



**Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
SEDE MANABÍ**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

“Evaluación de la Carga Bacteriana de Camarones *Litopenaeus vannamei* sometidos a dietas con aditivos: Un enfoque comparativo de la aplicación de Prebióticos y Probióticos”

**PREVIO AL TÍTULO DE:**

Biólogo

**AUTOR:**

Emilio Miguel Mora Andrade

**TUTOR:**

Gabriel Modesto Durán Cobo, M. Sc.

**BAHÍA DE CARÁQUEZ – MANABÍ**

**AGOSTO DE 2024**

## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo los requisitos establecidos por la Dirección de Investigación; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

---

Gabriel Durán Cobo, *M. Sc.*

Tutor del trabajo de titulación

CI: 0928838143

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador aprueba el presente manuscrito de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

---

Francisco Pozo Miranda, *PhD.*

Primer Lector

---

Iván Loor Santana, *M. Sc.*

Segundo Lector

---

Gabriel Durán Cobo, *M. Sc.*

Tercer lector

Bahía de Caráquez, agosto 2024

## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

Este manuscrito no contiene ningún tipo de material que haya sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

---

Emilio Miguel Mora Andrade

CI: 1312195017

Teléfono: 0984226544

[emiliomiguel1414@gmail.com](mailto:emiliomiguel1414@gmail.com)

## **DECLARACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

---

Emilio Miguel Mora Andrade

CI: 1312195017

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su amor incondicional y por ser mi pilar en cada paso de este camino.

Asimismo, a mis hermanos, por ser mi motivación día tras día y por estar siempre a mi lado.

A mis abuelos, quienes me guiaron con su sabiduría y consejos de la mano de su cariño inestimable especialmente a mi Mami Carmen.

## **AGRADECIMIENTO**

Un sincero agradecimiento a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, institución que me brindó la oportunidad de formarme académicamente y me proporcionó las herramientas necesarias para desarrollar mis conocimientos y habilidades.

A mi tutor, Gabriel Durán Cobo por su constante apoyo, sabios consejos, y aliento durante los momentos más desafiantes en este proceso fundamental para la conclusión de mis estudios.

A mis profesores, quienes con dedicación y paciencia me guiaron a lo largo de toda mi carrera. Sumado a esto, quiero hacer un agradecimiento especial a los profesores que me acompañaron durante mi estancia en Colombia. El apoyo y orientación de todos fueron esenciales en esta experiencia que enriqueció mi formación.

## RESUMEN

Este estudio evaluó la carga bacteriana de camarones *Litopenaeus vannamei* alimentados con dietas que incorporaron aditivos, comparando específicamente la aplicación de prebióticos y probióticos. El objetivo principal fue determinar cuál de estos aditivos contribuía de mejor manera a reducir la carga bacteriana en los camarones, mejorando la salud y calidad del producto. Para ello se llevó a cabo un experimento unifactorial de tres niveles de alimentación de camarones por una semana, al cabo de las cuales se tomaron 10 ejemplares de cada tratamiento para determinar la carga bacteriana a nivel de hepatopáncreas, determinando el recuento de aerobios totales, de *Vibrio* verdes, amarillos y totales, mediante cultivos en Agar marino y TCBS. Los resultados indicaron que la dieta con probiótico redujo significativamente la carga bacteriana total, con un crecimiento mínimo de aerobios totales de  $3,70 \times 10^3$  UFC/g, y la ausencia completa de *Vibrio* en todos los camarones tratados. El grupo control mostró los recuentos más altos de aerobios totales con  $9,06 \times 10^6$  UFC/g. El tratamiento con ácido orgánico redujo la carga en comparación con el grupo control, con la presencia de *Vibrio* en un individuo representando el 20% de la carga total. Las diferencias analizadas mediante ANOVA no fueron estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), indicando que los resultados no son concluyentes acerca de qué aditivo es mejor, por lo que se sugiere estudios posteriores con pruebas de desafío sometiendo a los animales a infecciones experimentales que permitan evaluar la eficacia de los aditivos para prevenir o controlar infecciones por microorganismos patógenos.

