

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



Proyecto Especial de Graduación
Evaluación de DVAQUA® en la alimentación de camarón blanco
(Litopenaeus vannamei)

Estudiante

José Alonso Vásquez Díaz

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

Yordan Martínez, D.Sc.

Honduras, julio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA ODILA TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Anexos.....	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	12
Ubicación	12
Unidades Experimentales	12
Siembra	12
Alimentación.....	12
Tratamientos.....	13
Muestreo y Cosecha.....	13
VARIABLES ANALIZADAS	13
Sobrevivencia (%).....	13
Biomasa Neta (g).....	13
Ganancia de Peso (g).....	14
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	14
Calidad de Agua	14
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	15
Resultados y Discusión.....	16
Calidad de Agua	16
Muestreo 1 (10 días).....	16
Muestreo 2 (20 días).....	17
Muestreo 3 (30 días).....	19

	4
Muestreo 4 (40 días).....	20
Conclusiones	22
Recomendaciones.....	23
Referencias.....	24
Anexos.....	27

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Efecto de DVAQUA® en el desempeño productivo de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) (muestreo 1)	17
Cuadro 2 Efecto de DVAQUA® en el desempeño productivo de Camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) (muestreo 2)	18
Cuadro 3 Efecto de DVAQUA® en el desempeño productivo de Camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) (muestreo 3)	19
Cuadro 4 Efecto de DVAQUA® en el desempeño productivo de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>) (muestreo 4)	21

Índice de Anexos

Anexo A Preparación y aclimatación de tanques para inicio el experimento	27
Anexo B Aclimatación y siembra de larvas de <i>Litopenaeus vannamei</i>	28
Anexo C Mezclado del aditivo DVAQUA® con el concentrado	29
Anexo D Racionado de concentrado por tanque/día	30
Anexo E División de larvas por tanque	31
Anexo F Toma de parámetros de Calidad de Agua	32

Resumen

Para evaluar el efecto de DVAQUA® en alimentación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) un total de 2,580 larvas de camarón blanco se distribuyeron aleatoriamente en dos tratamientos con seis repeticiones y 215 larvas por repetición. Durante el experimento, se compararon dos dietas con 30% de proteína cruda, evaluando el fermentado microbiano DVAQUA® que actúa como un aditivo que mejora el sistema inmunológico y genera un aumento en la biomasa. El estudio se realizó en la unidad de acuicultura "Daniel E. Meyer" de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, donde se sembraron las larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con un peso promedio de 0.136 g en 12 tanques de fibra de vidrio. Se realizó una comparación de medias para cada par de 't' de Student con una exigencia ($P \leq 0.05$). Durante 40 días se evaluaron diversas variables las cuales son Peso vivo, Biomasa, Consumo de alimento (g/día), índice de conversión alimenticia y sobrevivencia, dividiendo el alimento segundo los tratamientos, en seis tanques agregando únicamente concentrado con 30% de proteína cruda de la marca Nicovita Classic Camarón y en los seis restantes, se agregó el mismo concentrado más el aditivo DVAQUA® con una dosis de 5 g de este fermentado para 1000 g de concentrado. En la variable de biomasa neta en el tratamiento al que se le adiciono DVAQUA® se observaron mejores resultados estadísticos a lo largo del experimento. En cuanto al índice de conversión alimenticia, se observaron diferencias o mejores resultados en el tratamiento al que se le adicionó DVAQUA® en comparación al que no se le suministro el alimento. Se determinó que la dieta comercial + DVAQUA® tuvo mejores resultados en los parámetros de sobrevivencia (65.3%) y biomasa (225.37 gramos) en comparación a la dieta comercial.

Palabras clave: DVAQUA®, fermentado microbiano, postlarvas de camarón.

Abstract

To evaluate the effect of DVAQUA® in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) feeding, a total of 2,580 white shrimp larvae were randomly distributed in two treatments with six replicates and 215 larvae per replicate. During the experiment, two diets with 30% crude protein were compared, evaluating the microbial fermented DVAQUA® which acts as an additive that improves the immune system and generates an increase in biomass. The study was carried out at the Daniel E. Meyer aquaculture unit of the Panamerican Agricultural School, Zamorano, where white shrimp larvae (*Litopenaeus vannamei*) with an average weight of 0.136 g were planted in 12 fiberglass tanks. A comparison of means was performed for each pair of Student's 't' with a requirement ($P \leq 0.05$). For 40 days, several variables were evaluated, such as live weight, biomass, feed consumption (g/day), feed conversion index and survival, dividing the feed into two treatments, in six tanks adding only concentrate with 30% crude protein of the Nicovita Classic Shrimp brand, and in the remaining six, the same concentrate plus the DVAQUA® additive was added with a dose of 5 g of this fermented product for 1000 g of concentrate. In the net biomass variable, the treatment to which DVAQUA® was added showed better statistical results throughout the experiment. As for the feed conversion index, differences or better results were observed in the treatment to which DVAQUA® was added compared to the one that was not given the feed. It was determined that the commercial diet + DVAQUA® had better results in the parameters of survival (65.3%) and biomass (225.37 grams) compared to the commercial diet.

