

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**

**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación

**Evaluación de dos tipos de sustratos en un sistema de biofloc en la cría de  
postlarva de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)**

Estudiante

Jean Pierre Espinoza Redrovan

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

Yordan Martinez, D.Sc.

Honduras, mayo 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

Contenido.....	3
Índice de cuadros .....	5
Índice de figuras .....	6
Resumen.....	7
Abstract .....	8
Introducción .....	9
Materiales y métodos .....	12
Ubicación y periodo de ejecución .....	12
Preparación del biofloc .....	13
Siembra .....	14
Sustratos para biofloc .....	15
Cantidad de alimento.....	15
Calidad de agua .....	16
Variables medidas .....	16
Peso .....	16
Sobrevivencia(%).....	17
Indice de conversión alimenticia (ICA).....	17
Diseño experimental y análisis estadístico .....	17
Resultados y discusión .....	18
Calidad de agua .....	18

Parametros productivos.....	20
Ganancia de peso .....	20
Índice de Conversión Alimenticia (ICA) .....	20
Sobrevivencia .....	21
Conclusiones .....	22
Recomendaciones .....	23
Referencias.....	24

## Índice de cuadros

Cuadro 1 Valor nutritivo de la Harina de Trigo en 100 g del producto.....	15
Cuadro 2 Valor nutritivo de la Harina de soya en 100 g del producto .....	15
Cuadro 3 Parametros de calidad de agua obtenidos durante 1 mes del experimento de las post-larvas de camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) que fueron pH, O.D, temperatura.....	19
Cuadro 4 Parametros de calidad de agua obtenidos durante 1 mes del experimento de las post-larvas de camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) que fueron amonio, alcalinidad y salinidad .....	20
Cuadro 5 Ganancia de peso (g), índice de conversión alimenticia (ICA) y porcentaje de sobrevivencia con la implementación de sistemas de biofloc en la cria de post- larvas de camarón blanco ( <i>Litopenaeus Vannamei</i> ).....	21

## Índice de figuras

Figura 1 Unidades experimentales en la preparación de biofloc .....	12
Figura 2 Desinfección de los tanques previo a la preparación del biofloc y siembra .....	13
Figura 3 Biofloc completamente madurado .....	14
Figura 4 Muestreo de post-larvas sembradas en los tanques .....	14
Figura 5 Medidor YSI Pro 20 utilizado para medir parámetro de calidad de agua .....	16

## Resumen

La creciente producción de industrias camaroneras ha provocado la necesidad de encontrar nuevas alternativas eficientes como el biofloc que emplea un conjunto de microorganismos presentes en el medio de cultivo que brindan resultados beneficiosos en la calidad de agua y la alimentación. El objetivo del presente experimento fue evaluar el efecto de harina de trigo y de la harina de soya que fueron usados como un tipo de sustrato adicional en la preparación del biofloc como opción de brindar mejores opciones para reducir costos de las postlarvas. Esta investigación se realizó en un laboratorio de larvas Menier entre diciembre del 2020 a enero del 2021, las postlarvas utilizadas fueron adquiridas del mismo laboratorio con un peso promedio de 4.8 mg, sembradas a una densidad promedio de 40 postlarva (PL)/L en tanques de plástico de 1 ton, con un PL 10 inicial. Se determinó parámetros de calidad de agua (oxígeno disuelto, temperatura, pH, alcalinidad y amonio) y parámetros productivos tales como ganancia de peso, índice de conversión alimenticia (ICA) y sobrevivencia (%). Los tratamientos control y soya presentaron mejor ganancia de peso que el trigo. El control presentó mejor ICA, que los sustratos alternativos, pero la soya presentó mejor ICA que trigo ( $P \leq 0.05$ ). El control presentó mejor sobrevivencia que trigo, pero no hubo diferencias ( $P > 0.05$ ) entre soya y trigo. En los análisis de calidad de agua se mantuvieron bajo las condiciones y protocolos adecuados para la cría de postlarvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). El sustrato soya en el sistema biofloc en comparación al tratamiento control tuvo mayor acercamiento en parámetros productivos. Se recomienda evaluar diferentes niveles de salinidad de agua para determinar si se mantiene la misma línea de los parámetros evaluados.

*Palabras clave:* Biofloc, postlarvas, soya, sustrato, trigo.

