

Influencia de la actividad probiótica de *Lactiplantibacillus plantarum* en el agua de cultivo de camarones *Penaeus vannamei* Boone, 1931

Influence of the probiotic activity of *Lactiplantibacillus plantarum* in the culture water of the shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931.

Jimmy Macías Barre^{1,5} , Manuel Palma Mora^{1,6} , Fátima Arteaga Chávez¹ , Jhonny Navatrrere Álava² , Yadira Marcillo Alcívar¹ , Tommy Cueva Navia^{3,4} 

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Carrera de Medicina Veterinaria, Calceta, Manabí, Ecuador

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Carrera de Ingeniería Ambiental, Calceta, Manabí, Ecuador

³ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López Carrera de Medicina Veterinaria, Laboratorio de Química, Calceta, Manabí, Ecuador

⁴ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Jefatura de Admisión y Nivelación, Calceta, Manabí, Ecuador

⁵ Productos veterinarios COVEAL S.A., Autopista Narcisca de Jesús, Parque de Negocios Nexus 1, Guayaquil, Ecuador

⁶ Camal Cantón Sucre, Calle Arcentales, Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador

Correspondencia: Tommy Cueva Navia **E-mail:** tommy.cueva@espam.edu.ec; tommycn20@hotmail.com

Artículo original | Original article

Palabras clave

Crecimiento,
biopreparados,
alimentación,
calidad del agua.

RESUMEN | El empleo de probióticos en el agua de cultivos acuícolas ha representado mejoras sustanciales en los rendimientos y en la calidad del agua. En este estudio se evaluó el desempeño del probiótico *Lactiplantibacillus plantarum* en el cultivo del camarón *Penaeus vannamei* entre las etapas de desarrollo nauplio a juvenil. Se utilizaron 10.000 nauplios distribuidos en dos tratamientos, desarrollados en estanques de cemento hasta llegar a la etapa de postlarva, cuando fueron trasladados a estanques de geomembranas. En el tratamiento T1 se administró el probiótico en el agua de cultivo con una concentración de 10^9 UFC/ml, en una dosis inicial de 10 ml, que se incrementó gradualmente cada 15 d hasta alcanzar 50 ml; el tratamiento T2 (control) no recibió probiótico. Las variables evaluadas fueron: peso final (PF), longitud total final (LT), conversión alimenticia (FCA) y tasa de mortalidad (TM). Los resultados para T1 fueron: $4,42 \pm 0,2$ g (PF); $8,04 \pm 0,12$ cm (LT); 0,88 (FCA) y 10% (TM). Mientras que para T2 se alcanzaron los siguientes valores $3,76 \pm 0,2$ g (PF); $7,04 \pm 0,13$ cm (LT); 0,91 (FCA) y 40% (TM), encontrándose que en el T1 las variables PF, LT y TM tuvieron diferencias significativas con respecto al T2. Los valores promedio de los parámetros abióticos fueron: oxígeno disuelto 5,22 (T1) y 5,73 mg/L (T2); temperatura 29,2 (T1) y 29,9°C (T2); y pH 7,32 (T1) y 7,2 (T2). Se concluye que el uso del probiótico *L. plantarum* en el agua del cultivo es una alternativa viable para mejorar la producción de camarones *P. vannamei* durante su etapa de crecimiento.