Keywords: DVAQUA®, microbial fermentation, shrimp postlarvae.

Introducción

La acuicultura se define como la cría de organismos acuáticos, comprendiendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. La cría supone la intervención humana para incrementar la producción; por ejemplo, concentrar poblaciones de peces, alimentarlos o protegerlos de depredadores. La mayor parte de la acuicultura se lleva a cabo en países en vía de desarrollo, para la producción de especies de agua dulce de poco consumo en la cadena alimentaria, como la tilapia y la carpa (FAO 2013).

La acuicultura ha sido la actividad agropecuaria con mayor tasa de crecimiento a nivel mundial en las últimas cuatro décadas. La producción acuícola anual supera en la actualidad los 60 millones de toneladas, con un valor aproximado de 85 mil millones de dólares (Martinez Porchas et al. 2012). Las limitaciones proyectadas sobre el cultivo y la comercialización de camarones en el futuro como por ejemplo la escasez de tierras, brotes continuos de enfermedades, tratamiento de las aguas, entre otros impulsaran a los gobiernos y la industria hacia la adopción de una gestión integrada de la acuicultura (Dierberg y Kiattisimkul 1996).

El camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) es la especie de camarón más importante cultivada en América, siendo Ecuador y México los principales y mayores productores de Latino América. Su potencial de crecimiento es bastante bueno y es una especie resistente a pesar de enfermedades virales, como IHNV y WSSV u otros patógenos como *Vibrio*, dependiendo del manejo del estanque (Cuzon et al. 2004).

Los camarones tienen requerimientos de temperaturas superiores a 20 °C con crecimiento óptimo entre 26 y 32 °C, por ende, se debe tomar en cuenta las condiciones que se presentan en las zonas de producción. Por lo general cada etapa de desarrollo tiene un rango óptimo de temperatura y salinidad para su normal desarrollo, así, las larvas se desarrollan entre 25 °C y 30 °C con salinidades entre 28 y 35 g/L mientras las postlarvas tienen una amplia tolerancia a los cambios de estas variables

(FAO, SF). En cuanto a juveniles y subadultos que viven en esteros, lagunas y manglares son los que mejor soportan mayores variaciones en las condiciones ambientales (FAO 2013).

El camarón muestra diferentes hábitos alimenticios a lo largo de su periodo de vida. Animales en estadio larvario zoea son planctónicos, filtrando algas microscópicas y otros materiales suspendidos en el agua. Larvas en el estadio de mysis en su mayoría son predadores, consumiendo principalmente proteína animal como artemia. Después de la metamorfosis a post-larva/juvenil se tornan carroñeros bentónicos, estos se nutren de una pluralidad de alimentos y siendo omnívoros, lo demás del ciclo (Boyd et al. 2001). Los aditivos alimentarios son sustancias puras, mezclas que se adicionan intencionalmente a los alimentos para realizar una o varias funciones específicas. El término aditivo alimentario puede incluir todos los compuestos químicos inertes o activos, naturales o sintéticos, nutritivos o no, que son directamente agregados a los alimentos (Carrillo et al. 2000).

Los tipos de aditivos estudiados en la alimentación de camarones han sido fundamentalmente antibióticos, probióticos, nutrientes, pigmentos, enzimas, preservantes, antioxidantes y estimuladores del apetito. Entre estos resultan particularmente importantes aquellos que influyen en la velocidad de crecimiento o en el logro de las tallas máximas de la especie (Carrillo et al. 2000).

El aditivo para alimento DVAQUA® es un producto de salud inmunológica natural que se utiliza en las dietas de peces y camarones de la acuicultura. Este fermentado microbiano está compuesto de compuestos que trabajan sinérgicamente con la biología animal respaldando la integridad del tejido digestivo y promueve un equilibrio microbiano saludable (Diamond V 2022).