## Abstract

The growing production of shrimp industries has led to the need to find new efficient alternatives such as biofloc that uses a set of microorganisms present in the culture medium that provide beneficial results in water quality and food. The objective of the present experiment was to evaluate the effect of wheat flour and soybean flour that were used as a type of additional substrate in the preparation of the biofloc as an option to provide better options to reduce the costs of postlarvae. This research was carried out in a Menier larvae laboratory between December 2020 to January 2021, the postlarvae used were acquired from the same laboratory with an average weight of 4.8 mg, sown at an average density of 40 postlarvae (PL) / L in tanks. of 1 ton plastic, with an initial PL 10. Water quality parameters (dissolved oxygen, temperature, pH, alkalinity and ammonia) and productive parameters such as weight gain, food conversion ratio (FCR) and survival (%) were determined. The control and soy substrate presented better daily weight gain than wheat ( $P \leq 0.05$ ). Control presented a better FCR than the alternative substrates ( $P \leq 0.05$ ), with soy showing differences to wheat. The control presented better survival than wheat, but no difference were observed between soy and wheat ( $P > 0.05$ ). Water quality parameters were maintained under the appropriate conditions and protocols for the rearing of white shrimp postlarvae (*Litopenaeus vannamei*). The soy substrate in the biofloc system compared to the control treatment had a greater approach in productive parameters. It is recommended to evaluate different levels of water salinity to determine if the same line of the evaluated parameters is maintained.

*Keywords:* Biofloc, postlarvae, soybean, substrate, wheat.

## Introducción

En la actualidad existen industrias ligadas a la alimentación humana, la acuicultura es uno de los rubros más importantes alrededor del mundo, en algunos países es la base de la economía, por lo tanto, el desarrollo e impacto que está teniendo es muy acelerado y su crecimiento se debe a que la demanda de productos pecuarios que exige la población mundial es cada vez mayor (Pérez 2007). En América Latina el camarón se destaca no solo por su volumen de producción y valor sino también por las técnicas que se implementan para producir y buscar la manera de abaratar los costos de producción. Este crecimiento acelerado es gracias a la demanda de los peces como tilapia, salmón, y crustáceos como langostas y camarón blanco.

El camarón blanco *Litopenaeus vannamei* es uno de los animales más producidos en este rubro, gracias a su gran demanda en el mercado global. En Ecuador La producción nacional de camarón de cultivo se concentra básicamente en la región costera del país, siendo las provincias de El Oro (40.7%), Guayas (40.1%) y Manabí (8.5%), las que agrupan el mayor porcentaje del valor agregado bruto (VAB) del sector acuicultura y pesca de camarón, debido a que la zona presenta un clima tropical sub-húmedo con una estación seca que va de los meses de diciembre a abril y una estación lluviosa de mayo a noviembre (Varela 2011). La producción mundial de camarón capturado y cultivado es de aproximadamente 6 millones de toneladas, de las cuales el 60% ingresa al mercado mundial, el valor actual de las exportaciones de camarón supera los US \$ 10 mil millones cada año, lo que representa el 16% de todas las exportaciones pesqueras (FAO 2014). Si bien el número de países que exportan grandes cantidades de camarón supera el centenar, el mercado internacional del camarón solo se concentra en tres regiones: Estados Unidos, Japón y Europa (Gillett 2010).

La industria de la camaronicultura en Ecuador atravesó una crisis, viéndose afectada su producción por una serie de enfermedades como la mancha blanca (White Spot Syndrome Virus, WSSV), que provocaron grandes pérdidas económicas, durante el período 1998-2005 sus niveles de utilidad se

redujeron del 100% al 30% anual (Notarianni 2006). Debido a ciertos golpes que sufre la producción de camarón, se sabe que la mayor inyección de capital viene de parte de la alimentación representa un 50 al 70% de total de los gastos de producción. El camarón ha sido por mucho tiempo uno de los principales rubros dominantes, pero con un manejo sin medidas de control en cultivos extensivos. Sin embargo, a medida que el desarrollo de la acuicultura del camarón ejerce una mayor presión sobre los recursos naturales costeros, la necesidad de implementar tecnologías y métodos de manejo acuícolas se ha vuelto cada vez más necesaria (Rojas et al. 2005).

