

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Influencia de ciclos lunares de siembra en camarón blanco (*Litopenaeus
vannamei*) con respecto a los parámetros productivos**

Estudiantes

Jose Andres Andrade Alvarez

Marco Antonio Lizardo Corea

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

Isidro Matamoros, Ph.D.

Honduras, julio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ROGEL CASTILLO

Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figura.....	6
Índice de Anexos.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación	13
Origen de los Datos.....	13
Tratamientos.....	13
Unidades Experimentales	14
Origen de los Camarones (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	15
Proceso para Aclimatación de los PL	16
Siembra de los PL a las Piscinas	16
Captura de Camarones	16
Alimentación	16
Recolección de Sifón	17
Calidad de Agua	18
Variables Evaluadas	19

Análisis Estadístico	20
Resultados y Discusión.....	21
Calidad de Agua	21
Parámetros Productivos.....	22
Sobrevivencia	22
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	23
Ganancia de Peso Total.....	24
Peso de Muda Total	25
Conclusiones	27
Recomendaciones.....	28
Referencias.....	29
Anexos.....	31

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Muestra de los promedios, mínimos y máximos de los datos recopilados, en Finca Camarón Feliz, durante todo el experimento (28 octubre - 20 abril).....	22
Cuadro 2 Porcentaje de sobrevivencia en camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) según la fase de la luna en que se sembró (28 octubre - 20 abril).....	23
Cuadro 3 Índice de conversión alimenticia (ICA) del camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) según la fase de la luna en que se sembró (28 octubre - 20 abril).....	24
Cuadro 4 Ganancia de peso (g) en camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) según la fase de la luna en que se sembró (28 octubre - 20 abril).....	25
Cuadro 5 Muda (kg) en camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) según la fase de la luna en que se sembró (28 octubre - 20 abril).	26

Índice de Figura

Figura 1 Unidades experimentales para la siembra de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) durante el experimento.	15
Figura 2 Recolección de sifón y pesaje de muda, camarones blancos, rojos, de bajo rendimiento o muertos.	18

Índice de Anexos

Anexo A Aireadores utilizados en las piscinas	31
Anexo B Medidor polígrafo YSI PRO® i20 utilizado para medir temperatura y oxígeno disuelto	32
Anexo C Multi test kit FOUNDATION PRO® utilizado para medir alcalinidad.	33
Anexo D Refractómetro VEE GEE STX-3 utilizado para medir salinidad	34

Resumen

Un aspecto muy importante para el productor de camarón es obtener mayor crecimiento en menor tiempo, estudios recientes reportan que el crecimiento de los camarones requiere de mudas periódicas para lograr este aumento. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de los ciclos lunares sobre la ganancia de peso, sobrevivencia, índice de conversión alimenticia y peso de muda del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), en la Finca Camarón Feliz, Guatemala. Las condiciones de calidad de agua en las cuales se desarrolló este experimento, no influyeron en los resultados obtenidos. Se utilizaron cuatro piscinas sembradas en diferentes fases lunares, una piscina en luna llena (LLL), dos en luna creciente (LC) como tratamiento control y una en luna nueva (LN), con una densidad de siembra de 341.82 juveniles de camarón por metro cuadrado, con un peso promedio de 0.2 g. No se mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos para las variables de ganancia de peso con promedio de 11.79 g. e índice de conversión alimenticia LLL 1.07, LC 2.11 y LN 1.90. Para las variables de sobrevivencia y peso de muda se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos. La mayor sobrevivencia se encontró en luna creciente que fue de 83% y luna nueva de 81%, superando la luna llena que fue de 74%. Sin embargo, el mayor peso de mudas se encontró en luna llena con 51.06 kg, superando la luna creciente y luna nueva con 35.75 kg y 37.44 kg respectivamente.

Palabras clave: Ciclos lunares, ganancia de peso, ingesta alimenticia, muda, sobrevivencia.

Abstract

A very important aspect for shrimp producers is obtaining more growth in less time, recent studies report that the shrimp require periodical molting in order to achieve said growth. The objective of this study was to evaluate the influence of lunar cycles on weight gain, survival rate, food conversion index, and molting weight of the white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), at Finca Camarón Feliz, Guatemala. The water quality conditions in which this experiment was developed did not influence the results that were obtained. Four pools which were cultivated in different lunar phases, one pool during the full moon (LLL), two during the crescent moon (LC) as control treatment, and one during the new moon (LN), were used with a cultivation density of 341.82 young shrimp per meter squared, with an average weight of 0.2 g. No differences were found ($P > 0.05$) among the treatments for the weight gain variables, with an average of 11.79 g and food conversion index LLL 1.07, LC 2.11 and LN 1.90. Differences ($P \leq 0.05$) were found among the survival rates and molting weight. The biggest survival rate was found in the crescent moon which was 83% and new moon 81%, higher than the one for the full moon which was of 74%. However, the biggest molting weight was found in the new moon with 51.06 kg, higher than the crescent moon and new moon with 35.75 kg and 37.44 kg respectively.