DVAQUA® es un aditivo para alimentos utilizados en las dietas de los peces de acuicultura y el camarón que beneficia la función inmunológica y la salud digestiva, lo que lleva a una salud y un rendimiento óptimos en cada etapa de la vida. El pos-biótico DVAQUA® no solo apoya el cultivo de animales acuáticos, sino también ayuda a cuidar las condiciones del ambiente vivo al equilibrar la ecología del agua, haciendo un mejor lugar para que los peces y camarones crezcan. La investigación

muestra que este aditivo funciona de forma natural con la biología de una amplia gama de especies cultivadas para mantener la fuerza inmunológica (Diamond V 2022). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de DVAQUA® en los parámetros productivos y de calidad de agua del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Materiales y Métodos

Ubicación

El estudio se llevó a cabo entre los meses de noviembre y diciembre de 2021, en las instalaciones de la unidad de acuicultura “Daniel E. Meyer”, de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yeguaré, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. A una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio de 26 °C y con una precipitación promedio anual de 1,100 mm.

Unidades Experimentales

Se utilizaron 12 tanques circulares de fibra de vidrio, cada uno con dimensiones de 0.45 m de alto, 1 m de diámetro y un volumen de 0.30 m³. Cada tanque contó con un sistema de difusión mediante el uso de un blower regenerativo de la marca Hurricane con una potencia de tres caballos de fuerza y mangueras con piedras difusoras ubicadas en el centro de cada tanque. Se realizaron controles de calidad de agua (temperatura, oxígeno disuelto, amonio y pH) periódicamente para determinar la frecuencia de recambio de agua que se realizó cada cinco días.

Siembra

La siembra en la unidad de acuicultura se hizo en el invernadero del área experimental, se realizó la siembra de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con un peso promedio de 0.136 g por larva, con una densidad de siembra de 215 larvas de camarón por tanque siendo un total de biomasa de 29.24 g.

Alimentación

La alimentación se basó en la biomasa por tanque y la alimentación se realizó por medio de tres raciones diarias. Se añadió 5 g del aditivo DVAQUA® a 1 kg de la dieta comercial balanceada.

Tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos en el estudio, usando el alimento comercial Nicovita Classic camarón en ambos como base durante un período de 40 días:

Tratamiento 1 – Control: Dieta comercial Nicovita Classic camarón.

Tratamiento 2 – Dieta comercial Nicovita Classic camarón + DVAQUA® (5 g × 1 kg de Dieta comercial).

Muestreo y Cosecha

Se realizaron cuatro muestreos en el tiempo de duración del experimento, cada uno se llevó a cabo cada diez días. Se contabilizó la totalidad de los animales de cada tanque en cada muestreo. El pesaje se realizó con una balanza digital Ohaus Scout SPX421. Donde se detectó una ganancia promedio de peso en el tratamiento control de 0.022 gramos y una ganancia de peso promedio en el tratamiento con DVAQUA® de 0.034 g por día.

VARIABLES ANALIZADAS

Sobrevivencia (%)

Indica el porcentaje de animales sobrevivientes, calculado mediante la ecuación 1. Su análisis se realizó transformando los valores a arcoseno según Fraga et al. (2012), esto normaliza la distribución de los datos y estabiliza varianzas.

$$\text{Sobrevivencia} = \left(\frac{\text{Animales Cosechados}}{\text{Animales Sembrados}} \right) \times 100 \quad [1]$$

Biomasa Neta (g)

Se calculó multiplicando el peso promedio del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) por la cantidad de animales vivos en cada muestreo. Luego, restando los resultados obtenidos con la biomasa inicial, indicando el incremento obtenido a lo largo del experimento. Calculado según ecuaciones 2 y 3.

$$\text{Biomasa} = \text{Peso promedio de camarón} \times \text{animales vivos} \quad [2]$$

$$\text{Biomasa neta} = \text{Biomasa final} - \text{Biomasa inicial} \quad [3]$$

Ganancia de Peso (g)

Esta variable permite identificar el peso promedio de los animales del tanque, observando así, el efecto de los tratamientos sobre el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Se obtuvo dividiendo la biomasa neta entre los animales vivos del tratamiento, calculado según la ecuación 4:

$$\text{Ganancia de peso} = \left(\frac{\text{Biomasa Neta}}{\text{Animales vivos}} \right) \quad [4]$$

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Para obtener este parámetro, se dividió el alimento proporcionado entre la biomasa neta obtenida a lo largo del experimento. El ICA se calculó usando la ecuación 5:

$$\text{Índice de conversión alimenticia} = \left(\frac{\text{Alimento proporcionado}}{\text{Biomasa obtenida}} \right) \quad [5]$$

Calidad de Agua

La calidad del agua se monitoreo durante la alimentación. Los parámetros fisicoquímicos considerados para objeto del estudio serán oxígeno disuelto (mg/L), temperatura (°C), amonio (mg/L), salinidad (g/L) y pH.

Oxígeno Disuelto

Este parámetro se expresa en mg/L, y su medición se realizó por medio de un medidor "Milwaukee MW600".

