



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Beneficios de la comunidad microbiana de los probióticos que se utilizan en el cultivo del camarón blanco "Litopenaeus vannamei"**

**AGUILAR RODAS ELIAN STALIN  
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA  
2022**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Beneficios de la comunidad microbiana de los probióticos que se utilizan en el cultivo del camarón blanco "Litopenaeus vannamei"**

**AGUILAR RODAS ELIAN STALIN  
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA  
2022**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**EXAMEN DE GRADO O FIN DE CARRERA DE CARÁCTER COMPLEXIVO**

**Beneficios de la comunidad microbiana de los probióticos que se utilizan en el cultivo del camarón blanco “*Litopenaeus vannamei*”**

**AGUILAR RODAS ELIAN STALIN  
INGENIERO ACUICOLA**

**RIVERA INTRIAGO LEONOR MARGARITA**

**MACHALA  
2022**

“BENEFICIOS DE LA  
COMUNIDAD MICROBIANA DE  
LOS PROBIÓTICOS QUE SE  
UTILIZAN EN EL CULTIVO DEL  
CAMARÓN BLANCO  
*Litopenaeus vannamei*”

*por* Elian Aguilar

---

**Fecha de entrega:** 29-ago-2022 04:35p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1889032421

**Nombre del archivo:** TRABAJO\_DE\_TITULACION\_DE\_ELIAN\_AGUILAR.docx (34.72K)

**Total de palabras:** 3963

**Total de caracteres:** 21714

# “BENEFICIOS DE LA COMUNIDAD MICROBIANA DE LOS PROBIÓTICOS QUE SE UTILIZAN EN EL CULTIVO DEL CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus vannamei*”

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

< 1%

★ [www.who.int](http://www.who.int)

Fuente de Internet

---

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

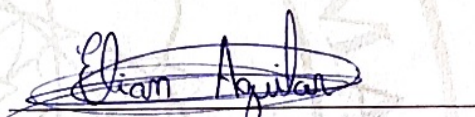
El que suscribe, AGUILAR RODAS ELIAN STALIN, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Beneficios de la comunidad microbiana de los probióticos que se utilizan en el cultivo del camarón blanco "Litopenaeus vannamei", otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



AGUILAR RODAS ELIAN STALIN

0750999641

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	PROBLEMÁTICA .....	3
3	JUSTIFICACIÓN.....	4
4	OBJETIVOS .....	5
4.1	Objetivo general .....	5
5	MARCO TEÓRICO .....	6
5.1	Especies de camarón .....	7
5.1.1	<i>Litopenaeus vannamei</i> .....	8
5.2	Los Probióticos.....	9
5.2.1	Administración de probióticos .....	10
5.3	Probióticos en acuicultura .....	10
5.3.1	Cepas probioticas aplicadas en el cultivo de camarón.....	11
5.4	Beneficios de los probióticos en el cultivo de camarón.....	15
5.4.1	Colonización y adhesión en el tracto gastrointestinal.....	15
5.4.2	Producción de antimicrobianos y compuestos antivirales .....	16
5.4.3	Producción de compuestos benéficos.....	18
5.4.4	Mejora de la calidad del suelo.....	18
5.4.5	Mejora de la calidad del agua.....	19
6	CONCLUSIÓN .....	21
7	BIBLIOGRAFÍA.....	22

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 1</b> Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales .....	6
<b>Figura 2</b> Anatomía general del camarón blanco .....	8
<b>Figura 3</b> Resultados de los tratamientos con aditivo probiótico respecto a los grupos control .....	17



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Especies de camarón en la provincia de El Oro.....	7
<b>Tabla 2</b> Principales características de los diferentes sistemas de cultivo para camarón.....	9
<b>Tabla 3</b> Cepas microbianas utilizadas como probióticos en campo .....	14

## 1 INTRODUCCIÓN

La acuicultura forma parte de uno de los sectores productivos de mayor crecimiento en los últimos años, dentro del mismo el cultivo de crustáceos es el más rentable y producido a nivel mundial, donde el retorno de inversión es rápido y de alto valor monetario. El camarón es el producto que más se produce en América Latina y Asia, ya que sus altas producciones generan grandes ingresos económicos, así como oferta laboral. Los cultivos más practicados en estas son *Penaeus monodon* (camarón tigre negro) y el producto estrella *Litopenaeus vannamei* (camarón blanco del pacífico) (Toledo *et al.*, 2018).

En el crecimiento productivo y desarrollo económico ecuatoriano, la acuicultura se ha convertido en un pilar importante del sector productivo. De manera que el cultivo de camarón esta entre los productos no petroleros de exportación más importantes del país. La producción de camarón en el Ecuador comenzó a crecer desde el año de 1976, siguiendo en la misma tendencia durante las siguientes décadas hasta en la actualidad. El sector acuícola actualmente está en su etapa de madurez tecnológica, ya que luego de muchos años de experiencia en campo, la producción de camarón *Litopenaeus vannamei* en cautiverio empieza a establecer un equilibrio entre el recurso tecnológico, humano y ambiental (Muñoz Chávez & Narváez Castillo 2018).

El sector acuícola en los últimos años ha tenido un crecimiento favorable, sin embargo, existen dificultades como el aumento de enfermedades y la disponibilidad de materias primas en cuanto a la elaboración de balanceados. En las producciones a gran magnitud, los animales son expuestos a diferentes condiciones fisicoquímicas y ambientales provocando estrés, por ende, el no tener a los organismos en sus rangos óptimos de cultivo lleva a la aparición de enfermedades que de manera directa afectan al bolsillo del productor (Toledo *et al.*, 2018).

El control de las enfermedades en el sector acuícola, tanto terapéutico, biorremediador como profiláctico, se basó desde el principio en el uso de antibióticos y antimicrobianos; sin embargo, esta técnica es bastante cuestionada en la actualidad debido al desarrollo de resistencia y acumulación de residuos en el ambiente, dejando como consecuencia un gran impacto al ambiente. Por otro lado, un método efectivo es la implementación de microorganismos para una gran asimilación y mejor aprovechamiento del balanceado por

parte de los organismos con el fin de aumentar la productividad durante el cultivo (Toledo *et al.*, 2018).

La incorporación de estos microorganismos dentro del agua y el suelo es un método sustentable con el medio ambiente ya que aumenta la resistencia a enfermedades y ayuda a tener un mejor estado nutricional en los camarones. Los probióticos son microorganismos vivos que benefician al hospedero, los cuales modifican la comunidad microbiana ya sea dentro de este o su entorno, y se logra una mejor asimilación del alimento por medio de las enzimas que los probióticos contienen, así mismo estimulan su respuesta inmune (Toledo *et al.*, 2018).

