

# **Efecto del acuamimetismo en la pre-cría de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)**

**Servio Javier Coello Ortiz  
Juan Diego Román Espinoza**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**  
Noviembre, 2020

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# **Efecto del acuamimetismo en la pre-cría de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)**

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

Presentado por

**Servio Javier Coello Ortiz**  
**Juan Diego Román Espinoza**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2020

# Efecto del acuamimetismo en la pre-cría de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)

Presentado por:

Servio Javier Coello Ortiz  
Juan Diego Román Espinoza

Aprobado:



---

Patricio E. Paz, Ph.D.  
Asesor Principal



---

Rogel O. Castillo, M.Sc.  
Director  
Departamento de Ciencia y  
Producción Agropecuaria



---

Rogel O. Castillo, M.Sc.  
Asesor



---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Vicepresidente y Decano  
Académico

## Efecto del acuamimetismo en la pre-cría de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)

Servio Javier Coello Ortiz  
Juan Diego Román Espinoza

**Resumen.** La industria de camarón ha luchado contra los patógenos que debilitan el rendimiento del animal y buscan la reducción de costos alimenticios, por lo que en este estudio se evaluó la eficiencia de la bioestimulación de una fuente de carbono en conjunto con microorganismos benéficos, *Bacillus subtilis* actuando como simbiótico, sobre los parámetros productivos de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* durante la etapa de pre-cría. El estudio se realizó en 10 tanques de fibra de vidrio que fueron divididos en dos tratamientos (control y acuamimetismo) con cinco repeticiones por tratamiento. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo. El análisis de los parámetros productivos (ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y porcentaje de sobrevivencia) se utilizó una prueba t de Student estableciendo un valor de significancia de  $P \leq 0.05$ . Se encontró diferencia entre tratamientos siendo el tratamiento con la inclusión de simbiótico el que presentó mejoras en la ganancia de peso, el índice de conversión alimenticia y en el porcentaje de sobrevivencia con respecto al control. El estudio reveló que la aplicación de una fuente de carbono bioestimulada junto con las bacterias *Bacillus* sp. brinda mejores resultados al huésped en la ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y sobrevivencia, además de proliferar microorganismos acuáticos como fuente natural nutritiva.

**Palabras clave:** Bioestimulación, post-larva, productividad, simbiótica.

**Abstract.** The shrimp industry has struggled against pathogens that weaken the growth of the animal and search for reduction of food costs. This study evaluated the efficiency of biostimulation of a carbon source with beneficial microorganisms such as *Bacillus subtilis* acting as a symbiotic on the productive parameters of *Litopenaeus vannamei* white shrimp in the nursery stage. The study was carried out in 10 fiberglass tanks that were divided into two treatments (control and aquamimicry) with five repetitions per treatment. A completely randomized design (CRD) with repeated measurements over time was used and a two sample t-test was used for analysis of the productive parameters (weight gain, feed conversion index and survival percentage), establishing a significance of  $P \leq 0.05$ . Difference was found between treatments, where the aquamimicry treatment presented better results in weight gain, feed conversion ratio and survival. The study revealed that the application of a biostimulated carbon source with the *Bacillus* sp. provides better results to the guest in weight gain, feed conversion ratio (FCR) and survival in addition to proliferating aquatic microorganisms as a natural nutritive source.

**Key words:** Biostimulation, nursery, postlarvae, productivity, symbiotic.

# ÍNDICE GENERAL

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Índice General .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexo .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>4. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>15</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>16</b>
<b>7. ANEXO .....</b>	<b>20</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXO

Cuadros	Página
1. Distribución de tratamientos en la implementación de la metodología de acuamimetismo en pre-cría de camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	8
2. Parámetros de calidad de agua en tanques utilizados en pre-cría de camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) con la implementación de la metodología de acuamimetismo.....	10
3. Ganancia de peso (g), índice de conversión alimenticia (ICA) y porcentaje de sobrevivencia con la implementación de acuamimetismo en la pre-cría de camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	13

Figuras	Página
1. Unidades de producción para la siembra de camarón blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) durante el experimento .....	4
2. (A) Empaque de las 10,000 larvas, (B) Aclimatación de larvas .....	5
3. Siembra de postlarvas en tanques del ensayo.....	5
4. (A) Coloración de aguas de tratamientos, izq=control y der=simbiótica, (B) Sifoneador artesanal para recambio de agua.....	6
5. Observación del tracto digestivo de las larvas .....	6
6. Protocolo de bioestimulación. (A) recipiente con 10 litros de agua, (B) pesado de 1,000 g de semolina, (C) control de pH, (D) pesado de 50 g de bicarbonato de sodio, (E) control de pH, (F) pesado de 10 g de probiótico, (G) fuerte aireación, (H) solución bioestimulada después de 24 horas.....	7
7. Cosecha final de camarones del ensayo con acuamimetismo .....	8

Anexo	Página
1. Pesos promedio por larva por tanque en los tres muestreos realizados .....	20

# 1. INTRODUCCIÓN

La industria del camarón se ha convertido en una alternativa de inversión de mayor interés por los productores acuícolas en las últimas dos décadas, debido a que los ingresos que genera la producción de este crustáceo han crecido exponencialmente. La producción mundial de camarones de cultivo alcanzó casi cuatro millones de toneladas en 2018, con un aumento del tres al cinco por ciento con respecto al 2017 (FAO 2020). Su crecimiento se debe a que la demanda de productos pecuarios que exige la población mundial es cada vez mayor (Pérez 2007). La producción puede verse afectada por diversos factores que afectan al camarón durante su ciclo de crecimiento, como las enfermedades. Los ingresos pueden ser impactados por cambios en el precio a nivel mundial por los principales productores en Asia. El continente asiático es uno de los pioneros en la camaronicultura, siendo uno de los mayores productores a nivel industrial. China se convirtió en el principal importador de camarones de Asia en 2018. En diciembre de 2017, China redujo su arancel de importación de camarones del cinco al dos por ciento. Desde entonces, los productores de todo el mundo han aumentado sus exportaciones directas a China (FAO 2020).