Temperatura

Se utilizó un termómetro digital para acuario "Zacro".

Amonio

Se midió con un "API test kit amonio". La medición del amonio se realizó cada tres días.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Para el diseño experimental se utilizaron, dos tratamientos, con seis repeticiones por tratamiento con un total de 12 unidades experimentales. Asimismo, se sembró un total de 215 larvas de camarón blanco por tanque, por otra parte, se realizó una comparación de medias para cada par de 't' de Student, mediante el programa estadístico SPSS versión 23.1 con un nivel de significación exigido $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

Calidad de Agua

La temperatura se mantuvo dentro de los límites óptimos (25 y 32 °C); aun así se presentaron niveles más bajos en las horas más frías de la mañana por le época en la que se realizó el experimento que fue entre los meses de octubre y noviembre que no se pudieron monitorear, fuera de aquellos rangos el camarón se ve perjudicado con un bajo crecimiento y una mala ingesta de alimentos (Boyd et al. 2001). El oxígeno disuelto (OD) se mantuvo dentro del rango óptimo según lo comunicado por Young y Muir (2002) quien indica que los niveles adecuados para el cultivo de camarón blanco son entre 4.0 y 7.0 mg/L. Martinez Cordova (1999) indica que por abajo de estas concentraciones el camarón gasta energía en pasar más agua por las branquias, lo que resulta en un menor incremento de peso. A mayores concentraciones, el camarón tiene la posibilidad de manifestar trastornos como burbujas en la hemolinfa, lo cual puede ocasionarles un menor desarrollo en su incremento e incluso llegar a el deceso. Por ende, los rangos de OD se mantuvieron en un grado estable, sin verse perjudicado el crecimiento de las larvas de camarón blanco.

De la misma forma Chanratchakool (2002) y Schryver et al. (2008) mencionan que el camarón obtiene un sorprendente desarrollo con niveles de pH entre 7.5 y 8.3 el cual a lo largo del experimento se mantuvo dentro del rango óptimo para el desarrollo de las larvas.

Por otra parte, el amonio tuvo un rango entre 0.5 y 1.3 mg/L en el transcurso del estudio. Según Clifford (1994) e Hirono (1983) el valor óptimo de amonio para el cultivo de camarón debe ser menor a 0.1 mg/L; Lee y Wickins (1992) sugieren niveles óptimos de 0.09 a 0.11 mg/L y para SENASICA (2003) menor a 0.12 mg/L.

Muestreo 1 (10 días)

Durante los primeros días experimentales, se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 1), en el peso promedio y la biomasa, siendo el tratamiento con DVAQUA® el que presentó los mejores desempeños en ambos casos. Balbuena Rivarola (2011) menciona que, al

incrementarse los procesos anabólicos, excediendo los catabólicos, se incrementan los tejidos, ocasionando un aumento de la biomasa, influenciado por aditivos que promueven dicha acción. Por ende, se ve un crecimiento en el peso promedio de las larvas de camarón.

Cuadro 1

Efecto de DVAQUA® en el desempeño productivo de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)

(muestreo 1).

Indicadores	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	Control	DVAQUA®		
Peso promedio inicial (g)	0.138	0.139	0.002	0.659
Peso promedio (g)	0.235	0.343	0.023	0.009
Biomasa (g)	50.53	73.82	5.049	0.009
Consumo de alimento (g/día)	0.041	0.042	0.001	0.659
Conversión alimenticia	2.38	1.044	0.485	0.081
Sobrevivencia (%)	100	100		

Asimismo, se observó que el grupo con DVAQUA® aumento el peso promedio y la biomasa en comparación con el control. Esto confirma que, en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), el uso de DVAQUA® incrementa los índices productivos, lo que afecta positivamente el desarrollo del animal. Estos resultados coinciden con lo mencionado por Fuentes Cardona y Sierra Montoya (2021) establecen que el tratamiento al que se le incluyó DVAQUA® obtuvo una mayor biomasa neta, en comparación al tratamiento control.

Finalmente, a través de los resultados se demuestra una mejora en la ganancia de peso en los camarones, sobre todo en el tratamiento al que se le incluyó DVAQUA®. Esto difiere con lo establecido por Balbuena Rivarola (2011) quien afirma que el pos-biótico mencionado, ayuda en el aumento del peso corporal.

Muestreo 2 (20 días)

En el Cuadro 2 se observan rendimientos productivos de los camarones desde el día 10 hasta el día 20, en los cuales se determinaron diferencias significativas en el consumo de alimento (g/día) entre tratamientos. Saavedra (2006) menciona que la tasa de utilización de alimento depende de

varios factores, siendo estos difíciles de controlar como son, cantidad de alimento, densidad de siembra y disponibilidad de oxígeno. El parámetro de consumo de alimento (g/día) principalmente se vio afectado en ambos tratamientos por la disponibilidad de oxígeno que se presentó en el experimento, por fallos de electricidad, que causo estrés en las larvas y por ende una disminución en el consumo de alimento.