El sistema biofloc se basa en la fotosíntesis para convertir los alimentos no consumidos, las heces y el exceso de nutrientes en alimentos. La tecnología del biofloc hoy en día es utilizada en los sistemas de recirculación de camarón, cuenta con alto rendimiento de producción, control de calidad del agua y alimentación con proteína reciclada simultáneamente en la misma unidad de cultivo; en estos sistemas el control del nitrógeno inorgánico se basa en una mejora del crecimiento de bacterias heterotróficas para asimilar el nitrógeno en nuevas proteínas celulares capaces de recuperar nutrientes (Nootong y Pavasant 2011). El uso de productos como los probióticos que son esenciales para mejorar las técnicas que dan como resultado la bioestimulación ya que son microorganismos vivos que llegan a favorecer el medio de crecimiento (Betalia 2020). Al descomponer el amoníaco y los nitratos tóxicos, las bacterias autótrofas y heterótrofas se producen principalmente para multiplicarse y atraer una gran cantidad de organismos en crecimiento, como diatomeas, hongos, algas, protozoos y plancton. La mayoría de estos grupos flotantes o "flóculos" flotantes que se mantienen unidos por la mucosa bacteriana son microscópicos, aunque no es muy atractivo para los humanos, es una deliciosa hierba para peces y camarones (van Beijnen y Yan 2019).

El uso de un subproducto con un manejo adecuado en el sistema de biofloc es una herramienta que proporciona resultado favorable, ya que se busca distintas fuentes de alimento con un valor nutricional como lo son la harina de soya y la harina de trigo. Se ha producido tecnología más avanzada

en la agroindustria, aumentado subproductos con alto potencial para alimentación animal de alta calidad una vez enviados, formados en pienso, siendo una actividad rentable; el sistema de biofloc es una alternativa de producción para zonas con poca disponibilidad de agua, además ofrece una solución a los problemas ambientales por la descarga de los productos de desechos en los cuerpos de agua, a la dependencia por la harina y aceites de pescado por parte de la acuicultura y una posibilidad de reducir las tasas de alimentación en estos sistemas (Lujan 2011), la tecnología del biofloc (BFT) ofrece la posibilidad de utilizar menos agua en procesos de recirculación en sistemas acuícolas. Sin embargo, el valor añadido de los biofloc está determinado principalmente por su potencial para ser utilizado como alimento adicional para camarones, además está orientada en comunidades microbianas que ayudan ya que es una proteína adicional que es utilizada como alimento alternativo (Avnimelech 2006).

De tal manera, esta investigación se evaluó el desempeño de dos sustratos (trigo y soya) que pueden ser beneficiosos en la composición del biofloc, para de esta manera determinar parámetros en calidad de agua y parámetros productivos. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de dos sustratos alternos (harina de trigo y harina de soya) en un sistema de biofloc en la cría de postlarvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

## Materiales y Métodos

### Ubicación y Periodo de Ejecución

Esta investigación se realizó en el laboratorio de larvas Menier ubicado en el cantón Salinas, Provincia del Guayas, Ecuador con coordenadas: 2°14'38.7"S 80°57'06.9"W. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 17 a 28 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 30 °C, la humedad relativa promedio es de 92% a lo largo del año y máximas de 100%, a una altura de 2 msnm.

### Figura 1

*Unidades experimentales en la preparación de biofloc.*



La investigación tuvo una duración de un mes, previo a la siembra en los tanques, se realizó la instalación de un blower de 1.5 hp acompañado de tuberías difusoras de aire, la adecuación de los nueve tanques y la preparación de biofloc el cual tuvo una duración de cuatro días hasta su maduración. Se trabajó con nueve tanques plásticos con capacidad de 1 tonelada de agua cada uno, el llenado de cada tanque fue abastecido con agua proveniente del mismo laboratorio que pertenece a la red de suministro de los estanques, la cual fue tratada con cal P-24 para la desinfección y preparación del medio. El sistema de aireación fue conformado con un blower eléctrico de 1 hp, el aire fue distribuido a los tanques por una manguera transparente de ½ pulgada que desembocaba en la base de cada tanque y conectaba con una

manguera porosa de ½ pulgada.