Perez-Chabela *et al.* (2020) menciona que los probióticos representan soluciones a los problemas en el sector acuícola, es una práctica reciente, que desde el punto de vista de la producción sostenida y sustentabilidad, pretende reducir el impacto ambiental de la acuicultura. Como beneficios de los probióticos estos actúan favoreciendo al hospedero: “a) por exclusión competitiva de microorganismos patógenos en el tracto digestivo; b) induciendo una respuesta inmune que puede ser efectiva contra organismos patógenos y c) aportando enzimas exógenas que coadyuvan a la digestión de los alimentos ingeridos por el hospedero”, además también mejora el agua de cultivo al consumir CO<sub>2</sub> al producir oxígeno, así mismo degradar la materia orgánica residual.

Adicionalmente los probióticos benefician la sobrevivencia, crecimiento e inmunoresistencia de los organismos en cultivo. Dentro de los probióticos se ha establecido la presencia de bacterias lácticas, levaduras y bifidobacterias utilizadas, las mismas que han sido obtenidas de cultivos de mamíferos y de la especie humana, para así estudiarlos, adaptarlos y utilizarlos en el campo acuícola (Pérez-Chabela *et al.*, 2020).

Por las razones expuestas la presente investigación tiene como objetivo determinar los beneficios de la comunidad microbiana de los probióticos que se utilizan en el cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.

## 2 PROBLEMATICA

La acuicultura durante años ha modificado el entorno ambiental por medio de tres procesos: a) El proceso de transformación, b) El consumo de recursos y c) La generación del producto final. En lo que se refiere al cultivo de camarón, los sistemas intensivos han contribuido a la degradación del entorno, debido al alimento no consumido, uso desmesurado de antibióticos, exceso de materia orgánica, entre otros, los mismos que a su vez contribuyen a la proliferación de enfermedades (Buschmann, 2001).

### **3 JUSTIFICACIÓN**

Las enfermedades en la producción de camarón se presentan por medio de bacterias y virus, y en menor cantidad por parásitos y hongos. Algunas de estas enfermedades aparecen por las malas prácticas de manejo durante el ciclo de producción, alterando los parámetros físicos-químicos, tanto del agua como del suelo (Ramon Espinoza, 2020).

Las condiciones del entorno en las que viven los organismos son clave para una veloz proliferación y ataque de los patógenos, los cuales pueden hospedarse en el tracto digestivo, cutícula del camarón o branquias así mismo en el exterior del estanque como el agua y suelo. Es por ello que la utilización de cepas probióticas es considerada como una de las alternativas biológicas para solucionar los problemas.

## 4 OBJETIVOS

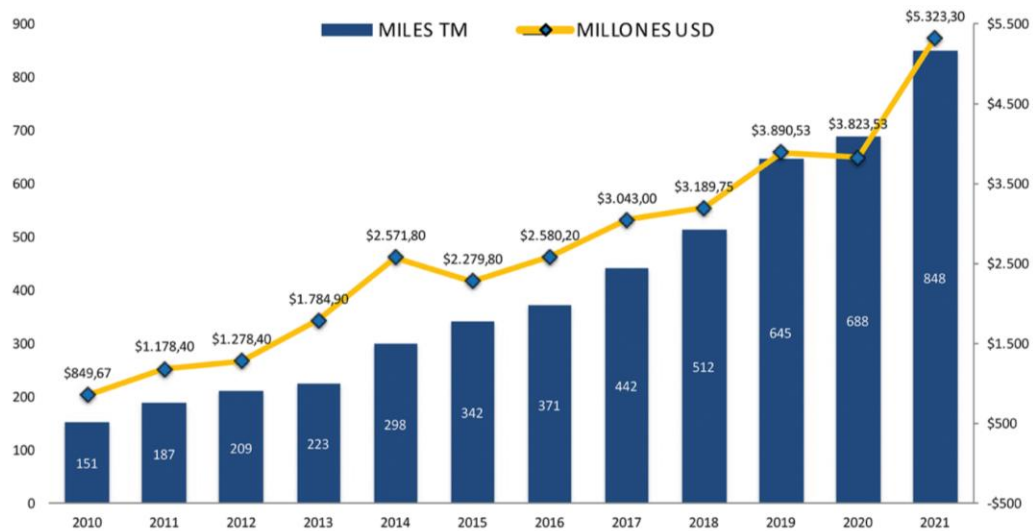
### 4.1 Objetivo general

Investigar los beneficios de la comunidad microbiana de los probióticos que se utilizan en el cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* por medio de la investigación bibliográfica.

## 5 MARCO TEÓRICO

Actualmente el camarón ecuatoriano es exportado a diferentes países del mundo, debido a su gran calidad de producción y su diferente sabor lo cual lo diferencia de las demás producciones en otros países, como consecuencia de ello, el camarón ecuatoriano tiene una gran particularidad y demanda en los mercados estadounidenses y europeos. Primordialmente, las exportaciones ecuatorianas del crustáceo han tenido un crecimiento sostenido durante los últimos años. En la figura 1 se muestran las cifras de exportación expuestas por la Cámara Nacional de Acuicultura, donde en el año 2021 la producción fue de 848 mil Tm. de camarón con un margen de venta de \$5.323,30 millones de dólares. Cabe recalcar que el camarón se encuentra como el principal producto no petrolero de exportación, seguido por el banano, así lo anunció José Camposano, presidente de la CNA.

**Figura 1** Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales



**Fuente:** Cámara Nacional de Acuicultura (2022)

La gran parte de la producción de camarón se destina para consumo humano directo, donde la mitad de este se consume de forma fresca, mientras que la otra mitad como productos congelados. Actualmente en el país existen alrededor de 210 000 ha orientadas al cultivo de camarón; así mismo el 60% está en la Provincia del Guayas, el 15% en la Provincia de El Oro, 9% está en la Provincia de Manabí, el 9% en Esmeraldas, y el 7% en Santa Elena. El volumen de producción por hectárea en Ecuador es de 1 800 lbs. siendo este un promedio

nacional. Luego de un proceso de negociaciones se llegó a un acuerdo comercial con la Unión Europea, donde el producto entrará sin pagar aranceles, lo que impulsa confianza para el productor (Gonzabay-Crespin *et al.*, 2021). El sector principal camaronero ecuatoriano se encuentran en la región costera del Ecuador, siendo El Oro con un 38% de, Guayas con el 43%, Manabí con el 14%, Santa Elena con el 4% y Esmeraldas con el 1% de productividad de camarón (Poma, 2022).

