

**Evaluación de dos métodos de alimentación
para engorde de camarón blanco
(*Litopenaeus vannamei*)**

**Larissa Katril Bravo Chávez
Gabriela Elena Santos Farias**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación de dos métodos de alimentación
para engorde de camarón blanco
(*Litopenaeus vannamei*)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieras Agrónomas en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Larissa Katril Bravo Chávez
Gabriela Elena Santos Farias**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2019

**Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco
(*Litopenaeus vannamei*)**

**Larissa Katril Bravo Chávez
Gabriela Elena Santos Farias**

Resumen. La alta importancia del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en la acuicultura se debe a su amplio cultivo en el continente americano y demanda a nivel mundial. La alimentación en camaronicultura representa gran parte de los costos de producción, por lo que el uso de alimentadores automáticos se ha popularizado. En estudio tuvo como objetivo evaluar la eficiencia y costos del sistema de alimentación AQ1-SF200 con respecto al método de alimentación convencional en la producción de camarón blanco, comparando las diferencias entre variables de producción como: densidad y peso de cosecha, sobrevivencia, rendimiento, índice de conversión alimenticia (ICA), medidas en 22 lagunas de la finca Emasur y 22 lagunas de la finca Espíritu Santo. En ambas fincas se usaron ambos sistemas de alimentación. Se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) en la variable de ICA en la finca Emasur siendo AQ1 más eficiente, y en la finca Espíritu Santo el peso de cosecha fue mayor con AQ1 ($P \leq 0.05$). El costo de producir una libra de camarón resulto menor con el sistema automatizado en comparación con el sistema de alimentación convencional.

Palabras clave: Alimentador automático, costos, eficiencia, voleo.

Abstract. The importance of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in aquaculture is due to its extensive cultivation in the Americas and worldwide demand. Shrimp farming represents a large part of production costs, so the use of automatic feeders has become popular. The objective of the study was to evaluate the efficiency and costs of the AQ1-SF200 feeding system in relation to the conventional feeding method in the production of white shrimp, comparing the differences between production variables such as: density and weight of harvest, survival, yield, food conversion ratio (FCR), measured in 22 lagoons of the Emasur farm and 22 lagoons of the Espiritu Santo farm. In both farms, both feeding systems were used. Significant differences were found in the ICA variable in the Emasur farm being AQ1 more efficient, and in the Espiritu Santo farm the harvest weight was higher with AQ1 ($P \leq 0.05$). The cost of producing a pound of shrimp was lower with the automated system compared to the conventional feeding system.

Key words: Automatic feeder, costs, efficiency, broadcasting.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
4. CONCLUSIONES.....	13
5. RECOMENDACIONES.....	14
6. LITERATURA CITADA	15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Densidad de cosecha promedio de dos métodos de alimentación en finca Emasur; Las Tijeras.	6
2. Supervivencia promedio de dos métodos de alimentación en finca Emasur, Las Tijeras.	7
3. Peso de cosecha promedio de dos métodos de alimentación en finca Emasur, Las Tijeras.	7
4. Rendimiento promedio de camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Emasur, Las Tijeras.	8
5. Índice de conversión alimenticia de camarón promedio sometido a dos métodos de alimentación en finca Emasur, Las Tijeras.	8
6. Análisis de costos para el método de alimentación control (voleo) en la finca Emasur para un ciclo de producción.	9
7. Análisis de costos para el método de alimentación AQ1 en la finca Emasur para un ciclo de producción.	9
8. Densidad de cosecha promedio de camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo.	10
9. Supervivencia promedio del camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo.	10
10. Peso promedio del camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo.	10
11. Rendimiento promedio de camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo.	11
12. Índice de conversión alimenticia del camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo.	11
13. Análisis de costos para el método de alimentación control en la finca Espíritu Santo para un ciclo de producción.	12
14. Análisis de costos para el método de alimentación AQ1 en la finca Espíritu Santo para un ciclo de producción.	12

1. INTRODUCCIÓN

Para el 2050 se estima un incremento en la población a 9,000 millones de personas, lo que es un desafío en la actualidad para poder suplir las demandas básicas de los seres humanos, es por eso que se sigue incursionando en el aprovechamiento de los recursos para lograr un beneficio humano. La pesca y acuicultura es un sector productivo de gran crecimiento a nivel mundial en las últimas décadas, donde alrededor de 580 especies acuáticas se producen en todo el mundo y el 50% es dirigido para alimentación humana (FAO 2018). La pesca de captura es el método tradicional de la obtención de mariscos, sin embargo, la gran demanda ha llevado a recurrir la acuicultura, que para el 2004 suministró el 39% de todo el pescado producido (FAO 2016).