## Figura 2

*Desinfección de los tanques previo a la preparación del biofloc y siembra.*



## Preparación de Biofloc

- a) Paso 1: Se procede con el llenado de los tanques al 50% de su capacidad con mallas filtrantes de una micra.
- b) Paso 2: Una vez alcanzado el 50% de volumen para la desinfección del agua se adiciona cal P-24 diluida a una concentración de 125 g/ton se enciende el blower y se completa el volumen al 100% de agua y por último se añade 5 mL/ton de peróxido de hidrogeno dejando actuar por 1 día con aireación encendida.
- c) Paso 3: Después de 24 horas se adiciona melaza como fuente de carbono a razón de 100 mL/ton diluida en agua, este proceso se repitió por 5 días de la maduración del biofloc.
- d) Paso 4: Luego se aplica una sola vez 15 g/ton de urea.
- e) Paso 5: Una hora después añadida la urea se aplica los probióticos, se inició con 3 g/ton de probiótico Pondpro para ir creando biomasa microbiana, al siguiente día se adicionó 2 g/ton. Este procedimiento se repitió durante los días de maduración del biofloc.
- f) Paso 6: Un día antes de la siembra se aplicó 2 g/ton del probiótico Biozym-Aquapro para crear microorganismo benéfico en el medio de cultivo.
- g) Paso 7: Media hora antes de la siembra se aplicó los sustratos en los respectivos tanques, la

cantidad dependió de la biomasa.

### Figura 3

*Biofloc completamente madurado*



### Siembra

Para la investigación se utilizó 40,000 postlarvas por tanque, con un total de 360,000 postlarvas de camarón blanco utilizadas en los nueve tanques de la corrida, con un peso inicial de 0.0048 gramos respectivamente que fueron procedentes del mismo laboratorio (Menier Lab) donde se realizó el experimento, localizados en la provincia de Santa Elena, Salinas, Ecuador.

### Figura 4

*Muestreo de post-larvas sembradas en los tanques.*



## Sustratos para Biofloc

**Harina de Trigo.** Los principales componentes de la harina de trigo se establecen en el Cuadro 1

### Cuadro 1

*Valor nutritivo de la harina de trigo en 100 g del producto (Llerena 2010).*

Parámetros	Harina de trigo
Proteínas	10.5 g
Grasa	1.3 g
Carbohidrato	74.1 g
Fibra	0.1 g
Calcio	21 mg
Fosforo	1.4 mg
Hierro	0.03 mg
Calorías	353 kcal
Ceniza	0.5 g

**Harina de Soya.** Los principales componentes de la harina de soya se establecen en el Cuadro 2.

### Cuadro 2

*Valor nutritivo de la Harina de Soya en 100 g del producto (Vegaffinity [fecha desconocida])*

Parámetros	Harina de soya
Proteínas	37.3 g
Grasa	23.25 g
Carbohidrato	13 g
Fibra	17.3 g
Calcio	205 mg
Fosforo	575 mg
Hierro	9 mg
Calorías	412 kcal
Ceniza (%)	5

## Cantidad de Alimento

Para la dosificación del alimento proporcionado o ración por tanque se calculó mediante la biomasa inicial. Se inició con un 25% de la biomasa inicial, ajustando la ración de alimento en cada muestreo de acuerdo con el peso promedio por larva en los tanques. Se utilizó balanceado comercial

Comercial Shrimp Starter Zeigler® de 55% de proteína cruda y 15% de grasa, proporcionado por el laboratorio Menier.

### **Calidad de Agua**

Durante el experimento se registraron diariamente los niveles de pH a las 08:00 horas mediante un potenciómetro HANNA® HI98127. La temperatura y el oxígeno fueron registrados a las 08:30 horas mediante un medidor de oxígeno disuelto YSI PRO® 20i (Figura 5). El recambio de agua se realizaba mediante un sifón en el fondo de cada tanque, de esta manera se permitía eliminar el alimento no consumido y desechos en general acumulados, reduciendo la contaminación de agua. El recambio del agua en los tanques se realizó diariamente con un recambio del 20% del volumen del tanque. La salinidad fue de 35 ppm, medida con el refractor de salinidad portátil ATC.