Keywords

Growth,
biopreparations,
food,
water quality

ABSTRACT | The use of probiotics in the water of aquaculture crops has represented substantial improvements in yields and water quality. In this study, the performance of the probiotic *Lactiplantibacillus plantarum* was evaluated in the culture of the shrimp *Penaeus vannamei* between nauplius and juvenile developmental stages. A total of 10,000 nauplii was used distributed in two treatments, developed in cement ponds until reaching the post larval stage, which were then transferred to ponds covered with geomembrane. Treatment T1 consisted of the administration of the probiotic in the culture water with a concentration of 10^9 CFU/mL, with an initial dose of 10 ml, which was gradually increased every 15 days until reaching 50 mL; treatment T2 (control) did not receive probiotics. The variables evaluated were final weight (PF), total final length (LT), feed conversion (FCA) and mortality rate (TM). The results for T1 were: 4.42 ± 0.2 g (PF); 8.04 ± 0.12 cm (LT); 0.88 (FCA) and 10% (TM); while for T2 were: 3.76 ± 0.2 g (GP); 7.04 ± 0.13 cm (LT); 0.91(FCA) and 40% (TM). The parameters PF, LT, and TM in T1 were significantly different from T2. The average values of the abiotic parameters for treatments were dissolved oxygen 5.22 and 5.73 mg/L; temperature 29.2 and 29.9°C; and pH 7.2 and 7.32, for treatment T1 and T2, respectively. It is concluded that the probiotic *L. plantarum* is a viable alternative to improve the production of the shrimp *P. vannamei* during its growth stage.

INTRODUCCIÓN

La camaronicultura ha experimentado un acelerado crecimiento y una rápida expansión económica en las últimas décadas, especialmente en el sudeste asiático, India y Ecuador (Figueredo *et al.*, 2020). Paralelamente, al aumento de este tipo de producciones, se ha incrementado también la incidencia e impacto de enfermedades infecciosas en las fincas productoras, generando grandes pérdidas económicas. Han sido las de origen bacteriano y viral las más importantes debido a sus elevadas tasas de mortalidad que ocasionan en los cultivos de camarón (Varela Mejías y Peña Navarro, 2014).

Debido a las enfermedades que afectan a los cultivos de camarones y las consiguientes pérdidas económicas, los productores han recurrido al uso indiscriminado de antibióticos como terapia y promotores del crecimiento para aumentar su producción. Sin embargo, este abuso ha llevado a un aumento en la resistencia de numerosas bacterias patógenas hacia varios antibióticos y agentes quimioterapéuticos. Esto genera preocupación debido a la acumulación de estos compuestos en los cuerpos de agua y tejidos de camarones, lo cual puede representar un peligro potencial tanto para los consumidores como para el medio ambiente. Es imperativo abordar este problema con el fin de salvaguardar la salud pública y preservar nuestro ecosistema (García *et al.*, 2020).

Varios estudios han propuesto el uso de tecnologías limpias en la acuicultura, como los probióticos, que son microorganismos con efectos beneficiosos. Por ello, la aplicación de probióticos se considera una estrategia eficaz en la acuicultura y una alternativa a los antibióticos. En este sentido, se ha comprobado que algunos probióticos pueden inhibir patógenos, mejorar el crecimiento y la salud de los animales, así como la calidad del agua y del sedimento en los estanques de cultivo. Estas investigaciones respaldan el uso de probióticos como una herramienta valiosa para promover la sustentabilidad y el bienestar en la acuicultura (Zokaeifar *et al.*, 2012, Akhter *et al.*, 2015; Aly *et al.*, 2008; Liu *et al.*, 2010 Verschuere *et al.*, 2000; Zorriehzahra *et al.*, 2016).

Los probióticos son bacterias vivas que, cuando son incluidos en el alimento y después de la digestión, ejercen efectos beneficiosos para el hospedero (Cebeci y Gúrankan, 2003). Estos microorganismos, que generalmente incluyen lactobacilos y bifidobacterias, se utilizan como agentes probióticos. En particular, Zheng *et al.* (2020) destacan el uso de *Lactiplantibacillus plantarum* (Orla-Jensen, 1919) como una estrategia para combatir posibles enfermedades que puedan afectar la producción de camarones. Además, esta bacteria se encuentra en diversos entornos y ha demostrado su capacidad para sobrevivir al paso por el tracto gastrointestinal y colonizar el intestino (Vries *et al.*, 2006). Por ello, el empleo de estos probióticos ha estado asociado a diversos beneficios, entre los cuales se destacan el crecimiento acelerado, el control de patógenos, la mejora de la salud y una mayor supervivencia. Además, se ha observado un estímulo al sistema inmunológico y una mejora en la calidad del agua, tal como lo señala Vera (2014).