*Palabras clave: Litopenaeus vannamei, carga bacteriana, prebióticos, probióticos, ácido orgánico*

## ABSTRACT

This study evaluated the bacterial load of *Litopenaeus vannamei* shrimp fed diets incorporating additives, specifically comparing the application of prebiotics and probiotics. The main objective was to determine which of these additives contributed most effectively to reducing the bacterial load in shrimp, improving the health and quality of the product. A single-factor experiment was conducted with three levels of shrimp feeding for one week, after which 10 specimens from each treatment were taken to determine the bacterial load at the hepatopancreas level, determining the total aerobic count, green *Vibrio*, yellow *Vibrio*, and total *Vibrio* counts, through cultures in Marine Agar and TCBS. The results indicated that the diet with probiotics significantly reduced the total bacterial load, with a minimum growth of total aerobics of  $3.70 \times 10^3$  CFU/g, and the complete absence of *Vibrio* in all treated shrimp. The control group showed the highest counts of total aerobics with  $9.06 \times 10^6$  CFU/g. Treatment with organic acid reduced the load compared to the control group, with the presence of *Vibrio* in one individual representing 20% of the total load. The differences analyzed by ANOVA were not statistically significant ( $p < 0,05$ ), indicating that the results are not conclusive about which additive is better, therefore further studies are suggested with challenge tests subjecting the animals to experimental infections to evaluate the efficacy of the additives in preventing or controlling infections by pathogenic microorganisms.

*Keywords: Litopenaeus vannamei, bacterial load, prebiotics, probiotics, organic acid.*

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	12
METODOLOGÍA .....	14
Preparación del Ensayo .....	14
Desinfección de Tanques y Sistema de Aireación.....	14
Obtención de muestras.....	15
Proceso de cuarentena .....	16
Bioensayo .....	16
Análisis de carga bacteriana de hepatopáncreas .....	17
RESULTADOS.....	19
Recuentos de aerobios totales, Vibrio amarillos, verdes y totales .....	19
Influencia de Prebiótico en la carga bacteriana de camarones.....	20
Efecto del ácido orgánico sobre la carga bacteriana en comparación con la dieta control .....	20
Análisis estadístico .....	21
DISCUSIÓN .....	22
CONCLUSIONES .....	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

- Figura 1. Localización de los laboratorios del Grupo Gutiérrez Salazar..... 15  
Figura 2. Gráfico de los promedios de aerobios totales presentados por los camarones de los diferentes tratamientos ..... 20

### TABLAS

- Tabla 1. Recuentos bacterianos (UFC/g) de aerobios totales y *Vibrio* de juveniles de *Litopenaeus vannamei* ..... 19  
Tabla 2. Resumen de la prueba de Shapiro-Wilk ..... 21  
Tabla 3. Resumen de la prueba de Kruskal-Wallis ..... 21

## 1. INTRODUCCIÓN

Los probióticos y prebióticos como suministro alimenticio han demostrado ser beneficiosos en la alimentación de los camarones. Los probióticos, en particular, han mostrado efectos positivos en la conversión alimentaria, la resistencia a enfermedades y la calidad del agua en el cultivo de camarón (Díaz, 2016). En otros animales, como cerdos y cuyes, la inclusión de probióticos y prebióticos en la dieta también ha demostrado mejoras en la ganancia de peso y el consumo de alimento (Soares, 2006; Valdizán, 2019). Sin embargo, se necesitan más estudios para establecer recomendaciones específicas en la alimentación de camarones.

La salud y bienestar de los camarones están influenciados por diversas variables, entre las cuales se incluyen los prebióticos y probióticos. Sin embargo, la replicabilidad de los resultados y la constante introducción de nuevas formulaciones plantean interrogantes sobre la efectividad sostenida de estas adiciones alimenticias. Pese a que un estudio de Díaz en 2016, asegura que la aplicación de sustancias probióticas puede mejorar la conversión alimentaria y la resistencia a enfermedades en camarones, su uso puede derivar en ciertos problemas como consecuencia de la falta de comprensión de los mecanismos de acción y la necesidad de establecer protocolos de aplicación. Cabe añadir que el uso de probióticos y prebióticos en la alimentación animal puede tener efectos beneficiosos, no obstante, puede presentar desafíos en términos de calidad del agua (Vargas, 2004; Barón, 2016). Por lo tanto, es fundamental considerar cuidadosamente las ventajas y desventajas de su uso en el cultivo de camarones.

Una serie de estudios que se llevaron a cabo en los últimos cinco años también incursionaron en el uso de probióticos como suministro de alimento para cultivos de camarón. Molina en 2017 descubrió que un suplemento probiótico diario conducía a un peso, una conversión alimenticia y un rendimiento del camarón notablemente mayores, con

resultados intermedios para los suplementos cada 5 o 10 días. Los estudios de Delgado-Díaz (2022) y Larios (2019) se enfocaron en aislar e identificar las bacterias nativas de ácido láctico con potencial probiótico en camarones, y Delgado-Díaz (2022) informó una baja en los costos operativos y un retorno positivo de la inversión.