Keywords: Food intake, lunar cycles, survival, weight gain, molting.

Introducción

Los camarones pertenecen al grupo de los crustáceos decápodos, su hábitat natural son las zonas acuáticas de las regiones tropicales y subtropicales. Existen muchas especies de camarones, pero solo de 10 a 20 especies tienen potencial acuícola. Están principalmente destinados para alimentación humana y se encuentran disponibles en forma cruda o procesados en una amplia variedad de productos (Pomareda et al. 1997). La producción de camarón es una de las actividades más atractivas dentro de las opciones de explotación marina, por esto, existe una gran cantidad de empresas de producción y comercialización a nivel mundial (Pomareda et al. 1997). “La Acuicultura en Guatemala se inicia en el año 1954 con el Programa de Piscicultura Rural en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), a través de la asistencia técnica del Dr. Shu Yen Lin, en el año de 1956 se inicia la construcción de la estación piscícola de Barcenás y en el año de 1958 se concluye la construcción contando con 23 estanques; la primera estación piscícola del país” (FAO 2005-2021). De acuerdo con Bautista y Frías Espiricueta (2013), uno de los aspectos más importantes para los productores de camarón es lograr un mayor crecimiento de organismos en menos tiempo. Los brotes de crustáceos requieren mudar vestimenta con regularidad. Este es un fenómeno conocido como muda o ecdisis, que significa mudar la vestimenta vieja y formar una nueva. Este es el ciclo de la muda, que representa varios estadios que ocurren periódicamente durante períodos de descanso relativo, intercalados con otros períodos de intensa actividad. El desarrollo endocrino por procesos hormonales determina en gran medida los mecanismos del ciclo de muda. Según un estudio realizado por Cadena y Molina (2009), la importancia del proceso fisiológico de muda en los crustáceos está relacionado con la mayoría de los sistemas que controlan los procesos metabólicos y reproductivos del camarón, si mencionamos que hay una reducción del consumo de alimento en los camarones durante la preparación para la muda, es necesario determinar los estadios de muda para estimar el consumo de alimento y tener en consideración esta variable para cálculos en la tabla de alimentación usada en las camaroneras. Estudios recientes han analizado la

cantidad y duración de la alimentación en función de la actividad de las enzimas digestivas, con el fin de obtener la cantidad adecuada para reducir los costos de producción y el índice de conversión alimenticia. Las condiciones ambientales, como las altas temperaturas, y los factores nutricionales también afectan la frecuencia de la muda. La absorción de oxígeno es ineficaz durante la muda y los animales que mueren durante este proceso a menudo mueren por hipoxia. Una de las respuestas de los camarones al estrés es cambiar la frecuencia de la muda (Wyban y Sweeney 1991). “La actividad de los animales no es uniforme con el transcurso del tiempo. En algunos períodos se reduce o varía la actividad de los animales, para luego reiniciarse con la modalidad normal. Se habla entonces de ciclos o ritmos de actividad, los cuales suelen coincidir frecuentemente con los cambios físicos del universo. Los ritmos más conocidos son los que abarcan alrededor de 24 horas (circadianos), un año (circanales), y los ciclos lunares” (Araujo Mejía 2000), por lo tanto, resulta importante determinar esta posible relación y, en consecuencia, su importancia en el manejo del cultivo. Se ha demostrado también que hay etapas en el ciclo de muda en las que el consumo de alimento se suspende o disminuye como consecuencia del efecto lunar, por otro lado, “se ha comprobado la sincronización de la muda con el ciclo lunar, cuando el mayor porcentaje de camarones sin vestimenta se encontraba en luna nueva, lo cual corresponde a los primeros cinco días de mareas baja y alta” (Bautista y Frías Espiricueta 2013). En el estudio de Cadena y Molina (2009) mencionan que los diferentes criterios sobre el comportamiento alimenticio del camarón hacen que las técnicas de alimentación utilizadas varíen entre productores, ocasionando en muchos casos elevadas tasas de conversión alimenticias y por ende una menor rentabilidad. Consecuentemente para hacer más efectiva la alimentación del camarón se deben considerar sus hábitos naturales de alimentación en cuanto a los horarios, frecuencia y cantidad, sobre todo en vista de que en la producción de camarones el suministro del alimento artificial está orientado a conseguir mejores producciones en el menor tiempo posible (Molina et al. 2000). Los objetivos para el presente estudio fueron: Observar las variaciones obtenidas en los muestreos de muda del camarón con respecto a los ciclos lunares en los cuales fueron

sembrados y Determinar la influencia de las fases lunares en las cuales fueron sembradas las unidades experimentales en relación con los parámetros productivos: ingesta de alimento, sobrevivencia y ganancia de peso en el camarón.

Materiales y Métodos

Ubicación

El presente proyecto se realizó en las instalaciones de Finca Camarón Feliz, ubicada en el municipio de Sipacate del departamento de Escuintla, Guatemala. Esta zona se encuentra a una altitud de 2 msnm al sur de la República de Guatemala, con una precipitación promedio anual de 1,571 mm y un clima tropical con temperaturas que van de 22.4 hasta 32.7 °C.