Cuadro 2

Efecto de DVAQUA® en el desempeño productivo de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)

(muestreo 2).

Indicadores	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	Control	DVAQUA®		
Peso vivo (g)	0.542	0.563	0.029	0.611
Biomasa (g)	102.57	106.11	7.146	0.733
Consumo de alimento (g/día)	0.054	0.079	0.006	0.009
Conversión alimenticia	0.639	0.918	0.090	0.053
Sobrevivencia (%)	88.1	88.00	0.036	0.917

A pesar de la diferencia energética en la dieta, el peso vivo, biomasa, conversión alimenticia y sobrevivencia se mantuvieron sin diferencias ($P > 0.05$). Estos resultados se contrastan con los resultados obtenidos por He et al. (2009) en los cuales se mostró que no hubo un efecto positivo en los animales, esto quiere decir que no existió un incremento de la biomasa, conversión alimenticia y sobrevivencia. Sin embargo, se observó que el tratamiento con DVAQUA® presentó mejores resultados en comparación al control en la variable de consumo de alimento, ya que el objetivo de este es proporcionar una buena salud y un rendimiento óptimo en cada etapa de la vida del animal (Balbuena Rivarola 2011) dicho fermentado está compuesto por metabolitos bioactivos que tienen actividad o función biológica en el cuerpo que actúan de forma natural ayudando a fortalecer la defensa de los animales a través del sistema inmunológico. Otras experiencias demostraron que la inclusión de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la misma utilizada por DVAQUA® en la dieta, genera mayores ganancias de peso, tasa de crecimiento y factor de condición (Mariluz Fernandez 2013), dicha levadura mejora el proceso de digestión por medio de la colonización en el sistema digestivo del

animal, lo que se traduce en una mejoría del 30% comparado al concentrado, así como una mejor absorción de minerales y vitaminas.

Muestreo 3 (30 días)

En el Cuadro 3 se observa el desempeño de los camarones del día 20 hasta el día 30, se observó diferencias ($P \leq 0.05$) en la biomasa y la conversión alimenticia entre el control y el tratamiento. Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Fuentes Cardona y Sierra Montoya (2021) quienes obtuvieron efectos positivos con el uso de DVAQUA® en tilapia roja (*Oreochromis* sp.). Asimismo, Wang et al. (2021) menciona que los animales alimentados por DVAQUA® fueron significativamente más grandes en comparación al control, obteniendo un aumento significativo de la biomasa.

Cuadro 3

Efecto de DVAQUA® en el desempeño productivo de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)

(muestreo 3)

Indicadores	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	Control	DVAQUA®		
Peso vivo (g)	0.822	1.056	0.074	0.057
Biomasa (g)	120.66	182.64	15.925	0.025
Consumo de alimento (g/día)	0.137	0.129	0.008	0.472
Conversión alimenticia	1.034	0.669	0.057	0.002
Sobrevivencia (%)	69.0	79.8	0.044	0.124

Asimismo Castelló Orvay (2013) menciona que el ICA es un indicador de la cantidad de alimento consumido con relación a la biomasa obtenida, en un tiempo determinado. De la misma manera podemos observar que el tratamiento control fue el que presentó mejores resultados en el parámetro de índice de conversión alimenticia en comparación al tratamiento al que se le proporciono DVAQUA®, influyendo así factores externos que no se pueden controlar, siendo así el clima uno de los más importantes. De la misma manera Pereira Chaves y Salas-Meléndez (2015) y Pereira Chaves (2017) mencionan que es de gran importancia controlar el parámetro de conversión alimenticia para conocer la ración óptima de concentrado que se debe suministrar y así obtener un uso eficiente del

alimento y un máximo crecimiento. Todos estos estudios confirman la acción benéfica de las levaduras como suplemento de la dieta.

Por otra parte, se puede observar que, a lo largo del experimento, existieron factores que influyeron en el desarrollo de las larvas, asimismo causando mortalidades. Balbuena Rivarola (2011) menciona que una reducción en la sobrevivencia produce pérdidas económicas por lo cual se deben adquirir nuevos conocimiento y habilidades para implementar nuevas tecnologías que ayuden a mejorar las producciones.