El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) es nativo de las zonas costeras del Océano Pacífico desde México hasta Perú (FAO 2006). El crecimiento óptimo de este crustáceo se logra en hábitats marinos y tropicales con fondos arenosos en aguas que superan los 20 °C, con un rango óptimo de 35 ppm de salinidad. La reproducción de los adultos se da en mar abierto, mientras que las fases larvarias y post-larvarias se dan en los manglares, donde su crecimiento está basado en su alimentación en medio natural de organismos fotosintéticos y heterótrofos también conocidos como fitoplancton y zooplancton. Dentro de su desarrollo en la primera etapa empieza con el nauplio, que no requiere de alimentación porque tienen una reserva embrionaria, la cual, la usan como alimento para pasar a protozoa, mysis y postlarva (FAO 2004).

La camaronicultura en Ecuador es una de las fuentes de empleo y divisas más grande en el país (Cámara Nacional de Acuicultura de Ecuador CNA-E 2020a). Las exportaciones de camarón ecuatoriano llegaron a su punto más alto en 1998 cuando alcanzó la cifra de 11,400 toneladas exportadas, el equivalente a US\$ 875 millones (CNA-E 2020b). En el año 2000 la industria camaronera se vio afectada debido al impacto del virus de la mancha blanca (WSSV) sobre la actividad productiva camaronera, con una producción de tan sólo 37.7 mil toneladas. Para finales del 2002 el Ecuador alcanzó la cifra de 46.8 mil toneladas exportadas, 3.24% más que el año anterior, pero todavía lejos de una real recuperación en la producción (FAO 2020). Según las estadísticas de la CNA-E las exportaciones de camarón ecuatoriano para el año 2019 alcanzó la cifra de US\$ 3,890.5 millones para el país (CNA-E 2020b). Debido a la emergencia sanitaria que atraviesa el mundo por el COVID-19 la industria acuícola camaronera ecuatoriana se ha visto afectada por una drástica caída en los precios internacionales, lo que por crisis de COVID-19 el país perdería US\$ 100 millones en exportaciones (Zuo *et al.* 2020).

Las enfermedades siguen siendo uno de los mayores problemas para el desarrollo vital del camarón. Es por eso por lo que los mayores productores del mundo han desarrollado métodos de control para contrarrestar estos problemas que afectan directamente a la economía (Seaman 2018). Sin dejar atrás la variabilidad de los precios del camarón, es importante destacar que esta diferencia va a depender del mercado estable en el que se encuentre el productor.

En los últimos años, debido a tantas complicaciones sanitarias que se presentan en la producción de camarón y complicaciones en el mercado, hoy más que nunca el uso de probióticos, prebióticos y simbióticos se ha considerado un elemento esencial en las prácticas de la acuicultura para mejorar el crecimiento, incrementar el sistema inmunitario del animal, reducir al máximo los costos de producción. Además, la implementación de estos productos reduce el uso de los antibióticos y algo más importante, los costos de alimentación. Así mismo, reduce la cantidad de materia orgánica descompuesta en la columna de agua y se genera una nueva alternativa más limpia para el sector acuícola.

Tanbiyaskur y Lusiatutic (2015) y Okey *et al.* (2018) comprueban que la aplicación de prebióticos y probióticos en la dieta del camarón da una respuesta inmune positiva. Los resultados indican que la combinación de 2% de prebióticos y 1% de probióticos para producir lo que ha venido a conocerse como simbióticos, incrementan la actividad de la enzima fenoloxidasa, la cual, da como resultado el aumento de la capacidad de los camarones para combatir contra los patógenos, lo que conlleva a la mejora del sistema inmunológico del animal (Arisa *et al.* 2015).

Acuamimetismo o aquamimicry (AQM) es una nueva técnica de producción de la tecnología simbiótica que está ligada a investigaciones y aplicaciones en el sector acuícola, la cual se desarrolla por acuicultores que buscan imitar las condiciones naturales y generar en mayor cantidad las fuentes nutritivas del medio natural de las especies acuícolas para que así los organismos acuáticos puedan alimentarse de su fuente natural nutritiva y reducir al máximo los costos alimenticios. Esta tecnología genera un ambiente acuático controlado por bacterias benéficas del género *Bacillus* y *Lactobacillus* que son promovidas por fuentes de carbono como el salvado de arroz con su gran aporte de almidón, el cual una vez bioestimulado permite un mejor balance carbono: nitrógeno en el agua, generando una mejora en el ambiente acuático y afectando positivamente la salud de los organismos acuáticos. Sin embargo, aún no está claramente determinado el mecanismo de acción directo ni los actores que influyen en el funcionamiento de esta nueva tecnología conocida como aquamimicry (Bioaquafloc 2019a).

La técnica de acuamimetismo no debe confundirse con el simbiótico, el cual viene de simbiosis y se define como la interacción de dos organismos de diferentes especies para beneficio mutuo o de un tercero. Es por eso por lo que la unión de probióticos y prebióticos, lo cual llamamos simbiótico, afecta beneficiosamente al organismo acuático. Los beneficios del simbiótico aplicados en la columna de agua aumentan la eficacia en las labores acuícolas mediante la reducción de enfermedades, reducción de los costos alimenticios, productivos, reducción del recambio de agua y no adición de productos químicos, lo cual genera un impacto positivo en el medio ambiente, impacto similar que desea generarse con la técnica de acuamimetismo (Bioaquafloc 2019b).