Estos estudios sugieren de forma colectiva que el uso de probióticos, particularmente cuando son administrados diariamente, pueden generar una mejora significativa en el crecimiento y el rendimiento del camarón como ya se había mencionado anteriormente en otros estudios, al tiempo que reducen los costos para los cultivos de camarón.

Dada la variabilidad en los resultados y nuevas formulaciones prebióticas y probióticas, se llevó a cabo este estudio con la finalidad de responder a la pregunta de investigación: ¿Qué efecto provoca sobre la carga bacteriana del tracto digestivo de camarones de cultivo el suministro de alimentos adicionados con prebióticos y probióticos?

El objetivo general de este estudio consistió en evaluar la carga bacteriana del tracto digestivo de camarones sometidos a alimentación con inclusión de microorganismos probióticos y sustancias prebióticas, validando su aplicación en la prevención y control de enfermedades de origen bacteriano. Con esto se espera aportar con datos relevantes que permitan optimizar la utilización de probióticos y prebióticos en la alimentación de camarones, mejorando así su salud y rendimiento en los sistemas de cultivo.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Preparación del Ensayo**

#### **2.1.1 Desinfección de Tanques y Sistema de Aireación**

Durante el proyecto se utilizaron ocho peceras de vidrio y un tanque en forma de cono con una salida para expulsar el agua que se llegue a almacenar en el mismo. Para este proceso se requirieron aproximadamente 120ml de yodo, una esponja, detergente en polvo y una manguera para enjuagar los tanques.

Primero se esparció un poco de detergente dentro de las peceras y el tanque donde con la manguera y la presión del agua se hizo un poco de espuma. Con ayuda de la esponja frotamos con fuerza para eliminar cualquier tipo suciedad existente sobre la superficie, luego procedimos a enjuagar con agua a presión y se dejaron reposar los acuarios a la luz del sol por 24 horas. Para la desinfección total del espacio donde se alojarían los camarones se preparó una solución en la que se mezclaron los 180 ml de yodo y un litro de agua, luego remoamos la esponja en la solución para luego frotarla por toda la superficie de las peceras y el tanque. Finalmente se dejaron reposar los acuarios nuevamente expuestos a luz del sol por 48 horas para posteriormente enjuagar con agua y removiendo cualquier resto de yodo.

El sistema de aireación elaborado con anticipación, estaba compuesto por un blower con capacidad de 150 LPM conectado a una vía hecha de tubos PVC de media pulgada que a su vez dejaban caer cuatro líneas de mangueras delgadas para acuarios. Para su desinfección fue necesario mantener encendido el blower, luego remojar una esponja con la solución restante de agua y yodo, el siguiente paso fue ubicarla sobre la entrada de aire del blower teniendo cuidado de que este no absorbiera la esponja ya que este proceso duró unos 30 minutos. Al final se retiró la esponja reemplazándola por una malla plástica para que actúe como filtro sujeta con una liga y se dejó trabajar al blower por una hora más para que elimine los restos de yodo en el sistema.

Las ocho peceras que estaban en secado fueron reubicadas y clasificadas en dos grupos de cuatro en el laboratorio. A cada pecera se le colocó una piedra difusora para que hiciera circular el oxígeno que provendría de dos bombas (s-4000) con cuatro salidas cada una. Las peceras tenían una capacidad para almacenar hasta 40 litros de agua, no obstante, estas no se llenaron hasta el tope por lo que se dejó un margen de aproximadamente 10 litros sin llenar para evitar que el agua se derramara

### 2.1.2 Obtención de muestras

### 2.1.3 Figura 1

Localización de los laboratorios del Grupo Gutiérrez Salazar.



Las muestras se obtuvieron de los laboratorios del Grupo Gutiérrez Salazar localizado en el Sitio La Chipornia, Km 23, Vía Bahía, Tosagua (figura 1). Se trataron de especímenes juveniles de 6-7 semanas de camarones de la especie *Litopenaeus vannamei* los cuales tenían un peso aproximado a los 7 gramos, estos fueron empaquetados en bolsas plásticas dobles. Para mantener a los camarones con vida durante el experimento también fue necesario contar con una gran cantidad de agua que al igual que las muestras, estas fueron obtenidas del mismo laboratorio. Las propiedades del agua con la que se trabajó contenían una salinidad de

32 ppt. Se transportaron un total de 120 camarones y 1.000 litros de agua aproximadamente las cuales se llevaron en varios viajes a medida que se requiriera.