Origen de los Datos

Se recopiló información de cuatro unidades experimentales previamente monitoreadas, con una sola especie de camarón (*Litopenaeus vannamei*). Cada piscina mide aproximadamente 5,000 metros cuadrados, recubiertas con plástico de 0.70 mm (liner), con una densidad de siembra de 299-351 juveniles de camarón blanco por metro cuadrado. Las altas densidades de población de estas piscinas se logran gracias al sistema hiper intensivo de la finca en la producción del camarón. Durante esta investigación se consolidó toda la información de las unidades experimentales en base a los ciclos lunares de siembra. La investigación tuvo una duración de 16 semanas, comenzando el 28 de octubre del 2020 y finalizando el 20 de abril del 2021.

Tratamientos

La piscina T-01-C10 fue sembrada el 30/12/2020 durante la fase de luna llena con un total de 1,494,897 camarones aproximadamente y finalizando el estudio el 20/04/2021, se consideró la laguna como unidad experimental con una repetición. La piscina T-05-B11 fue sembrada el 15/12/2020 durante la fase de luna nueva con un total de 1,751,375 camarones aproximadamente y finalizando el estudio el 05/04/2021, se consideró la laguna como unidad experimental con una repetición. Las piscinas T-03-C11 y T-05-F08 (tratamiento control) fueron sembradas el 28/10/2020 durante la fase

de luna creciente con un total de 1,755,514 camarones aproximadamente y finalizando el estudio el 16/02/2021, se usaron dos lagunas consideradas unidades experimentales tomando en cuenta que cada laguna era una repetición. Todos los experimentos descritos anteriormente fueron evaluados durante 16 semanas.

Unidades Experimentales

Cada una de las piscinas fue sembrada con una densidad promedio de 341.82 juveniles de camarón blanco por m², las cuales fueron alimentadas con la misma dieta a lo largo del ciclo de cultivos, al igual que el porcentaje de proteína (35%). Las piscinas cuentan con un desnivel de 2 metros de profundidad desde la orilla hasta el centro, comenzando por la borda (la parte más alta) y terminando donde comienza el toilet o drenaje. El drenaje (toilet) tiene forma cónica y mide aproximadamente 1 metro y medio hasta el punto más bajo, en el centro. El diseño está hecho conforme a la facilidad de limpiar la piscina por medio del drenaje, y en el toilet se recolectaron las mudas al igual que camarones rojos, blancos y camarones de bajo rendimiento. En cada piscina se utilizaron 12 aireadores de 3 hp de paleta cuadrada, uno por cada esquina de la piscina y uno por cada lado de la piscina, constaban de seis o diez paletas, dependiendo del comportamiento del camarón y cuatro aireadores de 1.5 hp en el centro que contenían cuatro paletas cada uno.

Figura 1

*Unidades experimentales para la siembra de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) durante el experimento.*



Origen de los Camarones (*Litopenaeus vannamei*)

La Finca Camarón Feliz obtiene las post larvas (PL) de camarón de la empresa Acuamaya a través del Laboratorio La Candelaria Monterrico, Guatemala y también de Bio Larva Aquaculture, Honduras, los cuales son entregados a la finca por medio de tanques revestidos de plástico, para trasladar los PL a las nodrizas, los PL en este periodo fueron alimentados con un alimento molido y tamizado con 20% de proteína cruda, el cual fue suministrado al voleo.

Proceso para Aclimatación de los PL

En el traslado de los PL de los tanques revestidos de plástico hacia las nodrizas, la aclimatación se hizo el mismo día que los PL ingresaron a la finca; se comenzó drenando un 25% de agua de los tanques para luego sustituirlo con agua de las nodrizas que tienen un diámetro de 5000 m², a los 15 minutos se tomaron datos para ver la variación que se tenía, dependiendo de los resultados se tomaba la decisión de repetir el procedimiento o trasladar los PL.

Siembra de los PL a las Piscinas

Al finalizar la aclimatación y tener camarones de 0.2 g aproximadamente, se procedió a la siembra de las piscinas, con densidades que van de 299-351/m².

Captura de Camarones

Los muestreos fueron realizados los lunes martes y miércoles, durante las 05:15 y 07:00 am, para llevar a cabo este procedimiento, se apagaron los aireadores 15 minutos antes para evitar corriente. En cada muestreo se evaluaron semanalmente un mínimo de 200 camarones por unidad experimental, para la captura de estos se establecieron nueve puntos específicos en diferentes áreas, un punto en cada esquina, uno en cada lado y uno al centro. Para cada estadio se muestreó de manera diferente para capturar los camarones, en el caso de los primeros estadios, post siembra, se utilizó una atarraya fina. En el caso de juveniles fue utilizada una atarraya hecha de fibra natural (cáñamo), estos muestreos se realizaban con el fin de medir el peso promedio y la ganancia de peso cada semana.