Los probióticos, productos esenciales para todas las técnicas que involucran bioestimulación de un sustrato, son microorganismos vivos que al ser ingeridos colonizan el rumen o el intestino generando una reducción en la actividad de microorganismos patógenos, como *Escherichia coli* e incluso *Salmonella* spp. (Betalia 2020). De igual utilidad dentro de estas técnicas están los prebióticos, que se definen como un ingrediente alimenticio no digerible específico de los probióticos que afecta beneficiosamente al huésped al estimular selectivamente el crecimiento y / o actividad de una o un número limitado de bacterias en el colon (Gibson y Roberfroid 1995). El simbiótico es el resultado de la mezcla de probióticos y prebióticos, que en su conjunto afectan beneficiosamente al huésped mediante la biomodificación del medio, mejorando la supervivencia

e implantación de suplementos dietéticos microbianos vivos en el tracto gastrointestinal del anfitrión (Andersson *et al.* 2001).

En este estudio se evaluó el comportamiento de la interacción de microorganismos benéficos junto con una fuente de carbono mediante el proceso de respiración aeróbica aplicado a la columna de agua, en donde los microorganismos incrementan la producción primaria y secundaria. Por otro lado, descomponen la materia orgánica del medio generada por excesos de alimento y por las heces de los camarones (Bioaquafloc 2019c).

El objetivo del presente estudio fue la evaluación de la técnica de acuamimetismo mediante un proceso de respiración aeróbica de una fuente de carbono en conjunto con microorganismos benéficos *Bacillus subtilis* sobre la ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y sobrevivencia de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en la etapa de pre-cría.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación y periodo de ejecución

El experimento se llevó a cabo en el mes de junio del año 2020 en la camaronera Rosita, localizada en Machala, Ecuador. La camaronera se encuentra a 10 msnm, con una temperatura promedio durante la ejecución de 24 °C.

### Unidades de producción

Para fines de este experimento se utilizaron 10 tanques de fibra de vidrio de 1.0 m<sup>3</sup> con un volumen operativo de 0.9 m<sup>3</sup> colocados bajo un techo para protección de los rayos solares directos (Figura 1). Se utilizó un blower regenerativo de la marca Aquatic con una potencia de cinco caballos de fuerza (5 HP). Cada tanque contó con un sistema de difusión con mangueras difusoras ubicadas en el fondo del tanque.



Figura 1. Unidades de producción para la siembra de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) durante el experimento.

### Transporte y aclimatación de post-larvas

Un total de 10,000 post-larvas fueron provistas por el laboratorio comercial Arnilab y transportadas en bolsas plásticas conteniendo agua saturada con oxígeno (Figura 2). La aclimatación se realizó por un período de 20 minutos para ajustar a la salinidad del agua y temperatura en los tanques del experimento.



Figura 2. (A) Empaque de las 10,000 larvas, (B) Aclimatación de larvas.

### Siembra

La siembra se realizó en estadio post larval de 12 días (PL12), distribuidas equitativamente en los 10 tanques experimentales (Figura 3). La densidad de siembra fue de 704 PL/m<sup>2</sup>, siguiendo las indicaciones de Meyer (2004) que la densidad de siembra en la etapa post-larval debe fluctuar entre 800 y 1,200 PL/m<sup>2</sup>. El peso promedio inicial por larva fue de 0.001 g.



Figura 3. Siembra de postlarvas en tanques del ensayo.

### Calidad de agua

Durante el experimento se registraron diariamente los niveles de pH a las 06:00 y 18:00 horas mediante un potenciómetro HANNA<sup>®</sup> HI98127. La temperatura y los niveles de oxígeno disuelto fueron registrados a las 02:00, 06:00 y 18:00 horas mediante un oxigenómetro YSI PRO<sup>®</sup> i20. La salinidad y el amonio se tomó una vez por semana por tanque a las 6:00 horas, usando un refractómetro PCE-0100 y un kit de amonio API<sup>®</sup>, respectivamente.

Así mismo, los recambios de agua se realizaron mediante sifoneo en el fondo de cada tanque y de acuerdo con los parámetros de calidad de agua registrados. El sifoneo permitió eliminar alimento no consumido, heces de las larvas, exoesqueletos de mudas presentes en los tanques, reduciendo la contaminación del agua. El recambio en los tanques de control se realizó a diario, con un recambio

del 30% del volumen total del tanque, y para los tanques de simbiótica se realizaron recambios de agua cada dos a tres días con el 10% del volumen total del tanque. Esta frecuencia de recambio de agua siguió el control de los parámetros de calidad de agua. El agua para realizar los recambios de los tanques del ensayo fue desinfectada previamente con una solución de peróxido de hidrogeno con la finalidad de eliminar la mayor cantidad de microorganismos patógenos y se usó una malla de 100 micras para evitar la entrada de organismos a los tanques (Figura 4).



Figura 4. (A) Coloración de aguas de tratamientos, izq = control y der = simbiótica, (B) Sifoneador artesanal para recambio de agua.

### Alimentación

La cantidad de alimento proporcionado o ración por tanque se calculó mediante la biomasa inicial (porcentaje de peso vivo del animal). Se inicio con un 24% de la biomasa inicial, ajustando la ración en cada muestreo de acuerdo con el peso promedio por larva por tanque basado en un boletín de la empresa Nicovita (Arias 2010), con una frecuencia de alimentación de seis raciones por día (03:00, 07:00, 11:00, 15:00, 19:00, 23:00). Se utilizó balanceado comercial Shrimp Starter Zeigler® <600 micras de 55% de proteína cruda y 15% de grasa, proporcionado por la compañía Prilabsa. Durante los 25 días de cultivo se realizaron observaciones diarias del tracto digestivo de las larvas para verificar un consumo adecuado, la salud de los animales y que el alimento proporcionado sea el correcto y no generar excesos de alimento (Figura 5).



Figura 5. Observación del tracto digestivo de las larvas.