#### **2.1.4 Proceso de cuarentena**

Este proceso consistió en que una vez que el tanque se secó se procedió a llenar  $\frac{1}{4}$  del mismo únicamente con el agua de mar y  $\frac{1}{2}$  de las bolsas de transporte de los camarones. El tanque recibió aireación a través de línea difusoras conectadas a una red de aireación alimentada por un blower de 1.5 HP. Los camarones fueron alimentados mediante un comedero aplicando 120 gramos del mismo alimento que era utilizado en la granja (40% de proteína), equivalente al 20% de la biomasa que presentaba el tanque. El objetivo del comedero fue controlar el consumo a fin de evitar sobrantes que al descomponerse deterioraran la calidad del agua incidiendo en la mortalidad de los animales.

La cuarentena tuvo una duración de cinco días debido a que únicamente se registró mortalidad los primeros dos días posteriores al traslado. Durante este periodo se midieron los niveles de oxígeno disuelto, temperatura y pH con un oxigenómetro (Hanna HI9146), haciendo los ajustes necesarios para mantener los niveles dentro de un rango apropiado a los requerimientos de los camarones. Los ajustes consistieron en recambio de agua, aplicar peróxido de hidrogeno, recuperación de nivel.

#### **2.1.5 Bioensayo**

Se utilizaron cuatro tipos de dietas, la primera fue balanceado para camarones puro sin ningún tipo de aditivo. Para la preparación de las dietas restantes se siguieron una serie de pasos un poco más elaborados. La dieta con probiótico, se diluyeron tres gramos del insumo en 100 ml de agua de bidón en una botella, agitándola hasta que los coágulos formados desaparecieran, cabe mencionar que esta dosis se repetía cada día en la alimentación de los camarones y se la dividía para las dos peceras del mismo grupo. La dieta con ácido orgánico se preparó mezclando medio kilo de balanceado en agua, añadiendo esta mezcla

gradualmente mientras se revolvía y finalmente incorporando cinco gramos de ácido orgánico; la mezcla se esparció sobre una bandeja y se dejó reposar por 24 horas para que se evaporara el exceso de agua. Para la última dieta con prebiótico, se siguieron los mismos pasos que para la dieta anterior, excepto que no se añadió el ácido orgánico; esta mezcla también se esparció sobre una bandeja y se dejó reposar durante 24 horas.

Cada pecera fue enumerada y marcada con la dieta aplicada, en cada una se ubicaron 10 camarones equivalente a  $40 \pm 5$  gramos de biomasa. Se alimentó con 2,0 gramos de alimento preparado según el tratamiento se les suministró en cada pecera dos gramos de balanceado a las 09:30 am y se observó con detalle que cada organismo se alimentara con normalidad. Los parámetros correspondientes a la calidad del agua fueron tomados para verificar su estado. La segunda dosis de alimento fue aplicada a las 3:00 pm con la novedad de que esta vez se aplicaron las dietas preestablecidas a cada grupo y la cantidad proporcionada de alimento fue de cuatro gramos. Durante los siguientes seis días se aplicó la misma cantidad de alimento para su horario respectivo junto a las dietas que le corresponden a cada grupo.

Las peceras fueron cubiertas con bandejas para evitar que los camarones saltaran fuera de ambiente. Cabe añadir que durante el proceso del bioensayo se realizaron procesos de extracción de heces y recambios de agua para prevenir cualquier tipo de intoxicación de la misma.

### **2.1.6 Análisis de carga bacteriana de hepatopáncreas**

Previo a dar inicio al proceso para el análisis, se registró el peso de cada uno de los tubos de ensayo, posteriormente fueron llenados con 9 ml de agua de mar esterilizada en el autoclave.

Se tomaron de forma aleatoria cinco camarones por grupo los cuales fueron desinfectados por baño en alcohol etílico al 75% antes de sacrificarlos. Posteriormente con la

ayuda de unas tijeras y unas pinzas se les extrajo el hepatopáncreas a cada camarón para ser introducidos en un tubo de ensayo previamente pesado y etiquetado. Se realizó una papilla de hepatopáncreas mediante trituración utilizando una varilla de vidrio estéril.