### 5.1 Especies de camarón

Actualmente existen 342 especies de camarón que son comercializados, de las cuales sólo dos son producidas en Ecuador, *Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus stylirostris*. Estos pertenecen a la familia de los crustáceos y se encuentran de forma silvestre en aguas saladas, pero la producción como tal se realiza principalmente en agua salobre y en agua salada. Una de sus principales características es que su cola es más larga en comparación a su cuerpo. Estos crustáceos son omnívoros en su forma silvestre, así mismo su reproducción es por medio del apareamiento, teniendo una producción de huevecillos de entre 500,000 y 1,000,000 en cada ciclo de reproducción, su ciclo de vida varía entre uno a dos años. La temperatura idónea para el desarrollo de esta especie oscila entre 26 a 32°C. es decir climas tropicales o subtropicales (Poma, 2020).

La principal especie producida en las costas ecuatorianas es la especie *L. vannamei* con un 95% producción, ya que es resistente a cambios ambientales en su cultivo, el 4% de la producción es de la especie *L. stylirostris* y el 1% se produce en otras especies. En la tabla 1 se puede observar la longitud de cada una de las especies (Poma, 2020).

**Tabla 1** Especies de camarón en la provincia de El Oro

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO	LONGITUD COMERCIAL
Camarón Blanco	<i>Litopenaeus vannamei</i>	25 cm
Camarón Azul	<i>Litopenaeus stylirostris</i>	23 cm

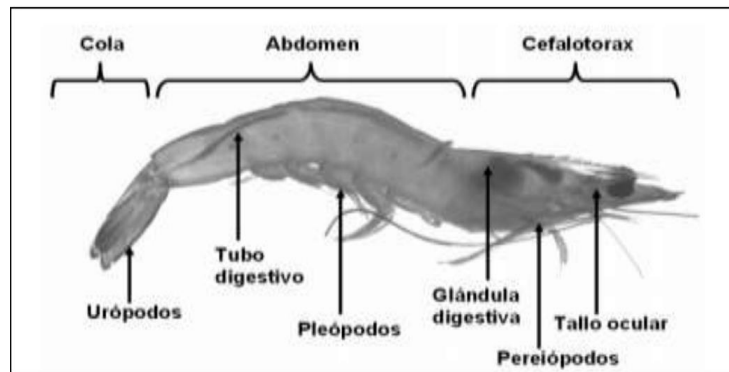
**Fuente:** Poma (2020)



### 5.1.1 *Litopenaeus vannamei*

El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) proviene de la región costera del Océano Pacífico desde el norte de la ciudad de Sonora (México) hasta la ciudad de Tumbes (Perú), durante todo el año la temperatura mínima de sus aguas es de 22°C. lo cual ayuda al crecimiento del camarón (Poma, 2020). Muñoz Chávez & Narváez Castillo (2018) mencionan que en su estado salvaje los camarones adultos tienen su reproducción en aguas abiertas, mientras que la larva nada hacia las costas para pasar su juventud por otro lado las hembras están listas para su reproducción a partir de los 28 g. mientras que los machos aproximadamente a los 20 g en un aproximado de entre 6 y 7 meses desde que son larvas hasta que llegan a su estado de reproducción y en su peso podemos encontrar ejemplares de 30 y 45 g. En la figura 2 se observa la anatomía general del crustáceo, cabe destacar que su cuerpo se encuentra segmentado en tres partes, cefalotórax, abdomen y cola.

**Figura 2** Anatomía general del camarón blanco



**Fuente:** Poma (2020)

En la primera etapa de su ciclo de vida se alimentan de su reserva embrionaria, en su siguiente etapa pasan a ser criaturas planctónicas y su alimentación se basa en la ingesta de fitoplancton y zooplancton, luego de un par de días se alimentan de gusanos y pequeños crustáceos hasta llegar a un peso de 2 g. donde ya se los coloca en estanques de producción para iniciar su cultivo (Poma, 2020). Los sistemas más implementados en el Ecuador en la producción de camarón se detallan a continuación en la Tabla 2.

**Tabla 2** Principales características de los diferentes sistemas de cultivo para camarón

<b>SISTEMA</b>	<b>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS</b>
<b>EXTENSIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bajas densidades: 10 000-15 000/ha.</li><li>• No se alimenta con dietas formuladas</li><li>• Producción promedio: 600 lb/ha/año</li></ul>
<b>SEMI-INTENSIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Densidades medias: 15 000 – 120 000/ha</li><li>• Se alimenta con dietas formuladas</li><li>• Producción promedio: 1 000-5 000 lb/ha/año</li></ul>
<b>INTENSIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Densidades altas: más de 120 000/ha.</li><li>• Se alimenta con dietas formuladas</li><li>• Producción promedio: mayores a 5 000 lb/ha/año</li><li>• Generalmente requieren de estanques pequeños, eventualmente recubiertos con liners y techados para un efecto invernadero</li></ul>

**Fuente:** Poma (2020)

## 5.2 Los Probióticos

Los probióticos se definen como microbios vivos que se introducen en el tracto gastrointestinal (TGI) con los alimentos o el agua, y que promueven la buena salud, mejorando el equilibrio microbiano interno. En 2008, sugirió el uso de probióticos en acuicultura y como método de prevención de enfermedades amigable con el medio ambiente, administrando por vía oral para controlar las enfermedades bacterianas en los animales de cultivo. Varios autores sostienen que el uso de probióticos en acuicultura ha proporcionado varios beneficios, como la mejora del rendimiento del crecimiento, la resistencia a las enfermedades, la mejora de la inmunidad, el estado de salud, la sostenibilidad del microbiota intestinal, y el enriquecimiento de los nutrientes en el zooplancton (El-Saadony *et al.*, 2021).

Se ha evaluado el potencial de los candidatos a probióticos de diferentes áreas, como los sistemas semi-intensivos, las jaulas flotantes en un río, el cultivo en granja y los lagos naturales, donde los microbios aislados fuera del huésped se denominan "alóctonos o

exógenos", y los microbios aislados del interior del huésped se denominan "autóctonos" (El-Saadony *et al.*, 2021).

Los probióticos tienen la capacidad de aumentar la sostenibilidad de la cría de camarones y peces al mejorar la utilización del alimento de los piensos, activando las respuestas del sistema inmunitario para proteger contra las enfermedades y mejorando la calidad del agua en los estanques de acuicultura mediante la biorremediación. Sin embargo, se requiere una mayor regulación y gestión para normalizar la producción y el uso de probióticos acuáticos (Olmos *et al.*, 2019)

### **5.2.1 Administración de probióticos**

Existen diferentes maneras, oral, aditivo en el pienso, dilución en el agua o también junto al alimento vivo como artemia o rotíferos. Generalmente, a los camarones se les administra de manera oral. No obstante, el método más aplicado en la acuicultura es mediante dilución en agua debido a que una gran parte de los probióticos están optimizados para mezclarse con el balanceado. Los probióticos como aditivo para los piensos, como por ejemplo el *Lactobacillus rhamnosus*, mejoraron la aceleraron la fecundidad de la especie *Danio rerio*. Los probióticos tienen una particularidad y es que pueden usarse de manera individual o combinados junto con otros probióticos o aditivos en general. Se ha demostrado que los probióticos aplicados en una sola cepa son menos eficientes que aquellos aplicados en variedades mixtas. Siendo que, los probióticos de diversas cepas son una gran protección contra la infección de patógenos (Perez-Chabela *et al.*, 2020).