### Protocolo de bioestimulación

En un recipiente de 20 litros se añadieron 10 litros de agua previamente filtrada y desinfectada. Se agregó 1,000 g de semolina de arroz y se midió el nivel de pH del agua para verificar que éste no estuviera debajo de 6.0. Una vez verificado el nivel de pH, se agregaron 10 g de probiótico comercial EPICIN-G2®. Se hizo una mezcla homogénea y se dejó por 24 horas con fuerte aireación mediante una manguera difusora. Se midió el nivel de pH cada hora para tener un control, ya que si el nivel de pH se encontraba por debajo de 6.0 habría que agregarle entre 50 a 100 g de bicarbonato de sodio para estabilizar el nivel de pH entre 6.0 a 7.5 (Figura 6).



Figura 6. Protocolo de bioestimulación. (A) recipiente con 10 litros de agua, (B) pesado de 1000 g de semolina, (C) control de pH, (D) pesado de 50 g de bicarbonato de sodio, (E) control de pH, (F) pesado de 10 g de probiótico, (G) fuerte aireación, (H) solución bioestimulada después de 24 horas.

### Insumos utilizados para la mezcla

- 1) Semolina de arroz: cereal que funciona como sustrato que además de ser económico contiene una cantidad muy importante de grasa, lo cual la calidad va a depender de la piladora que lo produzca. Este sustrato es una fuente extraordinaria de energía dietética, que permite el crecimiento de bacterias, cuya función es servir de alimento brindándoles energía suficiente para su activación en el proceso de respiración aeróbica (Kawahigashi 2019).
- 2) Bicarbonato de sodio: producto que actúa como regulador de pH (buffer) en el medio (ATCC 2020). Se agrega bicarbonato de sodio para estabilizar el pH y darles las condiciones óptimas a las bacterias para su proliferación dependiendo de su condición en el proceso de respiración aeróbica. Por lo tanto, al usar bacterias de condición aeróbica necesitaremos siempre mantener el pH arriba de 6.0.

- 3) EPICIN®-G2: probiótico comercial con bacterias *Bacillus subtilis*, enzimas y estabilizadores agregados que ayudan a mejorar la calidad de agua del estanque de siembra, brindando las condiciones óptimas para el crecimiento del animal. Descompone la materia orgánica que son las heces desechadas por las larvas y de la descomposición del alimento no consumido, por lo tanto, permite crear un ambiente sano y libre de tóxicos. También mejora el sistema inmunológico de la larva haciéndola menos susceptible a enfermedades.

### Muestreos y cosecha

Se realizaron tres muestreos durante los 30 días de cultivo distribuidos al día 20, 25 y 30 del mes de junio. Para efectos del experimento se realizaron tres submuestreos de 30 animales, con un total de 90 animales por tanque. El pesado se realizó en seco en una balanza digital Camry EHA501 0.01-100 g, obteniendo el peso promedio por larva por tanque.

En la mañana del día 30 de cultivo a las 07:00 horas se realizó el muestreo final bajando el nivel de agua a 100 L (90%) del volumen total del tanque y se realizó el conteo total de larvas por tanque para obtener los datos de sobrevivencia.



Figura 7. Cosecha final de camarones del ensayo con acuamimetismo.

### Tratamientos

En este proyecto se realizaron dos tratamientos con cinco repeticiones por tratamiento. El primer tratamiento fue denominado control el cual se basó en alimentar las larvas con balanceado comercial Shrimp Starter Zeigler® con 55% de proteína cruda. El segundo tratamiento incluyó la aplicación del simbiótico a la columna de agua con semolina de arroz usado como sustrato para el proceso de bioestimulación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de tratamientos en la implementación de la metodología de acuamimetismo en pre-cría de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Tratamiento	Descripción
Control	Dieta comercial (Shrimp starter Zeigler®)
Acuamimetismo	Dieta comercial (Shrimp starter Zeigler®) + Solución (0.5 L)

## **Variables medidas**

**Sobrevivencia (%).** Esta variable indica el porcentaje de animales que sobrevivió del total de animales sembrados. Para medir esta variable se dividió los animales cosechados entre los animales sembrados y se multiplicó por 100, mediante la ecuación 1.

$$\text{Sobrevivencia} = (\text{animales cosechados} / \text{animales sembrados}) \times 100 \quad [1]$$

**Índice de conversión alimenticia (ICA).** Esta variable indica la eficiencia del animal de aprovechar al máximo los nutrientes de la dieta, convirtiendo el alimento en biomasa. La biomasa se obtiene multiplicando el total de animales por el peso de cada larva mediante la ecuación 2. El ICA se calculó dividiendo el total de alimento proporcionado entre la diferencia de la biomasa final con la biomasa inicial mediante la ecuación 3.

$$\text{Biomasa: Cantidad de animales} \times \text{peso de cada larva} \quad [2]$$

$$\text{ICA} = \text{Cantidad de alimento proporcionado} / \text{Biomasa final} - \text{Biomasa inicial} \quad [3]$$

**Ganancia de peso (GP).** Esta variable indica el peso ganados por cada animal (g) al final de cada muestreo. Para medir esta variable se resta el peso final promedio por animal menos el peso inicial promedio por animal mediante la ecuación 3.

$$\text{Ganancia de Peso} = \text{Peso final promedio por animal} - \text{peso inicial promedio por animal} \quad [3]$$

## **Diseño experimental y análisis estadístico**

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo y se usó la prueba “t” de Student contando con dos tratamientos y cinco repeticiones con un total de 10 unidades experimentales. Se utilizó el paquete estadístico MINITAB® (versión 18), con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Calidad de agua