Alimentación

Cada una de las piscinas posee dos muelles en los cuales se encuentra un dosificador automático de alimento (genérico), el alimento suministrado fue un concentrado peletizado con 35% de proteína cruda, el cual comienza alimentar a las 07:00 am y termina a las 5:00 pm, controlado por

un timer, este controla la frecuencia en la que trabajará (cada ciertos minutos) y el tiempo en el que estará suministrando el alimento a la piscina (segundos), el panel (timer) es programado mediante el monitoreo constante de dos discos en los cuales se muestrea la actividad de los camarones, estos indican los tamaños de las heces y si se le está suministrando la cantidad adecuada de alimento. Dichos discos están atados a cada muelle, dos por muelle, y están forrados de una malla. Los pellets ayudan a darles una alimentación correcta y el tamaño de las heces nos indica la actividad digestiva de los camarones, heces cortas indican que el camarón tiene una actividad digestiva alta, heces largas indican que el camarón tiene una actividad digestiva baja.

Recolección de Sifón

El procedimiento de limpieza a cada piscina se realizó de tres a cinco veces por día, por la estructura de cada piscina y el movimiento estratégico de los aireadores, creando una corriente y haciendo que los sedimentos se drenaran al toilet, el cual trabaja con una bomba sumergible para llevar el agua hacia el sifón. Una persona ingresó a la piscina, usando el equipamiento adecuado y comenzó con un cepillo a llevar el sedimento (alimento, muda y camarones blancos, rojos, de bajo rendimiento o muertos) hacia el drenaje. El agua fue bombeada por un tubo subterráneo hacia unos cajones que se encuentran en la estación de sifón, en este procedimiento se recolectó el porcentaje de muda del exoesqueleto del camarón, para luego pesarlo y llevar un registro, lo mismo se hizo con los camarones muertos, se sacó un porcentaje de mortalidad y así poder llevar el control de sobrevivencia en las piscinas.

Figura 2

Recolección de sifón y pesaje de muda, camarones blancos, rojos, de bajo rendimiento o muertos.



Calidad de Agua

De acuerdo con Boyd et al. (2001), los factores que más afectan el crecimiento y sobrevivencia del camarón son las variables de calidad del agua, no obstante, el efecto negativo de los efluentes es menor si las granjas tienen un buen manejo de los principales parámetros de calidad de agua, tales como: salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH (mide los iones de hidrógeno en el agua), turbidez y alcalinidad (mide carbonatos, sulfuros y ácidos orgánicos).

Durante este experimento se registraron diariamente la temperatura (°C) y el oxígeno disuelto (ppm) una vez al día (06:00 am) por medio de un medidor polarográfico YSI PRO® i20. El pH se midió dos veces por día (am-pm) por medio de un potenciómetro "pH Hanna HI 98127". La salinidad (ppt) se midió todas las semanas, cada día de por medio, mediante un refractómetro VEE GEE STX-3. La turbidez fue tomada una vez al día (06:00 am) mediante un disco Secchi.

En el recambio de agua se utilizó un tubo PVC de 3 pulgadas de diámetro para drenar el agua de la piscina, este tubo consta de agujeros forrados con malla para no perder camarones y tiene

marcas cada 10 centímetros, el recambio se realizó al haber vaciado la piscina 25 cm por debajo de la superficie normal del agua, este procedimiento se dejó estipulado un día antes, ya que el recambio de total de piscinas de un sector dura alrededor de 24 horas. Este recambio se realizó mediante canales de conducción de agua, la cual fue bombeada desde los esteros que rodean la finca.

Variables Evaluadas

Ganancia de Peso (g)

Esta variable indica el incremento de peso semanal (g) de cada animal. Para medir esta variable se debe restar el peso promedio final del camarón menos el peso promedio inicial, esto lo explica la ecuación 1:

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso promedio final/animal} - \text{Peso promedio inicial /animal} \quad (1)$$

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Esta variable indica cuánto alimento consume un camarón hasta el final del experimento y cuánto se convierte en biomasa. Primero se debe medir la biomasa, este resultado se obtiene de la multiplicación del total de camarones de cada piscina por el peso de cada larva, se determinó mediante la ecuación 2. El ICA se midió con una división de la cantidad total de alimento suministrado a lo largo del experimento entre la resta de la biomasa final menos la biomasa inicial, esto lo explica la ecuación 3:

$$\text{Biomasa} = \text{Numero de camarones} \times \text{Peso individual} \quad (2)$$

$$\text{ICA} = \text{Total alimento suministrado} / \text{Biomasa final} - \text{Biomasa inicial} \quad (3)$$

Sobrevivencia (%)

Esta variable indica el porcentaje de camarones vivos a lo largo del experimento. Estos datos fueron medidos mediante la división del número de camarones cosechados entre el número de camarones sembrados, multiplicado por 100, esto lo explica la ecuación 4:

$$\text{Sobrevivencia} = (\text{Animales cosechado} / \text{animales sembrados}) \times 100 \quad (4)$$

Peso de Muda (kg) con Relación a los Ciclos Lunares de Siembra

Esta variable indica qué tanto influyen las fases de la luna en que son sembradas las piscinas, sobre el fenómeno de ecdisis del camarón. La finca calculó los datos de muda (kg) por medio de pesajes, estos recolectaban los exoesqueletos del sifón y al final eran pesados diariamente en una balanza convencional.

Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño completamente al azar (DCA) donde se consideró cada fase lunar de siembra como tratamientos independientes. Se analizó tres fases lunares: Luna Llena, Luna Nueva (con una repetición) y Luna Creciente (con dos repeticiones). Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) para los parámetros productivos: ganancia de peso, índice de conversión alimenticia (ICA), peso de las mudas y sobrevivencia. La separación de medias se realizó por la prueba de comparación de todos los pares de HSD de Tukey-Kramer. Se estableció un nivel de significancia de 95% ($P \leq 0.05$) mediante el programa estadístico JMP® Software from SAS (versión 16.0).

Resultados y Discusión

Calidad de Agua

Durante el periodo de tiempo en el cual se realizó el estudio se registró la calidad de agua con el propósito de mantener óptimos niveles de los factores fisicoquímicos de las piscinas, asegurando que no influyeron negativamente en el estudio. Los registros de temperatura se mantuvieron dentro de los parámetros óptimos (26 a 30 °C), lo cual concuerda con lo establecido por Boyd et al. (2001) donde mencionan que a temperaturas entre 25 y 32 °C las especies de camarón de aguas cálidas crecen mejor. El promedio de oxígeno disuelto que se obtuvo fue de 4.67 mg/L, estando así en el rango óptimo de acuerdo con Torres (2019), quien establece que el oxígeno disuelto debe de ser superior a 4 mg/L. Por debajo de este rango el camarón presenta estrés, bajo apetito, crecimiento lento y susceptibilidad a enfermedades llegando hasta morir (Boyd C et al. 2001). Por la alta densidad de camarones dentro de las unidades y por las temperaturas óptimas para el desarrollo y crecimiento, se mantuvo el oxígeno arriba de 4 mg/L llegando hasta 6 mg/L, permitiendo un crecimiento adecuado, de esta manera se coincide con Boyd et al. (2001), quien indica que con temperaturas altas los camarones consumen el doble de oxígeno. Valores de pH se registraron am y pm en los cuales los valores promedios estuvieron dentro del rango óptimo de acuerdo con Boyd et al. (2001), el cual indica que la influencia de pH entre 6-9 da como resultado un mejor crecimiento, dichos resultados son similares a Hernández (2016), el cual indica que el pH en estos rangos no son un factor de riesgo para la salud de los camarones y le dan niveles óptimos para su crecimiento, presentando mejores resultados de producción en niveles de 7.5 a 8.5, dado que coinciden con el pH de su hemolinfa y la hemocianina (Kubitza 2017). Los registros de alcalinidad fueron superiores a lo establecido por Boyd et al. (2001), quienes indican que la concentración de carbonatos y bicarbonatos debe ser en promedio 120 ppm en los estanques con agua de mar, posiblemente debido a una mayor disponibilidad de carbonatos para la formación de exoesqueleto (Solano Motoche 2003). Las

fluctuaciones de la alcalinidad en este estudio fueron similares a las obtenidas por Hernández (2016), quien indica que estas están relacionadas con la tasa de recambio de agua. La salinidad promedio obtenida, 23 ppt, estuvo dentro del rango óptimo según lo establecido por Torres (2019), quien indica que entre 15-30 ppt es una salinidad ambiental óptima para el camarón. Los registros de turbidez están en niveles óptimos según lo indican Boyd et al. (2001), quienes mencionan que con una turbidez entre 30-45 cm, el estanque se encuentra en buenas condiciones de producción. La presencia de turbidez en los estanques limita la habilidad de los organismos acuáticos para capturar el alimento, tal y como lo indica Hanna Instruments (2018), los buenos niveles de turbidez se lograron obtener en el estudio gracias al sistema limpio que se maneja en la finca.

Cuadro 1

Muestra de los promedios, mínimos y máximos de los datos recopilados, en Finca Camarón Feliz, durante todo el experimento (28 octubre - 20 abril).

Parámetros	Promedio	Min.	Max.
Temperatura (°C)	28.06	25.8	29.8
Oxígeno Disuelto (mg/L)	4.67	3	6.1
pH am	7.72	7.3	8.4
pH pm	8.02	6.7	8.8
Precipitación (mm)	11.25	1	45
Turbidez (cm)	32.21	20	85
% Recambio	15	5	25
Salinidad (ppt)	22.36	12	31
Alcalinidad (ppm)	189	150	250

Nota. Min: mínimo. Max: máximo. °C: grados Celsius. mg/L: miligramos por litro. ppt: partes por mil (parts per thousand). mm: milímetros.

cm: centímetros. ppm: partes por millón.