### **5.3 Probióticos en acuicultura**

Los peces y crustáceos de cultivo están fuertemente influenciados por los microorganismos del agua circundante porque están en constante contacto con el agua y la ingieren continuamente. El ecosistema de la acuicultura alberga bacterias eucariotas y bacterias comensales, así como patógenos oportunistas, los cuales pueden alcanzar altas densidades en este entorno favorable. Los patógenos oportunistas, como los *Vibrios spp*, invaden el huésped a través del intestino, branquias o piel. Algunos de los probióticos más estudiados pertenecen al filo de los *Firmicutes*, conocidos también como LAB (bacterias productoras de ácido láctico) y *Bacillus spp*. Aunque no están adaptadas ni son comunes en el ambiente marino,

las LAB pueden tolerar pH ácido y las sales biliares, lo que les permiten sobrevivir en los sistemas intestinales de los organismos en cultivo (El-Saadony *et al.*, 2021).

Estas bacterias pueden colonizar la mucosa intestinal, donde ayudan a procesar y absorber el de los alimentos, promoviendo el crecimiento de los peces. La especie *Pediococcus acidilactici* fue aislada del intestino de larvas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), las cepas eran bioactivas contra los patógenos comunes, debido a la producción de bacteriocinas (El-Saadony *et al.*, 2021).

A pesar de su patogenicidad para algunos crustáceos la bacteria de *V. alginolyticus* en el agua de cultivo podría reducir la aparición de *V. parahaemolyticus* y aumentar la supervivencia de los camarones blancos (*Litopenaeus vannamei*). Otros estudios han revelado que *Shewanella putrefaciens* puede mejorar el crecimiento cuando se añade al alimento de los juveniles. Esta cepa probiótica también puede modular la microbiota intestinal y la expresión de genes relacionados con la inmunidad, durante el estrés inducido por la alta densidad de población. En conjunto, esto indica que *S. putrefaciens* puede tener múltiples mecanismos, que actúan conjuntamente para proteger y mejorar la salud de los animales criados en acuicultura (El-Saadony *et al.*, 2021). Por otro lado la especie *B. licheniformis* se ha aislado en varios peces de agua fría y cálida de agua fría y cálida con distintos grados de inhibición del patógeno y la producción de enzimas (Soltani *et al.*, 2019)

### **5.3.1 Cepas probióticas aplicadas en el cultivo de camarón**

Hasta la fecha, se han presentado una amplia gama de bacterias probióticas para su aplicación. Sin embargo, su utilización a gran escala tiene diversas limitaciones debido a preocupaciones biotecnológicas. Algunos probióticos comerciales ya se encuentran presentes en el mercado, como BACTOCELL® *Pediococcus acidilactici* CNCM I-4622, único probiótico comercial autorizado en acuicultura para la aplicación en peces y crustáceos en la Unión Europea, este funciona como estabilizador de la flora intestinal y ubicado en la categoría de aditivos para balanceados. Este aditivo funciona como un estabilizador de la microbiota intestinal, incrementando y favoreciendo su madurez y eficiencia digestiva (Guitérrez, 2021).

La amplia literatura sobre probióticos en la acuicultura ha mostrado beneficios sobre las defensas intestinales de los crustáceos, lo cual es vital para la prevención de enfermedades. La variedad de bacterias benéficas que se utilizan como probióticos en acuicultura es muy extensa, los más utilizados son bacterias de los géneros *Aeromonas*, *Lactococcus*, *Bacillus*, *Alteromonas*, *Zooshikella*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Vibrio*, *Roseobacter*, *Pseudomonas*, y *Lactobacillus*. Así mismo se emplean levaduras, algas unicelulares y bacteriófagos. Por ejemplo, un alga unicelular utilizada es la *Skeletonema costatum*, la misma produce toxinas con capacidad de inhibir el crecimiento de patógenos como el *Vibrio anguillarum*, También se ha visto que la cepa bacteriana *Thalassobacter utilis* disminuyó el desarrollo de este patógeno e inclusive mejoró la supervivencia de las larvas de cangrejo (*Portunus trituberculatus*) así mismo demostró capacidad antifúngica contra *Haliphthoros spp* (Guitérrez, 2021).

Por otro lado, Kuebutornye *et al.* (2019) señalan que las cepas de *Bacillus cereus* y *Paenibacillus polymyxa*, aisladas de los sedimentos, agua marina y tracto intestinal de peces sanos bajaron la presencia de *Vibrio spp.* y *V. harveyi in vivo* en larvas de camarón. En 2007 se demostró que las cepas LAB (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* CLFP100 y CLFP102) tenían capacidad antibacteriana contra *Y. ruckeri* (Guitérrez, 2021). Kuebutornye *et al.*, (2019) mencionan que los camarones *L. vannamei* sometidos a varios productos químicos y factores de estrés ambiental, los camarones que fueron tratados con *B. subtilis* y *B. licheniformis* fueron más resistentes en relación con el grupo control.

La AST y la ALT son biomarcadores sensibles utilizados en el diagnóstico del daño hepático ya que son de naturaleza citoplasmática y se liberan en la circulación (sangre) después del daño celular. En los vertebrados, la AST existe en forma mitocondrial y citoplasmática con el nivel más alto en los tejidos del corazón, hígado, músculo y riñón respectivamente. El análisis de las actividades de AST y ALT puede ayudar a detectar el daño tisular causado por tóxicos (es decir, dentro de los alimentos administrados o en el medio ambiente). Por ejemplo, en camarones, las actividades de AST y ALT fueron significativamente menores en los grupos tratados con *B. subtilis* y *B. licheniformis* en comparación con el control (Kuebutornye *et al.*, 2019).

En el cultivo de camarón, las cepas probióticas (*B. cereus*, *Paenibacillus polymyxa* y *Pseudomonas sp.*) mejoraron la tolerancia de los camarones contra la infección de especies patógenas de *Vibrio*. Resultados similares se obtuvieron en *L. vannamei* y *Penaeus japonicus* alimentados con dietas suplementadas con *Pediococcus pentosaceus*, *L. plantarum* o *Bifidobacterium thermophilum*. (Dawood *et al.*, 2018).