Por lo antes expuesto, la presente investigación se enfoca en la adición de *L. plantarum*, para mejorar los parámetros productivos en la cría intensiva del camarón *Penaeus vannamei* Boone, 1931, ya que esta es una de las producciones más importantes, delicadas y remunerativas en Ecuador, siendo este camarón autóctono de nuestro medio y una nueva implementación en la acuicultura intensiva, lo que justifica la presente investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación, duración, unidades experimentales

El estudio es de tipo experimental a través del cual se analizó la actividad probiótica del *L. plantarum* en camarones como mejora de los indicadores productivos, sanitario, ambiental y económico. El estudio tuvo lugar en el laboratorio de Microbiología de la carrera de Medicina Veterinaria en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), ubicada en el Sitio El Limón de la parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí (00°49'23" S, 80°11'01" O), a una altitud de 29 m s. n. m. Esta investigación se llevó a cabo durante 4 meses, desde el 18 de agosto hasta el 18 de noviembre de 2015. La población experimental estuvo conformada por 10.000 nauplios del camarón marino *Penaeus vannamei* procedentes de un laboratorio de producción comercial establecido en la zona de San Vicente, provincia de Manabí, Ecuador.

Metodología de campo

El ensayo se realizó en dos estanques de cemento con dimensiones de 4 x 4 m (1 m de profundidad), hasta llegar a la etapa de postlarva, cuando fueron trasladados a estanques cubiertos con geomembranas PE de alta densidad de 8 m de ancho x12 m de largo y 1 m de profundidad. La limpieza y desinfección de estos estanques se realizó con cloro en dosis de 10 ppm por tonelada de agua para eliminar microorganismos, y también se usó jabón neutro con la finalidad de eliminar los residuos de cloro en las paredes. Seguidamente, se llenaron con 10 t de agua de mar, la cual fue previamente filtrada sucesivamente a 16, 8 y 1 μ m, además de la aplicación de tiosulfato de sodio 1 ppm/t como un neutralizador del cloro. El recambio de agua se lo realizó cuando el grado de turbiedad del agua fue elevado, cada 25 d. Para la preparación de los estanques se adicionó al agua las microalgas *Chaetoceros gracilis* y *Tetracelmis suecica* hasta alcanzar una densidad de 2000 cel/ml. También se añadió vitaminas y minerales VITATECH® en dosis de 2 g/kg de alimento. Los tanques fueron cubiertos con plásticos para mantener la temperatura interna, ya que esto ayudó al correcto proceso de muda del camarón.

Al momento de la llegada de los 10.000 nauplios, se colocaron en sus respectivos estanques conformando dos grupos de 5.000 nauplios. Al tanque del tratamiento 1 (T1) se le agregó probiótico (*L. plantarum*) en el agua directamente, desde el inicio de la producción hasta los 105 d. El probiótico fue fermentado en los laboratorios de la ESPAM-MF. El tratamiento 2 (T2) sin probiótico sirvió de control, manteniéndose similares condiciones de alojamiento, nutricionales y sanitarias. Al inicio y luego cada 15 d, se estimó el peso promedio de una muestra de 15 camarones al azar, secándolos previamente en papel absorbente, utilizando una balanza analítica digital (precisión 0,0001 g). De esta muestra también se estimó longitud promedio utilizando una regla Wintape® con precisión 1mm. Para la obtención de los parámetros abióticos se usó un equipo portátil de marca YSI modelo 550A®, con el fin medir la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto en agua, realizando estas mediciones cada 6 h durante los 105 d.

Para la alimentación de las zoeas y mysis, se brindó ZM Feed® que es una dieta formulada para estanques con larvas, mientras que, a partir de Post larva 1, se administró el balanceado Nicovita Origin iniciador® hasta Post larva 12; desde post larva 13 a post larva 28 se empleó el balanceado Nicovita Origin Precría®, y se suministró B. Nicovita Classic® desde post larva 30, y juveniles hasta peso cosecha. La frecuencia de alimentación fue cada 6 h según, se describe en la Tabla 1.

Tabla 1. Esquema de alimentación utilizado en el ensayo de cultivo *Penaeus vannamei* en los distintos estadios de desarrollo.