Durante este estudio se registró la calidad del agua para asegurar que esta no afectó negativamente el ensayo. La temperatura se mantuvo por debajo del rango óptimo durante su desarrollo según lo establecido por Boyd (2001) quien indicó que las especies de camarón de aguas tropicales crecen mejor a temperaturas entre 25 °C y 32 °C, por lo que debajo de 25 °C o encima de 32 °C los camarones tendrán un crecimiento y desarrollo de bajo rendimiento (Cuadro 2). El oxígeno disuelto se mantuvo dentro del rango óptimo según lo reportado por Talavera *et al.* (1997a) quienes establecen que los niveles críticos de oxígeno disuelto están directamente relacionados con la salud del camarón, donde 0 a 3.0 mg/L representa una amenaza al bienestar del camarón. Los tanques con el tratamiento de acuamimetismo presentaron una disminución de oxígeno disuelto durante la tarde, sin considerarse detrimental para la producción. Esta reducción de oxígeno concuerda con una mayor cantidad de producción primaria dentro del estanque, lo cual es un efecto positivo de la simbiótica, coincidiendo con Talavera *et al.* (1997b) quienes indican que los organismos presentes de manera natural en el medio requieren de oxígeno para la descomposición de la materia orgánica proveniente de las heces y desechos de alimento. El pH se mantuvo dentro del rango óptimo según lo establecido por Chanratchakool (2002) quien menciona que los camarones obtienen un mejor desarrollo con niveles de pH entre 7.5 y 8.3. Los niveles de amonio en los tanques de acuamimetismo tuvieron un promedio de 0.3 mg/L a diferencia de los tanques de control con un promedio de 1.3 mg/L. Wickings y Lee (2002) mencionan que el nivel óptimo de amonio debe fluctuar entre 0.09 mg/L a 0.11 mg/L.

Cuadro 2. Parámetros de calidad de agua en tanques utilizados en pre-cría de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con la implementación de la metodología de acuamimetismo.

Tratamientos	Tanques	Temperatura (°C)		Oxígeno disuelto (mg/L)			pH	
		06:00	18:00	02:00	06:00	18:00	06:00	18:00
Acuam.	1	24.3	25.3	6.41	6.44	5.58	8.07	8.03
Acuam.	2	24.3	25.5	6.55	6.56	5.88	8.03	8.00
Acuam.	3	24.1	24.9	6.38	6.39	5.71	8.07	8.05
Acuam.	4	24.4	25.6	6.33	6.45	5.52	7.87	7.90
Acuam.	5	24.0	24.9	6.42	6.48	5.84	8.13	8.06
Control	6	24.3	25.4	6.62	6.67	6.39	8.15	8.18
Control	7	24.2	25.1	6.63	6.67	6.39	8.15	8.16
Control	8	24.3	25.3	6.67	6.70	6.43	8.09	8.12
Control	9	24.0	24.8	6.67	6.70	6.43	8.09	8.12
Control	10	24.4	25.5	6.66	6.73	6.42	7.99	8.04

Acuam. : Acuamimetismo

## Parámetros productivos

### Ganancia de peso

Se encontró diferencia ( $P \leq 0.05$ ) en la ganancia de peso de las larvas en los tanques que recibieron el tratamiento de acuamimetismo en la columna de agua con respecto al tratamiento control (Cuadro 3). Kawahigashi (2019) menciona que la inclusión de material bioestimulado afecta positivamente la ganancia de peso del camarón con una diferencia de dos gramos respecto al manejo convencional. Así mismo, Liu *et al.* (2009) confirma la eficiencia probiótica de *B. subtilis* para mejorar la ganancia de peso de *L. vannamei*. Gibson y Roberfroid (1995) afirman que el uso de materiales bioestimulados afecta positivamente al huésped estimulando el crecimiento y acelerando el metabolismo de un número limitado de bacterias benéficas. Esta diferencia se puede relacionar con el incremento de producción primaria y secundaria en la columna de agua que según Deepak *et al.* 2020 la técnica de acuamimetismo lo genera y se considera un suplemento con una buena fuente nutritiva. Chakravarty *et al.* (2018) estas especies son más nutritivas que la *Artemia salina*. Drillet *et al.* (2006), consideran estas bacterias como una fuente extra de alimento muy importante en el desarrollo de la especie durante su estadio post-larval.

Así mismo, Liu *et al.* (2017) y Tsai *et al.* (2019) mencionan que la incorporación de bacterias probióticas *Bacillus* spp. en el crecimiento de *L. vannamei*. genera un efecto positivo en la biomasa final del mismo debido al incremento de enzimas intestinales que ayudan a la digestibilidad y asimilación de nutrientes que se le proporciona. Según Sampaio Leite (2020) en un estudio realizado con la implementación de salvado de arroz y concentraciones de *Bacillus* spp. en comparación con el tratamiento control menciona que encontró diferencia significativa en el peso final del camarón blanco *L. vannamei*. Esto se asimila a nuestro estudio donde encontramos una diferencia significativa mayor en el peso final del tratamiento de acuamimetismo con respecto al control. Por lo que podemos concluir, que la implementación de productos derivados de origen vegetal proporciona nutrientes en el medio donde se desarrolla el camarón que sirven para la proliferación de zooplancton, siendo estos una fuente extra muy nutritiva para la especie.

### Índice de conversión alimenticia (ICA)

Es una variable importante porque nos permite evaluar la capacidad del camarón de convertir alimento en biomasa Nicovita (1997). En este estudio se encontró diferencia ( $P \leq 0.05$ ) en el índice de conversión alimenticia de ambos tratamientos, demostrando un menor ICA en los tanques con la inclusión de acuamimetismo (Cuadro 3). Esta diferencia entre tratamientos se relaciona a la mejora en productividad primaria (fitoplancton) y secundaria (zooplancton) con la ayuda del tratamiento de acuamimetismo y una mayor disponibilidad de nutrientes (Boyd 2001). El ICA reportado en este ensayo refleja el efecto de la temperatura del agua, coincidiendo con Boyd (2001) y Talavera *et al.* (1997c) quienes establecen que fuera de su rango de temperatura, el consumo disminuye entre 30 y 50%. Es por eso, que los niveles altos de ICA en ambos tratamientos reflejan un consumo subóptimo, especialmente al inicio del ensayo, provocado por temperaturas subóptimas, siendo el nivel adecuado no mayor a 1.5 de conversión alimenticia (Nicovita 1997).