Parámetros Productivos

Sobrevivencia

Según los resultados de este estudio, se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en las fases de luna llena, luna nueva y creciente (Cuadro 2). La siembra en luna nueva no presentó diferencias significativas frente a la luna creciente. Los resultados obtenidos están por encima del promedio, bajo

estas condiciones, de acuerdo con Anaya (2005), quien menciona que en condiciones de producción intensiva la sobrevivencia oscila generalmente entre 50-75%.

Este aumento en la supervivencia en luna creciente y luna nueva puede estar relacionado con el hecho de que el suministro de alimento ajustado al consumo de camarón promoverá el uso mejor del alimento (Molina et al. 2000). Una hipótesis propuesta por este estudio es que la sobrevivencia en luna llena se ve afectada por la abundancia de luz en la noche, lo que aumenta la depredación.

Los resultados de luna llena en este proyecto concuerdan con los resultados obtenidos por Sorroza (2019) quien indica que la supervivencia varía con respecto a las densidades de siembra, al tener densidades de siembra altas la sobrevivencia puede ser disminuida, lo cual indica que el crecimiento del camarón se verá afectado, ocasionando un aumento en el peso del camarón y asimismo una mayor producción de exoesqueleto mudado.

Cuadro 2

*Porcentaje de sobrevivencia en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) según la fase de la luna en que se sembró (28 octubre - 20 abril).*

Fases lunares	Sobrevivencia (%)
Luna llena	74 ± 0.005 ^b
Luna creciente	83 ± 0.093 ^a
Luna nueva	81 ± 0 ^a
Probabilidad	<.0001

Nota. ab= Valores no conectados por la misma letra son significativamente distintos ($P \leq 0.05$).

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

En este proyecto no se encontró diferencia ($P > 0.05$) en el índice de conversión alimenticia. La fase lunar en que el camarón presentó el mejor ICA, numéricamente, fue la luna llena en comparación a las otras dos fases lunares (Cuadro 3). Esto ocurre debido a que en esta fase se obtuvo un menor porcentaje de sobrevivencia de camarones, por lo tanto, se logró ajustar y aprovechar mejor la cantidad de alimento suministrado. Esto concuerda con Nicovita (1997) quien indica que cuando el

ICA es bajo, el camarón está haciendo un buen uso del alimento. Los resultados de este estudio están por encima del rango óptimo según Castro y Ceballos (2011) quienes mencionan que cuando se emplean densidades de siembra elevadas de camarón, se observa una disminución en el aprovechamiento del alimento.

El índice de conversión alimenticia varía dependiendo la calidad del alimento que se suministra y el tamaño del camarón cosechado (Nicovita 1997), este puede ser influenciado por la mortalidad de los camarones, la subalimentación y competencia por el alimento en densidades elevadas de siembra. Un índice de conversión alimenticia elevado genera crecimientos lentos o subalimentación.

Cuadro 3

*Índice de conversión alimenticia (ICA) del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) según la fase de la luna en que se sembró (28 octubre - 20 abril).*

Fases lunares	ICA
Luna llena	1.07 ± 0.040
Luna creciente	2.11 ± 0.056
Luna nueva	1.90 ± 0.047
Probabilidad	0.0658

Ganancia de Peso Total

En el estudio no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos, esto debido a que la ganancia de peso de los camarones no se ve influenciada en cuanto a las fases de la luna, sin embargo Molina et al. (2000), indican que la ganancia de peso está relacionada con los estadios de muda teniendo en consideración los horarios de alimentación, al momento de establecer el tiempo en el cual se alimentará al camarón, las frecuencias de alimentación cercanas a los picos de actividad enzimática alta, permitirá que el camarón obtenga el máximo de aprovechamiento del alimento.

La ganancia de peso se ve influenciada por el consumo de alimento y fase de muda, como lo mencionan Cadena y Molina (2009), la importancia del proceso fisiológico del ciclo de muda está relacionada con los sistemas que controlan los procesos metabólicos y reproductivos del camarón. El consumo de alimento se sincronizó con el monitoreo constante de las charolas testigo dentro de las unidades experimentales donde se mostraba la actividad digestiva en animales, en cuanto a fase de muda se monitoreó los sifoneos diarios para lograr sincronizar el peso de muda con el alimento que se les suministraría.

Cuadro 4

*Ganancia de peso (g) en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) según la fase de la luna en que se sembró (28 octubre - 20 abril).*

Fases lunares	Ganancia de peso (g)
Luna llena	12.78 ± 0.165
Luna creciente	11.27 ± 0.233
Luna nueva	11.32 ± 0.214
Probabilidad	0.1779

Peso de Muda Total

Los resultados obtenidos tuvieron diferencias ($P \leq 0.05$) en los pesos de la muda recolectada (kilogramos de exoesqueleto mudado por los camarones) (Cuadro 5), en el cual la unidad experimental que presentó el peso más alto de muda fue la sembrada en fase de luna llena en comparación con las otras dos fases lunares. La fase de luna creciente y la fase de luna nueva no registraron diferencias significativas. Las diferencias de los resultados obtenidos pueden deberse al impacto de la sobrevivencia sobre la densidad de producción. Según Sorroza (2019), a menores densidades de siembra o en condiciones de menor densidad de producción, hay un mayor crecimiento, sobrevivencia y biomasa, y ocurre lo opuesto con mayores densidades debido al estrés potencial que estas causan o pueden causar.