Fecha	Estadio	Repeticiones (Frecuencia de administración de tratamientos)	Cantidad de alimento (g)	Consumo total/semana (g)	Tamaño de la partícula de alimento (mm)
18/08/2015	Nauplio	2	0,5	1	0,1
19-23/08/2015	Zoea1-				
	Zoea3	20	0,8	16	0,1
24-26/08/2015	Mysis1- Mysis3	12	1	12	0,1
27-28/08/2015	Postlar1-Postlar4	8	1,4	11,2	0,3
29-30/08/2015	Postlar5-Postlar7	8	2,0	16	0,5
31/8-02/09 2015	Postlar8-Postlar10	12	2,5	30	0,8
03-06/09/2015	Postlar11-Postlar12	12	5,5	66	0,8
07-10/09/2015	Postlar13-Postlar16	12	9,0	108	0,8
11-16/09/2015	Postlar17-Postlar 22	24	18,0	432	0,8
17-22/09/2015	Postlar23-Postlar28	20	24,0	480	0,8
23-27/09/2015	Postlar30-Juveniles	20	30,0	600	1,2
28-02/10/2015	Juvenil	20	30,0	600	1,2
03-07/10/2015	Juvenil	20	40,0	800	1,2
08-11/10/2015	Juvenil	16	50,0	800	1,2
12-14/10/2015	Juvenil	12	60,0	720	1,2
15-19/10/2015	Juvenil	20	70,0	1.400	1,2
20-25/10/2015	Juvenil	20	80,0	1.600	1,2
26-31/10/2015	Juvenil	24	100,0	2.400	1,2
01-07/11/2015	Juvenil	28	120,0	3.360	1,2
08-14/11/2015	Juvenil	28	140,0	3.920	1,2
				4.160	
15-18/11/2015	Juvenil	26	180,0	4.680	1,2
19-22/11/2015	Juvenil	26	190,0	5.320	1,2
23-27/11/2015	Juvenil	28	200,0	5.600	1,2
28-1/12/2015	Juvenil	28			1,2
TOTAL				37.132,2	

Metodología de laboratorio

Análisis microbiológico MRS para estimar la cantidad de Lactobacilos en el camarón. Se obtuvo una concentración 10^9 UFC del probiótico por medio de diluciones 1/10 de la muestra de la cepa madre cultivada en el laboratorio de la universidad. Se verificó la densidad del probiótico por medio de 10 diluciones consecutivas, para luego ser colocadas en cajas Petri, e incubadas a 37° durante 30 h. Seguidamente, se realizó el respectivo conteo por medio de un contador de colonias digital de la marca TECNAL®.

Metodología de cultivo

Para el diseño de la investigación se emplearon 2 tratamientos y fueron los siguientes:

Tratamiento 1: Estanques con camarones (*P. vannamei*), donde se administraron las siguientes dosificaciones de probiótico (Tabla 2).

Tabla 2. Dosificación del Probiótico (*Lactiplantibacillus plantarum*) al tratamiento grupo 1

Descriptores	Grupo1 (<i>Lactobacillus</i>)		
	Días	Dosis mL/día	Dosis mL total
	15	10	150
	30	10	150
	45	10	150
	60	20	300
	75	30	450
	90	40	600
	105	50	700
Volumen total de probiótico			2550

Tratamiento 2: Estanques con camarones (*P. vannamei*) sin probiótico (Grupo Control).

Las variables en estudio fueron: ganancia de peso (g), conversión alimenticia, Longitud final del camarón (cm), tasa de mortalidad (%), parámetros abióticos del agua (t) (OD) (pH), y relación costo - beneficio de la aplicación del probiótico (\$). Para la obtención de dichas variables se tuvieron que realizar la siguientes formulas:

Ganancia de peso quincenal

Se determinó el promedio de ganancia de peso que los camarones presentaron por cada 15 d de cultivo, calculada de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso quincenal} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial} \quad [1]$$

Conversión alimenticia

Se evaluó la cantidad de alimento suministrado durante cada semana para establecer la relación entre el peso de alimento consumido y la biomasa producida mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Peso alimento consumido}}{\text{Biomasa carne producida}} \quad [2]$$