Muestreo 4 (40 días)

En el Cuadro 4 se observa el desempeño productivo de los camarones del día 30 hasta el día 40. Los tratamientos experimentales lograron diferencias en los indicadores productivos ($P \leq 0.05$) en los factores de peso vivo y biomasa. DVAQUA® funcionó como un promotor de la mejora de los sistemas digestivos e inmune, logrando un aumento significativo en la biomasa, causando así una respuesta inmunitaria cuando es necesario, promoviendo la integridad del tejido intestinal y nutriendo las bacterias beneficiosas en el intestino, por ende, se obtendrán mejores rendimientos, un sistema inmunológico fuerte, mayor supervivencia, salud y bienestar animal (Balbuena Rivarola 2011). Según Balbuena Rivarola (2011) y Nuñez de la Rosa (2011) en estudios con seis dietas isoproteicas e isolipídicas con adición de los productos de fermentación *Saccharomyces cerevisiae* (DVAQUA®), se logró demostrar un efecto positivo sobre la comunidad autóctona de bacterias intestinales, lo que mejoró la actividad de estas al estimularlas.

Cuadro 4

Efecto de DVAQUA® en el desempeño productivo de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)

(muestreo 4).

Indicadores	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	Control	DVAQUA®		
Peso vivo (g)	1.208	1.606	0.113	0.034
Biomasa (g)	151.53	225.37	17.235	0.015
Consumo de alimento (g/día)	0.201	0.260	0.023	0.098
Conversión alimenticia	0.931	0.871	0.090	0.669
Sobrevivencia (%)	58.4	65.3	0.021	0.067

Este ensayo confirma que la adición del fermentado microbiano DVAQUA® mejoró los desempeños en todos los parámetros productivos. De la misma manera como menciona Diamond V (2022) un sistema inmunológico y una microbioma intestinal saludable son vitales para optimizar el rendimiento y la rentabilidad de la acuicultura. También, estudios realizados por Abu-Elala et al. (2013) con la adición de *S. cerevisiae*, indican que los porcentajes de sobrevivencia aumentaron en los grupos tratados con dicho fermentado, en comparación al grupo control.

En resumen, gran parte de los parámetros productivos se vieron afectados por las condiciones que se presentaban en el lugar del experimento, como son el clima, este variaba mucho por la época del año en que se realizó el experimento que durante las horas tempranas este no estaba en el rango adecuado que el *Litopenaeus vannamei* debe tener, este se desarrolla bien con una temperatura del agua entre 25 y 30 °C. Las temperaturas inferiores a 25 °C resultan en un crecimiento lento de los camarones y hasta mortalidades (Pretto 1994). Asimismo, otras condiciones como la falta de oxígeno por falta de electricidad ocasionaban niveles de estrés en las larvas, lo cual ocasionaba una reducción del consumo del alimento y por consecuente bajos niveles de conversión alimenticia lo que quiere decir un uso ineficiente del alimento.

Conclusiones

Los parámetros de calidad de agua como Temperatura, Oxígeno Disuelto, pH y salinidad estuvieron dentro de los rangos óptimos, por ende, no existió diferencia significativa.

La adición del fermentado microbiano DVAQUA® incrementó la productividad del camarón blanco.

Recomendaciones

Evaluar el fermentado microbiano DVAQUA® en toda la etapa de crecimiento del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Controlar las condiciones experimentales donde se produzca camarón blanco.

Evaluar el aditivo DVAQUA® en dietas con diferentes niveles de proteína cruda.

Realizar evaluaciones de costo/beneficio.