### **Figura 5**

*Medidor YSI Pro 20 utilizado para medir parámetro de calidad de agua.*



### **Variables Medidas**

#### ***Peso***

El incremento del peso del camarón al final del experimento es mostrado en este parámetro lo que nos indica eficiencia en la producción. Esta variable se calculó el peso promedio de una muestra de

post-larvas sembradas, se calcula usando la fórmula 1:

$$\text{Peso} = \text{Peso de la muestra} / \text{N}^\circ \text{ de animales} \quad (1)$$

### ***Sobrevivencia (%)***

Es el valor obtenido con el número de animales cosechados en relación con los animales sembrados y se calcula con la fórmula 2:

$$\text{Sobrevivencia (\%)} = (\text{Animales cosechados} / \text{Animales sembrados}) \times 100 \quad (2)$$

### ***Índice de Conversión Alimenticia (ICA)***

Esta variable indica la eficiencia del animal al aprovechar al máximo los nutrientes de la dieta, convirtiendo el alimento en la biomasa. La biomasa se calcula multiplicando el total de animales por el peso promedio de cada larva mediante la ecuación 3. El ICA se calcula dividiendo el total de alimento proporcionado entre la diferencia de la biomasa final con la biomasa inicial mediante la ecuación 4.

$$\text{Biomasa} = \text{Cantidad de animales} \times \text{peso individual} \quad (3)$$

$$\text{ICA} = \text{Alimento proporcionado} / \text{biomasa neta} \quad (4)$$

### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). El análisis de los resultados se realizó con un análisis de varianza (ANDEVA) con tres tratamientos y tres repeticiones con un total de nueve unidades experimentales. Se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS® versión 9.4), con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ .

## Resultados y Discusión

### Calidad de Agua

Durante el estudio se registraron datos de calidad de agua para llevar un control estricto y determinar si afectó el desarrollo de los animales. El pH se mantuvo dentro del rango óptimo de crecimiento, ya que los camarones obtienen un excelente desarrollo según Chanratchakool (2002) con niveles de pH entre 7.5 y 8.3, además según Schryver et al. (2008) menciona que los cambios en el pH determinan la estabilidad de los bioflóculos en los tanques, debido a los rangos de pH que toleran algunos microorganismos que pueden variar de dos a once, aunque los posibles cambios de pH limitan la gama óptima de los microorganismos y pueden producir mortalidad.

El oxígeno disuelto (O.D.) se mantuvo dentro del rango óptimo según lo reportado por (Boyd 2018) el cual establece que los niveles adecuados para el cultivo de camarón blanco es de 4.0 a 7.0 mg/L, los rangos de O.D. se mantuvieron en un nivel estable sin verse afectado los tanques. (FAO 1988) plantea que por debajo de estas concentraciones el camarón gasta energía en pasar más agua por las branquias, lo cual se refleja en un menor crecimiento. A mayores concentraciones pueden presentarse trastornos como burbujas en la hemolinfa, lo que puede ocasionarles un menor desarrollo en su crecimiento e inclusive llegar a la muerte. La temperatura se mantuvo dentro de los parámetros óptimos 25 y 32 °C ya que fuera de esos rangos el camarón se ve afectado con un crecimiento bajo y una mala alimentación (Boyd c2018).

**Cuadro 3**

*Parámetros de calidad de agua obtenidos durante 1 mes del experimento de las post-larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) que fueron pH, O.D, temperatura.*

Tratamiento	Tanque	pH	O.D (mg/L)	Temperatura (°C)
Biofloc soya	1	7.52	4.84	26.70
	2	7.61	5.72	26.52
	3	7.55	5.32	27.26
	4	8.01	4.94	26.58
Biofloc trigo	5	8.03	5.16	26.48
	6	7.74	5.32	26.64
	7	7.63	4.76	27.32
Biofloc control	8	7.57	5.08	27.48
	9	7.75	4.50	27.00

Nota. O.D: Oxígeno disuelto

Los niveles de amonio en los tanques de biofloc se mantuvo con un promedio entre 0.0125 mg/L y 0.0175 mg/L, según el laboratorio de análisis de agua (Castillo 2021), quienes mencionan que el nivel óptimo para la cría de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) el amonio debe fluctuar entre 0 y 0.030 mg/L, el exceso de amonio puede ser tóxico para muchos camarones, que provoca irritación de las branquias y problemas respiratorios (PAF 2019). La alcalinidad dentro de los tanques se mantuvo con un promedio entre 125 y 132 mg/L CaCO<sub>3</sub>; ConstAmar (2021) menciona que los rangos aceptables rondan entre 90 y 180 mg/L CaCO<sub>3</sub> y fuera de este rango afectaría a la tasa de crecimiento óptimo y a la sobrevivencia en los tanques, además de causar un estrés en el camarón causando la muerte del mismo (Saúl 2019). El rango de salinidad para camarones es muy amplio y estos se pueden adaptar a rangos de 0 hasta 50 ppt, sin embargo, el rango óptimo es de 15 a 25 ppt FAO (2014). La salinidad en los tanques se mantuvo en 31 ppt.