De este tubo se extrajo 1 ml de la suspensión triturada de hepatopáncreas que se pasó a un segundo tubo de ensayo que contenía agua de mar, realizando así una dilución de  $10^{-1}$ . Se hicieron diluciones sucesivas hasta llegar a  $10^{-5}$  (de 1/10 a 1/100.000) con la ayuda de una pipeta volumétrica de  $1,0 \pm 0,1$  ml.

Con una jeringa de insulina se tomó 0,1 ml de las últimas dos diluciones para siembras por barrido en cajas de Petri con Agar TCBS y Agar Marino. Estas fueron incubadas por 24 horas a  $37^{\circ}\text{C}$  para realizar los conteos de las unidades formadoras de colonias de los aerobios totales, vibrios amarillos, verdes y totales. Posteriormente se obtuvo el número de unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) de los hepatopáncreas procedentes de cada camarón.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Recuentos de aerobios totales, *Vibrio* amarillos, verdes y totales

El recuento de aerobios totales varió ampliamente entre los tratamientos, indicando la influencia de los aditivos sobre la carga bacteriana. Se dio un crecimiento mínimo de  $3,70 \times 10^3$  y uno máximo de  $9,06 \times 10^6$  de aerobios totales; sólo se observó crecimiento de *Vibrio* en un individuo del grupo tratado con ácido orgánico (tabla 1), equivalente a un 20% de la carga bacteriana total.

##### 3.1.1 Tabla 1

Recuentos bacterianos (UFC/g) de aerobios totales y *Vibrio* de juveniles de *Litopenaeus vannamei*.

Tratamiento	Aerobios Totales	Vibrio Verdes		Vibrio Amarillo		Vibrio Totales	
		Recuento	%	Recuento	%	Recuento	%
Control	8,50E+04	0	0%	0	0%	0	0%
Control	2,50E+04	0	0%	0	0%	0	0%
Control	9,06E+06	0	0%	0	0%	0	0%
Control	1,53E+05	0	0%	0	0%	0	0%
Control	1,68E+06	0	0%	0	0%	0	0%
Formulación Probiótica	3,70E+03	0	0%	0	0%	0	0%
Formulación Probiótica	2,92E+04	0	0%	0	0%	0	0%
Formulación Probiótica	4,17E+04	0	0%	0	0%	0	0%
Formulación Probiótica	4,29E+04	0	0%	0	0%	0	0%
Formulación Probiótica	7,62E+05	0	0%	0	0%	0	0%
Suplemento Prebiótico	2,50E+04	0	0%	0	0%	0	0%
Suplemento Prebiótico	1,83E+06	0	0%	0	0%	0	0%
Suplemento Prebiótico	8,33E+03	0	0%	0	0%	0	0%
Suplemento Prebiótico	2,73E+04	0	0%	0	0%	0	0%
Suplemento Prebiótico	1,00E+05	0	0%	0	0%	0	0%
Ácidos Orgánicos	6,36E+05	0	0%	0	0%	0	0%
Ácidos Orgánicos	3,57E+05	7,14E+04	20%	0	0%	7,14E+04	20%
Ácidos Orgánicos	2,40E+05	0	0%	0	0%	0	0%
Ácidos Orgánicos	1,25E+06	0	0%	0	0%	0	0%
Ácidos Orgánicos	1,88E+05	0	0%	0	0%	0	0%

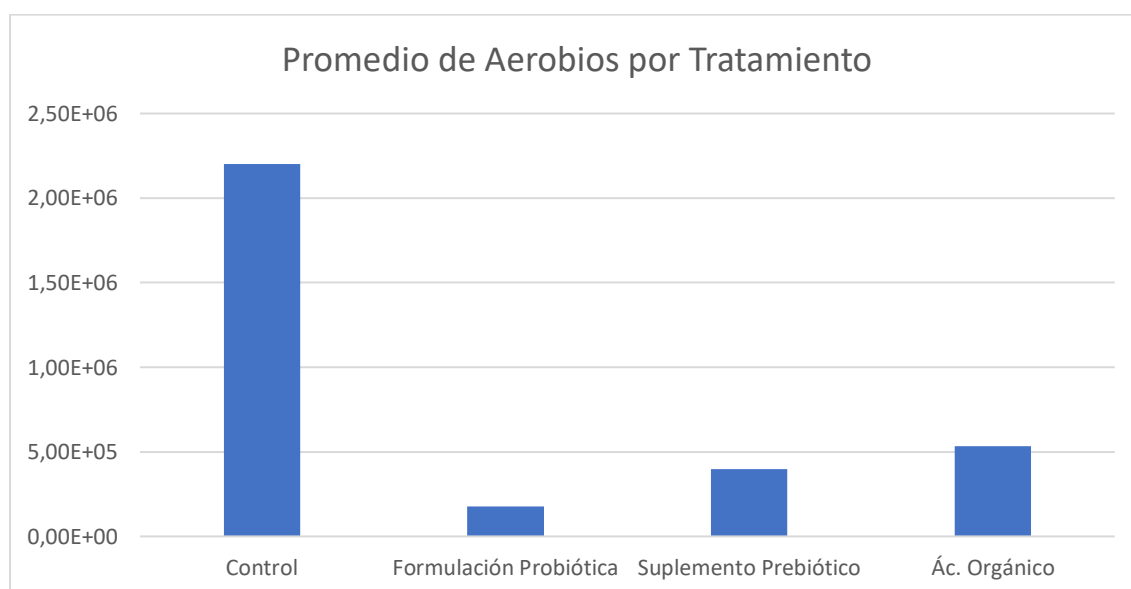
### 3.2 Influencia de Prebiótico en la carga bacteriana de camarones