La importancia de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en la acuicultura viene de su demanda a nivel mundial y es la especie de camarón más cultivada en el continente americano; en Centroamérica y América del Sur ha tenido un crecimiento muy avanzado en la parte comercial (FAO 2006). El camarón blanco es un crustáceo que proviene del Océano Pacífico con un rango natural de México hasta América del Sur; posteriormente su producción artificial fue probada por primera vez en Florida en 1973 (Machado 2006). Dentro de sus requerimientos de crecimiento y producción está la temperatura del agua la cual debe estar por encima de 20 °C y su pH debe estar dentro del rango de 7.5 a 8.5 dependiendo la hora del día (Limsuwan 2005). El crecimiento del camarón inicia desde el estado de huevos, seguido por nauplios, zoea, mysis, postlarva, juvenil y adulto, siendo posible la implementación de diversas técnicas de producción como extensiva, semi intensiva, intensiva y súper intensiva (FAO 2006).

La alimentación en la camaronicultura es uno de los factores más importantes debido a que es considerado uno de los mayores costos dentro de la producción, por lo tanto, nacen varias interrogantes como cuál es el mejor momento de alimentar, la mejor metodología para aplicar el alimento y cuál es la mejor cantidad, para poder lograr una mayor eficiencia del uso del alimento y maximizando el crecimiento de los camarones. El factor de conversión alimenticia no solo se evalúa tomando en cuenta las características de calidad del alimento sino también del tipo de manejo de la persona que lo suministra (Vega et al. 2000).

Alimentadores automáticos son tecnologías novedosas utilizadas para lograr una mayor eficiencia en el momento de suministrar alimentos balanceados, existen varios aspectos positivos de esta innovación como el incremento en la tasa de sobrevivencia y de crecimiento, aparte de tener mayor control sobre el consumo actual. En algunos sistemas automatizados se implementa un hidrófono, el cual detecta el comportamiento de consumo mediante los sonidos del camarón al alimentarse, esto hace que la alimentación sea óptima, disminuyendo la cantidad de desperdicios, acelerando los procesos operativos y a su vez disminuyendo los costos de mano de obra y aumentando la producción. Esta

implementación de alimentadores ha resultado eficaz en varios países asiáticos y de América Latina (Maquilón 2017).

Alimentación al voleo, es un método tradicional de alimentación en camarones y se utiliza en sistemas de producción intensivos y semi-intensivos, con la ayuda de una tabla de alimentación la cual está ajustada a una medida de ración que va acorde con el peso promedio y biomasa de cada estanque. Este método es uno de los más usados debido a su relativo bajo costo y la habilidad de poder realizarse con poco conocimiento técnico. La manera correcta de suministrar alimento al voleo es tratando de cubrir al menos un 80% de la superficie donde se alimenta (Prado y Pichardo 2012).

Los aspectos a considerar para este tipo de alimentación son la profundidad del estanque y canales interiores de drenaje ya que se evita el desperdicio de alimento, dado que los camarones no suelen llegar a partes poco profundas. Con la alimentación al voleo se puede observar una distribución del alimento, reduciendo estrés en los camarones al no hallar competencia como ocurre con el sistema de alimentación con comederos (Nicovita 1998).

AQ1-SF200 es el sistema de alimentación automático por sonido, este es capaz de analizar y cuantificar al momento la tasa de alimentación, además de suministrar alimento a los camarones en diferentes raciones según el apetito de los mismos, además cuenta con un software que monitorea datos de oxígeno y temperatura importantes para saber qué acciones tomar para corregir errores (CENIACUA 2013).

El SF200 es el encargado de analizar los sonidos de alimentación para controlar con esto la salida de alimento, reduciendo los desperdicios debido a un exceso de alimentación, este sistema de alimentación crea una ventaja en la producción debido a correcto uso del alimento mejorando el crecimiento y la conversión alimenticia del camarón disminuyendo el tiempo a cosecha (AQ1 Systems 2017).