Longitud final de los camarones

Se realizó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Longitud quincenal} = \text{Longitud final} - \text{Longitud inicial} \quad [3]$$

Mortalidad

Se evaluó este parámetro al final de la investigación para establecer un porcentaje y conteo aproximado de camarones muertos en el transcurso de la producción utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{\text{Animales muertos}}{\text{Animales vivos}} \times 100 \quad [4]$$

Beneficio – Costo

Se calculó de la siguiente manera al final de la investigación:

$$BC = \frac{\text{Total de Ingresos}}{\text{Total de Egresos}} \quad [5]$$

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados a través de estadística descriptiva (medidas de tendencia central y dispersión). La comparación de grupos se determinó por medio de la prueba de t de Student y se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad mediante la prueba de Bartlett, se compararon las tasas de mortalidad mediante una prueba X^2 . Los cálculos se hicieron utilizando un software estadístico (Statistix versión 8, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto al comportamiento productivo de los distintos grupos del crecimiento del cultivo de camarón, se observó que el grupo al cual se le suministró probiótico presentó los valores promedios significativamente mayores para peso final, consumo total de alimento y longitud final con respecto al control (Tabla 3). Esto sugiere que la administración del probiótico *L. plantarum* tuvo un efecto positivo sobre estas variables. Resultados similares fueron reportados por Melgar *et al.* (2013) con un tratamiento EM1 con dosis de 4L/a de probiótico administrado al agua de cultivo, logrando registrar valores mayores en el peso y longitud total al final del cultivo, comparado con el tratamiento sin probiótico.

Tabla 3. Promedio y error estándar de las variables productivas de los juveniles de *P. vannamei* bajo estudio (N=217).

Tratamientos	Peso final (g)	Longitud final (cm)
Con Probiótico	4,42 ^a ± 0,20	8,04 ^a ± 0,12
Control	3,76 ^b ± 0,20	7,04 ^b ± 0,13

Letras distintas en la columna muestran diferencias significativas al $P < 0,05$.

Incremento en peso

El peso final de los camarones del tratamiento 1 y el tratamiento 2 demostraron diferencias significativas de los cuales obtuvo un mejor peso los del grupo experimental T1 con $4,42 \pm 0,20$ a $3,76 \pm 0,20$ en el Tratamiento control T2. Esto muestra que la administración del probiótico en el grupo 1 aumento levemente la ganancia de peso de los camarones. Este resultado concuerda con lo publicado por Kolangi *et al.* (2016) reportando que los camarones alimentados con dosis de probióticos tuvieron un aumento significativo de peso.

El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) obtenido en los dos grupos de estudio fue 0,95 en el grupo 1 y 1,33 en el grupo 2 (control) (Tabla 4). El menor valor de FCA del grupo 1 revela que el uso de *L. plantarum* proporciona una mejor tasa de conversión alimenticia. Estos resultados concuerdan con los de Kongnum y Hongpattarakere (2012), quienes encuentran que después de una prueba de alimentación con *L. plantarum*, el camarón *P. vannamei* exhibió una mejor tasa de conversión alimenticia (FCR) en comparación del grupo control.

Tabla 4. Factor de Conversión de Alimento obtenida en los dos grupos estudiados.

Grupo	Consumo de alimento estimado (kg)	Peso final de los organismos (kg)	FCA
1	18,90	19,89	0,95
2	15,00	11,28	1,33

La tasa de mortalidad resultó ser significativamente mayor (prueba X²; P<0,01) para los camarones que estuvieron como control (grupo 2) con 40 % (IC95% 38,2 – 41,8), siendo 30% mayor con respecto a los que se les suministró *L. plantarum* (grupo 1) que mostró una tasa de mortalidad de 10% (IC95% 9,12 – 10,9).

Tabla 5. Tasa de mortalidad en los grupos bajo estudio (1 con *L. plantarum* y 2, control)

Grupo	Animales vivos	Animales muertos	Mortalidad (%)
1	4500	500	10 ^a
2	3000	2000	40 ^b

Letras distintas en la columna muestran diferencias significativas al P < 0,01.