El tratamiento con suplemento prebiótico presentó niveles bajos de aerobios totales, sin embargo, la dieta con formulación probiótica fue más eficiente debido a que mostró niveles más bajos que el tratamiento con suplemento prebiótico.

El grupo de control presentó el promedio más alto en aerobios totales, lo que refleja la carga bacteriana natural de las muestras sin ninguna intervención. Por el contrario, el tratamiento con la formulación probiótica dio lugar a los recuentos más bajos del estudio (figura 2).

#### 3.2.1 Figura 2

Gráfico de los promedios de aerobios totales presentados por los camarones de los diferentes tratamientos.



### 3.3 Efecto del ácido orgánico sobre la carga bacteriana en comparación con la dieta control

El tratamiento con ácido orgánico cumplió su papel disminuyendo la carga bacteriana desde un punto de vista comparativo con el tratamiento control. No obstante, pese a que el rango promedio del tratamiento con ácido orgánico fue mayor, la diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

### 3.3.1 Análisis estadístico

Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (tabla 2), en la que se determinó que los datos no presentaron distribución normal ( $p < 0,05$ ), por lo cual se aplicó la prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis.

### 3.3.2 Tabla 2

Resumen de la prueba de Shapiro-Wilk.

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk				
	Tratamiento	Estadístico	gl	Sig.
Recuento	Control	0,672	5	0,005
	Orgánico	0,845	5	0,178

El análisis de la prueba de Kruskal-Wallis indicó que no existen diferencias significativas entre los dos tratamientos contemplados en la prueba en términos de sus rangos promedio (valor  $p = 0,602$ ). En base a los datos presentados, ambos tratamientos tienen efectos similares en las variables medidas (tabla 3).

### 3.3.3 Tabla 3

Resumen de la prueba de Kruskal-Wallis.

Rangos			Estadísticos de prueba		
	Tratamiento	N	Rango promedio		Recuento
Recuento	Control	5	5,00	H de Kruskal-Wallis	0,273
	Orgánico	5	6,00	gl	1
	Total	10		<b>Sig. asintótica</b>	<b>0,602</b>

#### 4. DISCUSIÓN

La influencia de las dietas con aditivos sobre la carga bacteriana se vio reflejada en la diversificación del recuento de aerobios totales sosteniendo niveles bajos. En el caso del recuento de *Vibrio*, la efectividad de los tratamientos fue en gran medida eficiente manteniéndose en un 0% en todos los casos exceptuando un individuo del grupo tratado con la dieta a base de ácido orgánico representando un 20% de la carga bacteriana total. Pese a que este tratamiento demostró ser efectivo contra la carga bacteriana, no lo fue en su totalidad para prevenir el crecimiento de todas las bacterias patógenas, lo que puede indicar una menor susceptibilidad de *Vibrio* a los efectos del ácido orgánico.

La ausencia de *Vibrio* en la carga bacteriana del camarón a causa de la aplicación de prebióticos y probióticos puede justificarse por distintas razones. De modo semejante, un estudio reciente de Widyany (2024), ha demostrado que la administración de probióticos en la alimentación de camarones puede incrementar la cantidad de bacterias láctica totales y disminuir la presencia de *Vibrio* en el tracto intestinal de los camarones, lo que se traduce en una mejora en el desarrollo y supervivencia de los mismos. De igual manera, en un estudio de Wei (2023) proporcionó evidencia en la que el uso de prebióticos y probióticos implica a una mayor diversidad de bacterias en los estanques de camarones tratados, lo que puede resultar en la exclusión de bacterias dañinas como los *Vibrio*.