Este estudio se realizó para evaluar la eficiencia del sistema de alimentación AQ1-SF200 con respecto al método de alimentación convencional en la producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), comparando las diferencias entre las principales variables de producción y costos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización.

Se realizaron dos estudios independientes en dos áreas de producción en el sur de Honduras, específicamente en el departamento de Choluteca.

Emasur: Esta finca se encuentra en la aldea de Las Tijeras, cercana a Punta Ratón con una temperatura promedio de 28 °C y una precipitación de 1742 mm. Cuenta con 22 estanques y el agua de cultivo proviene de un estero riverino y los datos recolectados provienen del ciclo correspondiente a los meses de febrero a mayo de 2019.

Espíritu Santo: Esta finca se encuentra en la zona de San Bernardo con una temperatura promedio de 36 °C y una precipitación de 1900 mm. Cuenta con 22 estanques y el agua de cultivo proviene de un estero riverino. Los datos recolectados provienen del ciclo correspondiente a los meses de febrero a mayo de 2018.

Calidad de agua.

Se monitoreó el oxígeno disuelto con YSI Pro20 durante cuatro veces por la mañana y cuatro veces por la tarde en ambos estudios. Obteniendo un promedio de oxígeno disuelto de 7 ppm para ambos estudios. Para reducir los sedimentos se realizan recambios de agua diariamente del 8%.

Muestreos.

Se realizaron muestreos de crecimiento dos veces por semana los lunes y jueves y muestreos poblacionales una vez por semana a partir de la quinta semana en adelante. En ambas fincas, Masterline® (Skretting) fue el alimento usado, con un nivel de proteína cruda de 28%. La alimentación con el método AQ1 se comenzó a usar a partir de que el cultivo alcanza los dos gramos, aproximadamente a la tercera semana.

Siembra.

La siembra realizó en el estadio PL13 con un peso promedio de 0.01 g por individuo. Se usó una densidad de siembra de 18 PL/m² los cuales fueron suministrados por el laboratorio de larvicultura Unifinca de Choluteca.

Variables medidas.

Densidad de cosecha: Esta variable es medida en la cosecha final del engorde y se calcula usando la fórmula 1:

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

Sobrevivencia: Este valor se obtiene tomando en cuenta el número cosechado en relación a los animales sembrados y se calcula usando la fórmula 2:

$$\text{Sobrevivencia} = \frac{(\text{animales cosechados/m}^2) \times 100}{\text{animales sembrados(m}^2)} \quad [2]$$

Peso: es el peso promedio de una muestra de los camarones cosechados y se calcula usando la fórmula 3:

$$\text{Peso} = \frac{\sum P_{n1} + P_{n2} + \dots + P_{nn}}{\text{N}^\circ \text{ de animales vivos}} \quad [3]$$

Rendimiento: Esta variable determina la relación que existe entre el peso de la producción a cosecha entre el área utilizada en hectáreas y se calcula usando la fórmula 4:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de cosecha}}{\text{Área (ha)}} \quad [4]$$

Índice de conversión alimenticia (ICA): Esta variable es la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso y se calcula usando la fórmula 5:

$$\text{ICA} = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso}} \quad [5]$$

Diseño Experimental y Análisis Estadístico.

Se usó un diseño completamente al azar (DCA), usando un análisis no paramétrico Mann Whitney con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. La normalidad de las variables se midió mediante un análisis Wilks-Shapiro. Todos los análisis fueron realizados usando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS[®], versión 9.4).

Tratamientos.

Sistema automatizado AQ1-SF200. Los componentes principales son:

- Alimentador: es la tolva que contiene el alimento balanceado. Su capacidad normal esta entre los 300 kg a 350 kg
- Controlador SF200: esta parte es una de las más importantes ya que es el cerebro del sistema automatizado, se encarga de enviar las señales entre los sistemas para su correcto funcionamiento. Contiene alarmas en algunos casos.
- Software SF200: adaptado por complejos algorítmicos que analizan el sonido, oxígenos disueltos, temperatura y alimento por medio de ondas en distintas horas del día.
- Motor AQ1: por medio de este podemos distribuir el alimento y está ubicado debajo de las tolvas de alimentación, su capacidad está en un rango de 30 metros cubriendo la zona de alimentación.