En la crianza de camarón (*Litopenaeus vannamei* y *Penaeus monodon*) se emplean los probióticos *B. subtilis* y *B. licheniformis*. Con técnicas de Q-PCR, se demostró la capacidad probiótica de *Bacillus sp.* JL47, el cual es productor de un biopolímero poli-beta-hidroxibutirato, el mismo que sobreinduce los genes relacionados con el sistema inmune del *Penaeus monodon* en su fase de post-larva después de haber sido infectados con *Vibrio campbellii*. Por otro lado, se evaluó la aplicación de una combinación de probióticos comerciales como son las especies de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* en larvas de camarón (*L. vannamei*). Los resultados recopilados aseguraron que la administración oral de la combinación de estos dos probióticos tuvo efectos positivos en el desarrollo y crecimiento como en su tamaño, peso y velocidad específica de crecimiento (peso, tamaño y velocidad específica de crecimiento) (Perez-Chabela *et al.*, 2020).

Así mismo James *et al.* (2020) señalan que varias especies de *Bacillus* actúan como inmunoestimulantes activando las respuestas inmunitarias y la producción de anticuerpos en peces y mariscos. La administración de estos probióticos mejoró la digestión del alimento, el crecimiento y la resistencia a las enfermedades. Todas estas propiedades beneficiosas del *Bacillus spp.* lo convierten en una especie candidata ideal para acuicultura, ya que controla las enfermedades, refuerza la respuesta inmunitaria y mejora la tasa de crecimiento y la calidad del agua.

Kuebutornye *et al.* (2020) mencionan que la actividad antimicrobiana de una cepa bacteriana en particular depende de su capacidad de producir diversas sustancias, así como compuestos con espectros y modos de acción muy específicos de acción muy específicos, como bacteriocinas, enzimas bacteriolíticas y antibióticos.

Diversas cepas bacterianas del género *Bacillus* son utilizadas como probióticos para estimular el crecimiento en peces y crustáceos, generalmente en estados larvarios. Diferentes

estudios muestran la actividad probiótica de *B. firmus* en diferentes organismos como en la carpa, tilapia del Nilo, del camarón blanco y rotíferos. La incorporación de este microorganismo en la dieta de cultivo ha demostrado su capacidad de mejorar la sobrevivencia y otros indicadores productivos (González-León *et al.*, 2022).

González-León *et al.* (2022) en su estudio menciona la actividad probiótica del *B. firmus* en *O. niloticus*, donde presentó efectos inhibidores contra *A. hydrophila* y no mostró signos de mortalidad ni enfermedad cuando se inyectó en los peces. En otros estudios también se identificaron cepas de *B. firmus* originarias del tracto digestivo de camarones completamente sanos y demostraron que, añadidas al alimento sube significativamente el índice de supervivencia e inmunidad de *P. vannamei* en presencia de virus de la mancha blanca. Otros autores determinaron los efectos después de la suplementación dietética con *B. firmus* sobre la actividad de enzimas digestivas dentro del intestino. Dando como resultado que los camarones alimentados con la dieta en que se administró *B. firmus* exhibieron la actividad de pepsina, amilasa y lipasa más altas.

**Tabla 3** Cepas microbianas utilizadas como probióticos en campo

<b>Cepa Probiótica</b>	<b>Beneficio</b>	<b>Modo de aplicación</b>
<i>Bacillus cereus</i>	Control de concentración de Vibrio.	Agua
<i>Bacillus licheniformis</i>	Limpieza de materia orgánica en competencia con otras bacterias.	Agua
<i>Bacillus subtilis</i>	Infección de <i>Vibrio harveyi</i> .	Agua
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Inmunoestimulante ante el <i>Vibrio harveyi</i> .	Dieta

<i>Streptococcus s.p</i>	Antagonista ante el <i>Vibrio alginolyticus</i> .	Dieta
<i>Pediococcus</i>	Control de <i>Vibrio</i> <i>alginolyticus</i> .	Dieta

**Fuente:** Yaguana Eras (2020)

## 5.4 Beneficios de los probióticos en el cultivo de camarón

### 5.4.1 Colonización y adhesión en el tracto gastrointestinal

La capacidad de las bacterias para adherirse y desarrollarse en los mucus intestinales es una característica que es aprovechada tanto por los probióticos como por las bacterias patógenas. En el caso de las bacterias probióticas, es un factor importante a tener en cuenta para su selección y aplicación en la acuicultura, por otro lado, para las bacterias patógenas se relaciona con la virulencia y es el primer paso para el desarrollo de una infección. La información disponible en el campo acuícola señala que las bacterias aisladas de animales de su entorno presentan mayor actividad de adhesión a los tejidos y al mucus gastrointestinal, respecto a bacterias foráneas. Por ello la acción de muchos probióticos suele ser temporal y deben ser administrados de forma continua, por medio de aditivo en el alimento o por medio del agua de cultivo para que mantengan su capacidad biológica (Toledo *et al.*, 2018). Por otro lado Dawood *et al.* (2018) mencionan que la digestión de la materia seca, la proteína bruta y el fósforo mejoró en el camarón blanco de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* y *Fenneropenaeus indicus* alimentados con dietas suplementadas con Bacillus sp.

Se debe tomar en cuenta que existen factores que modifican el ecosistema microbiótico del tracto digestivo en los crustáceos *penideos*, incluyendo la aplicación de prebióticos o probióticos, también si es silvestre o cultivado, así como los factores de estrés estimulados por algún patógeno. Las principales especies de crustáceos que se han estudiado en cuanto a su microbiota intestinal son *Penaeus monodon*, *Fenneropenaeus indicus* y principalmente *Litopenaeus vannamei*. Se ha determinado que los principales factores que modifican la microbiota intestinal de *L. vannamei* son: la edad, componentes de la dieta, estado de salud, el estadio y factores ambientales. En cuanto a la dieta, puede ser modificada para promover



la multiplicación de bacterias benéficas, por medio de la incorporación de probióticos y prebióticos (Garibay-Velez *et al.*, 2020).

Especies de bacterias como *Bacillus subtilis* y *B. licheniformis* tienen una gran participación en el intestino del camarón blanco debido a que potencializa la producción de lipasa, proteasa, amilasa y celulasa además presentó actividad inhibitoria contra *Vibrio parahaemolyticus* lo que se traduce finalmente como una mayor supervivencia (Yaguana Eras, 2020).