Por otro lado, Ochoa-Solano y Olmos-Soto (2006) destacan los efectos positivos del probiótico *B. subtilis* en el índice de conversión alimenticia debido a que convierte en moléculas más simples de los nutrientes. Liu *et al.* (2009) mencionan que las bacterias probióticas *B. subtilis* E20 es capaz de

secretar enzimas digestivas las cuales incrementan el crecimiento e índice de conversión alimenticia.

Así mismo, Rosales *et al.* (2011) menciona que *B. subtilis* promueve el conteo de hemocitos y de lisosomas provocando inmunidad ante la enfermedad de la mancha blanca (WSSV). Por lo tanto, podemos destacar que el uso de acuamimetismo para mejorar la columna de agua fortalece el sistema inmunológico, lo cual genera una resistencia mayor ante enfermedades que disminuye el estrés del animal y afecta positivamente su conversión alimenticia.

### **Sobrevivencia**

La sobrevivencia de este ensayo presentó diferencia ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 3). Esta variable posiblemente se vio afectada positivamente por el acuamimetismo y la calidad del agua de los tanques que resultó de su uso, ya que la técnica de acuamimetismo promueve la descomposición de materia orgánica en el medio, brindando condiciones óptimas para el desarrollo del animal (Orellana y Castro 2016). Bravo-Chávez y Santos-Farias (2019) señalan la influencia que tiene la temperatura del agua y de la fuente de agua sobre la supervivencia Abad *et al.* (2011). Orellana y Castro (2016) mencionan que la calidad de agua de los estanques, calidad de fondo e infraestructura de los estanques se consideran causas internas a las que se les atribuye la influencia sobre el porcentaje de sobrevivencia. Sin embargo, la sobrevivencia de ambos tratamientos se encuentra por encima del porcentaje óptimo según Fenucci (1998), quien afirma que un nivel aceptable de sobrevivencia es superior a 50%.

Los resultados de este ensayo muestran que la adición de semolina de arroz bioestimulada a la columna de agua afectó positivamente a los animales de manera indirecta, ya que se observa que en los tanques tratados con la inclusión de simbiótica a la columna de agua ofrece una mejor conversión alimenticia y mejor ganancia de peso por parte de los copépodos que normalmente proliferan con el acuamimetismo. Moustafa *et al.* (2020) demostraron que no existió una mejora en el crecimiento del camarón mediante la aplicación de acuamimetismo, pero establece que otros estudios demuestran que la reacción del acuamimetismo provoca una mejora en la digestibilidad por las enzimas digestivas al producir ácidos grasos de cadena corta por el proceso de bioestimulación, es decir, la transformación de moléculas complejas a simples (Gatesoupe 1999; Daniels *et al.* 2010; Qinghui *et al.* 2011).

Otros estudios han comprobado la eficiencia de las bacterias *Bacillus* spp. en los camarones *Penaeus monodon* y *Farantepenaeus indicus* donde demostraron una mejora en el crecimiento, en la tasa de supervivencia y en el sistema inmune del animal siendo muy resistente a enfermedades (Moustafa *et al.* 2020; Nayak *et al.* 2007). Por lo tanto, es posible que, bajo condiciones ambientales mejores, se pueda observar una mejora en el sistema inmune, y lograr reducir el estrés, un mejor desarrollo y aprovechamiento de nutrientes por parte del efecto de las bacterias Gram positivas que se usaron en nuestro estudio.

Cuadro 3. Ganancia de peso (g), índice de conversión alimenticia (ICA) y porcentaje de sobrevivencia con la implementación de acuamimetismo en la pre-cría de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

<b>Tratamientos</b>	<b>Ganancia de peso (g)</b>	<b>ICA</b>	<b>Sobrevivencia (%)</b>
Control	0.04 ±0.011	4.20 ±0.88	63 ±0.9
Acuamimetismo	0.08 ±0.018	2.04 ±0.58	79 ±7.8
Probabilidad	0.006	0.001	0.0281
Coefficiente de variación (%)	25	24.5	5.7

## 4. CONCLUSIÓN

- La técnica de acuamimetismo aplicada a la columna de agua en la etapa de pre-cría de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* tuvo un impacto positivo mejorando significativamente la ganancia de peso, el índice de conversión alimenticia y el porcentaje de sobrevivencia con respecto al tratamiento control.

## 5. RECOMENDACIONES

- Realizar el experimento en tanques de producción cubiertos por geomembrana para la etapa de pre-cría y en la etapa de engorde para determinar la eficiencia de la técnica de acuamimetismo en el ciclo completo de la producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).
- Realizar un análisis financiero para ver la viabilidad del uso de la técnica de acuamimetismo mediante la inclusión de simbiótico a la columna de agua.

## 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. En: Avances en Acuicultura y Manejo Ambiental, Ruiz-Luna A, Berlanga-Robles CA, Betancourt Lozano M. (eds). Editorial Trillas. pp 151-164.
- Andersson H, Asp NG, Ake B, Roos S, Wadstrom T, Wold AE. 2001. Health effects of probiotics and prebiotics. A literature review on human studies. *Scandinavian Journal of Nutrition/Näringsforskning*, 45(1): 58-7.
- Arias S. 2010. Experiencias de manejo de raceways en el cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei* en Ecuador. Guayaquil, Ecuador: Alicorp; [consultado el 16 de jun de 2020]. [https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/ene\\_mar\\_2010.pdf](https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/ene_mar_2010.pdf).
- Arisa II, Widanarni W, Yuhana M, Muchlisin ZA, Muhammadar AA. 2015. The application of probiotics, prebiotics and synbiotics to enhance the immune responses of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) to *Vibrio harveyi* infection. *AAFL Bioflux*, 8(5): 772-778.
- Betalia. 2020. Los prebióticos como alternativa en alimentación animal. España: Betalia [consultado el 14 de jun de 2020]. <https://www.betalia.es/prebioticos-alternativa-alimentacion-animal/>.
- Bioaquafloc. 2019a. Uso de levaduras en acuicultura simbiótica. Nuevas técnicas acuícolas. España: BAF-Bioaquafloc; [consultado el 16 de jun de 2020]. <https://www.bioaquafloc.com/aquamimicry/uso-de-levaduras-en-acuicultura-simbiotica-nuevas-tecnicas-acuicolas/>.
- Bioaquafloc. 2019b. ¿Qué es la acuicultura simbiótica? ¿Algo más que biofloc y aquamimicry? España: BAF-Bioaquafloc; [consultado el 1 de jun de 2020]. <https://www.bioaquafloc.com/aquamimicry/que-es-la-acuicultura-simbiotica-algo-mas-que-biofloc-y-aquamimicry/>.
- Boyd CE. 2001. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. En: Haws M, Boyd CE, editores. Métodos para mejorar la camaronicultura en Centro América. Imprenta UCA, Managua, Nicaragua.
- Bravo Chávez LK, Santos Farias GE. 2019. Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 22 p.
- Chakravarty S, Prakash S, Kumar S. 2018. Back to the basics: biomimicry in shrimp farming. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(5): 2172-2184.