#### Cuadro 4

*Parámetros de calidad de agua obtenidos durante 1 mes del experimento de las post-larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) que fueron amonio, alcalinidad y salinidad.*

Parámetros	Tratamiento	Promedio	Min.	Max.
Amonio (mg/L)	Bs.	0.0125	0.05	0.02
	Bt.	0.0175	0.01	0.025
	Bc.	0.0125	0.05	0.02
Alcalinidad	Bs.	125	115	135
	Bt.	125	110	140
	Bc.	132	120	145
Salinidad		31	29	33

*Nota.* Bs: biofloc soya. Bt: biofloc trigo. Bc: biofloc control. Min: mínimo. Max: máximo

#### Parámetros Productivos

##### **Ganancia de Peso**

Se encontró diferencia ( $P \leq 0.05$ ) en la ganancia de peso de las post-larvas en los tanques de biofloc control y biofloc soya con respecto al tanque de biofloc trigo (Cuadro 5). Según Wasielesky (2006) se ha reportado que para camarón blanco del Pacífico cultivado en medios combinados con biofloc y agua clara, se obtienen mejores resultados de peso que en aguas sin la implementación del sistema de biofloc, debido a que la composición de partículas suspendidas como los flóculos microbianos aumentan los niveles de ceniza y proteína, siendo eficaces en sistemas intensivos por generar una excelente ganancia de peso. Según Faillace (2016) las harinas vegetales son parte fundamental para los camarones siempre y cuando se tome en cuenta la selección de nutrientes adecuados, con perfiles nutricionales que suplan los requerimientos para de esta manera elaborar dietas con menor costo y eficientes.

##### **Índice de Conversión Alimenticia (ICA)**

En este estudio se encontró diferencia ( $P \leq 0.05$ ) en el índice de conversión alimenticia en los tres tratamientos, siendo más competente el ICA de las post-larvas que fueron alimentados con el balanceado Shrimp Starter Zeigler® que se adecuo en el tratamiento de biofloc control en comparación de los

tratamientos alimentados con biofloc soya y biofloc trigo (Cuadro 5). La fabricación del balanceado según Prilabsa (2020) indica que es un alimento alto en energía y que protege y nutre las pos-tilarvas durante situaciones de riesgo como estrés, bajas de oxígeno, etc. Además de la presentación de 600 - 800 micras fue el tamaño adecuado de partículas para su estadio larval. Según (Nicovita 1997) el índice de conversión alimenticia adecuado debe rondar no mayor a 1.3, además destaca que dependerá de la densidad de siembra y calidad del alimento.

### **Sobrevivencia**

La sobrevivencia en el experimento presentó diferencias ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 5), en el tratamiento biofloc control donde se usó balanceado comercial con una sobrevivencia de  $97.13 \pm 2.17$ , mientras que en el tratamiento biofloc trigo fue de  $94.88 \pm 0.77$ , con una diferencia estadística. Estos resultados pudieron estar afectados fundamentalmente por la estabilidad en los parámetros físicos-químicos y la calidad de agua. Según Arzola et al. (2013) los porcentajes de sobrevivencia de postlarvas en diferentes combinaciones de salinidad y temperatura oscilan en valores altos de 94.4 y 99.8%. Según Spanopoulos et al. (2005) los elevados porcentajes de sobrevivencia que se pueden alcanzar pueden estar relacionados con los efectos de temperatura sobre el metabolismo de las postlarvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

### **Cuadro 5**

*Ganancia de peso (g), índice de conversión alimenticia (ICA) y porcentaje de sobrevivencia con la implementación de sistemas de biofloc en la cría de post-larvas de camarón blanco (Litopenaeus vannamei).*