- **Sensores ambientales:** este sensor es sumergido en el agua por lo tanto su material es de acero inoxidable, permite llevar un control de factores ambientales como temperatura y oxígeno disuelto para lograr una eficiencia óptima en la alimentación.
- **El hidrófono:** este es el sensor que va a determinar el sonido por la actividad de alimentación del camarón, el cual se detecta por medio de un software, enviando en tiempo real los datos del comportamiento este se encuentra a 7 metros de la tolva.
- **Estación central de monitoreo:** aquí se lleva acabo el control del funcionamiento de AQ1 por medio de equipos tecnológicos.

Alimentación tradicional o al voleo. Este método de alimentación se basa prácticamente en proporcionar alimento en raciones tratando de cubrir un 80% de la superficie. Se utiliza una tabla de alimentación basada en varios datos relevantes de la producción.

Análisis de costos.

Se realizó un análisis de costos para determinar el método de alimentación en camaronicultura que maximice los procesos y reduzca los costos de producción. Este análisis se centró únicamente en los costos que representan la alimentación del camarón durante todo el ciclo de producción.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio 1. Zona Tijeras, Ratón.

Densidad de cosecha. Frente a los dos tratamientos, en la cosecha no se encontró diferencias ($P > 0.05$). La cantidad de individuos cosechados por unidad de superficie fue similar tanto el sistema voleo (convencional) como en el sistema AQ1 (mecanizado) (Cuadro 1). El promedio de animales cosechados en el tratamiento AQ1 es menor al estudio realizado por Ruiz y Torres (2018) donde se reportó 12.64 individuos/m². Sin embargo, el valor de densidad de cosecha promedio de camarón es mayor, en comparación con el método control del estudio antes mencionado.

De acuerdo a Castillo (2005) la sobrevivencia y la densidad de cosecha están vinculadas directamente, debido a que a medida la sobrevivencia sea mayor, obtendremos mayor número de camarones cosechados por unidad de superficie. Adicionando que el estudio es realizado en una finca camaronera donde no se utiliza una densidad de siembra contante en cada laguna; en las lagunas con el tratamiento control se sembró un promedio de 19.08 individuos/m² mientras que en las lagunas del tratamiento AQ1 se sembraron 17.64 individuos/m², lo cual influye en la variable de densidad de cosecha, sin variar la sobrevivencia por ser un valor porcentual.

Cuadro 1. Densidad de cosecha promedio de dos métodos de alimentación en finca Emasur; Las Tijeras.

Tratamiento	Densidad de cosecha (Individuos/m ²)
AQ1	7.57 ± 2.22
Control	7.17 ± 2.10
Probabilidad	0.2727

Sobrevivencia. No se encontraron diferencias entre los dos tratamientos evaluados en el porcentaje de sobrevivencia promedio de camarón ($P > 0.05$) (Cuadro 2). Los datos obtenidos de sobrevivencia se encuentran por debajo del rango aceptable (>50%) según Fenucci (1998). Según Abad et al. (2011) la baja sobrevivencia del camarón se atribuye principalmente a condiciones naturales del lugar como la temperatura ambiental y a parámetros que influyen directamente a la producción, como la calidad de agua.

El oxígeno disuelto promedio fue de 7 ppm y según un estudio realizado por Nonwachai et al. (2011) acerca del efecto del oxígeno disuelto en el crecimiento, sobrevivencia y respuesta inmune en camarón blanco, un nivel aceptable se encuentra en un rango de 4 a 9 ppm.

Cuadro 2. Sobrevivencia promedio de dos métodos de alimentación en finca Emasur, Las Tijeras.

Tratamiento	Sobrevivencia (%)
AQ1	42.99 ± 4.41
Control	37.98 ± 11.85
Probabilidad	0.2100

Peso de cosecha. Los pesos promedio de cosecha en los dos sistemas de alimentación no presentó diferencias ($P > 0.05$) (Cuadro 3). De acuerdo con investigaciones realizadas por Nicovita (2005), el rango de pesos a cosecha se encuentra entre 16-24 g/individuo dentro de aproximadamente 125 días. El peso de la cosecha de camarón está relacionado con el tiempo de producción. El rango de días con AQ1 fue de 117 llegando hasta 132 días, y en el tratamiento al voleo el promedio fue de 131 días.

Cuadro 3. Peso de cosecha promedio de camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Emasur, Las Tijeras.