Referencias

- Abu-Elala N, Marzouk M, Moustafa M. 2013. Use of different *Saccharomyces cerevisiae* biotic forms as immune-modulator and growth promoter for *Oreochromis niloticus* challenged with some fish pathogens. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*. 1(1):21–29. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2314459913000057?token=A2318EB8EB83C47DE1400379E19A51EF02119BDF33E40A74DB7E3FA00748EEE2BBC7C5F78D02E8FE566E2BFFA30391E8&originRegion=us-east-1&originCreation=20220523155037>.
- Balbuena Rivarola ED. 2011. Manual para extensiones en acuicultura. Paraguay: FAO ; [consultado el 23 de may. de 2022]. <https://www.pisciculturaecososteniblechireno.com/blog/manuales-acuicolas/manual-para-extensionista-en-acuicultura>.
- Boyd C, Treece G, Engle C, Valderrama D, Lighner D, Pantoja C, Fox J, Sanchez D, Otwell S, Garrido L, et al. 2001. Metodo para mejorar la Camaronicultura en Centroamerica. 1ª ed. Managua, Nicaragua: United States Department of Agriculture (USDA). ISBN: 99924-36-14-X; [consultado el 17 de may. de 2022]. http://repositorio.uca.edu.ni/2279/1/2001_m%C3%A9todo_para_mejorar_la_camaronicultura.pdf.
- Carrillo O, Vega-Villasante F, Nolasco H, Gallardo N. 2000. Aditivos alimentarios como estimuladores del crecimiento de camarón. Merida, Yucatan, Mexico: [sin editorial]; [consultado el 17 de may. de 2022]. https://www.uanl.mx/utillerias/nutricion_acuicola/V/archivos/nolasco.pdf.
- Castelló Orvay F. 2013. Piscicultura marina en Latinoamérica: Bases científicas y técnicas para su desarrollo. Barcelona: Universitat de Barcelona, Publicacions i Edicions. 310 p. ISBN: 978-84-475-3719-8; [consultado el 10 de jun. de 2022]. <http://www.publicacions.ub.edu/refs/indices/07798.pdf>.
- Chanratchakool P. 2002. Recomendaciones técnicas y principios sobre manejo de estanques. Boletín Nicovita; [consultado el 15 de jun. de 2022]. 7(1):1–11. <https://1library.co/document/z3medg8y-recomendaciones-tecnicas-y-principios-sobre-manejo-de-estanques-parte-ii-conferencia-tumbes-peru-mayo-2002.html>.
- Clifford CH. 1994. El manejo de estanques camaroneros. Memorias del seminario internacional de camaronicultura en México. Sinaloa, Mexico: [sin editorial]. Camarón.
- Cuzon G, Lawrence A, Gaxiola G, Rosas C, Guillaume J. 2004. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. *Aquaculture*; [consultado el 17 de may. de 2022]. 235(1-4):513–551. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004484860400002X>.
- Diamond V. 2022. DVAQUA. Estados Unidos: [sin editorial]; [consultado el 17 de may. de 2022]. <https://diamondv.com/products/dvaqua/>.
- Dierberg FE, Kiattisimkul W. 1996. Issues, impacts, and implications of shrimp aquaculture in Thailand. *Environmental Management*; [consultado el 17 de may. de 2022]. 20:649–666. https://link.springer.com/article/10.1007/BF01204137?error=cookies_not_supported&code=0bc9f509-422c-4231-a09d-f493208b9720.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma: FAO. ISBN: 978-92-5-308227-6.

- Fraga I, Flores ER, Reyes R, Llanes Y. 2012. Efecto de diferentes densidades de siembra en el engorde de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. aureus*) en jaulas colocadas en la bahía de Casilda, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*; [consultado el 13 de jul. de 2022]. 32(1):1–8. <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/4334/Efecto%20de%20diferentes%20densidades.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Fuentes Cardona EO, Sierra Montoya VP. 2021. Evaluación de DVAQUA® en la alimentación de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 10 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b94935f7-99da-4e6b-8646-534caea71517/content>.
- He S, Zhou Z, Liu Y, Shui P, Yao B, Ringoe E, Yoon I. 2009. Effects of dietary *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product (DVAQUA®) on growth performance, intestinal autochthonous bacterial community and non-specific immunity of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* ♀x*O. aureus* ♂) cultured in cages. *Aquaculture*. 294(1-2):99–107. doi:10.1016/j.aquaculture.2009.04.043.
- Hirono Y. 1983. Preliminary report on shrimp culture activities in Ecuador. *Journal of the World Mariculture Society*; [consultado el 15 de jun. de 2022]. 14(1-4):451–457. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-7345.1983.tb00097.x>. doi:10.1111/j.1749-7345.1983.tb00097.x.
- Lee DOC, Wickins JF. 1992. *Crustacean farming, ranching and culture*. 1ª ed. Blackwell Sci. Publ. Oxford, U.K: [sin editorial]; [consultado el 15 de jun. de 2022]. https://books.google.hk/books?id=Tao80LkoAlkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0.
- Mariluz Fernandez AA. 2013. Evaluación del efecto de bacterias lácticas y levaduras probióticas en el crecimiento y supervivencia de alevines de tilapia roja *Oreochromis sp.* [Tesis]. Lima, Peru: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; [consultado el 27 de may. de 2022]. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9428>.
- Martinez Cordova LR. 1999. *Cultivo de camarones peneidos*. Mexico,DF: AGT. ISBN: 9684630956.
- Martinez Porchas M, Martinez Cordova LR, Kotta J, Gilman E. 2012. *World Aquaculture: Environmental Impacts and Troubleshooting Alternatives*. *The Scientific World Journal*. 2012:389623. doi:10.1100/2012/389623.
- Nuñez de la Rosa, M. 2011. Evaluación preliminar de las poblaciones bacterianas asociadas al tracto intestinal de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) expuesta a aceites esenciales de orégano en la dieta [Tesis]. Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias; [consultado el 23 de may. de 2022]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7890/186310.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Pereira Chaves JM. 2017. Análisis de los hábitos alimenticios con estudiantes de décimo año de un Colegio Técnico en Pérez Zeledón basados en los temas transversales del programa de tercer ciclo de educación general básica de Costa Rica. Costa Rica: [sin editorial]. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ree/v21n3/1409-4258-ree-21-03-00229.pdf>.
- Pereira Chaves JM, Salas-Meléndez MdiÁ. 2015. Análisis de los hábitos alimenticios con estudiantes de décimo año de un Colegio Técnico en Pérez Zeledón basados en los temas transversales del programa de tercer ciclo de educación general básica de Costa Rica. *Revista Electrónica Educare*. 21(3):1–23. doi:10.15359/ree.21-3.12.