El presentarse un 30% mayor la tasa de mortalidad en el grupo control, sugiere que el efecto esperado con el uso de probiótico *L. plantarum* en el agua fue eficaz por reducir las tasas de mortalidad considerablemente. Una situación similar es mencionada por Zocaeifar *et al.* (2023) quienes encuentran que el uso cepas de probióticos con dosis diferentes, mejora significativamente la supervivencia de los camarones, además de los parámetros productivos.

Los parámetros de calidad del agua del cultivo (Tabla 6), estuvieron dentro de los intervalos permisibles tanto para el grupo 1 (*L. plantarum*) como para el grupo 2 (Control). Los parámetros del agua estuvieron adecuados para el crecimiento de los camarones, al comparar con lo reportado por Rengpipat *et al.* (1998) como intervalos aceptables para el cultivo de *P. vannamei*.

Tabla 6. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos del agua del cultivo en cada tratamiento.

Grupos	Parámetros		
	Oxígeno (mg/L)	Temperatura (°C)	pH
<i>Lactobacillus</i> (Grupo 1)	5,73	29,9	7,32
Control (Grupo 2)	5,22	29,2	7,2

La estimación económica realizada en la investigación sobre la base de los ingresos (beneficios) que se generaron y su relación con los egresos (costos) durante su ejecución, reveló una relación superior a 1, significando que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios son mayores a los costos generando rentabilidad en la producción. Se debe aclarar que este análisis de utilidades deja por fuera aspectos como mano de obra, combustible, insumos, medios de cultivo, análisis, energía, transporte, que supone que son independientes del tratamiento, limitándose a los egresos total del alimento suministrado durante la investigación, al igual que el egreso de las larvas empleadas en el estudio.

Tabla 7. Estimación económica a través de la relación Costo-Beneficio.

Análisis Costo – Beneficio		
Datos	Tratamientos	
	t1 (Probiótico)	t2 (Control)
Egresos		
Número de camarones por tratamiento	5.000	5.000
Costo de animales	7,5	7,5
Costo de alimento por (kg)	1,17	1,17
Total, de alimento consumido (kg)	18,9	15
Costo total del alimento (\$)	12,5	17,55
Costo del probiótico	25	0
Sobrevivencia	50	30
Total, Egresos	92,72	55,05
Ingresos		
Peso promedio del camarón	0,00442	0,00376
Total, de kilos obtenidos	19,89	11,28
Precio del kg	7	7
Número de camarones al final del experimento	4.500	3.000
Total, de Ingresos	139,23	78,96
Beneficio/Costo (USD)	1,50	1,43

Lo anterior permite señalar que por cada dólar invertido en la compra de larvas y alimentación se obtuvo una ganancia económica de 0,50 ctvs. en el grupo 1 al que se le administro probiótico y 0,43 ctvs. al grupo 2 sin probiótico. Cabe mencionar que en estos resultados no se tomaron en cuenta el costo de electricidad, transporte y todos los egresos que no están relacionados con alimentación.

CONCLUSIONES

Se presenta una mejora en el rendimiento de los parámetros productivos como; peso, longitud, consumo y conversión alimenticia de los camarones del tratamiento T1 a los que se les suministró como probiótico *L. plantarum*, en comparación con el tratamiento sin probiótico.

La aplicación de probiótico *L. plantarum* en el cultivo del *L. vannamei* en la fase de nauplios hasta su fase juvenil, permite una supervivencia mayor que en condiciones normales.

Los parámetros abióticos medidos en ambos tratamientos presentaron valores dentro de los intervalos permisibles, para el crecimiento normal de *P. vannamei*.

El uso de probiótico genera una rentabilidad de US\$ 0,74 por cada dólar invertido, esto debido a que los camarones del tratamiento T1 con probiótico presentaron mayor ganancia de peso y una menor tasa de mortalidad en comparación con el tratamiento T2 sin probiótico.

El uso de probiótico implica una crianza y producción natural y resiliente con el medio ambiente, libre de antibióticos por lo que resulta beneficioso en la salud ambiental y de los consumidores.