Tratamiento	Ganancia de peso (g)	ICA	Sobrevivencia (%)
Biofloc control	$0.02551 \pm 0.0125^a$	$0.82 \pm 0.036^a$	$97.13 \pm 2.17^a$
Biofloc soya	$0.02145 \pm 0.0125^a$	$1.074 \pm 0.058^b$	$96.10 \pm 1.60^{ab}$
Biofloc trigo	$0.01485 \pm 0.0036^b$	$1.26 \pm 0.029^c$	$94.88 \pm 0.77^b$
Probabilidad	<.0001	<.0001	<.0001
Coeficiente de variación (%)	22.4	9.25	1.35

*Nota.* ICA: Índice de conversión alimenticia. <sup>abc</sup>= números con letras distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes

## Conclusiones

El sustrato soya en el sistema biofloc en comparación al tratamiento control tuvo mayor acercamiento en parámetros productivos como sobrevivencia y ganancia de peso.

El uso de los diferentes sustratos (soya y trigo) afectó el índice de conversión alimenticia en la cría de post-larva de camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*).

## **Recomendaciones**

Ejecutar un estudio con el biofloc a diferentes salinidades, para comprobar si ésta variable incide en la composición biológica.

Evaluar diferentes densidades de siembra para la producción de post-larvas de camarón blanco en sistemas de biofloc.

## Referencias

- Arzola G J, Piña V P, Nieves S M, Medina J M. 2013. Supervivencia de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a diferentes salinidades y temperaturas. Rev MVZ Córdoba. 3621–3622.
- Avnimelech Y. 2006. Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. Amsterdam: Aquaculture Engineering. Informe no. 3; [consultado el 31 de may. de 2021]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144860905000361>
- Betalia. 2020. Los prebióticos como alternativa en alimentación animal. Madrid (España): Betalia; [consultado el 15 de jun. de 2021]. <https://www.betalia.es/prebioticos-alternativaalimentacion-animal/>
- Boyd CE. c2018. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón: Métodos para mejorar la camaronicultura en Centro America. México: CESASIN; [consultado el 30 de jul. de 2021]. <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/1Calidad%20del%20agua.pdf>
- Boyd CE. 2018. Dinámica del oxígeno disuelto: La gestión adecuada del oxígeno disuelto el aspecto más importante de la gestión de la calidad del agua de los estanques acuícolas. USA: Institute of Aquaculture; [consultado el 30 de jul. de 2021]. <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/dinamica-del-oxigeno-disuelto/>
- Castillo A. 2021. Informe de análisis de calidad del agua en tanques de producción. Ecuador: ConstAmar. 2 p
- Chanratchakool P. 2002. Recomendaciones técnicas y principios sobre manejo de estanques. Ecuador: Nicovita; [consultado el 3 de jun. de 2021]. [http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/jun\\_2002.pdf](http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/jun_2002.pdf)
- Faillace J. 2016. Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*L. vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. España: Universidad de Zaragoza; [consultado el 7 de jun. de 2021]. <https://www.redalyc.org/journal/494/49449812002/html/>

- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1988. Manual para la cría de camarones peneidos. Italia; [consultado el 7 de jun. de 2021]. <http://www.fao.org/3/ab466s/AB466S00.htm>
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Italia: Institución de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. 243 p. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA); [consultado el 7 de jun. de 2021]. <http://www.fao.org/3/ca9229es/CA9229ES.pdf>
- Gillett R. 2010. Estudio mundial sobre las pesquerías del camarón. Roma: FAO; [consultado el 4 de jun. de 2021]. <http://www.fao.org/3/i0300s/i0300s00.htm>
- Llerena K. 2010. Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas, para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH. [Tesis]. Ecuador, Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de salud pública. 65 p; [consultado el 28 de jun. de 2021]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1685/1/84T00052.pdf>
- Lujan M. 2020. El uso del biofloc en acuicultura. Perú: AQUAHOY; [consultado el 7 de jun. de 2021]. [http://www.aquahoy.com/index.php?option=con\\_content&view=%20article&ide=12607%3Ael-uso-de-biofloc-en-acuicultura&catd=56&lang=es](http://www.aquahoy.com/index.php?option=con_content&view=%20article&ide=12607%3Ael-uso-de-biofloc-en-acuicultura&catd=56&lang=es)
- Nicovita. 1997. Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. Perú: Alicorp. 2 p; [consultado el 30 de jul. de 2021]. <https://cesasin.mx/wp-content/uploads/2017/12/Cam-Tasa-de-conversio%CC%81n-alimenticia.pdf>
- Nootong K, Pavasant P. 2011. Effects of Organic Carbon Addition in Controlling Inorganic Nitrogen Concentrations in a Biofloc System. Thailand: National Science and Technology Development Agency; [consultado el 30 de jul. de 2021]. Journal of the world aquaculture society. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1749-7345.2011.00472.x>
- Notarianni E. 2006. Análisis del Impacto del Virus de la Mancha Blanca en el Ecuador. Ecuador: Industria