- Pretto A. 1994. Manual de cría de camarones peneidos en estanque de aguas salobres. Panamá: Editorial Guillermo Rios Duran.
- Saavedra MA. 2006. Manejo del cultivo de tilapia. Managua, Nicaragua: [sin editorial]; [consultado el 23 de may. de 2022]. <https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>.
- Schryver P, Crab R, Boon N, Verstraete W. 2008. The basics of bio-flocs technology. The added value for aquaculture. *Aquaculture*. 277(3-4):125–137. doi:10.1016/j.aquaculture.2008.02.019.
- [SENASICA] Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. 2003. En manual de buenas practicas de produccion acuicola de camaron para inocuidad alimentaria. México: CIAD. ISBN: 968-5384-04-5; [consultado el 15 de jun. de 2022]. <https://cesasin.mx/wp-content/uploads/2017/12/Cam-Manual-de-buenas-practicas-de-produccion-CC%81n-acuicola-de-camaro-CC%81n-para-la-inocuidad-alimentaria.pdf>.
- Wang J, Cevik M, Bodur M. 2021. On the impact of deep learning-based time-series forecasts on multistage stochastic programming policies. *INFOR: Information Systems and Operational Research*. 60(2). doi:10.1080/03155986.2021.2015825.
- Young JA, Muir JF. 2002. Tilapia: Both Fish and Fowl? *Marine Resource Economics*. 17(2). doi:10.1086/mre.17.2.42629359.

Anexos

Anexo A

Preparación y aclimatación de tanques para inicio el experimento



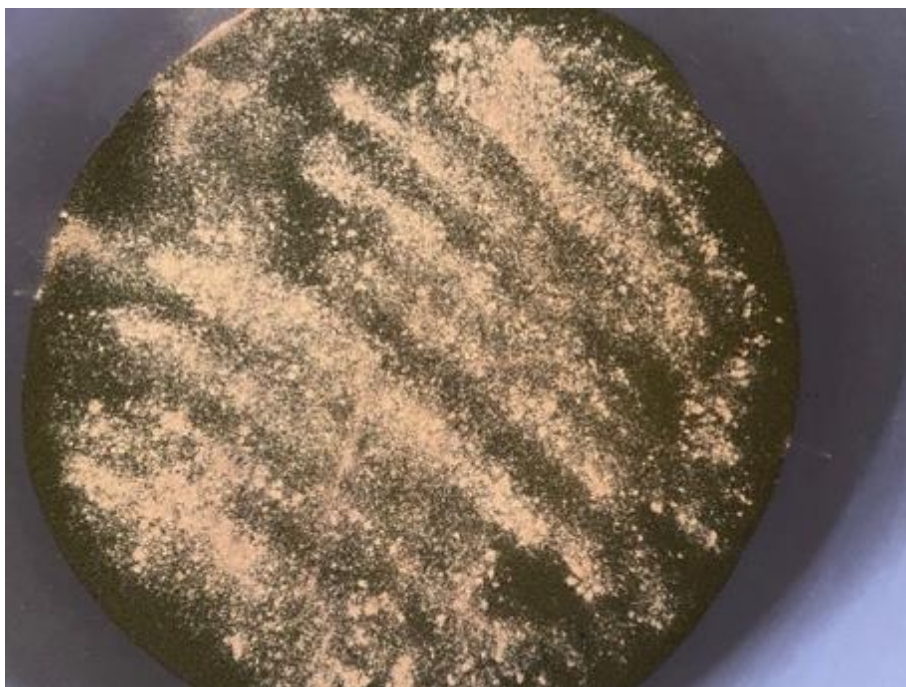
Anexo B

Aclimatación y siembra de larvas de Litopenaeus vannamei.



Anexo C

Mezclado del aditivo DVAQUA con el concentrado



Anexo D

Racionado de concentrado por tanque/día



Anexo E*División de larvas por tanque*

Anexo F

Toma de parámetros de Calidad de Agua