Advances in Agronomy*, 81, 169-201. Obtenido de <http://oar.icrisat.org/id/eprint/2606>
- Seabra de Malgahaes, M. E. (2004). Cultivo do camarao marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em sistema multifásico. *tese de graduação*. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Obtenido de <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6387>
- Torres Campozano, M. A., Franco Palacios, J. J., & Landivar, J. (2020). Diseño de un protocolo de manejo para una alimentación eficiente en piscinas intensivas de camarón blanco *P. vannamei*. *Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, ESPOL.*, 18. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51408>
- Triviño Lino, H. F., & Zhinin Muruzumbay, E. R. (2018). Triviño Lino, H. F., & Zhinin Muruzumbay, E. R. (2018). Diseño de prototipo de un sistema de control de alimentación y monitoreo de temperatura en el proceso de crianza de larvas de camarón en estanques empleando tecnología Gsm-Gprs. *Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas.*, 31. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34647>
- Ullman, C., Rhodes, M., Hanson, T., Cline, D., & Davis, D. A. (2017). A New Paradigm for Managing Shrimp Feeding. *Acuicultura mundial*, 48(2), 30-34. doi:1041-5602
- Varas Chiquito, M. A., Espinoza Mina, M., & León Bassantes, L. (2018). Nuevas soluciones para el control alimenticio del camarón. *Researchgate*, 12. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Espinoza-3/publication/349108244_NUEVAS_SOLUCIONES_PARA_EL_CONTROL_ALIMENTICIO_DEL_CAMARON/links/6020c27392851c4ed557972e/NUEV

AS-SOLUCIONES-PARA-EL-CONTROL-ALIMENTICIO-DEL-
CAMARON.pdf

- Varas-Chiquito, M. A., León-Bassantes, L., Villacis-Chancay, U., & Alcivar-Aray, C. A. (2017). Alimentación sistematizada vs Alimentación tradicional en la producción de camarón *Vannamei*. *Polo del Conocimiento*, 2(7), 442-459. doi:10.23857/pc.v2i7.253
- Vilela Zeta, J. Y. (2020). Influencia de temperatura y oxígeno disuelto en el agua para supervivencia de *Litopenaeus vannamei* “Langostino Blanco” en primera fase de nauplio 5 a post larva 8 en el laboratorio Marinasol SA, Tumbes, 2019. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA*, 9. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2862>
- Xu, Z., Guan, W., Xie, D., Lu, W., Ren, X., Yuan, J., & Mao, L. (2019). Evaluation of immunological response in shrimp *Penaeus vannamei* submitted to low temperature and air exposure. *Dev Comp Immunol*. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2019.103413>