Tratamiento	Peso final (g/individuo)
AQ1	26.26 ± 4.83
Control	25.28 ± 5.66
Probabilidad	0.6665

Rendimiento. De acuerdo a los resultados de cosecha (Cuadro 4), no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en rendimiento. El rendimiento está dentro del rango como datos máximos en un sistema semi intensivo el cual según la FAO (2009) varían entre 1000-2000 kg/ha/cosecha.

Cuadro 4. Rendimiento promedio de camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Emasur, Las Tijeras.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
AQ1	1959.46 ± 262.87
Control	1716.41 ± 295.96
Probabilidad	0.0716

Índice de conversión alimenticia. De acuerdo con el Cuadro 5, existen diferencias ($P \leq 0.05$) entre los dos tratamientos, con un ICA de 1.35 y 1.93 para AQ1 y control, respectivamente. Con el alimentador automático se obtuvo un excelente índice de conversión alimenticia, ya que Nicovita (1997) indica que idealmente este número debe ser menor de 1.5. En resultado del tratamiento con AQ1 se comportó de manera similar un estudio de Napaumpaiporn et al. (2013) que logro un ICA de 1.30 igualmente con AQ1.

Cuadro 5. Índice de conversión alimenticia de camarón promedio sometido a dos métodos de alimentación en finca Emasur, Las Tijeras.

Tratamiento	I.C.A (Alimento consumido/ganancia de peso)
AQ1	1.35 ± 0.14
Control	1.93 ± 0.29
Probabilidad	0.0010

Análisis de costos para el tratamiento control. El análisis de costos detallado en el Cuadro 6 se lo realizó en términos de ciclo de producción, el cual dura aproximadamente cuatro meses por lo que se puede tener tres producciones anuales. En la finca Emasur cuando alimentan de manera convencional necesitan 7 operarios para realizar esta actividad y el pago mensual para cada uno es de USD 338.77. El costo operativo para producir una hectárea de camarón, teniendo 84.35 ha es de USD 1,529.45. La producción de camarón promedio para este sistema de alimentación es de 1715 kg/ha, con lo cual se obtiene un costo unitario de 0.891 USD/kg.

Cuadro 6. Análisis de costos para el método de alimentación control (voleo) en la finca Emasur para un ciclo de producción.

Costo operativo en el método control (voleo)	
Descripción	Costo
Alimento	USD 119,523.06
Mano de obra directa (7 operarios)	USD 9,485.85
Total	USD 129,008.91
Hectáreas	84.35
Costo operativo (USD/ha)	USD 1,529.45
Producción de camarón (Kg/ha)	1715
Costo Unitario (USD/kg)	USD 0.891

Tasa de cambio = HNL 24.65 por USD 1

Análisis de costos para el tratamiento AQ1. En la finca Emasur cuando se usa el sistema AQ1, solo se necesitan tres operarios para el suministro del alimento y actividades de mantenimiento. El costo operativo para producir una hectárea de camarón, teniendo 54.13 ha, es de USD 564.69. La producción de camarón promedio para este sistema de alimentación es de 1,957 kg/ha, con lo cual se obtiene un costo unitario de 0.288 USD/kg. El costo del sistema AQ1 es de USD 26,000, con una depreciación total para todo el ciclo de producción de USD 866.68 y para cinco lagunas con este tratamiento se necesitarán tres equipos. No se incurre en gastos de electricidad ya que estos equipos funcionan con paneles solares que ya vienen incluidos en el costo del mismo.

Cuadro 7. Análisis de costos para el método de alimentación AQ1 en la finca Emasur para un ciclo de producción.

Costo operativo en el método con AQ1	
Descripción	Costo
Alimento	USD 23,901.16
Mano de obra directa (3 operarios)	USD 4,065.36
Depreciación de equipos AQ1 (4 meses)	USD 2,600.04
Total	USD 30,566.56
Hectáreas	54.13
Costo operativo (USD/ha)	USD 564.69
Producción de camarón (kg/ha)	1957
Costo Unitario (USD/kg)	USD 0.288

Tasa de cambio = HNL 24.65 por USD 1

Estudio 2. Zona San Bernardo.

Densidad de cosecha. Al momento de la cosecha de camarones por metro cuadrado, la variable densidad de cosecha promedio de camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo no presentó significancia ($P > 0.05$).

Cuadro 8. Densidad de cosecha promedio de camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo.