En el camarón se ve influenciado el peso de muda al final del ciclo por los diferentes tipos de estrés que se presentan, como lo menciona Zamora Méndez (2017), donde relaciona el estrés endógeno al mantener la homeostasis frente a ciertos estímulos como el desprendimiento del exoesqueleto (crecimiento) y condiciones de calidad de agua. En procesos de cosecha para muestreo se tiene un estrés exógeno. En cuanto a los camarones con el peso más alto de muda, no se obtuvo muda por calidad de agua ya que se mantuvieron las condiciones óptimas durante el ciclo del experimento y al momento de realizar la cosecha para los muestreos de camarones, el peso de muda por estrés fue bajo.

Una hipótesis propuesta por este estudio es que el ciclo de muda también pudo ser un factor que afectó la sobrevivencia, ya que, durante el ciclo de producción, no todos los camarones se van a encontrar en el mismo estadio de muda, por lo tanto, habrá una competencia de sobrevivencia mediada por la depredación de los camarones más fuertes. Asimismo, se tendrá una activación de los procesos hormonales que determinan el ciclo de muda, los cuales podrían estar sincronizados con la fase lunar, dichos procesos hormonales darán paso a la activación de las enzimas digestivas en la glándula digestiva del camarón, ocasionando un aumento en el consumo de alimento y aumentando la tasa de depredación en los camarones que se encuentran en cautiverio. (Bautista y Frías Espiricueta 2013)

Cuadro 5

Muda (kg) en camarón blanco (Litopenaeus vannamei) según la fase de la luna en que se sembró (28 octubre - 20 abril).

Fases lunares	Muda (kg)
Luna llena	51.06 ± 42.61 ^a
Luna creciente	35.74 ± 25.76 ^b
Luna nueva	37.44 ± 33.33 ^b
Probabilidad	0.0002

Nota. ab= Valores no conectados por la misma letra son significativamente distintos ($P \leq 0.05$).

Conclusiones

En este experimento se observó que en la fase de luna llena se obtuvo mayor peso de muda en comparación a las unidades experimentales sembradas en luna creciente y luna nueva.

Dentro del análisis expuesto, se determinó que las fases de luna creciente y luna nueva tuvieron mayor sobrevivencia en comparación a luna llena. De igual manera, el efecto de las fases lunares no presentó diferencias significativas en la ganancia de peso e ICA.

Recomendaciones

Darle un seguimiento al estudio, registrando diariamente el efecto que se tiene por cada fase lunar hasta el fin del ciclo productivo.

Repetir el estudio en época lluviosa (mayo a octubre) comparando las mismas variables.

Hacer investigaciones sobre la importancia de aplicaciones de calcio en el agua en la fase lunar donde se obtenga una alta tasa de muda, mejorando así la velocidad de formación del exoesqueleto del camarón.

Repetir el estudio de efecto lunar diario en los sistemas de pre-cría raceway y nodriza, evaluando crecimiento y supervivencia.

Realizar un estudio incluyendo cada uno de los estadios de muda.