La influencia de la melaza como aditivo en los tratamientos de suplemento prebiótico y con ácido orgánico actuó de forma eficiente en la minimización de aerobios totales en la carga bacteriana. Es necesario recalcar que la melaza, al servir como alimento para las bacterias beneficiosas junto con los prebióticos, pudieron haber potenciado el microbiota intestinal de los camarones, lo que facilita el libre desarrollo de estas bacterias que, a su vez, inhibieron el crecimiento de bacterias patógenas. Aun así, la eficiencia fue menor comparada con los probióticos.

Al respecto conviene decir que el tratamiento con ácido orgánico, que también incluyó melaza, presentó una baja en la carga bacteriana total en comparación con el grupo control, aunque su efectividad fue menor ante los dos tratamientos restantes.

Un estudio de Santo (2016), utilizó la melaza como fuente de carbono en un sistema de flóculos bacterianos, en el que demostró que esto redujo considerablemente la concentración de *Vibrio* en comparación con el grupo de control. Algo similar ocurrió con estudios que comparaban la fertilización orgánica e inorgánica, registraron bajas concentraciones de amoníaco y proporciones de *Vibrio* en cultivos cerrados de *Litopenaeus vannamei* a causa de la melaza, existiendo la posibilidad de que redujera la incidencia de enfermedades por potenciales bacterias patógenas (Lara-Anguiano et al., 2013).

El grupo de control presentó el promedio de aerobios totales más alto de los cuatro tratamientos aplicados con un valor aproximado de  $2,00 \times 10^6$  UFC/g, lo que refleja la carga bacteriana natural de las muestras sin ninguna intervención, lo cual se esperó debido a que no se aplicaron aditivos para controlar la proliferación bacteriana. Si bien la aplicación de ácidos orgánicos provocó una carga bacteriana promedio, inferior a la carga bacteriana determinada para el grupo de control sugiriendo su uso como aditivo alimenticio para controlar la carga bacteriana, el análisis estadístico demostró que las diferencias no fueron significativas ( $p \geq 0,05$ ). Esto se evidenció en el análisis de la prueba de ANOVA de Kruskal-Wallis la cual indicó que no existieron diferencias significativas entre el tratamiento con ácido orgánico y el grupo de control en términos de sus rangos promedio ( $p = 0,602$ ). Cabe recalcar que los tratamientos con melaza y probióticos también mostraron menor crecimiento de aerobios totales.

Romano, Koh & Wing-Keong Ng (2015) aplicaron ácidos orgánicos microencapsulados (OAB) en un tratamiento en el que se mostró una disminución significativa en las unidades formadoras de colonias de *Vibrio* detectadas en muestras del

hepatopáncreas de los camarones, en comparación con el tratamiento control. Cabe añadir que los camarones que fueron alimentados con dietas suplementadas con 2% de OAB tuvieron una mayor resistencia a *Vibrio harveyi* y menor daño en el hepatopáncreas.

Según Thompson et al. (2022), las bacterias lácticas, que actúan como probióticos, producen compuestos antimicrobianos como ácido láctico, peróxido de hidrógeno y bacteriocinas. Dichos compuestos tienen un efecto inhibitorio directo sobre patógenos como *Vibrio spp.* y resultan ser más específicos y duraderos que los ácidos orgánicos, los cuales pueden ser neutralizados o diluidos rápidamente en el medio acuático.

Se debe agregar que Suryanarayana (2020), explicó que los simbióticos, combinación de probióticos y prebióticos, son más efectivos en la reducción de patógenos y en la mejora de la salud intestinal en comparación con los ácidos orgánicos por sí solos. Los simbióticos no solo inhiben los patógenos por medio de la producción de compuestos antimicrobianos, sino que también promueven la proliferación de bacterias beneficiosas y fortalecen la barreta intestinal.

Para ampliar el presente estudio, sería valioso someter a los camarones a una infección experimental con *Vibrio spp.* tras 30 días de exposición a los diferentes tratamientos. Esto permitiría evaluar la resistencia a la vibriosis, proporcionando datos sobre la eficacia de los probióticos, prebióticos y ácidos orgánicos en la mejora del sistema inmunológico de los camarones.