- acuicola. 26 p; [consultado el 15 de jun. de 2021]. <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Camaron/Ecuador%20despues%20de%20la%20WSSV.pdf>
- PAF. 2019. El amoníaco y la calidad de agua para el cultivo de camarón. Guatemala: PAF; [consultado el 1 de jul. de 2021]. <https://www.grupo-paf.com/acuicultura/articulo/el-amoniaco-y-la-calidad-de-agua-para-el-cultivo-de-camaron>
- Pérez El. 2007. Evaluación del crecimiento y supervivencia en larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* usando como fuente de alimento microalgas vivas y congeladas; [consultado el 20 de jun. de 2021]. VIII(5):1–6. España. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612669007>
- Prilabsa. 2020. Catálogo de productores. Ecuador: Prilabsa; [consultado el 20 de jun. de 2021]. 44 p. <https://prilabsa.com/wp-content/uploads/2020/10/Prilabsa-catalogo-sept2020-web-low.pdf>
- Rojas, A, Haws, M, Cabanillas, J. 2005. Buenas prácticas de manejo para el cultivo de camarón. México: División para Desarrollo Económico, Agricultura. 51 p; [consultado el 20 de jun. de 2021]. [https://www.crc.uri.edu/download/PKD\\_good\\_mgt\\_field\\_manual.pdf](https://www.crc.uri.edu/download/PKD_good_mgt_field_manual.pdf)
- Saúl. 2019. Alcalinidad y su importancia en la producción de camarón. Ecuador: Molinos Champion S.A; [actualizado el 1 de jul. de 2021]. <https://www.molinoschampion.com/alcalinidad/>
- Schryver P, Crab R, Defoirdt T, Boon N. 2008. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. Amsterdam: Elsevier; [consultado el 17 de jun. de 2021]. [https://www.researchgate.net/publication/216088950\\_The\\_basics\\_of\\_bio-flocs\\_technology\\_The\\_added\\_value\\_for\\_aquaculture](https://www.researchgate.net/publication/216088950_The_basics_of_bio-flocs_technology_The_added_value_for_aquaculture)
- Spanopoulos M, Martínez CA, Vanegas R. 2005. The combined effects of salinity and temperature on the oxygen consumption of juvenile shrimps *Litopenaeus*. Amsterdam: Elsevier; [consultado el 10 de jun. de 2021]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848604006866>
- van Beijnen J, Yan G. 2019. Ten Easy steps toward biofloc production of shrimp or tilapia. Filipinas: The fish site; [consultado el 28 de jun. de 2021]. <https://thefishsite.com/articles/ten-easy-steps-towards-biofloc-production-of-shrimp-or-tilapia>

- Varela M. 2011. Boletín mensual de análisis sectorial de MIPYMES: Procesamiento de camarón para exportación (R6 y R2). Ecuador: Ministerio de Industrias y Productividad. 40 p; [consultado el 10 de jun. de 2021]. <https://es.scribd.com/document/230374070/Boletin-Mensual-de-Analisis-Sectorial-de-MIPYMES-Procesamiento-de-Camaron-Para-Exportacion-Ministerio-de-Industrias-y-Productividad-ECUADOR-c>
- Vegaffinity. [fecha desconocida]. Harina de soja: Beneficios e Información Nutricional. España: Vegaffinity; [consultado el 8 de jun. de 2021]. <https://www.vegaffinity.com/comunidad/alimento/harina-de-soja-beneficios-informacion-nutricional--f336>
- Wasielesky W. 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based-intensive culture system for White shrimp *Litopenaeus vannamei*. Amsterdam: Aquaculture; [consultado el 9 de jun. de 2021]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004484860600281X>