#### **5.4.2 Producción de antimicrobianos y compuestos antivirales**

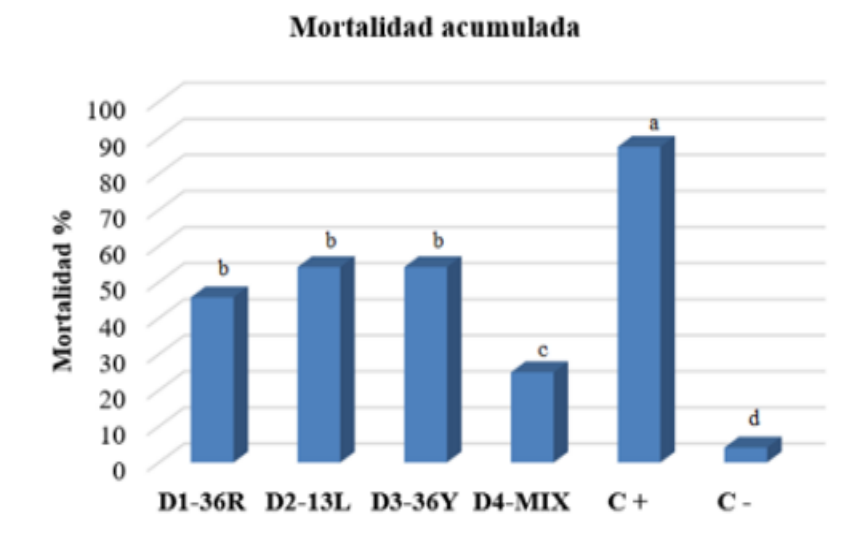
Las bacterias con capacidad probiótica tienen además la particularidad de generar productos extracelulares que matan o disminuyen el desarrollo de otras bacterias patógenas: ácidos orgánicos, sustancias antimicrobianas y bacteriocinas. Además, se describe que los probióticos tienen actividad antiviral de algunos aislados como *Vibrio sp.*, *Pseudomonas sp.*, y *Aeromonas sp.*, contra el virus de la necrosis hematopoyética, también se aisló una cepa de *Pseudoalteromonas undina*, la cual tuvo un efecto antiviral e incrementó la supervivencia en camarón (*Penaeus sp.*). Se halló que la aplicación de *Bacillus spp.* mezclado con el balanceado en *L. vannamei*, infectados con virus del síndrome de la mancha blanca, reducía la presencia viral en los camarones, así como también estimular el crecimiento y la expresión de genes como el pro-fenoloxidasa y el superóxido dismutasa, teniendo como resultado un mayor índice de supervivencia respecto a los grupos no tratados (Toledo *et al.*, 2018).

La supervivencia es un factor fundamental para la evaluación de los probióticos. En este estudio, *B. licheniformis* BCR 4-3 aumentó claramente la supervivencia de los camarones al incrementar su resistencia a la infección por *V. parahaemolyticus* cuando se añadió al agua durante 15 días. Sin embargo, los bacilos en el pienso no mostraron los mismos resultados. Del mismo modo, se encontró diferencias significativas en la supervivencia de las postlarvas de *L. vannamei* alimentadas con *B. cereus* durante 14 días y desafiadas con *V. alginolyticus* y *V. parahaemolyticus*. Por el contrario, en otros estudios se observaron que diferentes cepas de *B. subtilis* añadidas al alimento durante 8 semanas mejoraban la resistencia a la enfermedad en camarones pata blanca (*L. vannamei*) desafiados con *Vibrio haneyi*. También se registraron resultados similares en *Penaeus monodon* alimentado con *Bacillus sp.* y

desafiado con *V. parahaemolyticus*. Por otra parte, los efectos de los bacilos en el agua fueron similares a otras investigaciones, donde la administración durante 8 semanas de una cepa de *B. subtilis* en el sistema de cultivo de *L. vannamei* mejoró la resistencia de los camarones frente a *V. harveyi*. En este contexto, *Bacillus licheniformis* BCR 4-3 tiene la capacidad de formar biopelículas y producir péptidos antimicrobianos que interrumpen el quorum sensing de las bacterias patógenas. Estos rasgos bacterianos y otros mecanismos específicos pueden ayudar a las gambas a prevenir la capacidad infectiva de *V. parahaemolyticus* (García-Medel *et al.*, 2020).

En el estudio de Galaviz-Silva, *et al.* (2020). Hicieron una evaluación in vivo de cepas probióticas, en donde los organismos después de haber sido alimentados durante 28 días con las dietas probióticas de *Bacillus*, se colocaron en una sala de desafío donde cada tratamiento con 50 camarones aumentó la sobrevivencia hasta en un 70 % con la dieta compuesta por *Bacillus pumilus* y *Bacillus mojavensis* en donde estos mostraron una actividad antimicrobiana in vitro contra *V. parahaemolyticus*, lo que significa que estas dos especies llevan un amplio espectro de aplicación como probióticos en acuicultura.

**Figura 3** Resultados de los tratamientos con aditivo probiótico respecto a los grupos control



**Fuente:** Galaviz Silva *et al.*, (2020)

### **5.4.3 Producción de compuestos benéficos**

Las levaduras y los microorganismos marinos pueden contribuir a una fuente de proteínas mejorando así el aporte nutricional de algunas especies acuáticas cultivadas. Así mismo, los lípidos formados por bacterias marinas se consideran de gran importancia en la nutrición de organismos acuáticos. Cabe recalcar que la producción de enzimas tales como quitinasas, lipasas y proteasas por parte de bacterias seleccionadas, contribuyen al proceso digestivo y reforzar el microbiota intestinal de los organismos en cultivo, teniendo un impacto positivo en el ciclo de producción (Toledo *et al.*, 2018).

Las dietas complementadas con probióticos se digieren y absorben con mayor eficacia debido a la capacidad de los probióticos de producir enzimas digestivas (amilasas, proteasas y lipasas, etc.) y aportar nutrientes (vitaminas, ácidos grasos y aminoácidos), que pueden contribuir a los procesos digestivos y a la utilización de los alimentos, así como a la asimilación de los componentes de la dieta, lo que ha permitido mejorar la salud general y el crecimiento de los animales acuáticos (Dawood *et al.*, 2018).

### **5.4.4 Mejora de la calidad del suelo**

Los sistemas de cultivo se caracterizan por desarrollar altos porcentajes de materia orgánica durante el ciclo de cultivo, debido a la acumulación de sedimentos que se dan por malas prácticas acuícolas como la sobrealimentación, exceso de fertilización y la acumulación de excretas y mudas. Esos altos porcentajes de MO produce un desbalance en los parámetros biológicos y químicos como los nitritos, amoniacos y sulfuros de hidrogeno, modificando la composición bacteriana del suelo permitiendo la proliferación las bacterias patógenas favoreciendo la presencia de enfermedades en camarones (Bazurto Espinoza, 2020).

Para mejorar la calidad del suelo en los sistemas de cultivo es necesario la aplicación directa de enzimas junto con microorganismos benéficos minimizando así las bacterias patógenas y eliminando los desechos para así mineralizar la materia orgánica. Cuando se llena la piscina para iniciar con el cultivo, las enzimas tienen la capacidad de degradar los restos que se hayan quedado en el proceso de preparación de la misma, llegando incluso a trabajar cuando se tiene un pH entre 4 y 11 y temperaturas en un rango de 20°C. a 40°C. (Bazurto Espinoza, 2020).