- CNAE, Cámara Nacional de Acuicultura de Ecuador. 2020. Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales. Guayaquil: Cámara Nacional de Acuicultura; [consultado el 25 de mar de 2020]. <http://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Chanratchakool P. 2002. Recomendaciones técnicas y principios sobre manejo de estanques. Parte I. Conferencia-Tumbes, Mayo 2002. Perú. [consultado el 23 de may de 2020]. [http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/jun\\_2002.pdf](http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/jun_2002.pdf)
- Daniels CL, Merrifield DL, Boothroyd DP, Davies SJ, Factor JR, Arnold KE. 2010. Effect of dietary *Bacillus* spp. and mannan oligosaccharides (MOS) on european lobster (*Homarus gammarus* L.) larvae growth performance, gut morphology and gut microbiota. *Aquaculture*, 304(1-4): 49-57.
- Deepak AP, Vasava RJ, Elchelwar VR, Tandel DH, Vadher KH, Shrivastava V, Prabhakar P. 2020. Aquamimicry: New and innovative approach for sustainable development of aquaculture. *Journal of entomology and zoology studies*, 8(2): 1029-1031.
- Drillet G, Jorgensen NOG, Sorensen T, Ramlov H, Hansen BW. 2006. Biochemical and technical observations supporting the use of copepods as live feed organisms in marine larviculture. *Aquaculture Research*, 37(8): 756-772.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2004. Manejo sanitario y mantenimiento de la bioseguridad de los laboratorios de postlarvas de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en América Latina. FAO Documento Técnico de Pesca 450. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; [consultado el 22 de feb de 2020]. <http://www.fao.org/3/a-y5040s.pdf>
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2006. Programa de información de especies acuáticas: *Penaeus vannamei*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; [consultado el 11 de abr de 2020]. [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus\\_vannamei/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es).
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2020. Visión general del sector acuícola nacional - Ecuador. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; [consultado el 23 de jun de 2020]. [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_ecuador/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador/es)
- Fenucci JL. 1988. Manual para la cría de camarones peneidos. AQUILA - Apoyo a las Actividades Regionales de Acuicultura para América Latina y el Caribe, Argentina. 93 p.
- Gatesoupe FJ. 1999. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180(1-2): 147-165.
- Gibson GR, Roberfroid MB. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125(6): 1401-1412.

- Kawahigashi D. 2019. Costo beneficio de simbióticas. AquaExpo El Oro, Ecuador. Agosto 2020. CNAE; [consultado el 3 de jul de 2020]. <http://aquaexpoeloro.cna-ecuador.com/wp-content/uploads/2019/07/David-Kawahigashi.pdf>.
- Liu CH, Chiu CS, Ho PL, Wang SW. 2009. Improvement in the growth performance of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, by a protease producing probiotic, *Bacillus subtilis* E20 from natto. *Journal of Applied Microbiology*, 107(3): 1031–1041.
- Liu H, Wang S, Cai Y, Guo X, Cao Z, Zhang Y, Liu S, Yuan W, Zhu W, Zheng Y, Xie Z, Guo W, Zhou Y. 2017. Dietary administration of *Bacillus subtilis* HAINUP40 enhances growth, digestive enzyme activities, innate immune responses, and disease resistance of tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 60: 326–333.
- Meyer DE. 2004. Introducción a la Acuicultura. 1ª ed. Zamorano (Honduras): Escuela Agrícola Panamericana; [consultado el 11 de jul de 2020]. [https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2490/1/208986\\_0363%20-%20Copy.pdf](https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2490/1/208986_0363%20-%20Copy.pdf)
- Moustafa EM, Saad TT, Khalil RH, Dawood MAO, Lolo EE. 2020. The ameliorative role of synbiotic culture techniques application in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during nursery stage. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 8(3): 260-277.
- Nicovita. 1997. Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. Boletín nicovita, Perú; [consultado el 10 de jul de 2020]. [http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/mar\\_97\\_01.pdf](http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/mar_97_01.pdf)
- Nayak SK, Swain P, Mukherjee SC. 2007. Effect of dietary supplementation of probiotic and vitamin C on the immune response of Indian major carp, *Labeo rohita* (Ham.). *Fish Shellfish Immunology*, 23(4): 892-896.
- Ochoa-Solano JL, Olmos-Soto J. 2006. The functional property of *Bacillus* for shrimp feeds. *Food Microbiology*, 23(6): 519–525.
- Orellana CM, Castro J. 2016. Factores que inciden en la mortalidad del camarón marino en cooperativas del sector El Zompopero, Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. *Revista Tecnológica*, 9: 39-44.
- Okey IB, Gabriel UU, Deekae SN. 2018. The use of synbiotics (prebiotic and probiotic) in aquaculture development. *Sumerianz Journal of Biotechnology*, 1(2): 51-60.
- Pérez EI. 2007. Evaluación del crecimiento y supervivencia en larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* usando como fuente de alimento microalgas vivas y congeladas. *Revista Electrónica de Veterinaria*, VIII(5): 1-6.