## 5. CONCLUSIONES

- Los recuentos de aerobios totales determinados en muestras de hepatopáncreas del grupo Control oscilaron entre  $2,50 \times 10^4$  y  $9,06 \times 10^6$  UFC/g, mientras en los otros grupos hubo variaciones de recuento entre  $3,70 \times 10^3$  y  $1,83 \times 10^6$  UFC/g.
- Si bien el recuento promedio de aerobios totales del grupo Control superó al de los otros grupos, su rango de variación incluyó los valores determinados en los otros grupos.
- Los datos presentados sugieren que la melaza puede tener un efecto favorable sobre la carga bacteriana presente en el tracto digestivo de los camarones.
- A pesar de que la carga bacteriana promedio provocada por el tratamiento con ácido orgánico fue menor que la del control, la prueba estadística indicó que no existieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), indicando que es necesario considerar otras variables en futuras investigaciones para esclarecer estos hallazgos.
- El estudio proporcionó bases para optimizar el uso de aditivos en la alimentación de camarones, destacando la importancia de los productos probióticos y prebióticos en la salud y rendimiento en sistemas de cultivo.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barón, L.V. (2016). Probióticos y prebióticos como alimentos funcionales en nutrición animal.
- Cynthia Valdizán, G., Fernando Carcelén, C., Miguel Ara, G., Sandra Bezada, Q., Ronald Jiménez, A., Ana Asencios, M., & Guevara, J. (2019). Efecto de la inclusión de probiótico, prebiótico y simbiótico en la dieta sobre los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.
- Delgado-Díaz, L.M., Paz-Quevedo, N.E., Molina-Velásquez, N.E., & Navarrete-Soriano, A. (2022). Incorporación de bacterias ácido lácticas nativas como probióticos en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) en la camaronera Las Ánimas, El Salvador. Revista Minerva.
- Díaz, L.V., & Martínez-Silva, M.A. (2016). PROBIÓTICOS COMO HERRAMIENTA BIOTECNOLÓGICA EN EL CULTIVO DE CAMARÓN: RESEÑA. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 38, 165-187.
- Lara-Anguiano, G., Esparza-Leal, H., Saíenz-Hernández, J., Ponce-Palafox, J., Valenzuela-Quiñónez, W., Apún-Molina, J., & Klanian, M. (2013). Effects of Inorganic and Organic Fertilization on Physicochemical Parameters, Bacterial Concentrations, and Shrimp Growth in *Litopenaeus vannamei* Cultures with Zero Water Exchange. Journal of The World Aquaculture Society, 44, 499-510.  
<https://doi.org/10.1111/JWAS.12058>.
- Larios, E.J., Coello, C.R., Sosa, D.Y., & Tejeda, L.C. (2019). Aislamiento e Identificación de bacterias nativas con potencial probiótico en el camarón (*Litopenaeus vannamei*) cultivado en Honduras, 2018. Portal de la Ciencia.
- Santo, C., Pinheiro, I., Jesus, G., Mouriño, J., Vieira, F., & Seiffert, W. (2016). Soybean molasses as an organic carbon source in the farming of *Litopenaeus vannamei*

(Boone, 1931) in a biofloc system. *Aquaculture Research*, 48, 1827-1835.

<https://doi.org/10.1111/ARE.13020>.

Soares, R.T., Souza, J.D., Nery, V.L., Ferreira, R.A., & Ventura, B. (2006). Probiótico y prebiótico en la alimentación de cerdos en crecimiento y terminación. *Archivos De Zootecnia*, 55, 305-308.

Suryanarayana, M. (2020). Influence of a combination of pre and probiotics in swine feeding: A review. *Journal of entomology and zoology studies*, 8, 1526-1530.

Thompson, J., Weaver, M., Lupatsch, I., Shields, R., Plummer, S., Coates, C., & Rowley, A. (2022). Antagonistic Activity of Lactic Acid Bacteria Against Pathogenic Vibrios and Their Potential Use as Probiotics in Shrimp (*Penaeus vannamei*) Culture., 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.807989>.

Vargas, E.M., Gómez, C.J., Parra, M.E., & Romero, M.A. (2004). Producción de microorganismos probióticos como aditivo para alimentos concentrados para ganado vacuno.

W., S. (2023). Characterization of bacterial communities in prebiotics and probiotics treated shrimp farms from kuantan. *Malaysian Journal of Microbiology*. <https://doi.org/10.21161/mjm.220048>.

Widyany, D. (2024). The growth, survival and intestinal bacteria in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) with addition of probiotics, prebiotics and synbiotics in feeds. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 5(2), 237-242. <https://doi.org/10.54660/ijmrge.2024.5.2.237-242>