Gavino Arias (2017) menciona que las bacterias Gram-positivas del género *Bacillus* como *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. coagulans*, *Bacillus subtilis* y del género *Phenibacillus* y los *Polymyxa* son un ejemplo de biorremediación ya que degradan la MO en CO<sub>2</sub> y biorremedian el detritus presente en los estanques de cultivo lo que da como resultado la conversión de los sedimentos en limo. La biorremediación de los suelos de estanques acuícolas es un factor muy importante a tomar en cuenta, ya que si este, se encuentra en mal estado puede ser un puente para posibles enfermedades. Una técnica para evitar la alta acumulación de MO en el suelo de los estanques acuícolas, es mediante la implementación de bioflocs, los cuales degradan el alimento no consumido por el camarón, así mismo, este cúmulo de bacterias y plancton se convierten en alimento para animal en cultivo con un alto nivel proteico.

#### **5.4.5 Mejora de la calidad del agua**

En la actividad acuícola, la administración de probióticos, no solo se relaciona con la salud del intestino, sino también con la biorremediación la cual es un proceso que utiliza funciones catalíticas de microorganismos para un aumento de la velocidad en la extensión de la inhibición, transformación o eliminación de contaminantes. Los efectos de las cepas probióticas en la biodegradación (como las *Bacillus spp.*, *Paracoccus spp.*, *Thiobacillus spp.*) que se aplican al agua, contribuye a la modulación del perfil microbiológico en el estanque acuícola, la degradación de los residuos indeseables (amoníaco, nitrito, sulfuro de hidrógeno), mejora la mineralización de la MO y reduce la acumulación de lodos (Delgado-Díaz *et al.*, 2020).

En estudios recientes se utilizó aislados de *Bacillus sp.* y *Vibrio sp.* como aditivos al pienso y al agua de cultivo del langostino de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*) en diferentes dosificaciones y frecuencias de aplicación, teniendo como resultado inhibición de la concentración de nitrato y amonio del medio, aumento de la sobrevivencia, mejor crecimiento y estimulación del sistema inmune. Durante la aplicación del producto comercial EM (EM®, Japón), combinado por levaduras y bacterias ácido-lácticas, al agua de cultivo intensivo de *L. vannamei*, se encontró que el tratamiento disminuyó la concentración de nitratos, materia orgánica, aumento la disponibilidad de fósforo en el agua, reguló el pH, aumentaron los índices de productividad (Sobrevivencia y factor de conversión alimentaria).

La dosis empleada y frecuencia con que se aplica, así como el sistema de cultivo (Estanques abiertos o sistemas intensivos) influyen en su efecto probiótico (Toledo *et al.*, 2018).

Kuebutornye *et al.* (2019) señalan que la adición de probióticos *Bacillus* en diversas formas y métodos de aplicación a las larvas de camarón, resulta en una reducción significativa de los niveles de amoníaco y nitrito. La mineralización de los residuos nitrogenados se da a través de la nitrificación y/o desnitrificación, lo que conduce a amoníaco y nitritos, mejorando así la calidad del agua. La nitrificación como resultado de la adición de *Bacillus*, descarga iones de hidrógeno que dan lugar a la reducción del pH.

Widiyanto *et al.* (2020) mencionan que el uso de varios tipos de cepas bacterianas podría eliminar residuos orgánicos y elementos metálicos como Cu, Zn y Fe en un biorreactor. *Paenibacillus spp.* y *Bacillus cereus* también fueron eficaces en la inhibición de los patógenos de las larvas de camarón, como *Vibrio spp.* y *V. harveyi* tanto *in vitro* como *in vivo*. La cepa *Bacillus subtilis* es un tipo de microbios que puede producir una variedad de enzimas extracelulares y péptidos antimicrobianos. La secreción de estas sustancias puede ser beneficiosa para el control de las bacterias patógenas y para la mejora de la calidad del agua de cría. Teniendo en cuenta las condiciones de cultivo, las bacterias con propiedades probióticas pueden ser útiles en cuanto a la salud de los camarones y la gestión de las aguas residuales. Este estudio se realizó para evaluar el perfil de las bacterias *Vibrio* y heterótrofas en el cultivo intensivo de camarón blanco utilizando la técnica de biorremediación.

## 6 CONCLUSION

Los probióticos demostraron tener grandes beneficios, como incrementar la sobrevivencia de las larvas, estimular la respuesta inmune el apetito y la resistencia a enfermedades, así como también reducir los residuos contaminantes. Los probióticos más utilizados son las bacterias ácido lácticas del género *Bacillus*. Estas mejoran el sistema inmune ya que, al unirse a diferentes receptores, son capaces de interactuar con el sistema inmunitario del huésped, mejorando tanto en la respuesta inmunitaria innata y adaptativa como en la respuesta sistémica (en todo el organismo) y localizada (es decir, en el intestino).

Algunas de las bacterias probióticas que también se utilizan en cultivo de camarón son los *Bacillus spp.*, *Paracoccus spp.* *Thiobacillus spp.* y los bacterias Gram-positivas del género *Bacillus* como *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. coagulans*, *Bacillus subtilis*, además el género *Phenibacillus* y los *Polymyxa*. Especies de bacterias como *Bacillus subtilis* y *B. licheniformis* también participaron en el intestino del camarón blanco debido a que potencializa la producción de lipasa, proteasa, amilasa y celulasa, así como también tuvieron actividad inhibitoria contra el *Vibrio parahaemolyticus* lo que se traduce finalmente como una mayor supervivencia y producción.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Bazurto Espinoza, J. (2020). *Prevención de la proliferación de patógenos mediante la acción de los microorganismos en el suelo de piscinas camaroneras*. Machala: UTMACH, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16107/1/ECUACA-2020-IAC-DE00006.pdf>
- Buschmann, A. (2001). *Un análisis bibliográfico de los avances y restricciones para una producción sustentable en los los sistemas acuáticos*. Osorno, Chile: Terram Publicaciones. Obtenido de <https://cetmar.org/DOCUMENTACION/dyp/ImpactoChileacuicultura.pdf>
- Dawood, M., Koshio, S., Abel-Daim, M., & Van Doan, H. (2018). Probiotic application for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 907-924. doi:doi:10.1111/raq.12272
- Delgado-Díaz, L., Paz-Quevedo, N., Molina-Velásquez, N., & Navarrete-Soriano, A. (2020). 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*, 3(1), 81-97. Obtenido de <https://minerva.sic.ues.edu.sv/index.php/Minerva/article/view/66/61>
- El-Saadony, M., Alagawany, M., Patra, A., Kar, I., Tiwari, R., Dawood, M., . . . Abel-Latif, H. (2021). The functionality of probiotics in aquaculture: An overview. *Fish and Shellfish Immunology*, 117, 36-52. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.07.007>
- Galaviz Silva, L., Molina Garza, Z., Salazar Hinojosa, M., Ibarra Gámez, J., Cázares Jaramillo, G., & Sanchez Días, R. (2020). Probiótico para alimento de camarón cultivado en granjas para inhibir el desarrollo de bacterias patógenas causantes de mortalidades. *Investigacion y Desarrollo en Ciencia y Tecnologia de Alimentos.*, 5, 283-287. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/4/56.pdf>
- García-Medel, D., Escamilla-Montes, R., Fierro-Coronado, J., Diarte-Plata, G., Gámez-Jiménez, C., & Luna-González, A. (2020). *Bacillus licheniformis* BCR 4-3 increases