- Qinghui A, Xu H, Mai K, Xu W, Wang J, Zhang W. 2011. Effects of dietary supplementation of *Bacillus subtilis* and fructooligosaccharide on growth performance, survival, non-specific immune response and disease resistance of juvenile large yellow croaker, *Larimichthys crocea*. *Aquaculture*, 317(1-4): 155-161.
- Rosales SA, Lozano MB, Albores FV, Roque A. 2011. Interacción de factores físicos, químicos y biológicos en el cultivo del camarón. En: Avances en Acuicultura y Manejo Ambiental, Ruiz-Luna A, Berlanga-Robles CA, BetancourtLozano M. editores. Editorial Trillas. pp 151-164.
- Sampaio Leite J. 2020. Subprodutos da agroindústria atuam como fonte de carbono e alimento no cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* [Tesis]. Universidade Federal Do Ceará, Fortaleza-Brasil. 124 p.
- Seaman T. 2018. Perspectiva de la producción camaronera de cultivo, 2018. Undercurrent News; [consultado el 23 de jun de 2020]. <http://climapesca.org/2018/02/05/perspectiva-de-la-produccion-camaronera-de-cultivo-2018/>
- Talavera V, Zapata LM, Sanchez D. 1997. Amoniaco en estanques de producción de camaronera. *Boletín Nicovita*, Vol. 2; [consultado el 12 de jul de 2020]. [https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/jul\\_97.pdf](https://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/jul_97.pdf).
- Talavera V, Zapata LM, Sanchez D. 1997. Interrelaciones de la temperatura, oxígeno y amoniaco tóxico en el cultivo de camarón en Tumbes. *Boletín Nicovita*. [consultado el 12 de jul de 2020]. [http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/ago\\_97\\_02.pdf](http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/ago_97_02.pdf)
- Talavera V, Zapata LM, Sanchez D. 1997. Tasa o factor de conversión alimenticia en el cultivo de camarón. *Boletín Nicovita*. [consultado el 8 de ago de 2020]. [http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/mar\\_97\\_01.pdf](http://www.nicovita.com/extranet/Boletines/mar_97_01.pdf)
- Tanbiyaskur W, Lusiastuti AM. 2015. Administration of *Bacillus* NP5 and oligosaccharide to enhance the immune response in tilapia *Oreochromis niloticus* towards streptococcosis. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 20(2): 304-315
- Tsai CY, Chi CC, Liu CH. 2019. The growth and apparent digestibility of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, are increased with the probiotic, *Bacillus subtilis*. *Aquaculture Research*, 50(5): 1-7.
- Wickings JF, Lee D. 2002. Crustacean farming: ranching and culture. 2nd ed. Oxford, U.K: Wiley-Blackwell Scientific Publishing. 464 p.
- Zuo ZH, Shang BJ, Shao YC, Li WY, Sun JS. 2020. Detección de probióticos intestinales y efectos de la alimentación en el crecimiento, actividad enzimática inmune, digestiva y flora intestinal de *Litopenaeus vannamei*. *Revista Acuicultura*, 136: 44-51.

## 7. ANEXO

Anexo 1. Pesos promedio por larva por tanque en los tres muestreos realizados.

<b>Tanques</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Peso inicial</b>	<b>Peso promedio larva #1</b>	<b>Peso promedio larva #2</b>	<b>Peso promedio larva #3</b>
1	Acuamimetismo	0.001	0.02	0.06	0.1
2	Acuamimetismo	0.001	0.02	0.04	0.09
3	Acuamimetismo	0.001	0.02	0.04	0.08
4	Acuamimetismo	0.001	0.02	0.05	0.08
5	Acuamimetismo	0.001	0.01	0.03	0.05
6	Control	0.001	0.01	0.03	0.06
7	Control	0.001	0.01	0.02	0.04
8	Control	0.001	0.01	0.03	0.05
9	Control	0.001	0.01	0.02	0.04
10	Control	0.001	0.01	0.02	0.03









# 19059\_20246\_Efectodelacuamimetismoenlapre críadecamarónblanco(Litopenaeusvannamei)

Final Audit Report

2020-11-03

Created:	2020-11-03
By:	Patricio Paz (ppaz@zamorano.edu)
Status:	Signed
Transaction ID:	CBJCHBCAABAACKbXqWJY3eoYsDi0LmMwrlqREP4XpAcN

## "19059\_20246\_Efectodelacuamimetismoenlapre críadecamarónblanco(Litopenaeusvannamei)" History

-  Document created by Patricio Paz (ppaz@zamorano.edu)  
2020-11-03 - 5:46:00 PM GMT- IP address: 186.2.138.34
-  Document emailed to Rogel Castillo (rcastillo@zamorano.edu) for signature  
2020-11-03 - 5:47:22 PM GMT
-  Email viewed by Rogel Castillo (rcastillo@zamorano.edu)  
2020-11-03 - 8:39:15 PM GMT- IP address: 200.10.153.23
-  Document e-signed by Rogel Castillo (rcastillo@zamorano.edu)  
Signature Date: 2020-11-03 - 8:39:30 PM GMT - Time Source: server- IP address: 200.10.153.23
-  Document emailed to Luis Fernando Osorio (ctrejo@zamorano.edu) for signature  
2020-11-03 - 8:39:32 PM GMT
-  Email viewed by Luis Fernando Osorio (ctrejo@zamorano.edu)  
2020-11-03 - 8:59:58 PM GMT- IP address: 181.115.63.19
-  Document e-signed by Luis Fernando Osorio (ctrejo@zamorano.edu)  
Signature Date: 2020-11-03 - 9:01:11 PM GMT - Time Source: server- IP address: 181.115.63.19
-  Agreement completed.  
2020-11-03 - 9:01:11 PM GMT