REFERENCIAS

- Akhter N., Wu B., Memon A.M., Mohsin M. (2015) Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: a review. *Fish Shellfish Immunology*, 45:733-741.
- Aly S.M., Ahmed Y.A.G, Ghareeb A.A.A, Mohamed M.F. (2008). Studies on *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus*, as potential probiotics, on the immune response and resistance of *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*) to challenge infections. *Fish & Shellfish Immunology*, 25:128-136.
- Cebeci A., Gúrakan C. (2003). Properties of potential probiotic *Lactobacillus plantarum* strains. *ScienceDirect*. 20:515-518. <https://acortar.link/eqznJV>
- Figueredo A., Fuentes J., Cabrera T., León J., Patti J., Silva J., Ron E., Pichardo O., Marcano N. (2020). Bioseguridad en el cultivo de camarones Penaeidos: una revisión. *Revista AquaTechnica*. 2(1):1-22. <https://doi.org/10.33936/at.v2i1.2409>
- García M., Medina R., Campa A., Tovar D., Barajas D., Castro P., Mazón J. (2020). Crecimiento y supervivencia del camarón *Penaeus vannamei* con aplicación de actinomicetos probióticos y homeopatía. *Revista AquaTechnica*. 2(2):76-85. <https://doi.org/10.33936/at.v2i2.2654>
- Kolangi H., Yarahmadi P., Abbasian M. (2016). Immune related transcriptional responses and performance of *Litopenaeus vannamei* post-larvae fed on dietary probiotic PrimaLac®. *Fish & Shellfish Immunology*.55; 671-678. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.06.053>
- Kongnum K., Hongpattarakere T. (2012). Efecto de *Lactobacillus plantarum* aisladas del tracto digestivo de camarón silvestre en el crecimiento y la supervivencia de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) desafío con *Vibrio harveyi*. *Fish and Shellfish Immunology*. 32(1): 170-177.
- Melgar C., Barba B., Álvarez C., Tovilla C., Sánchez A. (2013). Efecto de microorganismos con potencial probiótico en la calidad del agua y el crecimiento de camarón *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae) en cultivo intensivo. *Revista de Biología Tropical*, 61(3):1215-1228. <https://acortar.link/cKj4by>

- Liu K.F., Chiu C.H., Shiu Y.P., Cheng W., Liu C.H. (2010). Effects of the probiotic, *Bacillus subtilis* E20, on the survival, development, stress tolerance, and immune status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* larvae. *Fish & Shellfish Immunology*, 28:837-844.
- Rengpipat S., Phianphak W., Piyatiratitivorakul S., Menasveta P. (1998). Effects of a probiotic bacterium on black tiger shrimp *Penaeus monodon* survival and growth. *Aquaculture Science Direct*. 167(3-4):301-313. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00305-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00305-6)
- Varela Mejías A., Peña Navarro N. (2014). Síndrome de mortalidad temprana (EMS/ AHPNS) en camarones cultivados. *Repertorio Científico*, 17(1):25-30. <https://acortar.link/q58726>
- Vera M. (2014). Efecto de una combinación del probiótico *Pediococcus acidilactici* con vitaminas y antioxidantes en el crecimiento y supervivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Verschuere L., Rombaut G., Sorgeloos P., Verstraete W. (2000). Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 64:655-671. <https://doi.org/10.1128/mmbr.64.4.655-671.2000>
- Zokaeifar, H., Balcázar, J., Saad, C., Kamarudin, M., Sijam, M., Arshad, A., Nejat, N. (2012). Effects of *Bacillus subtilis* on the growth performance, digestive enzymes, immune gene expression and disease resistance of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, 33(4):683-689. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2012.05.027>
- Zorriehzahra M.J., Delshad S.T., Adel M., Tiwari R., Karthik K., Dhama K., Lazado C.C. (2016). Probiotics as beneficial microbes in aquaculture: an update on their multiple modes of action: a review. *Veterinary Quarterly*, 36:228-241. <https://doi.org/10.1080/01652176.2016.1172132>