Tratamiento	Densidad de cosecha (Individuos/m²)
AQ1	6.95 ± 1.41
Control	7.17 ± 1.69
Probabilidad	0.3393

Sobrevivencia. Se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos. En comparación con la zona de tijeras, AQ1 presenta un porcentaje de sobrevivencia menor, esto puede ser debido a condiciones naturales del lugar, como temperatura, o parámetros que influyen directamente como calidad del agua (Abad et al. 2011).

Cuadro 9. Sobrevivencia promedio del camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo.

Tratamiento	Sobrevivencia (%)
AQ1	36.92 ± 6.66
Control	45.87 ± 10.11
Probabilidad	0.0110

Peso. De acuerdo a los datos de producción (Cuadro 10), existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos evaluados. El mejor resultado lo obtuvo el sistema automatizado con un promedio de 28.40 g/individuo, estando sobre el rango deseado por el mercado que según Nicovita (2005) está entre 16-24 g/individuo.

Cuadro 10. Peso promedio del camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo.

Tratamiento	Peso final (g/individuo)
AQ1	28.40 ± 5.31
Control	13.53 ± 0.71
Probabilidad	0.0002

Rendimiento. El rendimiento de producción (Cuadro 11) muestra diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Se puede atribuir el alto rendimiento para el sistema AQ1, a que el peso final en este tratamiento fue mayor.

Cuadro 11. Rendimiento promedio de camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
AQ1	1920.63 ± 280.5
Control	987.77 ± 253.77
Probabilidad	0.0002

Índice de conversión alimenticia. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), no obstante, los promedios de I.C.A de los dos tratamientos según Nicovita (1997) están dentro de lo ideal ya que para que exista una eficiencia de la alimentación se debe mantener un valor menor a 1.50.

Cuadro 12. Índice de conversión alimenticia del camarón sometido a dos métodos de alimentación en finca Espíritu Santo, San Bernardo.

Tratamiento	I.C.A. (alimento utilizado/ganancia de peso)
AQ1	1.52 ± 0.20
Control	1.48 ± 0.27
Probabilidad	0.6087

Análisis de costos para el tratamiento control. En la finca Espíritu Santo el costo operativo para producir una hectárea de camarón, teniendo 130.28 ha es de USD 1,529.45. La producción de camarón promedio para este sistema de alimentación es de 986 kg/ha, con lo cual se obtiene un costo unitario de 0.661 USD/kg.

Cuadro 13. Análisis de costos para el método de alimentación control en la finca Espíritu Santo para un ciclo de producción.

Costo operativo en el método al voleo	
Descripción	Costo
Alimento	USD 75,477.06
Mano de obra directa (7 operarios)	USD 9,485.85
Total	USD 84,962.91
Hectáreas	130.28
Costo operativo (USD /ha)	USD 652.16
Producción de camarón (kg/ha)	986
Costo Unitario (USD /kg)	USD 0.661

Tasa de cambio = HNL 24.65 por USD 1

Análisis de costos para el tratamiento AQ1. El costo operativo para producir una hectárea de camarón, teniendo 123.08 ha es de USD 164,104.04. La producción de camarón promedio para este sistema de alimentación es de 1918 kg/ha, con lo cual se obtiene un costo unitario de 0.695 USD/lb. Para este tratamiento se destinaron 14 lagunas, usando siete equipos para distribuir el alimento.

Cuadro 14. Análisis de costos para el método de alimentación AQ1 en la finca Espíritu Santo para un ciclo de producción.

Costo operativo en el método con AQ1	
Descripción	Costo
Alimento	USD 153,971.92
Mano de obra directa (3 operarios)	USD 4,065.36
Depreciación de equipos AQ1 (4 meses)	USD 6,066.76
Total	USD 164,104.04
Hectáreas	123.08
Costo operativo (USD/ha)	USD 1,333.31
Producción de camarón (kg/ha)	1918
Costo Unitario (USD/kg)	USD 0.695

Tasa de cambio = HNL 24.65 por USD 1

4. CONCLUSIONES

- El sistema de alimentación automatizado (AQ1) obtuvo mejores resultados en las variables de: índice de conversión alimenticia en la finca Emasur, peso y rendimiento en la Finca Espíritu Santo, no obstante, el método convencional (voleo) se comportó mejor en el porcentaje de sobrevivencia correspondiente a la Finca Espíritu Santo.
- Evaluando los dos métodos de alimentación, el costo unitario más bajo para producir un kilogramo de camarón se obtuvo en la finca Emasur con el sistema de alimentación AQ1 ya que hubo reducción en costo de alimentación y adicionalmente se aumentó la producción.