Referencias

- Anaya Rosas RE. jun. 2005. Cultivo de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, Boone (1931), en sistema cerrado a alta densidad [Tesis]. Baja California: Centro de investigación científica y educación superior de ensenada. 45 p; [consultado el 8 de jun. de 2021]. https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1144/1/167251.pdf?fbclid=IwAR0tWnTY-k_spmX0v7UUoK6YuHBw8MyaslKgYjvJFDtvrzrLoROP_vJgDBE.
- Araujo Mejía RA. 2000. El ciclo lunar y retención de sulfitos con relación a la textura del exoesqueleto en *Litopenaeus vannamei* [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 40 p; [consultado el 28 de may. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2713/1/CPA-2000-T008.pdf>.
- Bautista JC, Frías Espiricueta MG. 2013. La vestimenta del camarón. Ciencia y Desarrollo; [consultado el 28 de may. de 2021]. 39(263):26–29. <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/archivo/263/articulos/vestimenta-camaron.html>.
- Boyd C, Treece G, Engle C, Valderrama D, Lightner D, Pantoja C, Fox J, Sanchez D, Otwell S, Garrido L, et al. 2001. Metodos para mejorar la camaronicultura en Centroamerica. 1ª ed. United States: Imprenta UCA. 295 p. ISBN: 99924-36-14-X; [consultado el 11 de jun. de 2021].
- Cadena E, Molina C. 2009. Relación ente el ciclo de muda y la actividad de las enzimas digestivas y su efecto en la tasa de alimentación y crecimiento del juvenil *Penaeus vannamei* [Tesis]. Ecuador; [consultado el 28 de may. de 2021]. http://repositorio.uca.edu.ni/2279/1/2001_m%C3%A9todo_para_mejorar_la_camaronicultura.pdf.
- Castro IF, Ceballos JB. 2011. Estrategias para optimizar el manejo del alimento en el engorde del camarón blanco del Caribe *Litopenaeus schmitti*. AquaTIC; [consultado el 7 de jun. de 2021]. (35):20–34. http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/35_3.pdf.
- Cruz-Suarez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, Olvera-Novoa MA, Civera-Cerecedo R, editores. 2000. Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. México: [sin editorial]. 23 p. ; [consultado el 28 de may. de 2021]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8784/1/20030813.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2005-2021. Visión general del sector acuícola nacional. Guatemala: [sin editorial]; [actualizado el 1 de jun. de 2021; consultado el 1 de jun. de 2021]. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_guatemala/es.
- Hanna® Instruments. 10 de abr. de 2018. Parámetros importantes a medir en acuicultura. HANNA® instruments México; [consultado el 10 de jun. de 2021]. <https://hannainst.com.mx/boletines/analisis-de-agua-boletines/parametros-importantes-a-medir-en-acuicultura/>.
- Hernández Gurrola JA. 2016. Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado: Uso, Manejo Y Preservación de los Recursos Naturales [Tesis]. Baja California: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 119 p; [consultado el 11 de jun. de 2021]. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/42/1/hernandez_j.pdf.
- Kubitza F. 2017. El parámetro de calidad del agua a menudo ignorado: pH « Global Aquaculture Advocate. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 15 de ene. de 2018; consultado el 10 de jun.

- de 2021]. Global Aquaculture Alliance. <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/el-parametro-de-calidad-del-agua-a-menudo-ignorado-ph/>.
- Molina C, Cadena E, Orellana F. 2000. Alimentación de camarones en relación a la actividad enzimática como una respuesta natural al ritmo circadiano y ciclo de muda. En: Cruz-Suarez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, Olvera-Novoa MA, Civera-Cerecedo R, editores. Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. México: [sin editorial]. p. 358–380 ; [consultado el 28 de may. de 2021]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8784/1/20030813.pdf>.
- Nicovita. 1997. Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. Tumpis. Lima, Perú. 2 p. alicorp; [consultado el 7 de jun. de 2021]. <https://cesasin.mx/wp-content/uploads/2017/12/Cam-Tasa-de-conversio%CC%81n-alimenticia.pdf>.
- Pomareda C, Brenes E, Figueroa L. 1997. La Industria del camarón en Honduras: condiciones de competitividad [Tesis]. Costa Rica: INCAE Business School; [consultado el 28 de may. de 2021]. https://www.researchgate.net/publication/265995345_La_Industria_del_Camaron_en_Honduras_Condiciones_de_Competitividad.
- Solano Motoche GW. 2003. Efecto del hidróxido de calcio sobre la calidad de agua y la producción de estanques de cultivo de *Litopenaeus vannamei* en aguas salobres [Tesis magister]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. 84 p; [consultado el 11 de jun. de 2021]. <http://www.cenaim.espol.edu.ec/sites/cenaim.espol.edu.ec/files/gsolano.pdf>.
- Sorroza LS. nov. de 2019. Evaluación de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de post-larvas en raceway. Cumbres; [consultado el 11 de jun. de 2021]. 5(1):113–124. <https://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/412>. doi:10.48190/cumbres.v5n1a8.
- Torres A. 2019. Gestión de la calidad del agua en cultivo de camarones. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 7 de mar. de 2019; consultado el 10 de jun. de 2021]. FastCold. <https://www.fastcold.com.mx/post/gesti%C3%B3n-de-la-calidad-del-agua-en-cultivo-de-camarones>.
- Wyban J, Sweeney JN. 1991. Intensive shrimp production technology: The Oceanic Institute shrimp manual. Honolulu, Hawaii: The Institute. 158 p. ISBN: 09-617-01633; [consultado el 28 de may. de 2021].
- Zamora Méndez S. sep. 2017. Respuesta metabólica del camarón blanco, *Litopenaeus vannamei* en relación al ciclo de muda y durante el proceso de cosecha en cultivo semi-intensivo así como su repercusión sobre la calidad postcosecha [Tesis de posgrado]. Baja California: Centro de Investigaciones Biológicas del noroeste, S.C. 139 p; [consultado el 15 de jul. de 2021]. http://dspace.cibnor.mx/bitstream/handle/123456789/587/zamora_s.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Anexos

Anexo A

Aireadores utilizados en las piscinas



Anexo B

Medidor polígrafo YSI PRO® i20 utilizado para medir temperatura y oxígeno disuelto



Anexo C

Multi test kit FOUNDATION PRO® utilizado para medir alcalinidad.



Anexo D

Refractómetro VEE GEE STX-3 utilizado para medir salinidad