- immune response and survival of *Litopenaeus vannamei* challenged with *Vibrio parahaemolyticus* IPNGS16. *Aquaculture international*, 28(5), 2303-2318. doi:DOI:10.1007/s10499-020-00585-2
- Garibay-Velez, E., Martínez-Porchas, M., Calderón, K., Gollas-Galván, T., Martínez-Córdova, L., Vargas-Albores, F., & Arvayo, M. (2020). La microbiota del tracto digestivo de camarones peneidos: una perspectiva histórica y estado del arte. *Revista de Ciencias Biológicas y de la salud*, 22(1), 5-16. doi:https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1119
- Gavino Arias, E. (2017). *Revisión acerca de la utilización de microorganismos en el mejoramiento de sedimentos en granjas camaroneras*. Machala: UTMACH, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10512/1/DE00002\\_EXAMENC OMPLEXIVO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10512/1/DE00002_EXAMENC OMPLEXIVO.pdf)
- Gonzabay-Crespin, Á., Vite-Cevallos, H., Garzón-Montealegre, V., & Quizhpe-Cordero, P. (2021). Análisis de la producción de camarón en el Ecuador para su exportación a la *Polo del Conocimiento*, 6(9), 1040 - 1058. doi:10.23857/pc.v6i9.3093
- González-León, L., Rizo-Porro, M., & Arenal Cruz, A. (2022). *Bacillus firmus*: aplicaciones y potencialidades como probiótico en la acuicultura. *Revista de Produccion Animal*, 34(2). Obtenido de <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4213>
- Guitérrez, A. (2021). *Nuevas cepas probióticas para acuicultura (Tesis Doctoral)*. Arucas: ULPGC, Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria. Obtenido de <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/107929>
- James, G., Das, B., Jose, S., & Rejish Kumar, V. (2020). *Bacillus* as an aquaculture friendly microbe. *Aquaculture International*, 29(1), 323-353. doi:https://doi.org/10.1007/s10499-020-00630-0



- Kuebutornye, F., Abarike, E., & Lu, Y. (2019). A review on the application of Bacillus as probiotics in aquaculture. *Fish and shellfish Immunology*, 87, 820-828. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.02.010>
- Kuebutornye, F., Abarike, E., Lu, Y., Hlordzi, V., Sakyi, M., Afriyie, G., . . . Xie, C. (2020). Mechanisms and the role of probiotic Bacillus in mitigating fish pathogens in aquaculture. *Fish Physiol Biochem*, 46(5), 819-841. doi:<https://doi.org/10.1007/s10695-019-00754-y>
- Muñoz Chávez, A., & Narváez Castillo, G. (2018). *Estudio de Factibilidad del cultivo hiper-intensivo de camaron mediante sistema de biofloc en la provincia de El Oro (Tesis de grado)*. Guayaquil: UCSG, Facultad de Ciencias Economicas y Administrativas. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11562/1/T-UCSG-PRE-ECO-GES-505.pdf>
- Olmos, J., Acosta, M., Mnedoza, G., & Pitones, V. (2019). Bacillus subtilis, an ideal probiotic bacterium to shrimp and fish aquaculture that increase feed digestibility, prevent microbial diseases, and avoid water pollution. *Archives of Microbiology*, 202(3), 427-435. doi:[doi:10.1007/s00203-019-01757-2](https://doi.org/10.1007/s00203-019-01757-2)
- Perez-Chabela, M., Alvarez-Cisneros, Y., Soriano-Santos, J., & Pérez-Hernández, M. (2020). Los probioticos y sus metabolitos en la acuicultura. Una Revision. *Hidrobiológica*, 30(1), 93-105. doi:[10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v30n1/](https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v30n1/)
- Poma, R. (2020). *DIiseño de un sistema remoto de monitoreo autónomo de alimentacion de camarones en la isla Los Callejones del canton de Huaquillas, Provincia El Oro (Tesis de Grado)*. Guayaquil: UCSG, Facultad de Educacion Tecnica para el Desarrollo. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/14658/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-250.pdf>
- Ramon Espinoza, C. (2020). *Uso de microorganismos para el control de enfermedades en el cultivo de camaron blanco Litopenaeus vannamei*. Machala: UTMACH, Unidad Academica de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15326/1/EQUACA-2020-IAC-DE00003.pdf>

- Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*. (21 de Junio de 2022). Obtenido de Camara Nacional de Acuicultura: <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Soltani, M., Ghosh, K., Hoseinifar, S., Kumar, V., Lymbery, A., Roy, S., & Ringo, E. (2019). Genus bacillus, promising probiotics in aquaculture: Aquatic animal origin, bio-active components, bioremediation and efficacy in fish and shellfish. *Reviews in fisheries Science & Aquaculture*, 27(3), 331-379. doi:<https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1597010>
- Toledo, A., Castillo, N., Carrillo, O., & Arenal, A. (2018). Probioticos: una realidad en el cultivo de camarones. Articulo de revision. *Revista de Producción Animal*, 30(2), 57-71. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-79202018000200009#:~:text=Los%20probióticos%20intervienen%20en%20los,maior%20supervivencia%20de%20los%20animales](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202018000200009#:~:text=Los%20probióticos%20intervienen%20en%20los,maior%20supervivencia%20de%20los%20animales).
- Widiyanto, T., Rusmana, I., Febrianti, D., Shohihah, H., Triana, A., & Mardiaty, Y. (2020). Profiles of Vibrio and heterotrophic bacteria in the intensive Vanamae shrimp culture using bioremediation technique in Karawang. *International Conference on Tropical Limnology*, 535(012019), 1-11. doi:10.1088/1755-1315/535/1/012019
- Yaguana Eras, B. (2020). *Efectos de probióticos comerciales en piscinas de engorde para crecimiento y prevencion de enfermedades en el cultivo de L. Vannamei (Tesis de grado)*. Machala: UTMACH, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16124/1/TTUACA-2020-IAC-DE00004.pdf>