5. RECOMENDACIONES

- Obtener un análisis de eficiencia del sistema automatizado durante un año para conocer el comportamiento debido a variaciones en condiciones ambientales.
- Basado en un análisis de variables de producción y costos, es factible implementar el uso del sistema AQ1 en lagunas de origen riverinos

6. LITERATURA CITADA

- Abad-Rosales S, Betancourt-Lozano M, Vargas-Albores F, Roque A. 2011. Interacción de factores físicos, químicos y biológicos en el cultivo del camarón. In: Avances en Acuicultura y Manejo Ambiental, Ruiz-Luna A, Berlanga-Robles CA, Betancourt-Lozano M. (eds). Editorial Trillas. pp 151-164.
- AQ1 Systems. 2017. Shrimp feeding systems. Tasmania, Australia [consultado 2019 jul 30]. <http://www.aq1systems.com/farming/13510001.html>
- Castillo F. 2005. Evaluación comparativa de las tecnologías em y convencional en sistemas de producción extensiva de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) [Tesis]. Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador. 68p.
- CENIACUA. 2013. Alimentadores acústicos: Sistemas novedosos de alimentación implementados en cultivos acuícolas que permita una reducción en la tasa de conversión alimenticia, disminuyendo los costos de producción y mejorando la sostenibilidad ambiental del cultivo. Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia. Cartagena, Colombia; [consultado 2019 jul 30]. <http://www.orcca.info/assets/PDFS/Alimentadores%20acusticos.pdf>
- FAO. 2006. Programa de información de especies acuáticas: *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia; [consultado 2019 jul 15]. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/es
- FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia; [consultado 2019 jul 25]. <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>
- FAO. 2018. From the statistician's desk: Notes from the aquaculture statistician. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO Aquaculture Newsletter No. 58; [consultado 2019 jul 21]. <http://www.fao.org/3/i9200en/I9200EN.pdf>
- Fenuci J. 1988. Manual para la cría de camarones peneidos. Brasilia, Brasil: FAO; [consultado 2019 sept 3]. <http://www.fao.org/3/AB466S/AB466S00.htm#TOC>
- Maquilon Ortiz JC. 2017. Factibilidad para la implementación de alimentadores automáticos en piscinas camaroneras de Aquiamar S.A. [Tesis]. Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador. 129 p.

- Napaumpaiporn T, Chuchird N, Taparhudee W. 2013. Study on the efficiency of three different feeding techniques in the culture of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Kasetsart University Fisheries Research Bulletin, 37(2): 8-16.
- Nicovita. 1998. Métodos de alimentación. Boletín Nicovita. [consultado 2019 jul 27]. https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/may_98_01.pdf
- Nicovita 1997. Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. Boletín Nicovita; [consultado 2019 sept 6]. http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/mar_97_01.pdf
- Nicovita. 2005. Cultivo intensivo del camarón blanco. Boletín Nicovita. [consultado 2019 sept 3]. http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/oct_dic_2005_01.pdf
- Nonwachai T, Pirivirojku W, Chuchird N, Limsuwan C. 2011. Effects of dissolved oxygen levels on growth, survival and immune response of juvenile pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*; [consultado 2019 sept 14]. <http://www.thaiscience.info/journals/Article/KFRB/10892544.pdf>
- Prado Osejo MG, Pichardo Valladares LD. 2012. Crecimiento de camarones juveniles *Litopenaeus vannamei* en sistema semi-intensivo, aplicando dos métodos de alimentación: voleo y comederos [Tesis]. Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, León-Nicaragua. 73 p.
- Ruiz Monroy DJ, Torres Jaramillo RJ. 2018. Evaluación de eficiencia en dos sistemas de alimentación automática para engorde de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en Choluteca, Honduras [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 20p.
- Vega-Villasante F, Nolasco-Soria H, Civera-Cerecedo R, González-Valdés R, Oliva-Suárez M. 2000. Alternativa para la alimentación del camarón en cultivo: el manejo de la muda. In: Cruz -Suárez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, Olvera-Novoa MA, Civera-Cerecedo R. (eds.). Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.